UDK 630 ISSN 0352-3861

GLAS. ŠUM. POKUSE Vol. 30 Str. 1–443 Zagreb, 1994.

GLASNIK
ZA ŠUMSKE POKUSE

Annales
Experimentis silvicultricibus

30

DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ZAGREB 1994
UNIVERSITAS STUDIORUM ZAGREBIENSIS
FACULTAS SILVICULTURAE
INSTITUTUM EXPERIMENTIS SILVICULTRICIBUS

ANNALES

EXPERIMENTIS SILVICULTRICIBUS

Volumen 30

ZAGREB IN CROATIA MCMXCIV

UNIVERSITAS STUDIORUM ZAGREBIENSIS
FACULTAS SILVICULTURAE
INSTITUTUM EXPERIMENTIS SILVICULTRICIBUS

GLAS. ŠUM. POKUSE Vol. 30 Str. 1–443 Zagreb, 1994.

GLASNIK

ZA ŠUMSKE POKUSE

Knjiga 30

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ZAGREB 1994

Glavni urednik
Editor in Chief

Prof. dr **ĐURO RAUŠ**
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Tehnički urednik
Technical Editor

Graf. inž. **BORIS RUKAVINA**

Lektor
Language Editor

Dr **BRANKA TAFRA**

IZDAVAČ – *PUBLISHED BY:*

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Forestry, University of Zagreb
41 000 Zagreb, Svetošimunska 25, Hrvatska

Časopis je glasilo znanstvenih radnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
Tiska se kao godišnjak. Naklada 1000 primjeraka.
Objavljeni članci se referiraju u časopisu »Forestry Abstracts«.

Tiskanje ove publikacije omogućeno je dotacijom Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike Republike Hrvatske, te javnog poduzeća »Hrvatske šume« Zagreb

TISAK: Grafički zavod Hrvatske

GLAS. ŠUM. POKUSE Vol. 30 Str. 1–443 Zagreb, 1994.

S A D R Ž A J (SUMMARIUM)

Grubešić, M. Izvorni znanstveni članak
Istraživanje sinekoloških uvjeta obitavanja dabra (*Castor fiber* L.) u porječjima Bavarske s osvrtom na potencijalna staništa dabra u Hrvatskoj 1
Research on Synecological Conditions of the Beaver (*Castor fiber* L.) Habitat in Bavarian River Basins with a Comment on Potential Beaver Habitats in Croatia 20

Diminić, D. Izvorni znanstveni članak
Prilog poznavanju mikoza borovih kultura u Istri 21
Pine's Mycoses in the Pine Platations of Istria 60

Španjol, Ž. Izvorni znanstveni članak
Problematika nacionalnih parkova u svijetu i Republici Hrvatskoj . . 61
The Problems of Croatian and World National Parks 94

Ivkov, M. Izvorni znanstveni članak
Simuliranje razvoja sastojina uz pomoć modela ovisnosti debljinskog prirasta o razini podzemnih voda 95
Simulation of Forest Stands Development with a Model of Radial Increment Dependence on Watertable Levels 142

Čavlović, J. Izvorni znanstveni članak
Uređivanje šuma niskog uzgojnog oblika (panjača) na području Hrvatskog zagorja 143
Stump Forest Silviculture in Hrvatsko Zagorje 192

Prpić, B., Seletković, Z., Žnidarić, G. Izvorni znanstveni članak
Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nizinskoj šumi Turopoljski lug 193
Ökologishe und Biologische Ursachen für das Absterben von Stieleiche (*Quercus robur* L.) im Auenwald Turopoljski Lug 222

Tomašević, A. Izvorni znanstveni članak
Meliorativni utjecaj kulture alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) i pinije (*Pinus pinea* Endl.) na degradirano stanište hrasta medunca (*Querco pubescentis – Carpinetum orientalis* H-ić, Anić 1959.) u zadarskom području 223
A Meliorative Impact of Aleppo Pine (*Pinus halepensis* Mill.) and Stone Pine (*Pinus pinea* Endl.) Upon Degradated Habitat of the Pubescent Oak (*Querco pubescentis – Carpinetum orientalis* H-ić, Anić 1959) in the Region of Zadar 298

Matić, S., Prpić, B., Rauš, Đ., Meštrović, Š. Izvorni znanstveni članak
Obnova šuma hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak 299
Regeneration of the Peduncled Oak Forests in the Sisak Forest Management 336

GLAS. ŠUM. POKUSE Vol. 30 Str. 1–443 Zagreb, 1994.

Rauš, Đ., Matić, S. Izvorni znanstveni članak
Istraživanja vegetacijskih i uzgojnih problema obične breze (*Betula pendula* Roth.) na području Požege i Slatine 337
Research on the Vegetation and Silvicultural Problems of Common Birch (*Betula pendula* Roth.) on the Požega and Slatina Areas 360

Prpić, B., Vranković, A., Rauš, Đ., Matić, S., Pranjić, A., Meštrović, Š. Izvorni znanstveni članak
Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje šumskog gospodarstva Sisak 361
Environmental Factors Influencing the Dieback of Peduncled Oak in the Kalje Unit of the Sisak Forest Management 420

Rauš, Đ., Vukelić, J. Stručni članak
Program za gospodarenje šumama nastavno – pokusnoga šumskog objekta Rab 1986 – 2005. 421
Forest Management Programme of the Educational and Experimental Area of Rab 1986–2005. 443

Grubešić, M.: Istraživanje sinekoloških uvjeta obitavanja dabra (*Castor fiber* L.) u porječjima Bavarske s osvrtom na potencijalna staništa dabra u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse 30:1–20, Zagreb, 1994

UDK 502.743:599.322]:574.4(430 + 497.13) Izvorni znanstveni članak

MARIJAN GRUBEŠIĆ

ISTRAŽIVANJE SINEKOLOŠKIH UVJETA OBITAVANJA DABRA (*Castor fiber* L.) U PORJEČJIMA BAVARSKE S OSVRTOM NA POTENCIJALNA STANIŠTA DABRA U HRVATSKOJ

RESEARCH ON SYNECOLOGICAL CONDITIONS OF THE BEAVER (*Castor fiber* L.) HABITAT IN BAVARIAN RIVER BASINS WITH A COMMENT ON POTENTIAL BEAVER HABITATS IN CROATIA

Prispjelo: 15. 07. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

Autor je u radu predočio spoznaje o dabru do kojih je došao tijekom istraživanja u Bavarskoj 1991. g. Dabar je životinjska vrsta koja je u prošlosti nastanjivala cijelo područje Europe, a u 18. i 19. stoljeću gotovo iščezla, da bi dvadesetih godina ovog stoljeća počelo njegovo »umjetno« naseljavanje (reintrodukcija) u zemlje sjeverne i srednje Europe. Iz pisanih dokumenata doznajemo da je dabar boravio i na prostoru Hrvatske, ali je koncem 19. stoljeća istrijebljen.

U sklopu projekta »Dabar u Bavarskoj« istražen je 31 lokalitet sa staništima dabra. Dobiveni rezultati pokazuju da se nakon reintrodukcije dabar prilagodi životu u novim staništima. Uspoređujući temperaturu zraka, količinu oborina, tlo i vegetaciju u staništima dabra u Bavarskoj i potencijalnim staništima u nas, zaključujemo da postoje uvjeti za vraćanje dabra na vodene površine u Hrvatskoj.

Ključne riječi: *Castor fiber* L., dabar, rasprostranjenost, životni prostor, stanište, reintrodukcija

UVOD – INTRODUCTION

Hrvatska zbog svojih klimatskih, reljefnih i biocenoloških raznolikosti pruža uvjete za obitavanje vrlo velikog broja biljnih i životinjskih vrsta. No neke od njih su pod utjecajem čovjeka nestale. Nažalost nema dovoljno pisanih dokumenata o vremenu i uzroku njihova nestanka. Arheološki nalazi daju sliku o bogatstvu flore i faune u prošlosti.

Jedna od životinjskih vrsta nestalih u prošlosti s prostora Hrvatske je dabar.

U literaturi nalazimo malobrojne, ali vrijedne zapise o dabru na našim prostorima. Ti zapisi datiraju iz prošlog stoljeća, a ostavili su nam ih prvaci hrvatske zoologije: Josip Ettinger, Fran Kesterčanek i dr.

OBJEKT ISTRAŽIVANJA – RESEARCH OBJECT

Dabar (*Castor fiber* L. 1758) (njemački – der Biber, engleski – beaver, francuski – le castor, ruski – bobr) životinjska je vrsta poznata širom svijeta zbog izgleda, načina života, načina prehrane, cijenjenog krzna i mesa.

Prema areheološkim nalazima dabar obitava na Zemlji 2–3 milijuna godina. U bližoj ili daljoj prošlosti živjelo je na sjevernoj polutki oko 20 rodova iz porodice *Castoridae*, no do danas je preživio jedino rod *Castor*. Rod *Castor* javlja se u tercijaru, u Europi se javlja u srednjem miocenu, nešto kasnije dolazi u Aziju, dok dosadašnja istraživanja u Sjevernoj Americi pokazuju da tamo obitava od kasnog pliocena (Dežkin 1986).

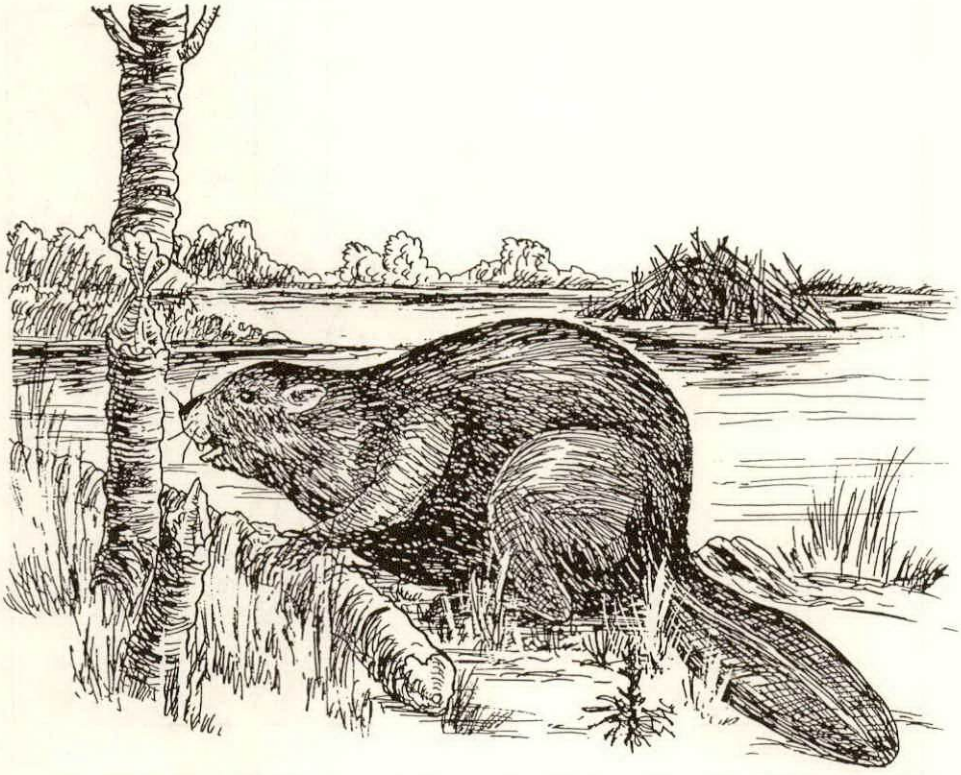
Sistemski položaj dabra je sljedeći (Garms 1981):

KOLJENO	*Cordata*	Svitkovci
POTKOLJENO:	*Verterbrata*	Kralježnjaci
RAZRED:	*Mammalia*	Sisavci
PODRAZRED:	*Theria*	Pravi sisavci
NADRED:	*Eutheria*	Plodvaši
RED:	*Rodentia*	Glodavci
PORODICA:	*Castoridae*	Dabrovi
ROD:	*Castor*	Dabrovi
VRSTA:	*Castor fiber*	Dabar

Velika rasprostranjenost dabra (čak na tri kontinenta) uvjetovala je, zbog izoliranosti pojedinih populacija, izlučivanje nekoliko podvrsta. Poznato je devet podvrsta, od kojih šest na euroazijskom prostoru, a tri u Sjevernoj Americi (Grzimek 1970).

U pojedinoj literaturi spominje se i danas *C. fiber* i *C. canadensis*, iz čega se može zaključiti da postoje dvije vrste unutar roda *Castor*. Opsežna istraživanja (Fraye 1960) pokazuju da postoji samo jedna vrsta s nekoliko podvrsta.

Dabar je najveći glodavac sjeverne polutke, drugi po veličini unutar reda glodavaca. Masivne je građe. Dužina tijela odraslih mužjaka kreće se od 75 do 95 cm, duljina repa je oko 30 cm, a visina u hrptu isto toliko. Težina tijela kreće se 20 do 30 kg. Tijelo mu je nezgrapno i snažno. Leđa su mu pogrbljena, trbuh ovješen, vrat kratak i debeo. Noge su mu kratke i vrlo snažne, stražnje malo dulje od prednjih, te imaju pet prstiju. Prsti na stražnjim nogama spojeni su međusobno sve do pandi širokom plivačom kožicom. Rep se ne odvaja jasno od tijela, na korijenu je okrugao, u sredini ravan, a prema vrhu spljošten. Širok je oko 20 cm i na vrhu tupo zaobljen, na rubovima gotovo oštar, a gledamo li ga odozdo, doima se jajolik. Boja tijela je na gornjoj strani tamno kestenjasta i prelazi malo u sivkastu, a na donjoj strani je svijetla. Ima 20 zuba (zubna formula je 1–0–1–3/1–0–1–3), od kojih se ističu glodnjaci koji su sprijeda plosnati, glatki, na presjeku gotovo trobridi, a sa strane građeni u obliku dlijeta i vire daleko iz čeljusti (slika 1).



Sl. - Fig. 1. Dabar (Castor fiber L.) u svom prirodnom staništu - The beaver (Castor fiber L.) in its natural habitat

Rasprostranjenost – Distribution

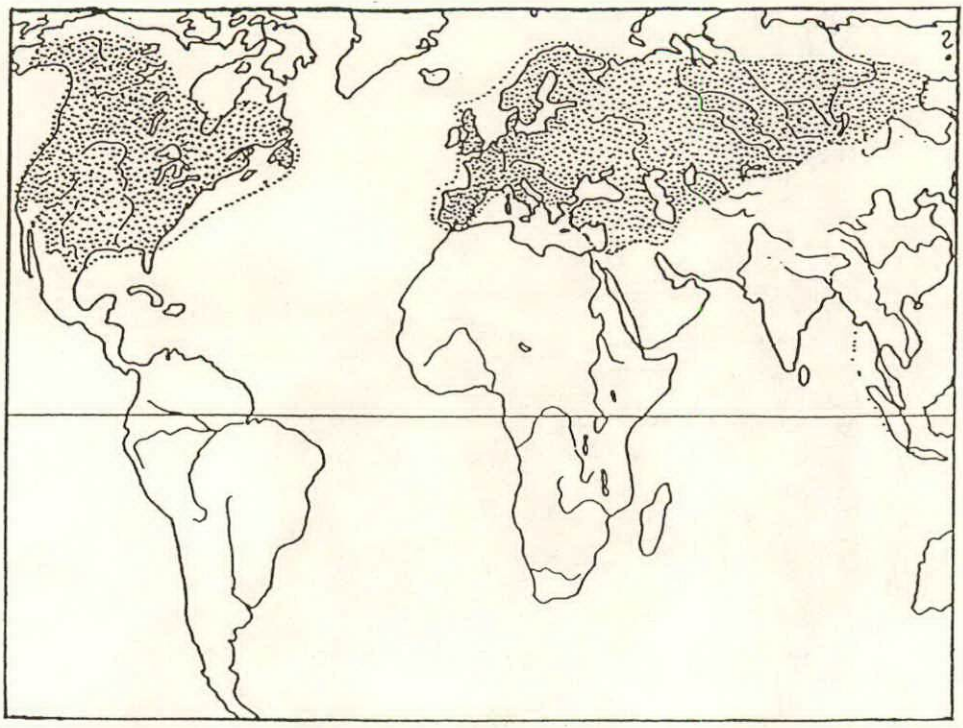
Potencijalna staništa dabra su od suptropskog do hladnog pojasa euroazijskog kopna. Bio je rasprostranjen između 30° i 70° sjeverne geografske širine. U pretpovijesno doba neprekinuti areal dabra protezao se na jugu do Španjolske, Grčke i Turske, a na sjeveru do Skandinavije. Osim u Europi i Aziji dabar je bio rasprostranjen i u Sjevernoj Americi (slika 2).

Na europskom kopnu nestanak dabra bilježi se u 18. i 19. stoljeću. Uspio se održati kao prirodna i autohtona vrst samo u četiri odvojena i izolirana područja (P i e c h o c k i 1967):

1. donji tok rijeke Rhone u Francuskoj,
2. središnji tok Elbe u Njemačkoj,
3. južna Norveška,
4. nekoliko lokaliteta u Rusiji (slika 3).

Da je u Europi bio raširena vrsta, govore brojni toponimi koji su izvedeni od riječi dabar.

Prvo vraćanje dabra na nekadašnja staništa zabilježeno je 1922. godine u Švedskoj. Tom su prilikom unesene jedinke iz susjedne Norveške u kojoj se održala autohtona populacija. Finska je druga zemlja koja je ponovo naselila dabra na svoje



Sl. - Fig. 2. Karta rasprostranjenosti dabra u prošlosti - A map of beaver habitat distribution in the past

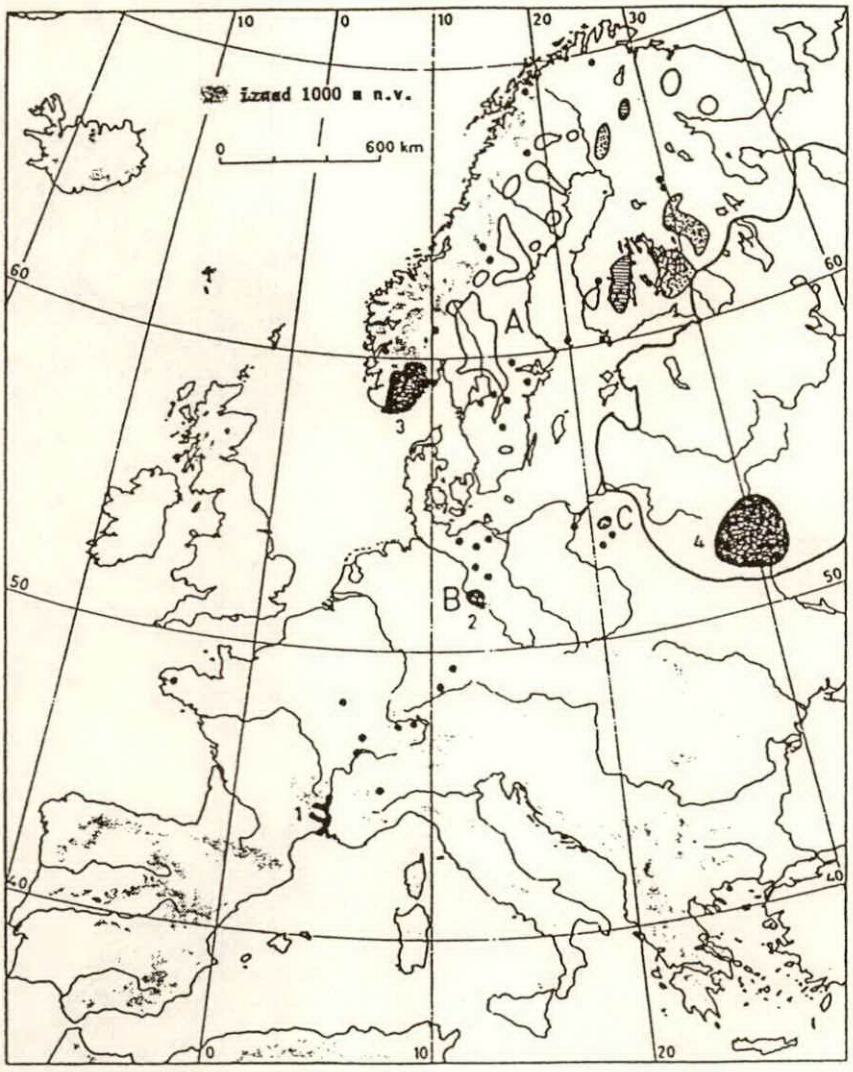
vodotoke. Nakon drugoga svjetskog rata započinje reintrodukcija dabra u veći dio srednje Europe: u Njemačku, Švicarsku, Austriju i u druge zemlje. Unesene populacije se dobro prilagođavaju i šire.

Životni prostor dabra su vodene površine (potoci, rijeke i jezera) na čijim obalama rastu prostrane poplavne šume mekih listača s bogatim zeljastim biljem (H e i d e c k e 1974/75, 1984).

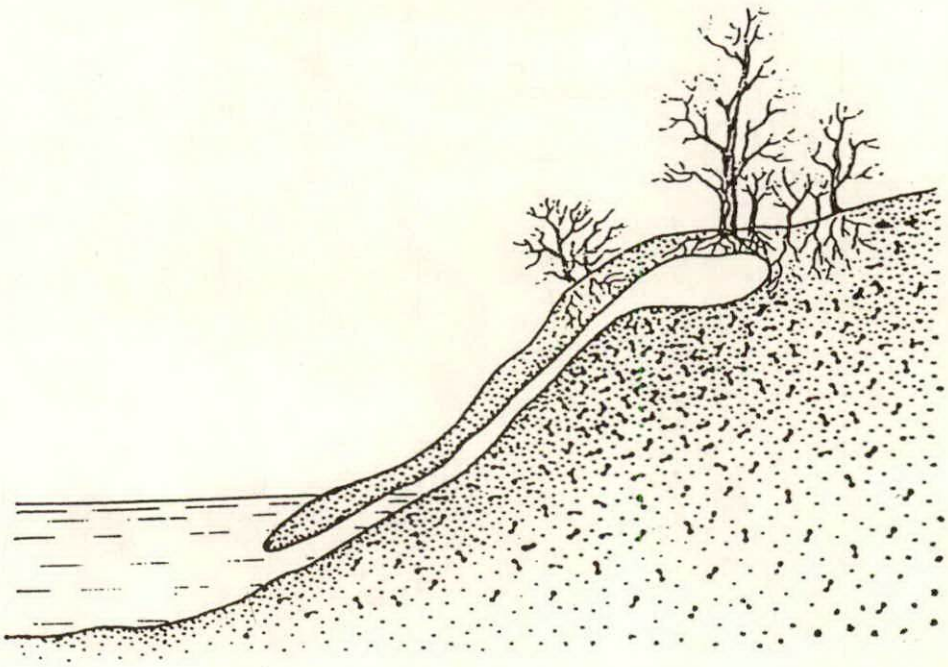
Vodene površine ne smiju ljeti presušiti, a ni zimi cijelom dubinom zamrznuti. Dubina vode treba biti najmanje 40 cm kako bi bila prikladna za kretanje (plivanje) i kako bi skrivala podvodne ulaze u nastambe. Dabar gradi nastambe na obali ili u obali. Postoje dva osnovna tipa nastambi: humke i jame. Humke gradi iznad površine tla, i to tamo gdje je niska obala, tj. malo iznad razine vode. Jame su nastambe u tlu, a gradi ih na mjestu gdje je obala dovoljno visoka.

Za humke i jame zajedničko je da imaju više ulaza (2–5) ispod vode. Na plićim vodama ulaz u nastambu skriva granjem. U nastambama ima nekoliko prostorija, koje su obavezno iznad razine vode (najmanje 20 cm), a mogu imati i više etaža. Nastambe su vrlo čvrste i stabilne. Svaka nastamba ima na vrhu otvor za zrak (slika 4).

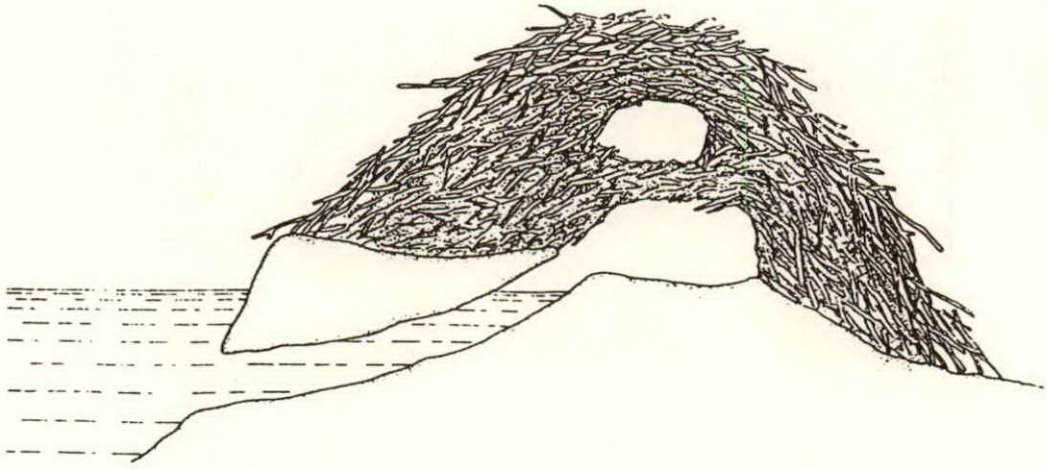
Poznato je da dabar gradi brane koje služe za podizanje razine vode. Gradi ih na mjestima na kojima je dubina vode premala, gdje je zapaženo kolebanje razine vode ili da bi lakše došao do hrane. Građevni materijal je uglavnom granje, zemlja, zeljasta vegetacija i drugi priručni i dostupni materijal.



Sl. - Fig. 3. Karta rasprostranjenosti dabra u Europi (stanje između 1965–1975 godine) - A map of beaver habitat distribution 1965–1975



Dabrova jama - beaver holes



Dabrova humka - beaver hills

Sl. - Fig. 4. Shematski prikaz dabrovih nastambi - Schematic presentation of beaver dwellings

Prehrana – Sustenance

Dabar se hrani isključivo biljnom hranom. Tijekom vegetacijskog razdoblja uzima zeljasto bilje i njihovo korijenje, dok zimi, izvan vegetacijskog razdoblja, jede uglavnom koru mekih listača koje rastu uz vodu, tj. u njegovim staništima (vrbe, topole, jasika, a rjeđe i breza, hrast lužnjak, joha, lijeska, javor, brijest, jasen, hrast kitnjak i druge listače). Vrlo se rijetko hrani četinjačama (F r a y e 1978).

Za prehranu, ovisno o slučaju, upotrebljava preko stotinu vrsta zeljastog bilja, a posebna su mu poslastica: *Ulmaria filipendula, Aegopodium podagraria, Rumex sp, Urtica dioica, Polygonum sp., Stachys palustris, Phragmites communis, Typha angustifolia* i *Alisma plantago* (H i n z e 1950, 1960; L a v r o v 1954).

Na dabrovim staništima uz rijeku Elbu utvrđeno je da dabrovi koriste 150 vrsta zeljastih biljaka i 63 drvenaste vrste. To znači da gotovo sve vrste u staništu služe u prehrani. Treba napomenuti da prehrambeni spektar varira od populacije do populacije, odnosno staništa do staništa. Od drvenastih vrsta, tamo gdje je to moguće, glavnu hranu čine vrbe i topole – čak do 90% mase (H e n d e c k e 1983).

Da bi došao do hrane, tj. do kore drveća, obara stabalca. Dabar jede samo mladu, živu koru dok staru, odumrlu koru ne jede. Kada skine koru s izbojaka i granja, ostali drvni materijal upotrebljava za gradnju nastambi ili brana. Dio izbojaka i grana odgriza i odvlači do podvodnog spremišta hrane koje mu služi u hladnim zimskim danima kada su vodene površine zamrzle i kada ne može izlaziti na kopno.

Najintenzivnija obaranja stabala (štete na drveću) zabilježene su od listopada do prosinca, a mnogo manje od siječnja do svibnja. Ljeti je obaranje stabala rijetka pojava.

Razmnožavanje – Propagation

Spolna zrelost dabra nastupa u dobi od 2,5 do 3 godine. Pari se jednom godišnje u razdoblju od siječnja do ožujka. Parenje se odvija u vodi.

Gravidnost traje prosječno 150 dana (104 – 107). Mladi dolaze na svijet od početka travnja do sredine lipnja (D e ž k i n 1986). Ženka donosi na svijet 1 do 5 mladih. Sposobnost razmnožavanja jedinke oba spola zadržavaju do 16. godine života.

Odmah nakon okota mladunčad gleda i dlakava je. Mladunci su teško 500 do 700 grama. Ostaju u nastambi 4 do 6 tjedana, a za to vrijeme mužjak i prošlogodišnje potomstvo izbivaju iz nastambe.

Dabar je monogam i živi u familijama. Familije osim roditeljskog para čine jednogodišnji i dvogodišnji potomci. Kada mladunčad postaje spolno zrela, odvaja se od roditelja, formira parove, pronalazi svoje stanište i započinje samostalan život.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – RESEARCH AREA

U sklopu projekta »Dabar u Bavarskoj« istraženi su svi vodotoci u Bavarskoj za koje se znalo ili pretpostavljalo da na njima obitava dabar. Osim glavnih vodotoka istraženi su manji pritoci i stajaće vode poput jezera, mrtvica, starih korita rijeka,

napuštene šljunčare i druge površine koje bi mogle biti prikladna staništa za dabra.

U okviru projekta istraživanjem je obuhvaćen 31 lokalitet s dabrovima staništima. Te lokalitete nalazimo na tri odvojena područja koja su vezana uz rijetke Salzach i Inn, Isar i većinom uz Dunav. Istraženi su lokaliteti u porječjima:

- Salzach i Inn – 4 lokaliteta,
- Isar – 9 lokaliteta,
- Dunav – 18 lokaliteta.

Istraženo područje možemo svrstati uvjetno u tri skupine staništa:

1. staništa na prirodnim vodenim površinama s prirodnom okolicom,
2. staništa na prirodnim vodenim površinama s umjetnom (antropogenom) okolicom,
3. staništa s umjetnim vodenim površinama i umjetnom okolicom.

Prva skupina staništa je najmanje zastupljena. Poznato je da je Bavarska, kao uostalom i cijela Njemačka, industrijski visokorazvijena i gusto naseljena zemlja. Manji vodotoci su uglavnom zatvoreni u kanale, a veće rijeke regulirane sustavom hidrocentrala. Unatoč tomu mjestimično su ostale enklave prirodnih staništa koja sada čine jezgru dabrovih populacija.

Druga skupina staništa više je zastupljena. Čovjek je svojim aktivnostima u agroekosustavima došao do same obale vodene površine tako da je izgubljen prostor između obale i poljoprivrednih površina odnosno šumskih kultura. Nestalo je najboljih staništa za dabra pa on odmah iz vode izlazi na površine koje su pod intenzivnim antropogenim utjecajem.

Treća skupina je najzastupljenija jer su na većini vodotoka izgrađene hidrocentrale ili se pak radi o šljunčarama, uređenim vodotocima i dr. »Umjetna« staništa ipak pružaju dabru dovljno prostora i minimalne uvjete za život te ga nalazimo i u tim sredinama.

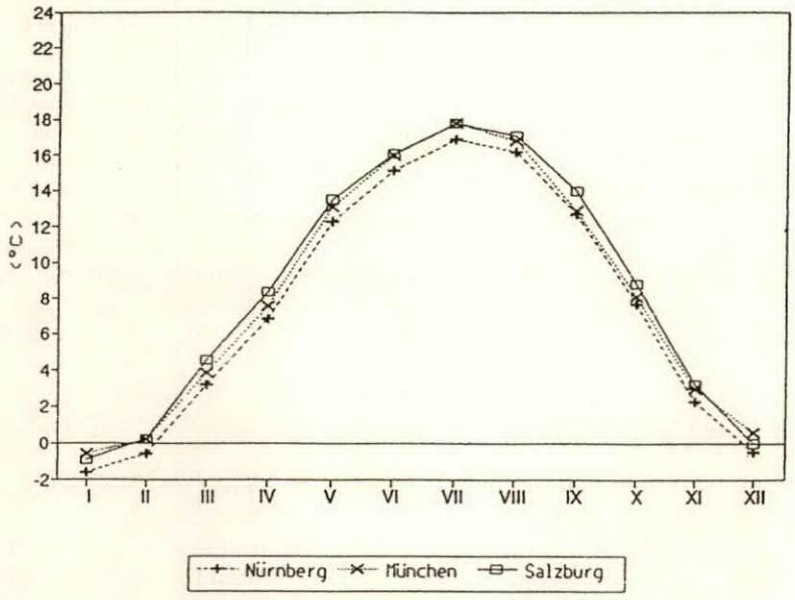
Klima je važan čimbenik za svaku biljnu ili životinjsku vrstu, pa tako i za dabrova staništa. Da bi se obuhvatilo cijelo istraživano područje, uzete su vrijednosti srednje mjesečne i godišnje temperature zraka te srednje mjesečne i godišnje količine oborina za gradove Nürnberg, München i Salzburg u razdoblju od 1901. do 1930. godine (H e y e r 1963, L a m b 1972) (graf. 1 i 2).

Na osnovi vrijednosti temperatura i oborina izračunat je Langov godišnji kišni faktor (KFg) koji daje karakteristike klime područja.

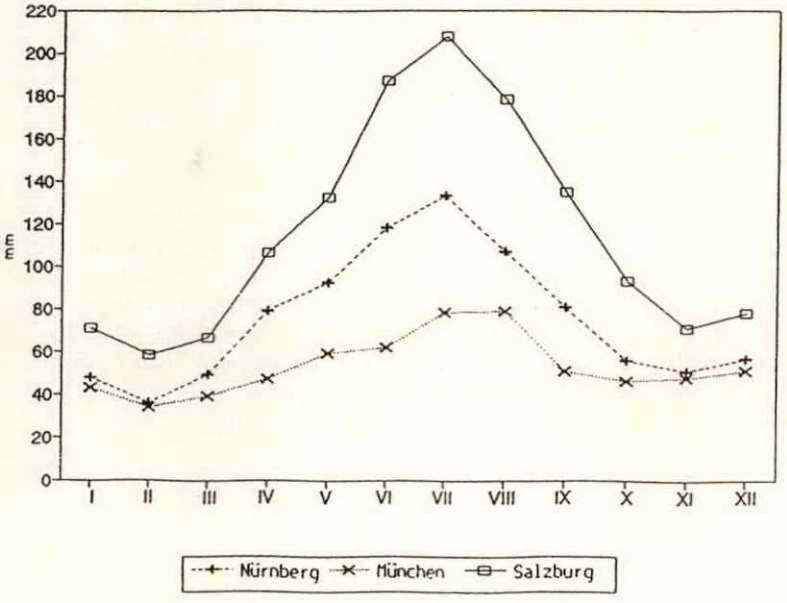
KFg = O/T
Nürnberg = 637/8,3 = 76
München = 964/7,9 = 122
Salzburg = 1383/8,6 = 160

Dobivene vrijednosti pokazuju da je riječ o humidnoj odnosno semihumidnoj (Nürnberg) klimi. Prema G r a č a n i n u to je područje na granici umjereno hladne i umjereno tople klime.

Tlo u istraživanom području potpada pod aluvijalni tip. Aktivnosti dabra vezane su uz uski priobalni pojas mokrih i vlažnih staništa, a upravo ta uska zona nastala je nanošenjem materijala vodom (aluvij). Samo iznimno mogu se susresti antropogenizirana odnosno antropogena tla, i to na onim mjestima gdje je bila ili je još prisutna aktivnost čovjeka.



Graf. 1. Srednja mjesečna temperatura za razdoblje 1901–1930 godine
Graph 1. Average monthly temperature 1901–1930



Graf. 2. Srednja mjesečna količina oborina za razdoblje 1901–1930 godine
Graph 2. Average monthly precipitation 1901–1930 – Rain factor

Vegetaciju istraženog područja ili bolje reći aktivnih staništa većinom čine drveće i grmlje. Drvenastu vegetaciju uglavnom čine stabla i grmovi vrba i topola te druge vrste mekih i tvrdih listača koje rastu na svježim i vlažnim tlima. Uz drvenastu vegetaciju nalazimo i zeljastu u kojoj prevladava trska. Samo su poneki lokaliteti s dabrovim staništima u neposrednoj blizini livada i oranica. Najvažnija biljna zajednica u lokalitetima je bijala vrba *(Salix alba)*. Izgled i struktura te sastojine gotovo je identična našim zajednicama bijele vrbe s bročikom *(Galio – Salicetum albae* Rauš 1973). Uz obale i na mlađim sprudovima nalazimo malate – samoniklu drvenastu vegetaciju koja je izuzetno prikladna za dabra. Često susrećemo grmolike oblike bijele vrbe i rakite *(Salix alba & Salix purpurea)*. Zeljastu vegetaciju uz trsku zastupaju šaševi, kopriva i niz drugih biljaka vlažnih staništa. Poljoprivredne kulture čine kukuruz, pšenica, šećerna repa i soja.

METODA ISTRAŽIVANJA – RESEARCH METHOD

Svi radovi na istraživanju dabra mogu se uvjetno podijeliti u dvije skupine: (1) uredski radovi i (2) terenski radovi.

Ponegdje je teško odijeliti uredske i terenske radove jer se zbog dobre opremljenosti istraživača dio radova koji se inače obavljao u uredu sada obavlja na samom terenu. To se odnosi ponajprije na unos i sortiranje prikupljenih podataka pomoću računala.

Postoji određeni slijed radova. Uredski radovi su obuhvaćali ove faze:

1. dobivanje informacija s terena o obitavanju dabra,
2. slaganje informacija po regijama, područjima i rijekama,
3. pronalaženje na karti pristiglih informacija,
4. ucrtavanje na karti staništa dabra na osnovi pristiglih informacija,
5. planiranje i priprema terenskih radova

Slijede terenski radovi:

6. upisivanje terenskih podataka u računalo,*
7. ucrtavanje provjerenih informacija na kartu,
8. obrada podataka, izrada tablica i grafikona, donošenje zaključaka i sl.

Istraživanje je započelo prikupljanjem podataka o mjestu obitavanja dabra. U tu svrhu je na adrese lovačkih i ribolovnih društava, vodoprivrednih, poljoprivrednih i drugih organizacija koje imaju aktivnosti na vodenim površinama i oko njih odaslan dopis s molbom da ispune formular o dojavi mjesta pojavljivanja dabra. Nakon toga pristupilo se klasificiranju, odnosno grupiranju dobivenih podataka, te pronalaženju i označavanju dotičnih mjesta na karti.

Poslije tehničkih priprema slijedio je obilazak terena.

* Obavljalo se na terenu neposredno nakon prikupljanja podataka, čime se izbjegava izostavljanje nekih važnih podataka i napomena jer se unose uvijek svježi podaci.

Terenski radovi – Field works

Terenski radovi sastojali su se od obilaska područja uz vodene površine i bilježenja podataka koji se odnose na prisutnost dabra. Zbog velikog broja podataka koji su se bilježili (čak preko 30 raznovrsnih elemenata) tijekom rada mijenjani su i usavršavani obrasci za rad na terenu. Naime, pojavljivali su se nedostaci, tj. nemogućnost bilježenja svih podataka utvrđenih na terenu. Konačni obrazac za upis podataka na terenu imao je 21 kolonu, u koju su između ostalih podataka bilježeni:

1. redni broj pračene točke,
2. stari tragovi,
3. oštećenja na drveću,
4. oštećenja na poljoprivrednim kulturama (u m^2),
5. biljne vrste koje su oštećene,
6. skladišta hrane,
7. nastambe – humke ili jame,
8. izlazni kanali na obali ili poljoprivrednoj kulturi,
9. rupe u vodi,
10. brana nova ili stara,
11. udaljenost tragova od obale,
12. napomene.

Osim tih glavnih podataka bilježeni su i pomoćni koji se odnose na dob pojedinih elemenata, dimenzije stabala i sl.

Uz obrazac u koji se bilježio svaki element zasebno upotrebljavao se i dopunski obrazac u koji su se unosile neke specifične pojedinosti za cijelo stanište odnosno pojedini lokalitet nastanjen dabrom. Željela se prikazati cjelokupna obalna i priobalna vegetacija kako bi se dobila predodžba staništa pogodnih za obitavanje dabra. Osim ispunjavanja obrazaca fotografirana su staništa.

Na radne karte područja ucrtavani su simbolima svi važniji elementi: nastambe, oštećenja na drveću i poljoprivrednim kulturama i sl.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA – RESULTS

Obrađeni su i analizirani podaci iz radnih obrzaca. Dobiveni rezultati odnose se na:

1. broj stajališta,
2. tip obalne vegetacije u dabrovim staništima,
3. štete od dabra na drveću,
4. vrste drveća kojima se dabar najviše koristi za prehranu,
5. broj i vrsta dabrovih nastambi na istraživanom području,
6. prosječna i maksimalna udaljenost kretanja dabra od obale.

Broj stajališta – Number of stations

Tijekom obilaska terena odnosno aktivnih staništa formirana su tzv. stajališta. Stajalište može biti jedna točka na terenu, ali i linija različite dužine (100 i više metara). Stajališta su formirana ovisno o broju i učestalosti elemenata vezanih uz

obitavanje dabra. O njima se navodi uglavnom nekoliko podataka, ali može i samo jedan ukoliko je to vrlo značajan podatak, npr. poput informacija o nastambi. Na ukupno 31 istraženom lokalitetu bilo je označeno 426 stajališta, što je garancija da svi podaci imaju čvrstu podlogu. Svako stajalište može dati do 20 podataka.

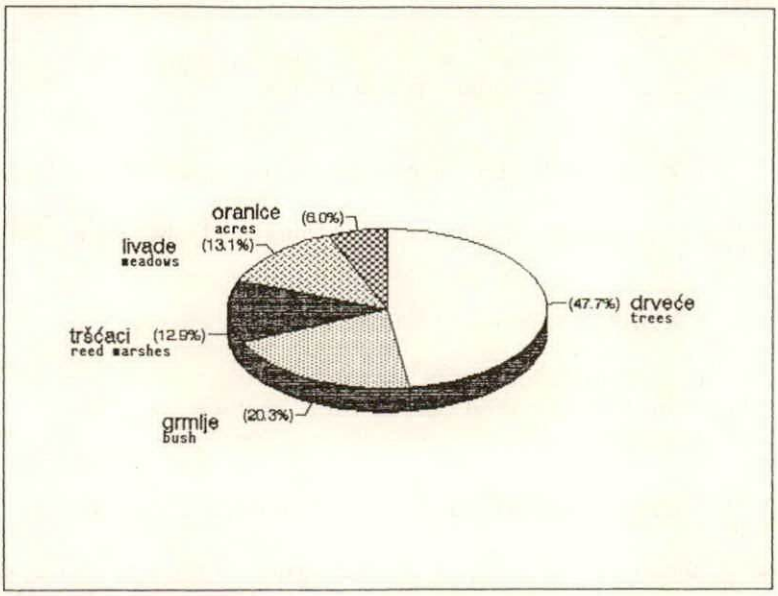
Tip obalne vegetacije u dabrovim staništima
Type of riverside vegetation on beavers sites

Dabar kao biljojed izravno ovisi o izvoru hrane (vegetacijskom pokrovu). Zbog toga je bilo nužno utvrditi sastav vegetacije u staništima. Obalna vegetacija se utvrđivala za svaki lokalitet u cjelini, a pojedini tipovi vegetacije izražavani su u relativnoj zastupljenosti. Evidentiran je vegetacijski sastav u zoni 15 m uz obalu jer je prema dosadašnjim istraživanjima to zona najveće aktivnosti dabra. Veetacijski pokrov svrstan je u pet tipova (drveće, grmlje, trščaci, livade i oranice) i za svaku je prikazan odnos zastupljenosti u pojedinom lokalitetu.

Neki lokaliteti su prikazani zajedno, jer su na terenu fizički vezani i bilo je teško razdvojiti ih jedan od drugoga, dok za 6 lokaliteta nije utvrđen tip vegetacije pa smo tako dobili samo 22 podatka od ukupno 31 stajališta. Pored samog tipa vegetacije prikazana je dužina pojedinog lokaliteta. Ona je korištena u daljoj obradi kao ponder (težina) za izračunavanje zastupljenosti vegetacije za cijelo istraživano područje.

Na cijelom istraživanom području vegetaciju u dabrovim staništima čine (graf. 3):

- drveće 47,74 %,
- grmlje 20,32 %,
- trščaci 12,82 %
- livade 13,06 %,
- oranice 6,02 %.



Graf. 3. Zastupljenost obalne vegetacije u istraživanom području
Graph 3. Water land vegetation in the research area

Iz priloženog je vidljivo da drvenaste vegetacije ima 68% u istraženom području, no gledano pojedinačno po loklaitetima, taj je raspon dosta velik pa ima lokaliteta gdje je drvenasta vegetacija zastupljena i do 90%, a druga su krajnost lokaliteti gdje ima i do 70% poljoprivrednih površina. Lokliteti s dominacijom poljoprivrednih površina nisu poželjni kao staništa dabra zbog šteta koje dabar čini na tim površinama.

Štete koje čini dabar na drveću
Damage of trees caused by beaver

Istraživanje je obavljeno u zimskom razdoblju, a to je vrijeme kada se dabar hrani isključivo drvenastom vegetacijom, pa su stoga i primjetnije štete na drveću i grmlju.

Obradom podataka utvrđeno je da na cijelom području ima bilo nagriženih i oborenih 18 486 stabala. U toj ukupnoj količini stabala nalazimo ona koja su samo oštećena (nagrižena) i ona koja su oborena. U tablici 1. prikazan je broj stabala po lokalitetima, njihov raspon dimenzija te stupanj oštećenja (tab. 1).

Iz tablice se vidi da je čak 87% stabala oboreno. Treba napomenuti, a što se iz tablica ne može zaključiti, da je najveći broj stabala manjih dimenzija. Stabla do desetak cm promjera dabar iskoristi cijela, koru za hranu, a drvo kao građevni materijal najčešće za gradnju nastambi.

U formularu koji se ispunjavao na terenu nije bila predviđena rubrika u koju bi se upisala svaka vrsta drveća pojedinačno. Evidentirane su samo one vrste drveća koje su bile ili nagrižene ili oborene. Samo djelomično je bilo moguće izdvojiti vrbu jer se ona javlja na više stajališta kao jedina vrsta.

Ukupno je evidentirano 22 vrste drveća i grmlja koje dabar koristi za prehranu. Najzastupljenija je vrba *Salix sp.*, a pored nje je za hranu koristio slijedeće vrste: *Alnus glutinosa, Cornus sanguinea, Betaula pendula, Populus sp., Prunus padus, Picea abies, Quercus robur, Tilia sp., Fraxinus angustifolia, Crataegus sp., Populus nigra, Corylus avellana, Acer montanum, Ulmus carpinifolia, Pyrus comunis, Acer monspesulanum, Carpinus betulus, Viburnum opulus, Sambucus nigra, Lonicera sp., Pinus sp,.*

Analizom je utvrđeno da je učešće vrbe u oborenim stablima iznosilo 43,9% a u oštećenih (nagriženih) 34,7%.

Iz obrađenih podataka o korištenju vrsta drveća za ishranu može se tvrditi da mu je najomiljenija vrsta – vrba.

Broj i vrsta dabrovih nastambi
Number and type dwellings of beaver

Jedan od ključnih zadataka istraživanja dabrovih staništa bilo je otkrivanje nastambi. Svaka aktivna nastamba potvrđuje prisutnost jedne familije. Ovisno o tome kada je loklaitet nastanjen dabrom nalazimo stare i nove nastambe. Dabar gradi dva tipa nastambi: jame i humke. Od ukupno 31 loklaiteta 8 ih je bilo bez nastambi. Ukupno je otkriveno 60 nastambi od čega 36 humki i 24 jame. Na nekim lokalitetima nalazimo čak do 7 nastambi što govori da se radi o vrlo povoljnom lokalitetu i dosta staroj populaciji dabra na tom prostoru.

Lokalitet broj Location Number	Oštećena stabla - Damaged trees			Oborena stabla - Cuted trees		
	Broj Number	Promjer (cm) Diameter (cm) od from	do to	Broj Number	Promjer (cm) Diameter (cm) od from	do to
1	475	1	71	1956	1	55
2	41	4	95	168	2	55
3	10	5	40	38	2	35
4	42	4	54	137	1	43
5	70	1	60	75	2	45
6	6	7	44	137	1	35
7	0	0	0	45	2	40
8	30	7	60	355	1	50
9	10	20	60	107	1	38
10	31	3	70	714	1	37
11	203	1	74	406	1	57
12	83	1	100	325	1	30
13	86	2	66	535	2	45
14	148	1	160	827	1	65
15	500	1	120	2642	1	70
16	16	3	40	47	1	18
17	41	3	80	219	1	36
18	65	4	60	734	1	50
19	29	2	50	33	1	17
20	35	2	40	302	1	53
21	7	20	30	56	1	25
22	79	3	70	3196	1	48
23	50	5	50	498	1	40
24	3	5	16	55	3	25
25	21	2	22	41	1	10
26	119	1	33	791	1	33
27	34	1	54	686	2	30
28	6	5	30	30	3	25
29	0	0	0	10	2	15
30	106	1	22	474	1	27
31	53	3	30	443	1	35
Ukupno Total	2400	1	160	16085	1	70

Tab. 1. Prikaz oštećenih i oborenih stabala u istraživanom području - Report of damaged and cuted trees on investigated area

Aktivno je bilo 60 nastambi a to nam pokazuje da na tom prostoru živi 60 familija s najmanje 120 jedinki. Evidentirane nastambe i broj jedinki garancija su da se populacija dabra stabilizirala na istraživanom području.

Kretanje dabra na kopnu
Movement beaver on the ground

Traženjem oštećenih i oborenih stabala te praćenjem tragova na tlu utvrđene su udaljenosti kretanja dabra od vodene površine, tj. od obale. Anatomska građa i način života dabra onemogućavaju mu kretanje na većim udaljenostima.

Prilikom istraživanja na svakom stajalištu bilježene su maksimalne udaljenosti dabra od nastambe, a na osnovi tih podataka računa se prosječna udaljenost kretanja dabra.

Najveća udaljenost kretanja dabra od obale iznosila je 40 m, a prosječno se udaljavao 4,9 m od obale. Prosječno po lokalitetima dabar se udaljavao najviše do 10 m pa se može reći da je vezan za obalu i uski priobalni pojas.

SINEKOLOŠKI UVJETI ZA OBITAVANJE DABRA U HRVATSKOJ
SYNECOLOGICAL CONDITIONS OF THE BEAVER IN CROATIA

Karte koje prikazuju rasprostranjenost dabra kroz povijest, kao i zapisi i slike s motivima lova i divljači pokazuju da je dabar obitavao gotovo na cijelom Starom kontinentu.

Nema dvojbe da je dabar živio i u Hrvatskoj, što potvrđuju malobrojni, ali dragocjeni zapisi. Prvi dokaz da je dabar obitavao u Hrvatskoj jesu arheološki nalazi dabrova kostura u Krapini. Taj dabar potječe iz pleistocena i koincidira s vremenom pojave krapinskog pračovjeka, a starost mu je oko milijun godina.

Prvi pisani dokumenti datiraju iz ne tako davne 1857. godine kada je prvi hrvatski zoolog Josip Ettinger pisao o dabru u Srijemu oko Slankamena, gdje se tada još po koji primjerak i lovio.

Šumarski list iz 1885. godine u kratkom napisu nepoznatog autora pod naslovom »Dabar u Bosni« govori o dabru i štetama koje pravi na šumskom drveću uz potok Ukrinu. Iako članak nije vezan za Hrvatsku, govori o dabru u neposrednoj blizini hrvatske granice te postoji realna mogućnost da je Savom imao doticaj i s našim dijelom obale.

Fran Ž. Kesterčanek 1896. godine u svom prvom priručniku »Lovstvo« opisuje dabra kao divljač naših prostora, ali navodi njegovu malobrojnost i proriče skoro istrebljenje te vrste u nas.

Prof. dr. Milan Hirtz piše 1938. godine u časopisu »Zaštita prirode« o dabru kao nestaloj vrsti i izražava žaljenje što se nije sačuvala ni jedna slika ili dermopreparat pa tako i ne znamo kako je taj naš autohtoni dabar izgledao.

U prilog boravka dabra na našim prostorima govore i brojni toponimi – imena mjesta koja u osnovi imena imaju riječ dabar ili njezine sinonime:

1. Dabar kod Otočca,
2. Dabar nedaleko od Peruče kod Sinja,
3. Dabarnica kod Obrovca,
4. Dabrovica – bivše naselje kod Virovitice,
5. Bobare kod Okučana,
6. Bobare kod Dvora,
7. Bobare kod Nove Gradiške.

Svi podaci upućuju na to da se dabar zadržao na našim prostorima do konca 19. stoljeća.

Ekološki uvjeti za obitavanje dabra u Hrvatskoj
Ecological conditions of the beaver in Croatia

Da bismo mogli ocijeniti današnje stanišne prilike za reintrodukciju dabra, prinuđeni smo usporediti prilike u istraživanom području Bavarske s našim podnebljem. Radi toga posegnuli smo za usporedbom nekoliko parametara poput temperature zraka, količina oborina, tla i vegetacije (biljnog pokrova).

Usporedbom srednje mjesečne i godišnje temperature zraka za tri mjesta u istraživanom području Bavarske i tri u potencijalnim područjima dabrovih staništa u Hrvatskoj, došlo se do spoznaje da su vrijednosti vrlo ujednačene.

Uspoređeni su i podaci o srednjoj mjesečnoj i godišnjoj količini oborina, što je također pokazalo velik stupanj koincidencije.

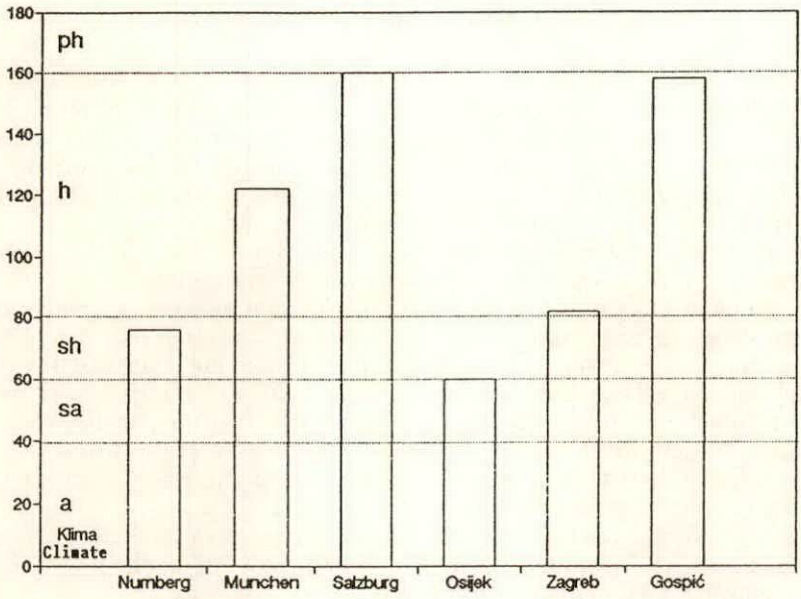
Na osnovi prethodna dva podatka izrađen je prikaz Langova kišnog faktora koji stavlja u odnos prosječnu godišnju količinu oborina i prosječni godišnji hod temperature zraka. Možda je taj prikaz i najbolji dokaz da su staništa dabra u Bavarskoj vrlo sličnih klimatskih obilježja s našim potencijalnim staništima (graf. 4).

Vegetacija – Vegetation

Staništa dabra u Bavarskoj nalaze se isključivo uz vodene površine, na razmjerno uskom priobalnom dijelu. Koliko je širok taj dio, ovisi o nizu čimbenika poput količine dostupne hrane, mira na tom prostoru, gustoće populacije dabra i dr.

Analizirajući upoznata dabrova staništa u Bavarskoj i komparirajući ih s potencijalnim staništima na prostoru Hrvatske, zaključujem da u Hrvatskoj postoje biljne zajednice važne za prehranu dabra:

1. *Salicetum purpureae* Wend. – Zel. 1952
   – šibljak rakite
2. *Salicetum albo-amigdalinae* Slav. 1952
   – šuma bademaste vrbe
3. *Galio-Salicetum albae* Rauš 1973
   – šuma bijele vrbe s bročikom



Klima
a – aridna
sa – semiaridna
sh – semihumidna
h – humidna
ph – perhumidna

Graf. 4. Langov kišni faktor
Graph 4. Rain factor of Lang

4. *Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 1973
   – šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom
5. *Populetum nigro-albea* Slav. 1952
   – šuma crne i bijele topole

Prve su dvije zajednice pionirske zajednice koje se javljaju uz sam rub stajaćih odnosno tekućih voda. Vrlo su pogodne za dabra jer su to vrste kojima dabar daje prednost u prehrani. Blizu su obale, lako su dostupne, a stabla su malih dimenzija (svega nekoliko centimetara promjera), što također olakšava prehranu. Osim toga u tim zajednicama dabar nalazi i prijeko potreban mir. Te zajednice nemaju gospodarski karakter pa se u tom slučaju utjecaj dabra na njih ne tretira kao šteta.

Prizemno rašće koga tvori močvarno bilje pokriva površinu i do 100%, a tvore ga *Carex elata, Solanum dulcamara, Galium palustre* i niz inih koje su kvalitetna hrana dabru za vrijeme vegetacijskog razdoblja.

DISKUSIJA – DISCUSSION

Unatoč velikom utjecaju čovjeka na sve ekosustave, a posebno na vodene, vraćanje dabra pokazalo se iznenađujuće uspješno. Razlozi takvu uspjehu su sljedeći:

1. Dabar je biljojed, te su onečišćenja i zagađenja prirodne sredine vrlo malo djelovala na njega (čistoća vode nije presudan čimbenik za njegovo obitavanje).
2. Potreban mu je vrlo mali prostor uz vodene površine tako da ga i veći antropogeni utjecaji na okolicu nisu spriječili u opstanku i ekspanziji.
3. Intenzivna zaštita dabra kao rezultat opće ekološke svijesti i kulture omogućili su nesmetani razvoj populacije u vremenu nakon reintrodukcije.

Budući da je dabar obitavao na našim prostorima u prošlosti, to potiče želju za vraćanjem dabra na naše vode. Istraživanjem reintroduciranog dabra u Bavarskoj stečena su znanja o osnovnim elementima staništa. Uspoređujući prilike u porječjima Hrvatske s onima u Bavarskoj, može se konstatirati viši stupanj očuvanosti prirodne sredine, a time i osnovnih elemenata za život dabra. Naknadna analiza klimatskih, pedoloških i vegetacijskih usporedbi pokazala je visoku podudarnost staništa u srednjoj Europi i u nas tako da su gotovo svi uvjeti ispunjeni za opstanak dabra, tj. uspjeh akcije ponovnog naseljavanja.

Prisutnost vidre u nas pokazuje čak i prednost naših staništa pred srednjoeuropskim. Nadamo se da je i ekološka svijest dorasla jednoj takvoj akciji te da se ne bi dogodio neuspjeh zbog ljudskog faktora.

Ako pratimo tijek dosadašnjih naseljavanja dabra, moglo bi se zaključiti da vraćanje dabra u Hrvatsku nije daleka budućnost.

To se može dogoditi na dva načina:

1. umjetnim putem – unošenjem jedinki,
2. prirodnim putem – nakon razvoja populacije u susjednoj Austriji i Mađarskoj prirodno doselili (migrirao) i na naše vodotoke).

Reintrodukcija dabra, barem pokusno, uključila bi nas u krug ekološki razvijenih zemalja s kojima nam je neizbježna suradnja na znanstvenom polju.

LITERATURA – REFERENCES

Dežkin, V. V., V., Dbjakov, V. G., Safonov, Bobr. Moskva.

Freye, H. A., 1960: Zur Systematik der Castoridae *(Rodentia, Mammalia)*. Mitt. Zool. Mus. Berlin.

Fraye, H. A., 1978: Castor fiber Linneaus, 1758. – Europäische Biber. In: Niethammer und Krapp: Handb. d. Säuetiere Europas, Bd. 1.

Grzimek, B., 1970: Grzimeks Tierleben. Enzyklopödie des Tierreiches.

Heidecke, D., 1974: Wideransiedlung von Elbebibern im Bezirk Neubrandenbuurg. Naturschutzarbeit in Meckl.

Heidecke, D., 1974/75: Beitrag zur Biologie, Verhalten und ökologie des Elbebibers. Naturschutz natur. Heimatforsch, Halle – Magdeburg.

Heidecek, D., 1985; Ergebnisse der Biberforschung und im Praktische Biberschutz in DDR. Symposium über Semiaquatische Säugetiere und ihre Lebensräume, Steckbi, DDR.

Hinze, G., 1950: Der Biber. Körperbau und Lebensweise, Verbreitung und Geschichte. Berlin.

Heyer, E., 1963: Wetterung und klima. Leipzig.

Kesterčanek, F. Ž., 1896: Lovstvo. Zagreb.

Lamb, H. H., 1972: Climate: Present, Past and Future. London.

Lavrov, L. S., 1954: Biologische und zootechnische Grundlagen der Biberhaltung. Diss. Woronesch.

Piechocki, R., 1967: Der südostasiatische Biber, Castor fiber birulai, in der Mongolischen Volksrepublik. Arch. Naturschutz Landschaftsforsch.

Rauš, Đ, 1987: Šumarska fitocenologija. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.

Grubešić, M.: Istraživanje sinekoloških uvjeta obitavanja dabra (*Castor fiber* L.) u porječjima Bavarske s osvrtom na potencijalna staništa dabra u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse 30:1–20, Zagreb, 1994

Original scientific paper

MARIJAN GRUBEŠIĆ

RESERACH ON SYNECOLOGICAL CONDITIONS OF THE BEAVER (*CASTOR FIBER* L.) HABITAT IN BAVARIAN RIVER BASINS WITH A COMMENT ON POTENTIAL BEAVER HABITATS IN CROATIA

Summary

The beaver (*Castor fiber* L.) is a species which has lived on earth for about 2 or 3 million years. In the past it lived all over the northern hemisphere. The unfortunate rapid disappearance of the beaver took place during the 18th and 19th centuries. The autochthonous population of the beaver has stayed on only four separate locations. In the twenties of this century began a movement for returning the beaver to its primary habitats, this activity being especially enthusiastic after the second World War. Today the beaver abides in almost all Central Europe.

A project called »The Beaver in Bavaria« encompassed a research on this animal's habitat in Bavaria (both spontaneous and artificially populated). The research has proved that in spite of great changes in the habitats due to man's influence, the beaver finds enough suitable space for survival. According to the analysis of the investigated locations, the most suitable beaver habitats are the water surfaces with their narrow belts along their banks with about 70% of woody and 30% of herbaceous vegetation.

Studying the history of the beaver has shown that this species abided Croatia until the end of the 19th century. A comparison of the present beaver habitats in Bavaria and the potential ones in Croatia, with all climatic, pedological and vegetation factors, proves that there are fair conditions for beaver's come-back to Croatia, all the more so since some Croatian habitats have greatly retained their primary characteristics. Conditions for rentroduction of the beaver are definitely available.

Diminić, D.: Prilog poznavanju mikoza borovih kultura u Istri.
Glas. šum. pokuse 30:21–60, Zagreb, 1994

UDK 630*443:*416.16]: 582.475(497.13) Izvorni znanstveni članak

DANKO DIMINIĆ

PRILOG POZNAVANJU MIKOZA BOROVIH KULTURA U ISTRI

PINE'S MYCOSES IN THE PINE PLATATIONS OF ISTRIA

Prispjelo: 14. 09. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

Mikološka istraživanja u kulturama alepskog i crnog bora započela su 1991., a intenzivirana su i proširena 1992. Obuhvatila su kulture u cijeloj Istri. Tijekom rada evidentirane su neke patogene gljive na iglicama, izbojcima, granama i češerima borova. Među nađenim mikozama gljiva *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton utvrđena je kao najštetnija za crni bor na nekim lokalitetima. Kao posljedica napada *S. sapinea* zabilježena su sušenja vršnih izbojaka, grana i cijelih stabala.

U radu su izneseni rezultati terenskih i laboratorijskih istraživanja utvrđenih mikoza. Također se pokušao dati odgovor na moguće razloge pojavi značajnijih sušenja crnog bora na nekim lokalitetima u Istri kao posljedici štetnog djelovanja gljive *S. sapinea*.

Ključne riječi: borove kulture, alepski bor, crni bor, sušenje, *Sphaeropsis sapinea*, Istra, Hrvatska

UVOD – INTRODUCTION

Sušenju šuma u svijetu i u nas zadnjih se godina posvećuje veća pažnja. U Hrvatskoj se proces propadanja šumskih ekosustava prati od 1987. Provedenim anketama o sušenju šuma tijekom 1987., 1988. i 1990. (P r p i ć i dr. 1991) procijenjena je oštećenost stabala prema osutosti krošnje. Iznad 25% osutosti krošnje ima do 24% četinjača i do 8% listača u Hrvatskoj.

Na području Uprave šuma Buzet od ukupno obrasle površine (33642 ha) na površine pod kulturama crnog i alepskog bora otpada 31,1% (10473 ha). Borove kulture u Istri podizane su radi zaštitnih, ekonomskih i estetskih razloga. Kako trećina površine Uprave šuma otpada na spomenute kulture, ne treba posebno isticati njihovu važnost. Opće je poznato da su prirodni ekosustavi stabilniji od umjetnih, a pogotovo ako je riječ o monokulturama. Crni i alepski bor su vrste koje od prirode ne dolaze u Istri, te su stoga izloženije štetnom djelovanju raznih abiotskih i biotskih čimbenika.

U sklopu ankete o sušenju šuma provedene 1990. na području Istre procijenjena je oštećenost preko 25% krošnje na 8,9% stabala svih analiziranih vrsta. Za crni bor je utvrđeno 20,8% stabala spomenute oštećenosti, a za alepski bor 15,9% stabala. Iz navedenoga se vidi da su crni i alepski bor ugroženiji od autohtonih vrsta u Istri.

Utvrđeno je da razni abiotski i biotski čimbenici utječu na sušenje borova. O štetnom djelovanju pojedinih čimbenika pisali su brojni autori: Spaić (1964), Torres Juan (1971), Opalički (1986), Glavaš (1981, 1983, 1988), Bussottiii dr. (1992) i drugi autori.

Istraživanja utjecaja različitih koncentracija sumpora na sušenja crnog bora u Istri proveli su Komlenović i dr. (1990) tijekom 1988. i ranijih godina. Tim su istraživanjima utvrđene kulture s povišenim koncentracijama sumpora u iglicama: Vozilići, Poljane, Kršan, Ripenda i Golji. Autori navode kako u tim kulturama treba računati s direktnim štetnim utjecajem sumpornog dioksida.

U Istri su tijekom 1986. zabilježena pojedinačna i grupimična sušenja stabala crnog bora. Halambek & Lović (1988) provedenim istraživanjem utvrdili su gljivu *Cenangium ferruginosum* Fr. kao uzročnika sušenja.

S obzirom na navedena istraživanja uzroka sušenja borova u Istri smatrali smo potrebnim proširiti istraživanja usmjerena na fitopatogene gljive i time rasvijetliti njihovu ulogu u procesu sušenja borova.

Mikološka istraživanja u kulturama alepskog i crnog bora započela su 1991., a intenzivirana su i proširena 1992. Obuhvaćene su kulture u cijeloj Istri. Tijekom rada evidentirane su neke patogene gljive na iglicama, izbojcima, granama i češerima borova. Među nađenim mikozama gljiva *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton utvrđena je kao najštetnija za crni bor na nekim lokalitetima. Kao posljedica napada *S. sapinea* zabilježena su sušenja vršnih izbojaka, grana i cijelih stabala.

U radu su izneseni rezultati terenskih i laboratorijskih istraživanja utvrđenih mikoza. Također se pokušao dati odgovor na moguće razloge pojavi značajnijih sušenja crnog bora na nekim lokalitetima u Istri kao posljedici štetnog djelovanja gljive *S. sapinea*.

MIKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA BOROVA HRVATSKOG PRIOBALJA
MYCOLOGICAL RESEARCHS ON PINES OF THE CROATIAN COAST

U usporedbi s kontinentalnim šumama manje su obavljana mikološka istraživanja naših mediteranskih šuma. U tom području istraživanja su intenzivirana u zadnja dva desetljeća, o čemu podatke nalazimo u literaturi koju ovdje navodim.

Kišpatić (1959) izvještava o jakom napadu gljive *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr., uzročniku upale kore dvoigličavih borova na 7-godišnjim alepskim borovima, na području šumarije Labin, šumskog predjela Jadrina. Autor navodi oko 3000 zaraženih mladih borova, od kojih je 1200 posječeno tijekom istraživanja. Kako se radi o heterecijskoj rđi, utvrđen je i drugi, također jako zaražen domaćin, zeljasta biljka iz roda *Vincetoxicum*.

Tortić (1978) navodi nalaz preko 60 vrsta lignikolnih gljiva obalnog područja, na vrstama iz 30 rodova drveća i grmlja. Među borovima najčešći domaćin je alepski

bor, na kojemu su utvrđene 2 prazitske i 15 saprofitskih gljiva.

Glavaš (1979) konstatira da je 1975. godine u Crvenoj Luci nedaleko od Biograda na moru uočen jak napad gljive *Scirrhia acicola* (Dearn.) Siggers na 15-godišnjim alepskim borovima. Kao posljedica jakog napada uočeno je masovno otpadanje iglica.

Glavaš (1981) navodi nalaze gljive *Naemacyclus niveus* Fuck. ex Sacc. u Dalmaciji na iglicama alepskog i primorskog bora. Također konstatira da je gljiva česta i rasprostranjena.

Glavaš (1983) izvještava o masovnom nalazu gljive *Thyriopsis halepensis* (Cooke) Theiss. et Syd. na iglicama alepskog bora i pinije. Provedenim istraživanjem utvrdio je da se radi o važnom parazitu i uzročniku osipanja iglica navedenih borova.

Halambek & Liović (1988) izvještavaju o pojedinačnom i grupimičnom sušenju stabala crnog bora na širem području Istre, Primorja i Dalmacije. Kao uzorčnika navode gljivu *Cenangium ferruginosum* Fr., uz nju je na granama oboljelih stabala utvrđena i gljiva *Diplodia pinea* Desm.

Glavaš (1988) navodi da je temeljem provedenih istraživanja u Dalmaciji na alepskom boru i piniji utvrdio gljivu *Elytroderma torres-juanii* Diamandis et Minter kao jakog patogena iglica navedenih borova. Posljedice napada očituju se u jakim defoliacijama krošanja borova. Isti autor navodi da je tijekom svojih istraživanja na iglicama dalmatinskih borova utvrdio i druge vrste gljiva kojima nije dao veliko značenje.

Iz ovog je prikaza vidljivo da je dosadašnjim istraživanjima dobiven uvid u važnost gljivičnih bolesti borova i da ih je i dalje potrebno pratiti. To osobito vrijedi za pojedina područja. Iz tih razloga odlučili smo se da takve radove provedemo u Istri kako bismo dobili bolji uvid u fitopatološku problematiku tamošnjih borova. Prvi rezultati tih istraživanja izneseni su u referatu na Simpoziju o doprinosu znanosti razvoju šumarstva Hrvatske, održanom na Brijunima u listopadu 1992. godine pod naslovom: Važniji uzročnici bolesti borova u Istri (Diminić i dr. 1993).

MATERIJAL I METODE RADA
MATERIALS AND METHODS

LOKALITETI ISTRAŽIVANJA
RESEARCH LOCALITY

Na cijelom području Istre pod Upravom šuma Buzet sa 7 Šumarija nalazi se 33642 ha šumom obrasle površine. Prema Trinajstiću i dr. (1992) u Istri se nalaze ove šumske zajednice:

1. *Orno-Quercetum ilicis* H-ić (1956) 1958;
2. *Querco-Carpinetum orientalis* H-ić 1939;
3. *Ostryo-Quercetum pubescentis* (Ht.) Trinajstić 1977;
4. *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 1959) emend. Rauš 1969;
5. *Molinio-Quercetum pubescentis* Šugar 1981;
6. *Seslerio-Fagetum sylvaticae* (Ht. 1950) M. Wraber 1960;

7. *Homogyno alpinae-Fagetum sylvaticae* (Ht. 1936) Borh. 1963.

Na prostoru tih zajednica (izuzev pod br. 4 i 7) podizane su kulture crnog, alepskog i brucijskog bora. Dob tih kultura je od sasvim mladih do 120 godina.

Od ukupne šumom obrasle površine crni bor obrasta 8073 ha, alepski bor 2400 ha i brucijski bor 431 ha. Iz navedenoga slijedi da na crni bor otpada 23.99% od ukupne površine, što je tri puta više od površine pod alepskim borom 7,13%, dok se brucijski bor nalazi na svega 1,28% ukupne površine.

Drvna zaliha crnog bora iznosi 419800 m^3, alepskog bora 124800 m^3 i brucijskog bora 22400 m^3. Ona je kod crnog bora podjednako raspoređena po dobnim razredima 21–100 godina, kod alepskog bora najveća drvna zaliha je u dobnom razredu 31–40 godina, a brucijskog bora u dobnom razredu 21–30 godina (po podacima iz Programa gospodarenja za istarsko-primorsko-ličko šumsko krško područje 1986–1995).

Provedena istraživanja u borovim kulturama pokrila su područje cijele Istre. Ona su obavljena na 21 lokalitetu: u 9 kultura crnog bora, 5 kultura alepskog bora, 1 kulturi brucijskog bora, te u 2 mješovite kulture crnog i alepskog bora, 2 mješovite kulture crnog i brucijskog bora i u 1 mješovitoj kulturi alepskog i brucijskog bora, te 1 mješovitoj kulturi crnog, alepskog i brucijskog bora (sl. 1).

U daljem tekstu navedeni su lokaliteti istraživanja po pojedinim šumarijama i kulturama borova.

A. Čiste kulture crnog bora

Šumarija Buje:

1. Lokalitet: Kanegra, odjel 156, odsjek c
   – površina 8,29 ha, dob 81 godina;

Šumarija Buzet:

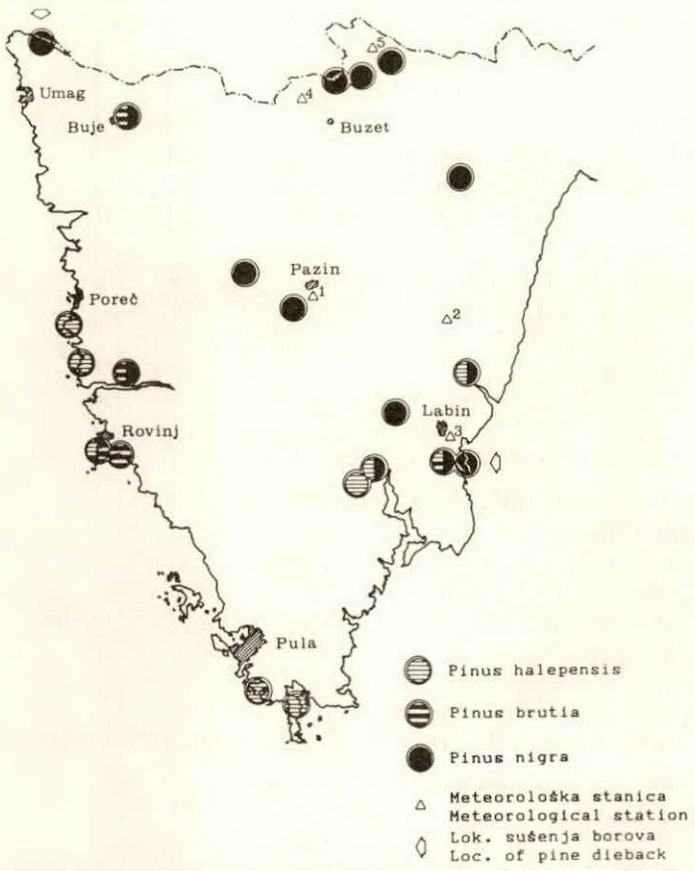
2. Lokalitet: Brest
   – površina 21,00 ha, dob 40–80 godina;
3. Lokalitet: Slum
   – površina 10.00 ha, dob 40 godina;
4. Lokalitet: Vodice
   – površina 47,00 ha, dob 70–80;

Šumarija Labin:

5. Lokalitet: Markulini, odjel 36, odsjek f
   – površina 19,66 ha, dob 77 godina;
6. Lokalitet: Prklog, odjel 9
   – površina 6,82 ha, dob 80 godina;

Šumarija Pazin:

7. Lokalitet: Kostanjevica, odjel 28, odsjek a
   – površina 10,32 ha, dob 33 godine;
8. Lokalitet: Kupice, odjel 87, odsjek e
   – površina 59,81 ha, dob 26 godina;
9. Lokalitet: Trošti, odjel 35, odsjek a
   – površina 7,59 ha, dob 66 godina.



Sl. - Fig. 1. Lokaliteti borovih kultura u Istri u kojima se istraživalo - Research localities of pine plantations in the region of Istria

B. Čiste kulture alepskog bora

Šumarija Poreč:

10. Lokalitet: Autokamp »Turist« Vrsar, odjel 63, odsjek d/f
    – površina 1,47 / 3,62 ha, dob 36 / 56 godina;
11. Lokalitet: Debeli rt, odjel 68, odjsek u
    – površina 25,17 ha, dob 55 godina;

Šumarija Pula:

12. Lokalitet: Bumbište, odjel 77, odsjek g
    – površina 19,82 ha, dob 48 godina;
13. Loklitet: Premantura, odjel 76, odsjek f
    – površina 12,42 ha, dob 5 godina;

14. Lokalitet: Luterija, odjel 11, odsjek b
    – površina 12,95 ha, dob 35 godina.

C. Čista kultura brucijskog bora

Šumarija Rovinj:

15. Lokalitet: Rt Kuvi, odjel 18, odsjek a
    – površina 15,62 ha, dob 36–46 godina.

D. Mješovite kulture crnog i alepskog bora

Šumarija Labin:

16. Loklitet: Vozilići, odjel 15, odsjek e
    – površina 19,45 ha, dob 17 godina;
    – omjer smjese: 90% alepski, 10% crni bor;

Šumarija Pula:

17. Lokalitet: Puntera, odjel 8, odsjek c/d
    – površina 6,79 / 15,96 ha, dob 54 / 35 godina;
    – omjer smjese: 100% crni / 99% alepski bor.

E. Mješovite kulture crnog i brucijskog bora

Šumarija Buje:

18. Lokalitet: Buje stanica, odjel 103, odsjek g
    – površina 1,61 ha, dob 40 godina;
    – omjer smjese: 50% crni, 30% brucijski bor, 20% medunac;

Šumarija Poreč:

19. Lokalitet: Kontija, odjel 56, odsjek i
    – površina 43,54 ha, dob 27 godina;
    – omjer smjese: 75% crni, 15% brucijski bor, 10% duglazija.

F. Mješovita kultura alepskog i brucijskog bora

Šumarija Rovinj:

20. Loklitet: Zlatni rt, odjel 16, odsjek a
    – površina 26,20 ha, dob 86 godina.

G. Mješovita kultura crnog, alepskog i brucijskog bora

Šumarija Labin:

21. Lokalitet: Marina, odjel 14
    – površina 55,40 ha, dob 39 godina;
    – omjer smjese: 60% crni, 40% alepski i brucijski bor.

RAD NA TERENU
FIELD RESEARCH

Prije početka istraživanja pregledane su borove kulture u cijeloj Istri. Tada su odabrani lokaliteti i borove kulture, naprijed navedene, u kojima se istraživalo. Na svakom odabranom lokalitetu ocjenjivano je opće zdravstveno stanje cijele kulture i pojedinačnih stabala. Zatim su odabrana stabla s kojih će se uzimati uzorci i na kojima će se provoditi dalja opažanja. Prema zdravstvenom stanju pojedine kulture na loklitetima je odabrano i obilježeno od 3 do 10 stabala. U tablici 1. dani su lokaliteti, vrste i broj obilježenih borova u pojedinoj kulturi, datumi kada su uzimani uzorci, te vrsta i broj uzoraka. Na nekim lokalitetima uzorci su skupljani u više

Lokalitet istraživanja Research localities	Datum skupljanja uzoraka Date of collecting samples	Pinus sp.	Broj obrađenih stabala No. of sample trees	Vrsta i broj uzoraka Type and No. of samples			
				(1)	(2)	(3)	(4)
Kanegra	17.07.92.	P.nigra	5	17	2	5	-
Brest	15.07.92.	P.nigra	3	5	-	-	-
Slum	15.07.92.	P.nigra	3	7	1	-	-
Vodice	15.07.92.	P.nigra	3	5	1	-	-
Markulini	20.07.91. 18.04.92.	P.nigra	3	5	2	-	-
Prklog	17.04.92. 16.05.92. 17.06.92. 16.07.92. 24.10.92.	P.nigra	10	35	4	7	10
Kostanjevica	15.05.92.	P.nigra	3	6	2	-	-
Kupice	18.06.92.	P.nigra	3	5	2	2	-
Trosti	06.06.91.	P.nigra	3	5	1	-	-
"Turist" Vrsar	16.06.92.	P.halepensis	3	7	1	-	-
Debeli rt	16.06.92.	P.halepensis	3	7	2	-	-
Bumbiste	14.05.92.	P.halepensis	3	5	-	-	-
Premantura	04.04.91. 16.07.92. 14.05.92.	P.halepensis	7	12	2	-	-
Luterija	14.05.92.	P.halepensis	3	6	-	-	-
Rt Kuvi	19.06.92.	P.brutia	3	4	1	-	-
Vozilici	04.06.91. 15.05.92. 18.06.92.	P.nigra P.halepensis	2 5	31 11	- 1	- -	- -
Puntera	14.05.92. 14.07.92.	P.nigra P.halepensis	3 2	17 5	1 1	3 2	- -
Buje stanica	17.07.92.	P.nigra	3	5	1	-	-
Kontija	16.06.92.	P.nigra	3	5	-	-	-
Zlatni rt	19.06.92.	P.halepensis	3	4	1	-	-
Marina	16.04.92. 16.05.92. 17.06.92. 16.07.92. 09.10.92.	P.nigra P.halepensis	7 5	30 12	2 2	7 -	10 -
		I	91	223	31	26	20

(1) Izbojci s iglicama - Shoots with needles
(2) Otpale iglice - Needles collected on ground
(3) Češeri - Cones
(4) Suhe grane - Dead branches

Tab. 1. Vrste uzoraka skupljenih tijekom 1991. i 1992. god. - Type of samples collected in 1991. and 1992.

navrata, ovisno o potrebi. Lokaliteti su navedeni po istom redoslijedu kao u prethodnom poglavlju. Uzorci su skupljani iz različitih dijelova krošnje i s tla. Skupljani su bolesni izbojci s iglicama, otpale iglice, suhe grane i češeri.

Stabla alepskog, brucijskog i crnog bora, s kojih su uzimani uzorci oboljelih izbojaka s iglicama (u dobi do 3 godine), različitog su zdravstvenog stanja. Razlike u navedenom su posebno izražene u stabala crnog bora. Uzorci su skupljani sa stabala na kojima su uočeni samo oboljeli najmlađi izbojci, nepravilno razmješteni u krošnji. Opća slika takvih borova je do 5% suhih izbojaka u krošnji. Većina stabala crnog bora, s kojih su uzimani uzorci, bila je s krošnjama u kojima je 15–60% oboljelih izbojaka. Također su uzimani uzorci sa stabala s potpuno suhom krošnjom.

Svrha skupljanja navedenih uzoraka bila je da se utvrdi nalaze li se na oboljelim izbojcima i iglicama fitopatogene gljive, odnosno je li takvo stanje izbojaka i iglica uzrokovano gljivom (gljivama).

S obzirom na to da neke patogene gljive razvijaju svoja plodna tijela na otpalim iglicama, iglice su skupljane i s tla u različitim kulturama, i to ispod krošanja obilježenih i ostalih borova u kulturi.

Analizom bolesnih izbojaka i iglica, skupljenih 16. i 17. travnja 1992. u kulturama Marina i Prklog, utvrđena je izrazita prisutnost gljive *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton te su stoga u daljim terminima skupljani i češeri iz krošanja i s tla. To je rađeno iz razloga jer spomenuta gljiva dolazi i na njima.

Uzorci suhih grana, rezanih od debla, uzimani su sa stabala u Marini i Prklogu, jer su te kulture, uz Kanegru, najugroženije. Svrha je također bila utvrditi pojavu gljiva na njima.

Uz navedeno, u kulturi u Vozilićima je ocjenjivana učestalost i štetnost gljive *Coleosporium* sp. na iglicama alepskog bora. Također je ocjenjivana u kulturama Premantura i Luterija učestalost i štetnost gljive *Phellinus pini* (Th. ex Fr.) Pil. na deblima alepskog bora.

RAD U LABORATORIJU
LABORATORY RESEARCH

Skupljeni uzorci analizirani su u laboratoriju. Iglice i izbojci, te dijelovi suhih grana i štitići češera stavljeni su na vlagu u petrijeve posude radi bubrenja i dozrijevanja eventualno prisutnih plodnih tijela gljiva u navedenim organima ili na njima. Nakon 1–3 dana pristupilo se analizi uzoraka najprije pod stereomikroskopom, s povećanjem 4–16×. Uočena plodna tijela rezana su poprečno zajedno s cijelim (iglica) ili dijelom (izbojak, kora grane, štitić češera) biljnog organa. Pripremljen preparat analiziran je pod klasičnim mikroskopom, s povećanjem 100–400×. Analizom preparata utvrđivan je položaj plodnih tijela u biljnom organu ili na njemu, mjerene su veličine plodnih tijela i zrelih spora. Dobiveni podaci upisivani su u za to pripremljene formulare. Na temelju analize tih podataka determinirane su nađene gljive. Opisanim načinom pregledani su uzorci navedeni u tablici 1.

Provedenom analizom dobila se slika pojave mikoza na vrstama borova istraživanih lokaliteta u Istri. Nakon toga pristupilo se detaljnijoj analizi ponajprije bolesnih iglica i izbojaka, te naknadno suhih grana i zaraženih češera alepskog i crnog bora. Posebna pažnja posvećena je crnom boru jer su utvrđeni lokaliteti na kojima se bor uvelike sušio.

Za detaljniju analizu iglica alepskog bora, skupljenih iz krošanja, uzeti su uzorci s lokaliteta Debeli rt, Marina i Premantura, a iglice skupljene s tla s navedena tri lokaliteta i iz autokampa »Turist« u Vrsaru. Iglice crnog bora iz krošanja uzete su iz uzoraka s lokaliteta Prklog, Marina, Puntera, Kostanjevica, Kontija, Kanegra, Slum, Vodice i Kupice, a iglice s tla s lokaliteta Prklog, Kostanjevica i Kupice.

Sa svakog izbojka, različitih stabala, uzeto je najčešće 100 djelomično ili potpuno suhih iglica, bez obzira je su li na njima uočene gljive ili nisu. Te su iglice, zasebno po svakom stablu, stavljene u vlažne petrijeve posude te nakon 1–3 dana obrađene. Iglice su analizirane pod stereomikroskopom. U uzorku su najprije odvojene iglice bez gljiva, a zatim se pristupilo analizi ostalih. Iglice na kojima su utvrđene gljive grupirane su prema tomu je li na njima utvrđena jedna vrsta gljiva ili ih je više na jednoj iglici. Pri navedenoj obradi iglica uz stereomikroskop korišten je klasičan mikroskop. Preparat s plodnim tijelima gljiva analiziran je na već opisan način. Isto tako obrađene su iglice s tla.

Kako su na nekim lokalitetima zabilježena značajnija sušenja stabala crnog bora, zasebno su analizirane iglice iz krošanja najzdravijih kultura crnog bora (Slum, Vodice i Kupice) i zasebno najugroženijih kultura crnog bora (Marina i Prklog).

S obzirom na to da je gljiva *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton utvrđena kao najučestalija i najštetnija na crnom boru nekih lokaliteta u Istri, posvećena joj je posebna pažnja. U tu svrhu analiziran je broj nađenih plodnih tijela gljive na iglicama i izbojcima iz krošnje, te češerima iz krošnje i s tla. Utvrđen broj plodnih tijela i obavljena mjerenja plodnih tijela i spora statistički su obrađeni. Također je analiziran stupanj zrelosti plodnih tijela gljive na iglicama krošnje skupljenih u travnju, svibnju, lipnju, srpnju i listopadu 1992. radi boljeg upoznavanja biologije gljive *S. sapinea*.

REZULTATI RADA – RESULTS

Temeljem provedenih istraživanja započetih 1991. i intenziviranih tijekom 1992. dobivena je slika zdravstvenog stanja borovih kultura u Istri. Pokusni objekti odabrani su na temelju uputa upravitelja pojedinih Šumarija.

Crni i alepski bor su najčešće vrste kojima su podizane borove kulture u Istri: crni bor na 8073 ha i alepski bor na 2400 ha. S obzirom na navedeno rezultati rada odnose se na te dvije vrste borova.

Što se tiče brucijskog bora, i on je uzet u obzir, i to kultura na rtu Kuvi. Na tim borovima nisu uočena značajnija sušenja. Unatoč tomu pregledane su oboljele iglice, na kojima su pronađene gljive *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton, *Cyclaneusma niveum* (Fr.) DiCosmo, Perado et Minter i *Truncatella hartigii* (Tub.) Stey., te izbojci na kojima je s malom učestalošću utvrđena gljiva *S. sapinea*. Iz tih razloga brucijski bor nije dalje istraživan.

Opća zdravstvena slika alepskog i crnog bora u Istri nije jednaka. Alepski bor je u cjelini u dobrom zdravstvenom stanju, dok je, promatrano s aspekta fitopatologije, crni bor na nekim lokalitetima u dobrom, a na drugim u dosta lošem zdravstvenom stanju. To se odnosi na lokalitete u Prklogu, Marini i Kanagri, gdje je zabilježeno sušenje stabala crnog bora različite dobi i do 30% od ukupnog broja stabala. Kulture crnog bora na lokalitetima Kostanjevica i Slum (ako izuzmemo štete od požara), te Brest, Vodice i Kupice u cjelini su u najboljem zdravstvenom stanju.

U prvom dijelu ovog poglavlja prikazano je zdravstveno stanje i mikoze alepskog i crnog bora, a u drugom dijelu govori se o svakoj gljivi pojedinačno.

MIKOZE ALEPSKOG BORA
MYCOSES OF ALEPPO PINE

Zdravstveno stanje alepskog bora utvrđeno je neposredno na terenu i analizom uzoraka u laboratoriju.

U travnju 1991. na lokalitetu Premantura uočeno je nekoliko manjih skupina mladih alepskih borova s suhim, pretežno savijenim vršnim izbojcima. Prosječno je u krošnjama bilo oko 50% takvih izbojaka. Uzročnik toj pojavi bio je borov savijač (*Evetria buoliana* Schiff.). Godinu dana poslije, u svibnju 1992., većina mladih borova se oporavila. Na suhim iglicama vršnih izbojaka i na starijim iglicama uočena su plodna tijela gljiva. Isti simptomi uočeni su kao pojedinačna pojava na mladim i starijim borovima u kulturi u Vozilićima.

Na lokalitetu Bumbište na deblu nekoliko mladih borova uočene su u svibnju 1992. ecidije gljive *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. (= *C. asclepiadeum* /Willd./ Fr.).

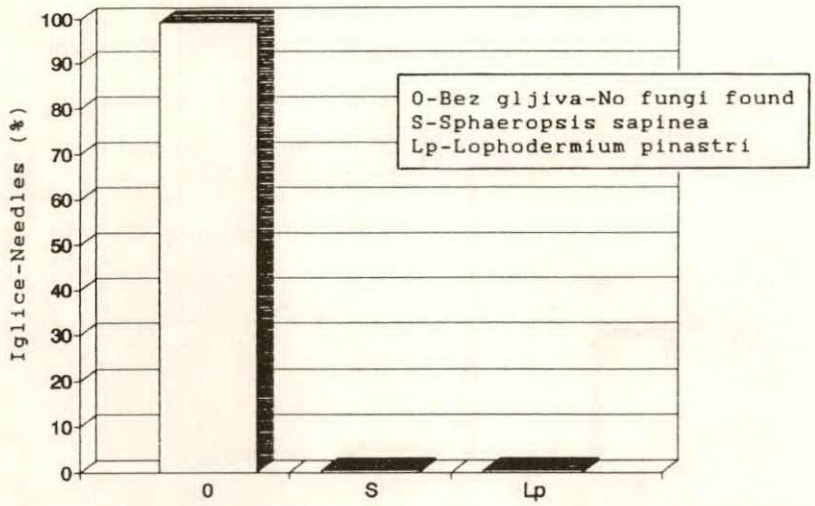
Početkom lipnja 1991. i sredinom svibnja 1992. na mladim i starijim borovima u Vozilićima uočena su na iglicama iz krošnje ecidije gljive *Coleosporium* sp. Godine 1992. zabilježen je veći broj stabala sa zaraženim iglicama. Međutim oboljele iglice zadržale su većinom svoju prirodnu zelenu boju, s izuzetkom manjih klorotičnih pjega na mjestima razvijenih ecidija. Na deblima odraslih alepskih borova u proljeće 1991. i 1992. u Premanturi te 1992. u Luteriji uočene su karpofore gljive *Phellinus pini* (Th. ex Fr.) Pil. Plodna tijela te gljive konstatirana su na otvorima odumrlih grana i ispod suhih ostataka grana.

U laboratoriju su analizirane potpuno suhe i djelomično suhe iglice, te suhi izbojci i grane. Glavnina rada odnosi se na iglice, a nalazi na suhim izbojcima i granama navedeni su na kraju.

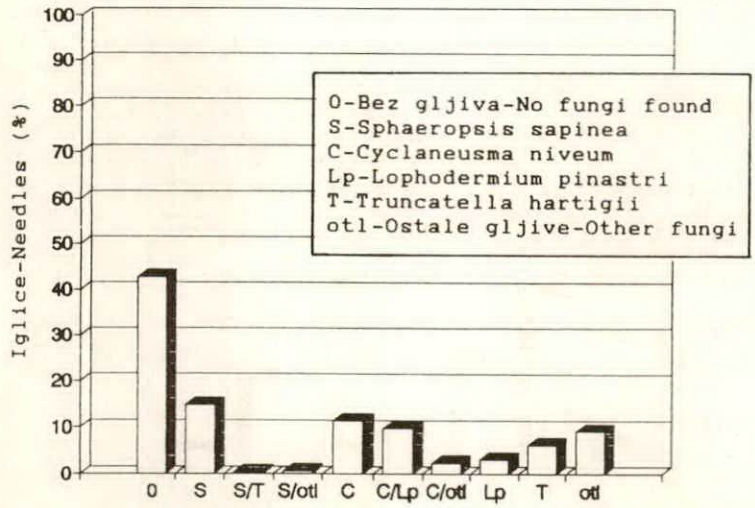
Na iglicama alepskog bora utvrđene su gljive: *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton, *Cyclaneusma niveum* (Fr.) DiCosmo, Peredo et Minter, *Lophodermium pinastri* (Schard. ex Hook.) Chev., *Truncatella hartigii* (Tub.) Stey. i *Coleosporium* sp.

Analiza iglica iz krošanja obrađenih stabala (n = 500 iglica), odabranih lokaliteta, pokazala je da 99,2% iglica nema gljiva, odnosno razvijenih plodnih tijela gljiva, dok 0,8% čine iglice s gljivama *S. sapinea* i *L. pinastri* (sl. 2).

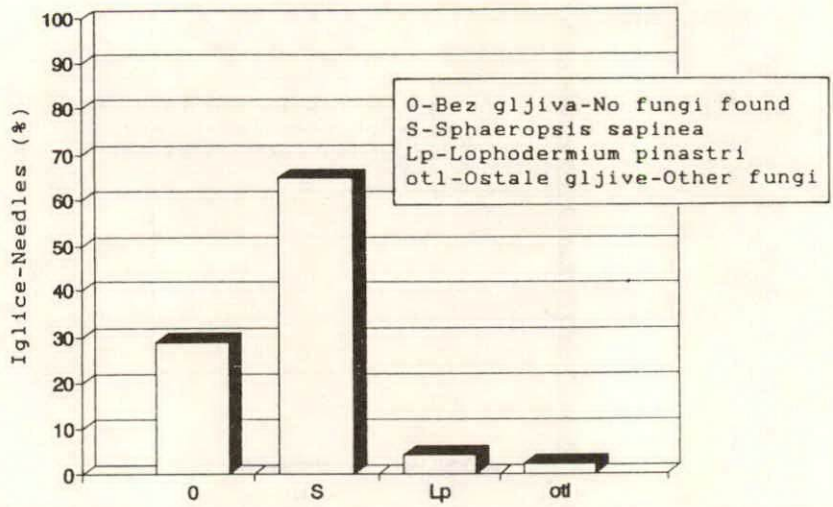
S odabranih lokaliteta analizirane su iglice i s tla. Na tim iglicama (n = 400 iglica) situacija je drukčija. Iglica bez gljiva ima 42,8%. Na ostalim iglicama utvrđeno je više vrsta gljiva koje dolaze pojedinačno ili ih je više na jednoj iglici, što je prikazano niže. Na iglicama se nalaze ove pojedinačne gljive: *S. sapinea* na 14,7% iglica, *C. niveum* na 11,3%, *L. pinastri* na 3,0% i *T. hartigii* na 6,2% iglica. *S. sapinea* i *T. hartigii* dolaze zajedno na 0,2%, a *C. niveum* i *L. pinastri* na 9,7% iglica. *S. sapinea* je utvrđena s drugim nedeterminiranim gljivama na 0,5% iglica, a isto tako *C. niveum* također s nedeterminiranim gljivama na 2,3% iglica. Na 9,3% iglica utvrđene su gljive koje nisu determinirane (sl. 3).



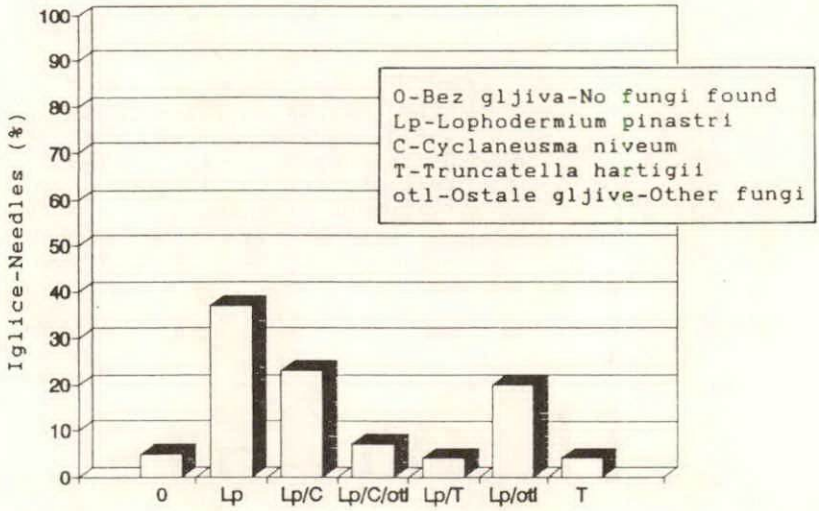
Sl. - Fig. 2. Učestalost i vrste gljiva na bolesnim iglicama iz krošanja alepskog bora - Frequency and species of fungi found on needles of Aleppo pine from the crown of trees (*) (/*/-Diminić, Glavaš & Hrašovec 1993)



Sl. - Fig. 3. Učestalost i vrste gljiva na suhim iglicama alepskog bora skupljenih s tla - Frequency and species of fungi found on needles of Aleppo pine collected on ground (*)



Sl. - Fig. 4. Učestalost i vrste gljiva na bolesnim iglicama iz krošanja mladih alepskih borova (kultura u Premanturi) - Frequency and species of fungi found on needles from the crowns of young Aleppo pines (plantation in Premantura) (*)



Sl. - Fig. 5. Učestalost i vrste gljiva na suhim iglicama s donjih grana alepskih borova (kultura u Marini) - Frequency and species of fungi found on needles from lower branches of Aleppo pines (plantation in Marina) (*)

U navedenoj općoj slici mikoza iglica alepskog bora zabilježena su i dva izuzetka. Prvi čine iglice iz krošanja mladih borova u kulturi u Premanturi, o kojima je bilo riječi u uvodnom dijelu. U uzorku (n = 100) iglica bez gljiva ima 29,0%. Na iglicama s gljivama značajno dominiraju iglice samo s gljivom *S. sapinea* 65,0%, dok iglica s *L. pinastri* ima 4,0% i 2,0% je iglica s drugim nedeterminiranim gljivama (sl. 4). Zanimljivo je spomenuti da je *S. sapinea* utvrđena pretežno na najmlađim iglicama sa suhih vršnih izbojaka, dok su godinu dana starije iglice bile zelene, a dvije godine starije suhe iglice s *L. pinastri.*

Drugi zabilježeni izuzetak čine iglice isključivo s donjih suhih grana pojedinačnih stabala u Marini. Na tim iglicama (n = 100) samo ih je 5,0% bez gljiva. Na ostalim iglicama nalaze se gljive *L. pinastri, C. niveum* i *T. hartigii,* i to najčešće kombinirano na istoj iglici. *L. pinastri* dolazi na gotovo svim iglicama. Ta gljiva dolazi sama na 37,0% iglica, na 23,0% iglica dolazi zajedno s *C. niveum,* na 7,0% s *C. niveum* i drugim nedeterminiranim gljivama, na 4,0% s *T. hartigii* i 20,0% s drugim nedeterminiranim gljivama. *T. hartigii* dolazi sama na 4,0% iglica (sl. 5). Kako je riječ o donjim suhim granama, koje općenito tijekom rasta stabla gube svoju fiziološku ulogu, navedene gljive ne čine značajnije štete. Može se pretpostaviti da je slična situacija i na ostalim lokalitetima.

Analizom izbojaka i grana alepskog bora utvrđene su ove važnije gljive: *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton, *Cenangium ferruginosum* Fr. i *Truncatella hartigii* (Tub.) Stey. Učestalost *S. sapinea* i *C. ferruginosum* na analiziranim uzorcima je mala. *S. sapinea* utvrđena je na izbojcima s nekoliko lokaliteta, dok je *C. ferruginosum* utvrđena na pojedinačnim suhim, isključivo donjim granama u Marini.

MIKOZE CRNOG BORA
MYCOSES OF AUSTRIAN PINE

Pregledom mladih i odraslih crnih borova na terenu, te laboratorijskom analizom iglica, izbojaka, grana i češera dobiven je uvid u zdravstveno stanje crnog bora.

U uvodnom dijelu ovog poglavlja napomenuto je da je na nekim lokalitetima u cjelini dobro zdravstveno stanje crnog bora, međutim u kulturama Prklog, Marina i Kanegra, te u manjoj mjeri Puntera borovi različite dobi dosta se suše. U navedenim kulturama suše se vršni, najmlađi izbojci iz različitih dijelova krošanja, pojedine cijele grane, kao i cijela stabla.

Prema usmenoj informaciji stručnjaka na terenu u Prklogu i Marini prvi simptomi sušenja uočeni su u prosincu 1991. Sredinom travnja 1992. pri prvom izlasku na teren u Marini i Prklogu zabilježena su sušenja cijelih krošanja nekolicine oboljelih borova različite dobi. Tijekom proljeća zahvaćen je bio dobar dio borova, da bi početkom jeseni, osobito u kulturi u Prklogu, bilo suho do 30% od ukupnog broja stabala. Sušenje je zahvačalo i pojedinačne borove i borove u skupini, a i one na osami te one u sklopu. Situacija u kulturi crnog bora u Kanegri bila je slična. U prosincu 1992. u toj kulturi posječena su oboljela stabla. U kulturi u Punteri zabilježeno je sušenje mlađih stabala crnog bora, no u manjoj mjeri nego u ostale tri kulture.

Pregledom crnog bora tijekom 1991. i 1992. na svim istraživanim lokalitetima na iglicama s tla uočeni su apoteciji *C. niveum*. Gotovo na svim lokalitetima između dviju iglica u čuperku pri bazi uočene su štitaste uši (*Leucaspis* sp.), a u krošnjama borova uočeni su zapreci borova četnjaka (*Cnethocampa pityocampa* Schiff.), koji nisu konstatirani u većem intenzitetu.

U laboratoriju su analizirane suhe iglice iz krošnje i s tla, izbojci, grane i češeri skupljeni od travnja do srpnja i u listopadu. Analizom iglica dobivena je zastupljenost i učestalost gljiva na iglicama. Utvrđene su ove važnije gljive: *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton. *Cyclaneusma niveum* (Fr.) DiCosmo, Peredo et Minter, *Lophodermium pinastri* (Schard. ex Hook.) Chev., *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley et Millar i *Truncatella hartigii* (Tub.) Stey.

Analiza oboljelih iglica (n = 2090 iglica) iz krošanja borova s odabranih lokaliteta pokazala je da na 50,7% iglica nema gljiva. Na ostalim iglicama utvrđeno je više vrsta gljiva koje dolaze pojedinačno ili ih je više na jednoj iglici. Pojedinačne gljive na iglicama jesu: *S. sapinea* na 28,4% iglica, *C. niveum* na 8,0% *L. seditiosum* na 0,4% i *T. hartigii* na 2,8% iglica. *S. sapinea* i *C. niveum* zajedno dolaze na 5,8% iglica, *S. sapinea* i *T. hartigii* na 0,2%, te *C. niveum* i *T. hartigii* na 1,1% iglica. *S. sapinea, L. pinastri* i *L. seditiosum* zajedno su utvrđene na 0,1% iglica. *S. sapinea* je utvrđena s drugim nedeterminiranim gljivama na 0,1% te *C. niveum* s drugim nedeterminiranim gljivama također na 0,1% iglica. Na 2,3% iglica nađene su gljive koje nisu determinirane (sl. 6).

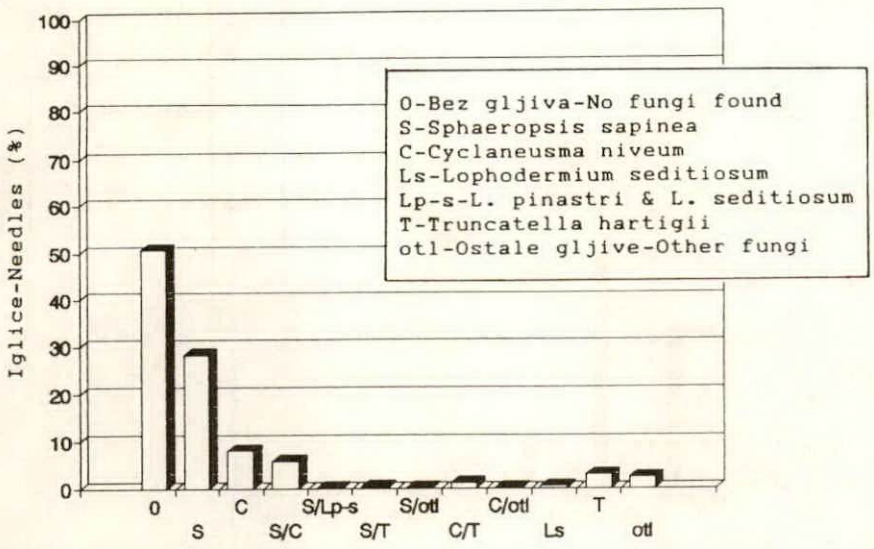
Gornji podaci odnose se na sve istraživane lokalitete. Međutim, niže su navedeni primjeri nalaza gljiva na suhim iglicama iz krošanja crnog bora u kulturama dobroga zdravstvenog stanja (Slum, Vodice i Kupice) i izrazito bolesnih kultura (Marina i Prklog).

Analizom suhih iglica iz Sluma, Vodica i Kupica (n = 570) iglica bez gljiva ima 67,9%, a ostale su s utvrđenim gljivama. Gljive utvrđene kao pojedinačne na iglicama jesu: *S. sapinea* na 1,6%, *C. niveum* na 7,2%, *L. seditiosum* na 1,4% i *T. hartigii* na 8,2% iglica. Zajedno na iglicama dolaze *S. sapinea* i *C. niveum* na 5,4% te *C. niveum* i *T. hartigii* na 2,4% iglica. Na 5,8% iglica nađene su nedeterminirane gljive (sl. 7).

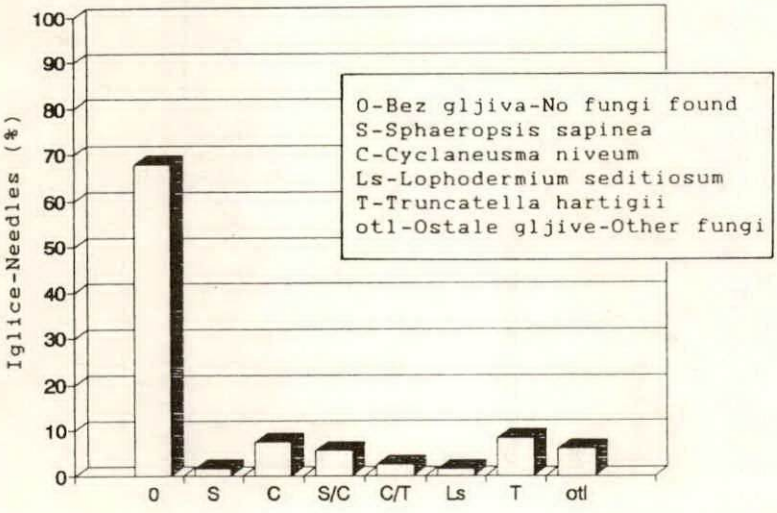
Analizom bolesnih iglica iz Marine i Prkloga (n = 920) iglica bez gljiva ima 33,6%, dok su na ostalim iglicama utvrđene gljive. *S. sapinea* utvrđena je kao dominantna pojedinačna gljiva na 50,7% iglica, od ostalih također pojedinačnih gljiva dolaze *C. niveum* na 8,6% i *T. hartigii* na 0,3% iglica. Na 6,6% iglica zajedno dolaze *S. sapinea* i *C. niveum. C. niveum* i druge nedeterminirane gljive utvrđene su na 0,1% iglica. Također na 0,1% iglica nađene su druge nedeterminirane gljive (sl. 8).

Na iglicama iz krošnje svih istraživanih lokaliteta uz perfektne stadije gljiva *L. pinastri* i *L. seditiosum* uočeni su i imperfektni stadiji *Leptostroma pinastri* Desm. i *Leptostroma seditiosum* Fr. Plodna tijela gljive *S. sapinea* najčešće su nalažena pri bazi analiziranih iglica. *C. niveum, T. hartigii* i druge gljive utvrđene na istim iglicama sa *S. sapinea* zapažene su uglavnom na ostalim dijelovima iglica, iznad zone s piknidama *S. sapinea* pa prema vrhu iglica.

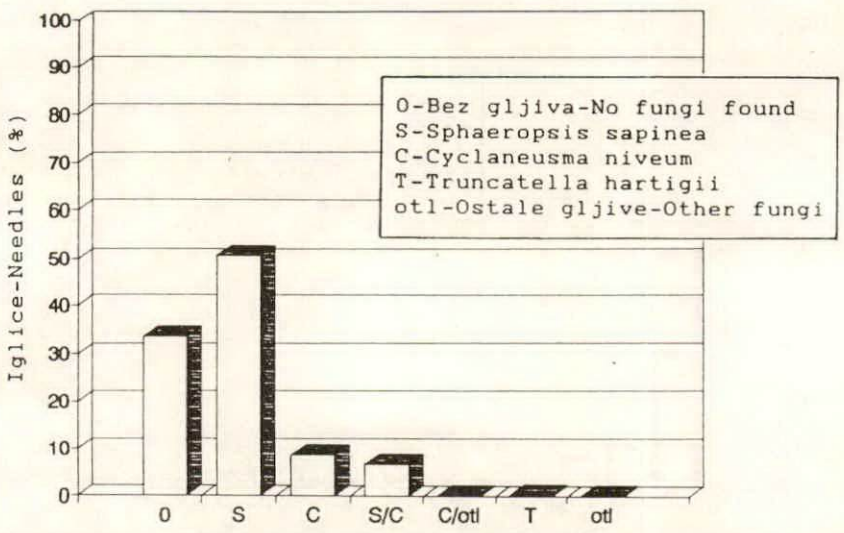
S nekoliko odabranih lokaliteta obrađene su skupljene iglice i s tla. Analiza tih iglica (n = 400) pokazala je da bez gljiva ima 26,5% iglica. Na ostalim iglicama s gljivama kao pojedinačna dominira *C. niveum* na 50,0% iglica, dok je *S. sapinea* utvrđena sama na 4,3% iglica. Zajedno na iglicama dolaze *S. sapinea* i *C. niveum* na 1,5%, te *L. pinastri* i *L. seditiosum* na 0,5% iglica. *C. niveum* je također utvrđena



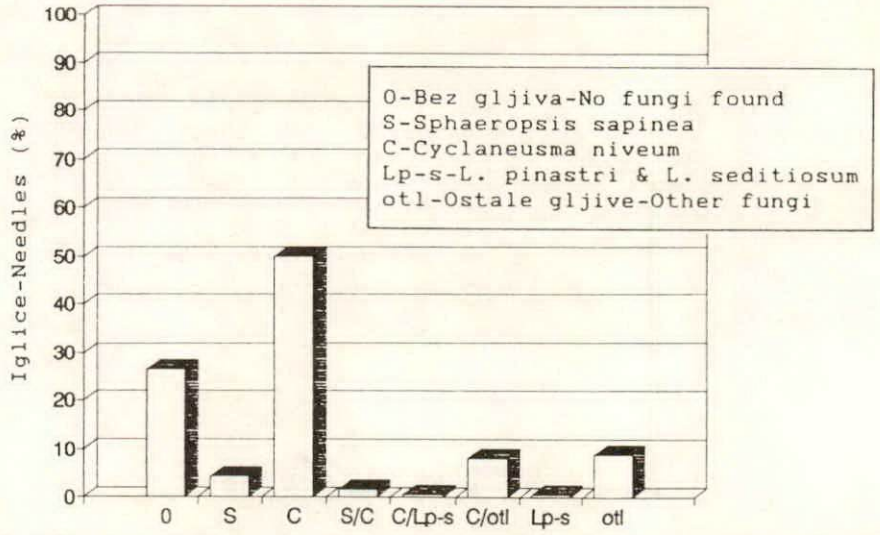
Sl. - Fig. 6. Učestalost i vrste gljiva na bolesnim iglicama iz krošanja crnog bora - Frequency and species of fungi found on needles of Austrian pine from the crown of trees (*)



Sl. - Fig. 7. Učestalost i vrste gljiva na bolesnim iglicama iz krošanja crnog bora (kulture Slum, Vodice i Kupice) - Frequency and species of fungi found on needles from the crowns of Austrian pines (plantations in Slum, Vodice & Kupice)



Sl. - Fig. 8. Učestalost i vrste gljiva na bolesnim iglicama iz krošanja crnog bora (kulture Marina i Prklog) - Frequency and species of fungi found on needles from the crowns of Austrian pines (plantations in Marina & Prklog)



Sl. - Fig. 9. Učestalost i vrste gljiva na suhim iglicama crnog bora skupljenih s tla - Frequency and species of fungi found on needles of Austrian pine collected on ground (*)

zajedno s *L. pinastri* i *L. seditiosum* na 0,5% iglica. Ista gljiva dolazi sa drugim nedeterminiranim gljivama na 8,0% iglica. Druge nedeterminirane gljive uočene su na 8,7% iglica (sl. 9).

Iz histograma 6. i 9. lako je uočljiva razlika u zastupljenosti i učestalosti gljiva na iglicama iz krošanja i s tla svih istraživanih kultura. *S. sapinea* je na iglicama iz krošnje utvrđena kao dominantna gljiva – na 28,4% iglica, dok je *C. niveum* dominantna na iglicama s tla – 50,0%.

Analizom izbojaka i grana crnog bora utvrđene su ove važnije gljive: *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton, *Cenangium ferruginosum* Fr. i *Truncatella hartigii* (Tub.) Stey.

Na oboljelim izbojcima u dobi do 3 godine, skupljenima od travnja do srpnja te u listopadu 1992, u prvom redu najugroženijih kultura, utvrđena su ispod mrtvog dijela kore brojna plodna tijela gljive *S. sapinea*. Analiza takvih izbojaka pokazala je različite faze raspadanja živog staničja kore. Napadnuto staničje u uznapredovalim fazama raspadanja lako se odvaja od odrvenjelog dijela izbojka. Uz navedenu gljivu na dvogodišnjim i starijim izbojcima konstantirana je na mrtvoj kori izbojaka *T. hartigii*.

Zanimljivo je također istaknuti da su neke oboljele izbojke s različitih lokliteta minirali potkornjaci *(Scolytidae)* i drvaši kuckari *(Anobiidae)*. Na takvim su izbojcima također nađene brojne piknide *S. sapinea*.

U listopadu su na nekim potpuno suhim granama iz Marine i Prkloga uz navedenu gljivu nađena i plodna tijela *C. ferruginosum*. Apoteciji gljive uočeni su i na već suhim raspadnutim jednogodišnjim i starijim izbojcima. Važno je istaknuti da su na nekim stablima na jednim granama konstatirana samo plodna tijela *S. sapinea*, a na drugim granama istih stabala plodna tijela i *S. sapinea* i *C. ferruginosum*. U prvom slučaju samo su vršni izbojci grana bili suhi, dok su u drugom cijele grane suhe. Na većini suhih grana iz Prkloga nisu utvrđeni apoteciji *C. ferruginosum*.

S obzirom na to da gljiva *S. sapinea* dolazi i na češerima, oni su uzimani iz krošanja crnog bora i skupljani s tla ispod tih krošanja sa svih istraživanih lokaliteta. Na svim su lokalitetima na štitićima češera utvrđena brojna plodna tijela gljive *S. sapinea*.

UTVRĐENE GLJIVE
ESTABLISHED FUNGI

1. *SPHAEROPSIS SAPINEA* (Fr.) Dyko et Sutton

Sinonimi: *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx.
Macrophoma pinea (Desm.) Petrak et Syd.
Sphaeropsis ellisii Sacc.

Sistematska pripadnost
Odjel: *Eumycota* – prave gljive
Pododjel: *Deuteromycotina (Fungi imperfecti)*
Razred: *Coelomycetes*
Red: *Sphaeropsidales*

Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko et Suttom dolazi na većem broju četinjača, a osobito na vrstama iz roda *Pinus*. Izdvajam za nas važne ove borove: *P. halepensis*

Mill., *P. mugo* Turra., *P. nigra* Arn., *P. pinaster* Ait., *P. pinea* L., *P. strobus* L. i *P. sylvetris* L. Dolazi i na ovim rodovima: *Abies, Chamaecyparis, Cupressus, Larix* i *Pseudotsuga*. Od svih četinjača najosjetljiviji su na napad te gljive *Pinus nigra* Arn. i *Pinus radiata* Don. (Brown 1968, Chou 1987, Ferreirinha 1955, Kobayashi 1964, Madari dr. 1990, Nicholls & Ostry 1990, Peace 1962, Sanchez 1967, Sutton 1980, Waterman 1943).

Gljiva je široko rasprostranjena u svijetu od Australije, Afrike, Azije, Europe do Sjeverne i Južne Amerike (Brown 1968, Böhm 1959, Butin 1984, Dam & Kam 1984, Kizikelashvili 1984, Morelet 1971, Peace 1962, Sanchez 1967, Sutton 1980).

S. sapinea uzrokuje klorozu i nekrozu ovogodišnjih iglica, nekrozu izbojaka i grana, rak debla, prstenastu trulež, bolest korijena, deformaciju krošnje, te plavilo bijeli živućih i oborenih stabala (Brown 1968, Brookhouser & Peterson 1971, Swarti dr. 1988, Chou & MacKenzie 1988).

Najčešći prvi vidljivi znaci bolesti jesu: zastoj u rastu, gubitak zelene boje iglica, krivljenje mladih izbojaka, te postupno smeđenje i venuće dijelova krošnje (Brown 1968).

Opisujući oboljele jednogodišnje sadnice crnog bora Böhm (1959) konstatira da biljke nisu trule ni polegle, već sasušene, većinom bez vrha. Upravo suhi vršni dijelovi sadnica najkarakterističniji su simptomi oboljelih biljaka. Böhm (1959) ovako opisuje razvoj bolesti: na gornjoj trećini sadnice pojavljuju se karakteristična crvenkasta do ljubičasta uleknuća. Ubrzo nakon toga iglice na dijelu sadnica iznad tog mjesta počinju gubiti svoju normalnu boju, postaju žućkastosive i polako se suše. Karakteristično je da se bolest javlja redovito prvo u najmlađem, vršnom snopu iglica, povlačeći se prema dole dok se čitava sadnica ne osuši.

Pojava kapi smole na izbojcima po Petersonu (1977) prvi je očiti znak infekcije. Obično se u blizini smolnih kapi može uočiti jedna ili više nekrotiranih iglica. Te su iglice mnogo kraće od zdravih. Iglice obično nekrotiraju još zatvorene u zajedničkom ovoju, dakle u početnoj fazi njihova razvoja. Nekroza se u izbojcima brzo razvija, te oni vrlo brzo dobivaju žutu do smeđu boju.

Gubitak prirodne boje Slagg & Wright (1943) nazivaju crvenilom. Prvo se javlja na najmlađim vršnim izbojcima krošnje, a poslije zahvaća i starije izbojke.

Zapažanja na terenu upravo potvrđuju navedene simptome. Uočeni su karakteristični simptomi – sušenje vršnih najmlađih izboja. Odumrli se izbojci nalaze nepravilno u cijeloj krošnji. Daljim zapažanjima s vremenom je utvrđeno da se sušenje nastavlja do baze grana.

Brown (1968) navodi da *S. sapinea* inficira živa tkiva biljke domaćina koja je prethodno pretrpjela oštećenja od tuče ili mraza, sisavaca (npr. *Trichosurus vulpecula* na Novom Zelandu), insekata koji sišu biljne sokove (npr. *Aphrophora parallela* u Sjevernoj Americi), te defolijatora (npr. *Orgya anartoides* u Australiji).

Peace je (1962) opisuje kao bolest koja se javlja i u rasadnicima i u kulturama mladih i starijih borova, te u nekih drugih četinjača. Navodi da je uvrježeno mišljenje da *S. sapinea* napada borove fiziološki oslabljele zbog suše ili neadekvatnih uvjeta staništa, te one koji su pretrpjeli oštećenja od raznih abiotskih i biotskih čimbenika (infekcija preko rana). Jači napad te gljive izaziva znatno sušenje borova.

Böhm je (1959) uočio da povećana vlaga u tlu utječe na predispoziciju jednogodišnjih sadnica crnog bora u rasadniku na zarazu tom gljivom.

U rasadnicima su upravo najosjetljivije mlade neodrvenjele biljke, koje zražene u toj fazi naglo odumru u nekoliko dana. Karakteristično je da bolest nastupa prvo u gornjim, najmlađim dijelovima mladih biljaka (Slagg & Wright 1943).

Vodni stres, uzrokovan sušom po Chou (1987), smanjuje otpornost odrvenjelih biljaka *Pinus radiata* i time stvara predispoziciju za napad gljive *S. sapinea*, koja rezultira venućem krošnje.

Produženo razdoblje suše povezuje se sa štetama zabilježenim na alepskom boru u prirodnim sastojinama na Balearskom otočju (Torres Juan 1971).

Bussotti i dr. (1992) navode da su kod ozbiljnije oštećenih stabala crnog bora, primarno od abiotskih čimbenika, utvrdili ekstenzivne sekundarne napade parazitske gljive *S. sapinea*, koja je uzrokovala odumiranje iglica, posebno mladih iglica. Takvi napadi mogu izazvati odumiranje cijelih stabala. Mlađi borovi su otporniji.

Nicholls & Ostry (1990, cit. Peterson 1981) konstatiraju da je *S. sapinea* destruktivni patogen četinjača, koji zbog uzastopnih napada reducira rast, deformira i često uzrokuje sušenje cijelih stabala. Peterson (1977, cit. Peterson 1968) napominje da su štete nastale zbog napada tog patogena u porastu, osobito u kulturama starijim od 30 god.

Zapažanjima na terenu konstatirana su oboljela borova stabla različite dobi od desetak godina i starija. Međutim najveći broj odumrlih stabala bio je u onih starijih od 30 godina. Oboljeli borovi uočavani su i na osami i u sklopu.

S. sapinea pripada skupini gljiva pododjela *Deuteromycotina (Fungi imperfecti)* čija je osnovna karakteristika razvoj samo imperfektnog razvojnog stadija ili im je nepoznat perfektni razvojni stadij.

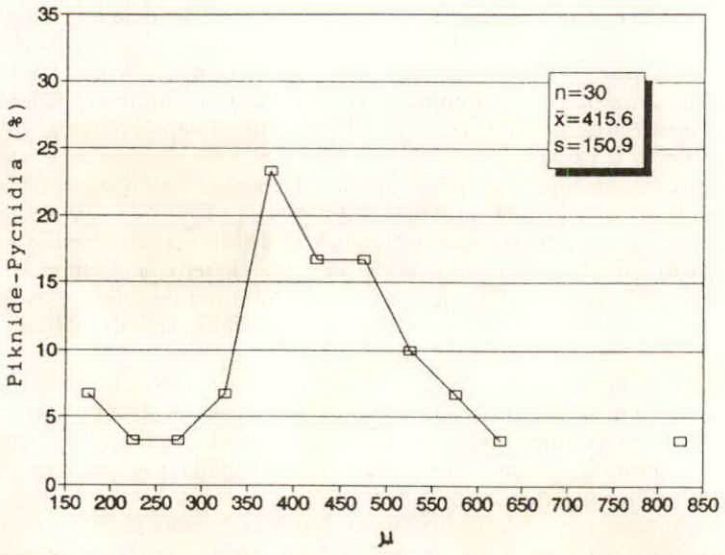
S. sapinea stvara plodno tijelo – piknidu. To je vrčasto plodno tijelo s nespolnim sporama (konidijama) u unutrašnjosti.

Po Suttonu (1980) piknide su uložene u biljnom tkivu, često vidljive na površini, separirane ili agregirane, okrugle, tamnosmeđe, debelih stijenki. Kružna ostiola (otvor) smještena je u središtu. Konidiofori se ne formiraju. Konidiogene stanice, zasebne, izbočene na bazi, prozirne, glatke, razvijaju se iz oplatnih stanica unutrašnje stijenke piknida. Konidije, duguljaste, uspravne, neseptirane (ali septe razvijaju prije klijanja), debelih stijenki, u početku često žućkaste, poslije tamnosmeđe, formiraju se na vrhu konidiogenih stanica. Veličina piknida je po Suttonu (1980) preko 250 μm u promjeru, dužina konidiogenih stanica je 15–20 μm, a konidija 30–45 × 10–16 μm.

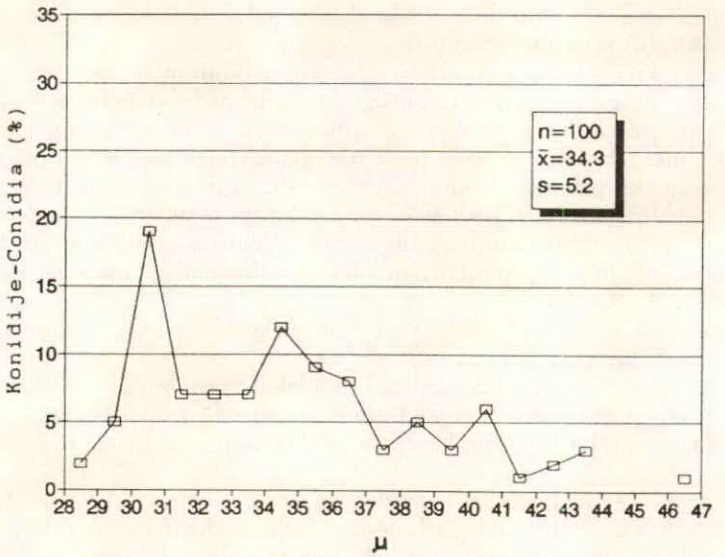
Plodna tijela *S. sapinea* nalažena su usađena u tkivima iglica, izbojaka, grana i štitića češera (sl. 10, 11. i 12).

Mjerenjem veličina piknida s iglica i izbojaka crnog bora s različitih lokaliteta dobivene su vrijednosti od 169 do 863 μm u promjeru (sl. 13). Mjerene su i veličine konidija: dužine zrelih konidija kreću se 28,7–46,7 μm te širine 10,7–16,4 μm (sl. 14. i 15).

Slagg & Wright (1943) pregledom sadnica u rasadniku u Manahattanu (Kansas) u kolovozu registrirali su bolest na jednogodišnjim sadnicama duglazije i crnog bora, da bi mjesec dana nakon toga konstatirali da je približno 50% sadnica oboljelo ili uvelo. Tijekom jesenskih mjeseci utvrđene su na velikom broju mrtvih izbojaka piknide gljive, i to najprije na vršnim najmlađim iglicama, a zatim i na starijim iglicama te kori izbojaka i češerima.



Sl. - Fig. 13. Izmjerene veličine piknida *S. sapinea* - Measured dimensions of *S. sapinea* pycnidia

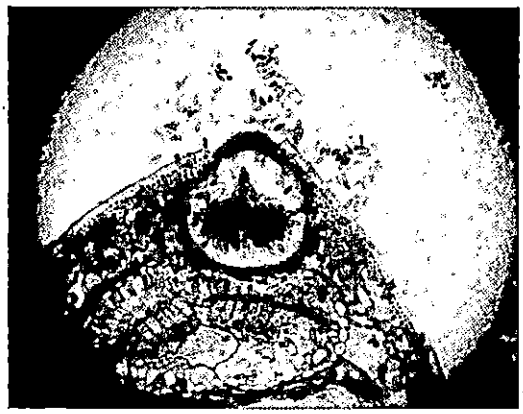


Sl. - Fig. 14. Izmjerene dužine konidija *S. sapinea* - Measured lenght of *S. sapinea* conidia

Sl. - Fig. 12. Piknide *S. sapinea* na oboljelom 1-god. izbojku crnog bora - Pycnidia of *S. sapinea* on infected one-year Austrian pine's shoot (Foto - Photo B. Hrašovec)



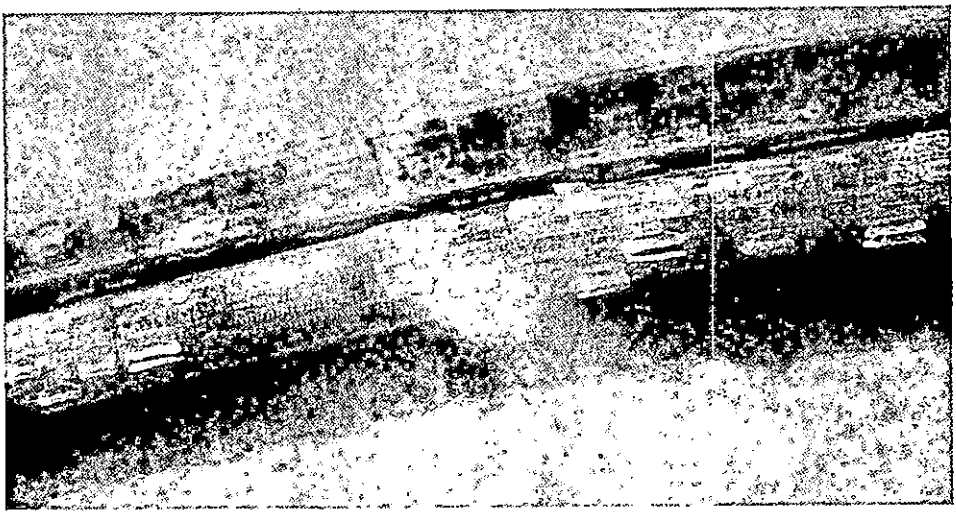
Sl. - Fig. 10. Poprečni presjek kroz iglicu i piknidu gljive *S. sapinea* (povećano ≈100×) - Vertical section through needle and pycnidium of *S. sapinea* (magnification ≈100×)



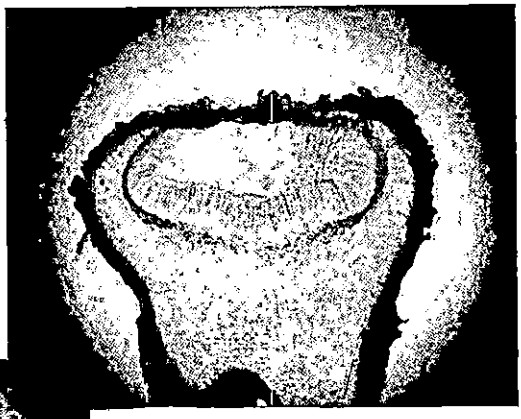


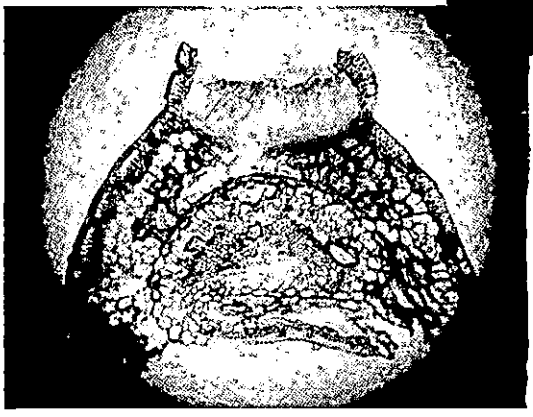
Sl. - Fig. 11. Piknide *S. sapinea* na oboljeloj iglici crnog bora - Pycnidia of *S. sapinea* on infected Austrian pine's needle (Foto - Photo B. Hrašovec)

Sl. - Fig. 19. Apoteciji *C. niveum* na iglicama crnog bora - Apothecia of *C. niveum* on Austrian pine's needles (Foto - Photo B. Hrašovec)



Sl. - Fig. 21. Poprečni presjek kroz apotecij *C. ferruginosum* (povećano ≈100×) - Vertical section through apothecium of *C. ferruginosum* (magnification ≈100×) (Foto - Photo D. Diminić)





Sl. - Fig. 20. Poprečni presjek kroz iglicu i apotecij *C. niveum* (povećano ≈100×) - Vertical section through needle and apothecium of *C. niveum* (magnification ≈100×) (Foto - Photo D. Diminić)

B ö h m (1959) početkom ožujka 1957. utvrdio je prilikom pregleda rasadnika šumarije Krnjak u Bosiljevu, oko 60% oboljelih jednogodišnjih sadnica crnog bora. Analizom materijala utvrdio je zrele piknide.

B r o o k h o u s e r & P e t e r s o n (1971) dali su detaljniji prikaz biologije gljive *S. sapinea*. Oni su dobili sljedeće rezultate na crnom boru, običnom boru i žutom boru za područje istočne Nebraske (SAD):

1. Vrijeme rasijavanja spora

Spore se rasijavaju od ožujka/travnja do listopada/studenoga, s time da je najveći broj spora rasijan u kišnom razdoblju.

2. Klijanje spora i penetracija iglica

U laboratoriju su spore klijale na vodenom agaru pri temperaturi 12–36 °C, s time da je optimum 24 °C. 95% spora je proklijalo nakon 4 sata. Za rast infekcijske hife optimalna temperatura je 28 °C, neznatno viša i niža temperatura usporavala je rast infekcijske hife.

Klijanje spora i rast infekcijske hife znatnije je varirao na površini iglica. Nakon 4 sata (pri temp. 26 °C i 100% relativnoj vlazi) proklijalo je svega 34% spora na borovim iglicama.

Rezultati istraživanja pokazali su da gljiva penetrira iglicu kroz puči. Neke infekcijske hife rastu izravno prema otvoru puči, dok većina ne raste. Hife u skupini ulaze kroz puči prema mezofilu. Penetracija kroz epidermu iglica nije utvrđena.

3. Infekcija i razvoj bolesti

Inokulacija izbojaka jednogodišnjih biljaka crnog bora u stakleniku suspenzijom spora *S. sapinea* je uzrokovala naglu klorozu i nekrozu mladih iglica crnog bora. Inokulacija je izvršena pri temperaturi 24, 26 ili 28 °C i 100% relativnoj vlazi. Nakon 24 sata svi su izbojci bili zaraženi.

3–4 dana nakon inokulacije pojavljuju se na donjim dijelovima inficiranih iglica male žutosmeđe do crvenosmeđe lezije: 4–6 dana veći su dijelovi iglica klorotični.

Na inokuliranim izbojcima 10-godišnjih borova u polju iglice su nakon 2–3 tjedna poprimile prve simptome kloroze. Inokulacija u polju pokazala je da su iglice najosjetljivije na infekciju od konca travnja do sredine lipnja.

P e t e r s o n je (1977) pokusima na crnom, običnom i žutom boru pokušao rasvijetliti bilogiju gljive *S. sapinea*. Po njemu je za područje Nebraske (SAD) od 24. travnja do 8. svibnja razdoblje visoke osjetljivosti izbojaka na zarazu; razdoblje je karakterizirano otvaranjem pupova i rastom izbojaka. Vrijeme moguće infekcije je nešto duže, od konca travnja do konca lipnja, međutim navedeno kraće razdoblje je najkritičnije. Isti autor navodi kako je infekcija češera moguća samo onih dvogodišnjih, rano početkom vegetacije, u vrijeme njihova naglog razvoja. Istraživanja su pokazala da na nezaraženim borovima prvo bivaju inficirani njihovi češeri, a ne izbojci. Češeri se smatraju jakim izvorom inokuluma. Pojava veće zaraze izbojaka u starijim borovim kulturama nego u mlađim tumači se većom proizvodnjom češera, a time i izvorom inokuluma.

N i c h o l l s & O s t r y (1990) proveli su u Minnesoti i Winsconsinu (SAD) istraživanje raka uzrokovanog gljivom *S. sapinea* na vrstama *Pinus banksiana* i *Pinus resinosa* pod stresom. Istraživanja su provedena u kulturama borova u dobi 10–15 i 19 godina. Na jednom lokalitetu godinu dana nakon sušnoga razdoblja zabilježen je najviši intenzitet zaraze na *P. resinosa*. Za to područje prosječna godišnja količina oborina iznosi 780 mm, a te je sušne godine palo svega 550 mm u vegetacijskom

razdoblju. Autori također navode siromašne stanišne uvjete kao jedan od abiotskih čimbenika koji utječu na stresno stanje drveća.

Nadalje, intenzitet zaraze se povezuje s ranama uzrokovanima od tuče, nastalima kod snjegoloma, te ranama nastalima od insekata. Na pokusnim plohama evidentirali su potkornjake (*Ips* spp.) u 2–57% od ukupno zaraženih stabala.

Prema autorima brojna plodna tijela (piknide) na granama, deblima i češerima zaraženog drveća ilustriraju potencijal te gljive, koja brzo dosiže razmjere epifitocije kada se stvore pogodni uvjeti za zarazu i razvoj bolesti.

Piknide se formiraju najčešće na bazi inficiranih iglica, na njihovim ovojnicama, na izbojcima i kori grana, uložene u kori blizu ruba rakaste tvorevine i na ljuskama dvogodišnjih starijih češera (Slagg & Wright 1943, Peace 1962, Brown 1968, Brookhouser & Peterson 1971, Nicholls & Ostry 1990).

Analizom jednogodišnjih i dvogodišnjih iglica, skupljenih iz krošanja borova u travnju i lipnju u Marini i Prklogu, dobiveni su rezultati o broju razvijenih plodnih tijela *S. sapinea* na iglicama. Na analiziranim iglicama piknide *S. sapinea* čine udio od 95% utvrđenih plodnih tijela gljiva; ostalih 5% čine plodna tijela *C. niveum*, *T. hartigii* i ostale gljive. Prema dobivenim podacima iglica s 1–5 piknida po iglici ima najviše u uzorku 24,3%, iglica s 41–75 piknida sve zajedno ima 4,9%. Prosječno po iglici ima 17 plodnih tijela gljive *S. sapinea* (sl. 16). Piknide se najčešće razvijaju pri bazi iglica.

Ispod mrtvog dijela kore izbojaka utvrđena su brojna plodna tijela gljive *S. sapinea* koncentrirana uglavnom oko ožiljaka iglica. Takva slika može se povezati s najčešće nađenim plodnim tijelima pri bazi oboljelih iglica. Kako piknide sazrijevaju, tako dolazi do raspucavanja kore izbojaka na tim mjestima.

Analizom jednogodišnjih izbojaka s različitih stabala iz Marine i Prkloga utvrđeno je na 1 cm dužine 7–179 piknida, prosječno po 1 cm dužine izbojka ima 78,4 piknida. Međutim, kako je riječ o malom uzorku ($n = 10$), ne mogu se donositi pouzdaniji statistički zaključci, no dobiveni podaci zanimljivi su radi usporedbe s nalazima piknida na iglicama i štitićima češera.

Na češerima, skupljenima u Marini i Prklogu iz krošanja i s tla, utvrđeno je 112–279 plodnih tijela po štitiću češera, prosječno po štitiću ima 188,7 piknida; od 161 do 180 piknida dolazi na najvećem broju štitića – 20% (sl. 17).

Prema dobivenim podacima broj piknida po različtim organima iznosi:

a) na iglicama 1–75 piknida, $\bar{x} = 17{,}0$;

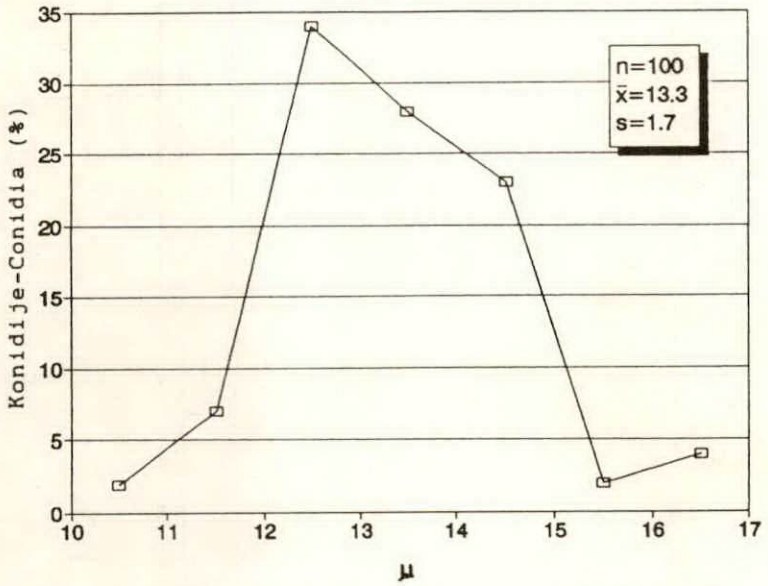
b) na 1 cm izbojka 7–179 piknida, $\bar{x} = 78{,}4$;

c) na štitiću češera 112–279 piknida, $\bar{x} = 188{,}7$.

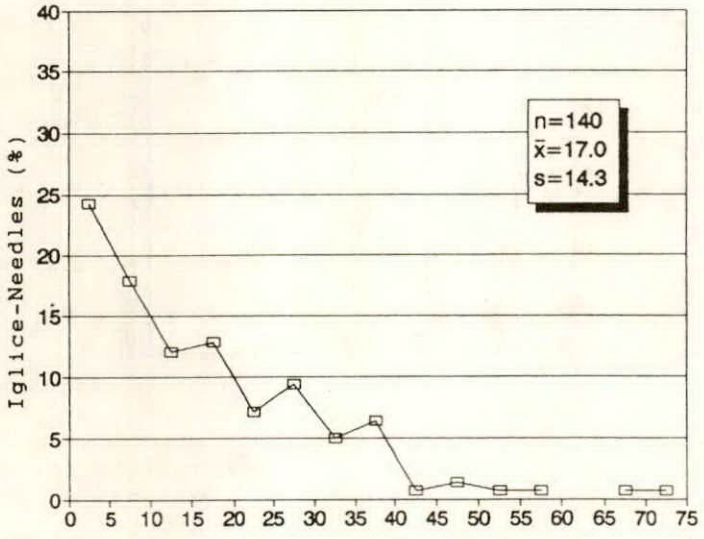
Iz navedenoga je lako zaključiti da su češeri najjači izvor inokuluma gljive *S. sapinea*.

Analizom uzorka ($n = 500$) plodnih tijela s iglica crnog bora skupljenih sredinom travnja, svibnja, lipnja, srpnja i listopada 1992. godine, s lokaliteta u Marini i Prklogu, dobiveni su podaci o stupnju njihove zrelosti u različito doba godine. S tim u vezi dobiveno je i vrijeme rasijavanja spora, dakle vrijeme mogućih infekcija (sl. 18).

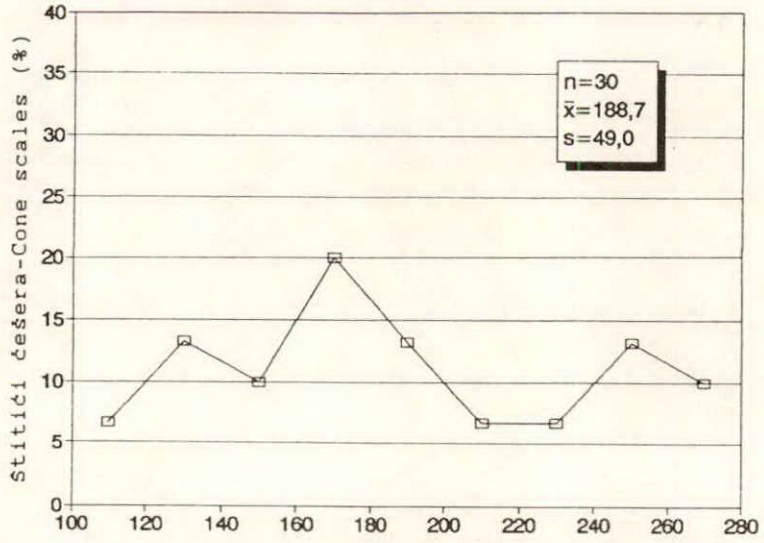
Prema tim podacima u svim navedenim mjesecima, osim svibnja, dominiraju zrele piknide, i to 60–89% analiziranih plodnih tijela. Samo su u svibnju dominantnije nezrele piknide (60%). Iz toga se može izvesti zaključak da se spore rasijavaju u cijelom navedenom razdoblju, a time su moguće i infekcije u istom razdoblju.



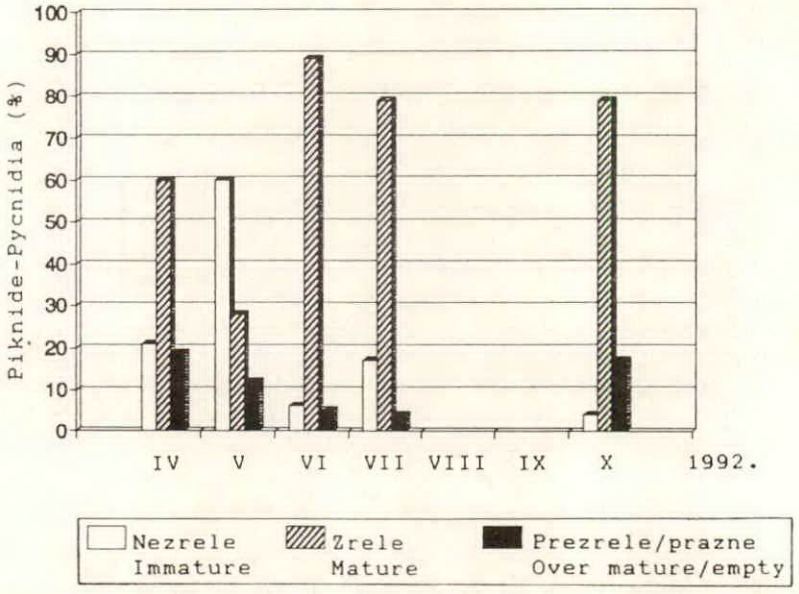
Sl. - Fig. 15. Izmjerene širene konidija *S. sapinea* - Measured wight of *S. sapinea* conidia



Sl. - Fig. 16. Broj piknida *S. sapinea* utvrđenih na iglicama crnog bora - Number of *S. sapinea* pycnidia established on Austrian pine's needles



Sl. - Fig. 17. Broj piknida *S. sapinea* uvrđenih na štitićima češera - Number of *S. sapinea* pycnidia established on cone scales



Sl. - Fig. 18. Stupanj zrelosti piknida *S. sapinea* u razdoblju travanj – listopad 1992. - Maturity of *S. sapinea* pycnidia from April to October 1992.

2. *CYCLANEUSMA NIVEUM* (Fr.) DiCosmo, Peredo et Minter

Sinonimi: *Naemacyclus niveus* (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc.
Stictis nivea Pers.
Lophodermium gilvum Rostr.

Sistematska pripadnost
Odjel: *Eumycota* – prave gljive
Pododjel: *Ascomycotina*
Razred: *Discomycetes*
Red: *Phacidiales*

U ranijim radovima pod gljivama *Cyclaneusma niveum (Naemacyclus niveus)* opisivane su dvije gljive. Tek je Butin (1973) razdvojio gljivu *Naemacyclus niveus* (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc. na dvije vrste, a drugu nazvao *Naemacyclus minor*. Zbog navedenoga kod podataka o domaćinima i rasprostranjenosti gljive *C. niveum* korišteni su podaci iz literature nakon godine 1973.

Po Minteru & Millaru (1980), a na temelju Butinovih (1973) istraživanja, ta gljiva dolazi na više vrsta borova, a najčešći domaćini gljivi su alepski, crni i primorski bor.

C. niveum je rasprostranjena u Europi, Sjevernoj Americi i Novom Zelandu (Minter & Millar 1980, Osorio & Rack 1980, Fonseca 1981, Glavaš 1981).

Glavaš (1981) konstatira kako se proširenost *C. niveum* u Dalmaciji uklapa u navode Dennisa (1978), koji ističe da je ta gljiva rasprostranjena osobito na borovima u mediteranskoj regiji.

O gljivi *C. niveum* postoje proturječni podaci u literaturi; pojedini autori je smatraju za parazita koji uzrokuje klorozu i osip borovih iglica (Butin 1973, Minter& Millar 1980, Glavaš 1981, Fonseca 1981), a drugi za saprofita.

Prema podacima sa svih lokliteta u Istri plodna tijela gljive *C. niveum* nalažena su na iglicama alepskog i crnog bora u krošnji i u mnogo većem broju na iglicama s tla. U krošnji borova gljiva je utvrđena samo na dvogodišnjim i starijim iglicama. Borovi na kojima je *C. niveum* konstatirana različite su dobi.

C. niveum pripada skupini askomicetnih gljiva kod kojih su poznata oba razvojna stadija, i imperfektni i perfektni stadij. U prvom stvara plodna tijela piknide, dok u drugom apotecije koji su karakteristični za cijeli razred *Discomycetes*.

Po Butinu (1973) i Minteru & Millaru (1980) apoteciji su uloženi u posmeđene iglice, s gornje i s donje strane iglica, raštrkani (sl. 19), eliptična su oblika, iste boje kao iglice, dužine 320–950 µm i širine 160–340 µm. Zreli apoteciji otvaraju se jednom uzdužnom pukotinom odižući staničje iglice na jednu i drugu stranu. U tako otvorenim apotecijima vidljivi su himeniji bijele do krem boje (sl. 20). U jednoj udubini nalaze se 1–3 apotecija.

Askusi su cilindrični do buzdovanasti, veličine 110–130 × 11–13 µm s 8 spora u snopu, ponekad spletenih u spiralu. Askospore su bezbojne, crvolike, glatke, s 2 septe, veličine 73–120 × 2,8–3,3 µm, obično malo uvinute. Parafize su nitaste, na vrhu razgranate, blijedožućkaste boje (Butin 1973). Minter & Millar (1980) navode veličine askospora 75–120 × 2,5–3,5 µm.

Piknide su duboko uložene u tkivo iglice, spljošteno kuglaste, promjera 120–220 × 100–120 µm; stijenke su bezbojne, građene od pseudoparenhimskih stanica veličine 3–4 µm. Konidije su srpolike, veličine 12–16 × 0,8–1,0 µm, odvajaju se od fialdnih konidiofora (Butin 1973).

Mjerenjem zrelih askospora iz apotecija s iglica crnog bora iz krošnje i s tla različitih lokaliteta u Istri dobivene su ove vrijednosti: 77,3–123,0 × 2,5–3,7 µm.

Kao prilog poznavanju biologije gljive *C. niveum* zanimljivo je provedeno istraživanje Osorija & Racka (1980). Autori su analizirali spektar domaćina gljiva *Dothistroma pini* Hulbary, *Lophodermium pinastri* (Pers. ex Fr.) Chev. i *Cyclaneusma niveum* (Fr.) DiCosmo, Peredo et Minter. Dostupna literatura pokazala je da se vrste borova koje napada ponajprije *D. pini* rijetko ili nikako ne spominju kao domaćini *L. pinastri* i *C. niveum*. Obrnuto, ima puno vrsta borova na kojima obje vrste dolaze. Razlike u domaćinima vjerojatno se temelje, po mišljenju autora, na specifičnim otpornostima samih domaćina, međutim i na antagonizmu između samih gljiva. Pokusom *in vitro* pretpostavka o postojanju antagonizma između *D. pini* i *C. niveum* te *L. pinastri* je potvrđena. *D. pini* je inhibirala neprestano rast *C. niveum* i *L. pinastri*.

Glavaš (1981) navodi kako je na iglicama primorskog, crnog i alepskog bora gljivu *C. niveum* nalazio ili samu ili najčešće s *L. pinastri*.

Kako je spomenuto, apoteciji gljive C. niveum nalaženi su na dvogodišnjim i starijim iglicama iz krošnje i s tla crnog i alepskog bora. Na iglicama crnog bora s različitih lokaliteta utvrđeno je od 24 do 127 apotecija *C. niveum* same, dok je na iglicama zajedno sa *S. sapinea* taj odnos bio 5–29 piknida *S. sapinea* i 36–138 apotecija *C. niveum*.

3. *CENANGIUM FERRUGINOSUM* Fr.

Sinonim: *Cenangium abietis* (Pers.) Duby.

Sistematska pripadnost
Odjel: *Eumycota* – prave gljive
Pododjel: *Ascomycotina*
Razred: *Discomycetes*
Red: *Hymenoscyphales*

C. ferruginosum dolazi u prvom redu na mnogim vrstama roda *Pinus*. Rasprostranjena je u Europi, Aziji i Sjevernoj Americi (Kalandra i dr. 1960, Kobayashi & Mamiya 1963, Brown 1968, Sinclar & Hudler 1980).

C. ferruginosum navode kao čestu saprofitsku gljivu na borovim granama, koja se povremeno ponaša kao parazit slabosti i tada može uzrokovati sušenje izbojaka i grana (Brown 1968, Lanieri dr. 1976).

Prvi znak bolesti je gubitak zelene boje iglica, one postaju žutosive do žutosmeđe. Iglice se suše od baze, a prvi simptomi uočljivi su rano u proljeće, u vrhu krošnje (Brown 1968, Kalandra i dr. 1960, Ušćuplić 1964).

Po Brownu (1968) na zarazu su osjetljivi petogodišnji i stariji borovi. Gljiva napada izbojke i grane; po Ušćuplić u (1964) najugroženije su grane debljine od 7 cm. Isti autor navodi kako je posljedica napada ne samo smanjenje prirasta stabala već i njihovo sušenje. u procesu sušenja pridružuju se potkornjaci.

Zapažanja na terenu poklapaju se s mišljenjem onih autora koji smatraju da je *C. ferruginosum* u prvom redu saprofitska gljiva, koja pod određenim uvjetima pokazuje svojstva parazita slabosti. Na lokalitetima Marina i Prklog, gdje su zabilježena najveća sušenja crnog bora, plodna tijela nalažena su na nekim djelomično suhim stablima, na potpuno suhim granama iz krošnje ili na donjim suhim granama tih stabala. Na nekim granama s plodnim tijelima *C. ferruginosum* nađena su i plodna tijela *S. sapinea* te potkornjaci. Već je spomenuto da na izbojcima i

granama većine djelomično ili potpuno suhih stabala nisu nađeni apoteciji *C. ferruginosum*, već samo piknide *S. sapinea* uz hodnike potkornjaka ispod kore.

Na alepskom boru na navedenim lokalitetima apoteciji *C. ferruginosum* nađeni su na nekoliko stabala i to isključivo na donjim granama, koje nemaju fiziološku ulogu.

C. ferruginosum je tipična askomicetna gljiva koja stvara plodno tijelo apotecij. Prema Dennisu (1960) i Lanieru i dr. (1976) apoteciji su izdignuti, samostojni ili u malim nakupinama na kori izbojaka i grana.

U početku su apoteciji okruglasti i zatvoreni, a poslije oblika školjke i otvoreni nepravilnom rastrganom pukotinom; izvana tamnosmeđi, disk (himenij) duboko konkavan, do 3 mm u promjeru, žutosmeđ, potpuno skriven zarolanim rubom kada je suh (sl. 21).

Askusi su cilindrični, veličine do 80 × 15 µm, s 8 spora, prostrano okruženih. Askospore su eliptične, veličine 12–14 × 5–6 µm, bezbojne, neseptirane. Parafize su vitke, bezbojne, oko 2 µm debljine, septirane, na vrhu nabubrene 4–5 µm.

Istraživanja biologije i patogenosti provela je Lorenz (1967). Prema autorici askospore se rasijavaju od sredine travnja do početka prosinca, s maksimumom početkom svibnja. Plodna tijela gljive sazrijevaju čak i zimi, optimalna potrebna temperatura za ravoj je 15–25 °C. Minimalna temperatura za klijanje spore i rast infekcijske hife je 3 °C, a maksimalna 30–33 °C, dok je optimalna za rast infekcijske hife 21–28 °C. Rast micelija utvrđen je na 3–30 °C, s optimumom 15–25 °C temperature.

4. *LOPHODERMIUM PINASTRI* (Schrad. ex Hook.) Chev.

Konidijski stadij: *LEPTOSTROMA PINASTRI* Desm.

***LOPHODERMIUM SEDITIOSUM* Minter, Staley et Millar**

Konidijski stadij: *LEPTOSTROMA SEDITIOSUM* Fr.

Sistematska pripadnost

Odjel: *Eumycota* – prave gljive

Pododjel: *Ascomycotina* / Deuteromycotina***

Razred: *Discomycetes / Coelomycetes*

Red: *Phacidiales / Sphaeropsidales*

* perfektni stadij, ** imperfektni stadij

Domaćini obiju gljiva su vrste iz roda *Pinus*. *L. pinastri* dolazi na gotovo svim vrstama borova (Kišpatić 1991).

Rasprostranjenost *L. pinastri* je po Minteru (1981) u Europi, Aziji, Sjevernoj Americi i Australiji, a *L. seditiosum* u Europi i Sjevernoj Americi. U Europi su obje vrste evidentirane u većem broju zemalja.

L. pinastri i *L. seditiosum* uzrokuju nekrozu i osip iglica borova (Peace 1962, Kišpatić 1991).

Prvi znakovi bolesti su sitne žućkaste (klorotične) pjege na površini iglica, uočljive krajem jeseni i tijekom prvih zimskih mjeseci. Pjege se postupno povećavaju i dobivaju smeđu boju. Cijele iglice do proljeća postupno poprime crvenu do smeđu boju. Tijekom toga procesa na iglicama se između pjega formiraju poprečne pruge, no to ne mora biti pravilo. Osip iglica je najintenzivniji u svibnju (Peace 1962, Kišpatić 1991).

Bolest uzrokovana gljivama *L. pinstri* i *L. seditiosum* zahvaća i rasadnike i kulture, te prirodne sastojine borova. Osip, kao posljedica oboljenja, najštetniji je za mlade borove u dobi do 8–10 godina (Kišpatić 1991).

Patogena svojstva *L. pinastri* i *L. seditiosum* nisu jednaka. Lazarev (1980) navodi kako je *L. pinastri* utvrđena na fiziološki oslabljelim primarnim i sekundarnim iglicama u krošnji i otpalim sekundarnim iglicama, te se stoga ne smatra uzročnikom sušenja biljaka u rasadnicima i mladim kulturama.

L. seditiosum je utvrđena na mladim, od pet-šest mjeseci, primarnim fiziološki još aktivnim iglicama, te na sekundarnim iglicama različite dobi, uključujući i fiziološki aktivne iglice mlađe od jedne godine. Ova druga vrsta je najčešća u rasadnicima i mlađim kulturama u kojima može uzrokovati sušenja biljaka.

Istraživanja su potvrdila navode o patogenosti *L. pinastri.* Plodna tijela gljive nalažena su ponajprije na iglicama s donjih odumrlih grana i na iglicama s tla. Plodna tijela *L. seditiosum* konstatirana su na manje od 2% iglica crnog bora krošnje i stelje u istraživanim kulturama.

***Lophodermium pinastri* (Schrad. ex Hook.) Chev.**

Apoteciji su eliptičnog oblika, crni sa sivim okružjem i crnom marginom. Boja usni apotecija najčešće je crvena. Smješteni su u iglici djelomično subepidermalno; broj epidermalnih stanica na bazalnom sloju, pri osnovi apotecija, najčešće je 7–9. Dužina apotecija je 0,50–1,30 mm (prosječno oko 0,93 mm).

Askusi su cilindrični, bezbojni, veličine 70–170 μm (prosječno oko 125 μm), sa 8 spora, jednostaničnih, nitastih i bezbojnih, veličine 45–135 μm (prosječno oko 97 μm). Parafize su nitaste s proširenim vrhovima.

Piknide su nepravilnog oblika, potpuno subepidermalne, smeđe do crne boje, ostiole nisu smještene na površini, prosječne dužine oko 0,24 mm. Konidije su duže od 7 μm (Lazarev 1980, Minter 1981).

***Lophodermium seditiosum* Minter, Staley et Millar**

Apoteciji su lećasti, potpuno sive boje, s crnom marginalnom linijom ili bez nje. Usne su plave ili zelene boje. Smješteni su u iglici potpuno subepidermalno. Dužine apotecija su 0,54–1,13 mm (prosječno oko 0,99 mm).

Askusi su veličine 90–210 μm (prosječno oko 154 μm), s nitastim sporama veličine 45–170 μm (prosječno oko 110 μm).

Piknide su pojedinačne ili nepravilno grupirane, smeđe do crne boje, subepidermalne, sa ostiolama centralno smještenim na površini, prosječne dužine oko 0,26 mm (Lazarev 1980, Minter 1981).

5. *TRUNCATELLA HARTIGII* (Tub.) Stay.

Sinonim: *Pestalotia hartigii* Tub.

Sistematska pripadnost
Odjel: *Eumycota* – prave gljive
Pododjel: *Deuteromycotina*
Razred: *Coelomycetes*
Red: *Melanconiales*

Prema Brownu (1968) i Lanieru i dr. (1976) *T. hartigii* dolazi na vrstama iz nekoliko rodova: *Abies, Fagus, Fraxinus, Larix, Picea, Pinus* i *Pseudotsuga* Sutton (1980) izdvaja samo četinjače kao domaćine gljivi.

Evidentirana je u Europi i Sjevernoj Americi (Brown 1968, Lanier i dr. 1976).

Po Peaceu (1962) i Brownu (1968) *T. hartigii* se povezuje s bolestima listača i četinjača u rasadnicima (usukanost biljaka). Međutim navode kako njezina

patogenost nije dokazana i da se radi vjerojatno o saprofitskoj gljivi ili najvjerojatnije o slabom sekundarnom parazitu, koji obično prati štete na mladim biljkama koje su uzrokovane visokim temperaturama tla.

G l a v a š (1988) konstatira da je *T. hartigii* vrlo česta na iglicama alepskog bora i pinije u Dalmaciji oboljelim od gljive *Elytroderma torres-juanii* Diamandis et Minter. Zaključuje da se gljiva ponaša kao saprofit i da nema utjecaja na sušenje iglica, te da se radi o tipičnoj gljivi pratilici navedenoj parazitskoj gljivi.

Rezultati laboratorijskih analiza poklapaju se s navedenima. *T. hartigii* nalažena je na odumrlim iglicama i izbojcima alepskog i crnog bora.

6. *COLEOSPORIUM* SP.

Mjehurasta rđa iglica bora

Sistematska pripadnost
Odjel: *Eumycota* – prave gljive
Pododjel: *Basidiomycotina*
Razred: *Hemibasidiomycetes*
Red: *Uredinales* – rđe

Prema P e a c e u (1962), L a n i e r u i dr. (1978) i K i š p a t i ć u (1991) radi se o tipičnoj heterecijskoj rđi čija ecidijska generacija dolazi na iglicama vrsta iz roda *Pinus*, a uredogeneracija i teleutogenercija na listovima različitih vrsta zeljastih biljaka koje međusobno nisu srodne.

Coleosporium spp. rasprostranjene su u Europi, Aziji i Sjevernoj Americi (L a n i e r i dr. 1976).

Na oboljelim iglicama uočavaju se ecidije u raspucanim bijelim ovojima (peridijama), veličine do 3 mm (K i š p a t i ć 1991).

Iglice inficirane u jesen poprime crvenkaste sitne pjege; na tim se mjestima formiraju spermagoniji. U proljeće sljedeće godine na zaraženim iglicama razvijaju se ecidije, koje su u početku zatvorene u peridije. Peridije sazrelih ecidija pucaju i tada se u njima uočavaju narančaste ecidije (K i š p a t i ć 1991).

Zapažanja na terenu potvrđuju navode autora kako se ne radi o značajnijem patogenu. *Coleosporium* sp. utvrđena je samo u kulturi u Vozilićima, na iglicama mlađih stabala alepskog bora. Iglice na kojima su uočene ecidije bile su zelene s manjim žutosmeđim pjegama i zrelim ecidijama.

7. *PHELLINUS PINI* (Th. ex Fr.) Pil.

Sinonimi: *Fomes pini* (Fr.) Karst.
Trametes pini Fr.

Sistematska pripadnost
Odjel: *Eumycota* – prave gljive
Pododjel: *Basidiomycota*
Razred: *Hymenomycetes*
Red: *Aphyllophorales*

Ph. pini dolazi na većem broju vrsta četinjača. B r o w n (1968) kao domaćine navodi ove rodove: *Abies, Cedrus, Larix, Picea, Pinus, Pseudotsuga, Thuja* i *Tsuga*.

Prema istom autoru gljiva je široko rasprostranjena u sjevernoj umjerenoj zoni: evidentirana je u Europi, Sjevernoj Americi, Indiji i Pakistanu. K i š p a t i ć (1991) navodi kako je u Europi široko rasprostranjena i štetna i da je parazit rana četinjača koji uzrokuje razornu trulež drva.

Izvještavajući o pojavi *Ph. pini* na stablima, alepskog bora u Hercegovini, Uščuplić (1970) navodi da do zaraze gljivom obično dolazi nakon sječa i oštećivanja debala. Budući da se bolest pojavila i u Dalmaciji, zaključuje da njezinu pojavu ne uvjetuje isključivo vlažna klima.

Prema Kišpatiću (1991) nakon infekcije debla bora preko osušenih ostataka grana micelij gljive počinje se širiti prema krošnji i prema bazi debla između bijeli i srži. Napadnuto staničje bora reagira na širenje patogena privremeno ga zaustavljajući. Na taj se način drvo raspada po godovima i dolazi do tzv. kružne truleži. Tijekom procesa truljenja zahvaćeni su postupno svi godovi. Malo natrula debla posjeduju i dalje čvrstoću. Na oboljelim se stablima dosta kasno, i do 10 godina, razvijaju plodna tijela gljive.

Prema zapažanjima na terenu zaražena su bila samo starija stabla alepskog bora. Formirane karpofore na otvorima odumrlih grana i ispod suhih ostataka grana bile su siguran znak da se radi o *Ph. pini.*

RASPRAVA – DISCUSION

Provedenim istraživanjem mikoza alepskog i crnog bora utvrđene su dvije najučestalije gljive na oboljelim iglicama: *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton i *Cyclaneusma niveum* (Fr.) DiCosmo, Peredo et Minter. Najučestalija gljiva na suhim izbojcima i granama navedenih borova je *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton.

S obzirom na to da je učestalost i štetnost *S. sapinea* i *C. niveum* izražena na crnom boru, rasprava će biti usmjerena na nalaze tih gljiva na iglicama toga bora. Također će se razmatrati pojava gljive *S. sapinea* na suhim izbojcima i granama te češerima crnog bora, osobito u kulturama u Kanegri, Marini i Prklogu, a u vezi s mogućim razlozima njezine masovne pojave na tim lokalitetima. Na kraju će se dati osvrt na moguće mjere zaštite borova od napada gljive *S. sapinea.*

Analiza bolesnih iglica iz krošanja i suhih iglica s tla svih istraživanih lokaliteta (sl. 6 i 9) pokazala je da je *S. sapinea* dominantna gljiva na iglicama krošnje, a *C. niveum* dominantna na iglicama s tla. Može se pretpostaviti da je jedan od razloga takvoj pojavi dob iglica koje te dvije vrste gljiva inficiraju. *S. sapinea* je utvrđena na najmlađim i na starijim iglicama, dok je *C. niveum* nađena samo na dvogodišnjim i starijim iglicama. Drugi mogući razlog leži u evidenciji gljiva na osnovi njihovih razvijenih plodnih tijela, te neuočenost gljive *C. niveum* na iglicama iz krošnje ne potvrđuje i njezin izostanak u analiziranim iglicama u obliku micelija. Međutim, drugi je razlog manje vjerojatan zbog različitih patogenih svojstava dviju gljiva o kojima je riječ.

S obzirom na navedeno i na nalaze brojnih plodnih tijela gljive na suhim izbojcima, granama i češerima, a i prema podacima u literaturi (Brown 1968, Brookhouser & Peterson 1971, Swart i dr. 1988, Chou & MacKenzie 1988, Nicholls & Ostry 1990), gljivu *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton smatram glavnim uzročnikom sušenja crnog bora na nekim lokalitetima u Istri.

Na temelju razgovora sa stručnjacima na terenu, zatim dobivenim rezultatima istraživanja (terenska zapažanja i laboratorijske analize) i navodima u literaturi (Peace 1962, Chou 1987, Nicholls & Ostry 1990, Bussottii dr. 1992)

kako se radi o patogenu koji napada fiziološki oslabljele borove pokušat će se u daljem tekstu rasvijetliti razlozi masovne pojave gljive na nekim lokalitetima.

Rasprava je usmjerena na utjecaj klime i staništa, a također je dan i osvrt na pojavu potkornjaka. Uspoređene su najzdravije (Brest, Vodice i Kostanjevica) i najbolesnije kulture (Marina i Prklog).

Prema podacima Hrvatskog meteorološkog zavoda za meteorološku stanicu Pazin (1) (sl. 1) srednje mjesečne temperature u razdoblju 1961–1990. i godina 1990. i 1991. ne pokazuju značajnijih razlika, međutim mjesečne količine oborina se razlikuju. Od ožujka do rujna (1961–1990) suma srednjih mjesečnih količina oborina iznosila je 660 mm, 1990. u istom razdoblju palo je ukupno 603 mm, a 1991. samo 450 mm oborina. Iz navedenoga se može zaključiti kako je promatrano razdoblje u 1991. bilo sušno. Valja napomenuti kako su se prvi znaci sušenja u oboljelim kulturama pojavili u prosincu 1991. Očito je da je sušno razdoblje od ožujka do rujna uvjetovalo fiziološku oslabljelost borova na nekim lokalitetima, a time i predispoziciju za napad gljive *S. sapinea*. To se poklapa s navodima već spomenutih autora.

Uspoređujući ukupne količine oborina od ožujka do rujna 1991. za lokalitete Brest-Vodice i Marina-Prklog na temelju podataka meteoroloških stanica Vodice (5) i Labin (3) (sl. 1), uočena je znatna razlika u oborinama. Na području Vodica (Brest-Vodice) palo je 871 mm oborina, a na području Labina (Marina-Prklog) 559 mm oborina. Iz spomenutog je evidentan povoljan utjecaj količine oborina na kulture Brest i Vodice u razdoblju ožujak-rujan, a isto tako i na kulturu Slum koja se nalazi u blizini, te zbog toga nije došlo do pojave bolesti u tim kulturama.

Kultura u blizini meteorološke stanice Pazin (1) Kostanjevica (također u cjelini dobroga zdravstvenog stanja) imala je prema podacima te stanice očito nešto manje ukupnih oborina u promatranom razdoblju nego kulture Marina i Prklog (najlošijega zdravstvenog stanja). Međutim kultura Kostanjevica nalazi se prema Škoriću i dr. (1987) na staništu kvalitetnijeg tipa tla, tj. boljih proizvodnih svojstava od navedenih dviju i od kulture u Kanegri. Najvjerojatnije zbog tog razloga, a vjerojatno i nekih drugih, npr. provencijencija borova kojima su podizane kulture, ekološke osobitosti lokaliteta (može se pretpostaviti da i blizina mora /sl. 1/ nepovoljnije utječe na kulture u Marini, Prklogu i Kanegri) i dr., nisu se javile bolesti u kulturi u Kostanjevici.

U kulturama Marina i Prklog uočen je u listopadu 1992. na gotovo svim suhim granama potpuno ili djelomično suhih stabala velik broj hodnika potkornjaka. Potkornjaci su u prvom redu sekundarni štetnici čija se masovna pojava općenito u šumama veže za nepovoljne klimatske prilike ili zdravstveno stanje tih šuma (Kovačević 1956).

Suša i siromašniji stanišni uvjeti očigledno su utjecali na predispoziciju stabala crnog bora na nekim lokalitetima na napad gljive *S. sapinea*, što ide u prilog podacima u literaturi. Masovna pojava potkornjaka u Marini i Prklogu može se tumačiti kao posljedica djelovanja dvaju abiotskih čimbenika i gljive *S. sapinea*. Kao potpora toj tvrdnji ide provedena analiza većeg broja grana čiji su samo vršni izbojci, do 2(3) godine stari, suhi, na kojima su nalažena plodna tijela gljive *S. sapinea*, a nisu uočeni hodnici potkornjaka.

Peterson (1977) navodi da nema u literaturi kompletne spoznaje o biologiji gljive *S. sapinea* za njezinu efektnu i ekonomsku kontrolu. Pokusi kontrole bordoškom juhom kao preventivnom zaštitom izbojaka pokazali su se djelotvornim u

razdoblju njihove visoke osjetljivosti od 24. travnja do 8. svibnja za područje Nebraske (SAD). Međutim u tom razdoblju nisu postignuti zadovoljavajući rezultati smanjenja količine izvora inokuluma aplikacijom češera, a time i potencijalne opasnosti od nove zaraze. Zbog toga autor savjetuje produženje razdoblja aplikacije fungicida.

Navodim također istraživanja P a l m e r a i dr. (1986). U pokusu na dvogodišnjim i trogodišnjim sadnicama *Pinus resinosa* korišteni su preparati: benomyl, thiopanate-methyl i fentin hydroxid. Jedino se benomyl pokazao efektnim. Dvije godine uzastopnim aplikacijama benomylom uspjeli su smanjiti infekciju na svega 2,7% biljaka.

N i c h o l l s & O s t r y (1990) konstatiraju kako se velike štete uzrokovane ovom gljivom periodično javljaju u svijetu, te da nisu poznate metode direktne kontrole (zaštite) od tog patogena u kulturama.

S obzirom na spomenute navode u dostupnoj literaturi, a vezane za moguće mjere zaštite od napada gljive *S. sapinea*, izlazi da za sada nema efikasnih direktnih metoda zaštite u borovim kulturama. Zbog toga, a i općenito pri podizanju kultura trebaju se poduzeti preventivne mjere zaštite. Ponajprije bi trebalo voditi računa o odabiru staništa koja zadovoljavaju optimalne uvjete za razvoj određene vrste bora i o provenijenciji vrste bora (sjeme ili sadnica) kojom se želi podizati određena borova kultura. Poduzetim mjerama omogućit će se fiziološki bolja otpornost borova na napad navedene gljive, kao i drugih gljiva. Isto tako stvorit će se bolja otpornost općenito prema ostalim štetnim biotskim i abiotskim čimbenicima.

ZAKLJUČCI - CONCLUSIONS

Na temelju provedenih istraživanja mikoza borova, započetih 1991. i intenziviranih 1992. na području Istre radi utvrđivanja njihova utjecaja na procese sušenja borova, mogu se iznijeti ovi zaključci.

1. Ocjenjujući zdravstveno stanje kultura dviju najzastupljenijih vrsta borova, crnog i alepskog bora, uočeno je da je alepski bor na svim istraživanim lokalitetima u cjelini u dobrom zdravstvenom stanju. Iznesena konstatacija, s aspekta fitopatologije, ne vrijedi za crni bor. Na nekim lokalitetima crni bor je u cjelini dobroga zdravstvenog stanja. Međutim na nekoliko lokaliteta zabilježena su sušenja cijelih stabala, različite dobi, do 30% od ukupnog broja stabala. To su kulture u Prklogu, Marini i Kanegri.

2. Daljim detaljnijim pregledom stabala u pojedinim kulturama, odabirom nekih za dalju obradu, te analizom skupljenih uzoraka u laboratoriju s tih stabala potvrđeno je navedeno u točki 1. Analiza oboljelih izbojaka s iglicama, otpalih iglica, suhih grana i češera pokazala je da među najučestalijim fitopatogenim gljivama na iglicama dolaze *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton i *Cyclaneusma niveum* (Fr.) DiCosmo, Peredo et Minter, a na izbojcima, granama i češerima također *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton. Uz te gljive na iglicama se javljaju *Lophodermium pinastri* (Schrad. ex Hook.) Chev., *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley et Millar i *Truncatella hartigii* (Tub.) Stay., a na izbojcima i granama *Cenangium ferruginosum* Fr. i *Truncatella hartigii* (Tub.) Stay.

3. Analiza iglica iz krošanja alepskog bora pokazala je da je 99,2% iglica bez gljiva. Obrada iglica alepskog bora s tla dala je drukčiju sliku. Iglica bez gljiva ima 42,8%, a na ostalima s gljivama ističu se one sa *S. sapinea* na ukupno 15,4%, te *C. niveum* na ukupno 23,3% iglica.

4. Utvrđeni su i izuzeci u općoj slici mikoza iglica iz krošnje alepskog bora na tri lokaliteta. Prvi utvrđeni izuzetak čine iglice vršnih izbojaka nekoliko manjih skupina mladih alepskih borova. Iglica bez gljiva ima 29,0%, dok je iglica samo s gljivom *S. sapinea* utvrđeno 65,0%. Drugi izuzetak čine iglice s isključivo donjih grana borova u Marini. Na njima je gljiva *L. pinastri* utvrđena kao dominantna na ukupno 91,0% iglica. Međutim kako se radi o granama koje više ne vrše ili im je smanjena njihova fiziološka uloga, štete od nađenih gljiva nisu od nekog značenja. Treći izuzetak su iglice nekoliko alepskih borova u Vozilićima na kojima je nađena gljiva *Coleosporium* sp., no bez izrazitije štetnosti za njih.

5. Analiza izbojaka alepskog bora s nekoliko lokaliteta pokazala je da je gljiva *S. sapinea* najčešća na njima. Međutim takvih oboljelih izbojaka ima malo u istraživanim kulturama.

6. U kulturama Premantura i Luterija na nekoliko stabala uočene su karpofore gljive *Phellinus pini* (Th. ex Fr.) Pil. Oboljela stabla još imaju zelenu, ali prorijeđenu krošnju.

7. Analiza iglica iz krošanja crnog bora pokazala je da iglica bez gljiva ima 50,7%. Na iglicama s gljivama najučestalije su *S. sapinea* i *C. niveum*. Prva je utvrđena na ukupno 34,6%, a druga na ukupno 15,0% iglica. Analiza iglica iz krošanja crnog bora dviju najugroženijih kultura u Prklogu i Marini pokazala je da iglica bez gljiva ima 33,6%. Na iglicama s gljivama *S. sapinea* je utvrđena na ukupno 57,3%, a *C. niveum* na ukupno 15,3% iglica.

8. Obradom iglica crnog bora s tla utvrđeno je 26,5% iglica bez gljiva. Od ostalih s gljivama *S. sapinea* dolazi na ukupno 5,8%, a *C. niveum* na ukupno 60,0% iglica.

9. Na izbojcima i granama crnog bora utvrđena je daleko kao najučestalija *S. sapinea*. Uz navedenu gljivu na pojedinim suhim izbojcima i granama uočena je *C. ferruginosum*.

10. Analiza zaraženih češera pokazala je također izuzetnu učestalost gljive *S. sapinea*.

11. S obzirom na učestalost gljive *S. sapinea* na istraživanim lokalitetima, osobito u kulturama Prklog, Marina i Kanegra, na bolesnim iglicama, izbojcima, suhim granama i zaraženim češerima, dodatno je detaljnije istražena. Na iglicama crnog bora iz krošnje utvrđeno je 1–75 plodnih tijela ($\bar{x} = 17,0$), na 1 cm izbojaka 7–179 ($\bar{x} = 78,4$), te na štitićima češera 112–279 ($\bar{x} = 188,7$) plodnih tijela gljive *S. sapinea*.

12. Analiza stupnja zrelosti plodnih tijela *S. sapinea* na iglicama krošnje u travnju, svibnju, lipnju, srpnju i listopadu, skupljenih u kulturama Prklog i Marina, pokazala je da su ona zrela u svim mjesecima. Iz toga izlazi zaključak da su moguće zaraze gljivom tijekom gotovo cijele godine.

13. U skladu sa svime naprijed navedenim i prema podacima u literaturi gljiva *S. sapinea* smatra se glavnim uzročnikom sušenja crnog bora na lokalitetima Prklog, Marina, Kanegra i u manjoj mjeri na lokalitetu Puntera.

14. Obradom podataka Hrvatskoga meteorološkog zavoda i analizom proizvodnosti tala istraživanih lokaliteta, a s obzirom na podatke u literaturi pretpostavlja se

da je sušno razdoblje 1991. uz siromašnije stanišne uvjete utjecalo na predispoziciju stabala crnog bora na napad gljive *S. sapinea* na navedenim lokalitetima.

15. Masovna pojava potkornjaka, uočenih u Prklogu i Marini na suhim granama i deblima suhih borova, objašnjava se uvriježenim mišljenjem da do nje dolazi zbog nepovoljnih klimatskih prilika ili lošijega zdravstvenog stanja kultura borova.

16. Prema podacima u literaturi dosada nisu pronađene efikasne direktne metode zaštite od gljive *S. sapinea* u borovim kulturama. Zbog toga pažnju treba usmjeriti na preventivne metode zaštite. U prvom redu treba voditi računa o ekološkim svojstvima staništa na kojemu se želi podići nova kultura određene vrste bora, a također i o prevenijenciji same vrste bora kojom želimo podići novu kulturu.

17. Kako je gljiva *S. sapinea* utvrđena gotovo na svim istraživanim lokalitetima, trebalo bi toj gljivi ubuduće posvetiti pažnju. Također bi potrebno bilo provesti dalja istraživanja radi boljeg upoznavanja biologije gljive *S. sapinea.*

LITERATURA – REFERENCES

Böhm, A., 1959: *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx – uzročnik sušenja sadnica bora. Šumarski list, br. 1–3, str. 48–50.

Brookhouser, L.W., & G.W. Peterson, 1971: Infection of Austrian, Scots, and Ponderosa Pines by *Diplodia pinea.* Phytopathology, Vol. 61, pp. 409–414.

Brown, F.G., 1968: Pests and Diseases of Forest Plantation Trees. Oxford.

Bussotti, F., R. Gellini, P. Grossoni & S. Raddi, 1992: Mediterranean Forest Tree Decline in Italy. Centro di studio per la Patologia delle Specie Legnose Montane, CNR, Firenza.

Butin, H., 1973: Morphologische und taxonomische Untersuchungen an *Naemacyclus niveus* (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc. und verwandten Arten. European Journal of Forest Pathology, Vol. 3, pp. 146–163.

Butin, H., 1984: Triebspitzenschäden an *Pinus silvestris,* verursacht durch *Sphaeropsis sapinea* (= *Diplodia pinea*). Allgemeine Forest Zeitschrift, No. 50, pp. 1256–1257.

Chou, C.K.S., 1987: Crown wilt of *Pinus radiata* associated with *Diplodia pinea* infection of woody stems. European Journal of Forest Pathology, Vol. 17, No. 7, pp. 398–411. (L.S. 1986–1988).

Chou, C.K.S., & M. MacKenzie, 1988: Effect of pruning intensity and season on *Diplodia pinea* infection of *Pinus radiata* stem through pruning wounds. European Journal of Forest Pathology, Vol. 18, pp. 437–444.

Dam, B.C. Van, & M. de Kam, 1984: *Sphaeropsis sapinea* (= *Diplodia pinea*), cause of dieback of top shoots of *Pinus* in the Netherlands. Nederlands Bosbouwtijdschrift, Vol. 56, No. 6, pp. 173–177.

Dennis, R.W.G., 1960: British Cup Fungi and Their Allies. Ray Society. London.

Diminić, D., M. Glavaš & B. Hrašovec, 1993: Važniji uzročnici bolesti borova u Istri. Glasnik za šumske pokuse, poseb. izd. 4. str. 223–230.

Ferreirinha, M.P., 1955: Identificaco de uma doenca de *Pinus insignis* Dougi, e de *Pinus pinaster* Sol. ex Ait. Estud. Inform. Serv. flor. aquic., 46, p. 43. (R.A.M. 35, 131).

Fonseca, N., 1981: The main conifer needle diseases in Portugal. Current research on conifer needle diseases. Aberdeen University Forestry Department, pp. 5–8.

Glavaš, M., 1979: O suzbijanju *Scirrhia acicola* (Dearn.) Siggers u Crvenoj Luci. Šumarski list, br. 9–10, str. 429–431.

Glavaš, M., 1981: Prilog poznavanju proširenosti gljive *Naemacyclus niveus* Fuck. ex Sacc. na borovim iglicama u SR Hrvatskoj. Zaštita bilja, Vol. 32(2), br. 156, str. 155–159.

Glavaš, M., 1983: Nalaz gljive *Thyriopsis halepensis* (Cooke) Theiss. and Syd. na iglicama pinije i alepskog bora. Zaštita bilja, Vol. 34(4), br. 166, str. 513–518.

Glavaš, M., 1988: Istraživanja parazitske gljive *Elytroderma torres-juanii* Diamandis et Minter na borovim iglicama u Dalmaciji (disertacija).

Halambek, M., & B. Liović, 1988: Propadanje crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) na području Istre, Primorja i Dalmacije. Zbornik radova. Drugo savjetovanje o naučno-istraživačkom radu Šumarskog instituta Jastrebarsko, Vol. 23, br. 75, str. 135–139.

Kalandra, A., B. Uroševič & M. Šrot, 1960: Pozor na kalamiti usychání Borovic doprovázené cenangiosou. Lesn. Práce, 8, pp. 361–363. (R.P.P. 40, 568).

Kišpatić, J., 1959: Pojava rđe na alepskom boru u Istri. Šumarski list, br. 1–3, str. 26–38.

Kišpatić, J., 1991: Šumarska fitopatologija. Zagreb.

Kizikelashvili, O.G., 1984: Distribution of some fungus diseases of Pitsunda pine in its habitat. Mikologiya Fitopatologiya, Vol. 18, No. 4, pp. 330–333. (R.P.P. 64, 1311).

Kobayashi, T., 1964: Two needle blights of *Pinus densiflora* seedlings. Forest Protection News, Vol. 13. pp. 14–15. (Diplodia twig and needle blight of conifers. Bibliography).

Kobayashi, T., & Y. Mamiya, 1963: A *Cenangium* causing dieback of Japanese Pines. Bull. For. Exp. Sta. Meguro, 161, pp. 123–150. (R.P.P. 43, 2096).

Komlenović, N., B. Mayer & P. Rastovski, 1990: Opterećenost kultura crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) na području Istre sumporom i teškim metalima. Šumarski list, br. 11–12, str. 451–461.

Kovačević, Ž., 1956: Primjenjena entomologija. III knjiga, Šumarski štetnici. Zagreb.

Lanier, L., P. Joly, P. Bondoux & A. Bellemerè, 1976: Mycologie et Pathologie Forestières. II Pathologie forestière. Masson, Paris.

Lanier, L., P. Joly, P. Bondoux & A. Bellemarè, 1978: Mycologie et Pathologie Forestières. I Mycologie forestrière. Mason, Paris.

Lazarev, V., 1980: Biološke osobine *Lophodermium* vrsta na dvoigličavim borovima u Bosni. Zaštita bilja, Vol. 31(1), br. 151, str. 5–28.

Lorenz, I., 1967: Untersuchungen zur Biologie und Pathogenität von *Cenangium ferruginosum* Fr. Arch. PflSchutz, Vol. 3, No. 2, pp. 143–153. (R.P.P. 47, 346).

Madar, Z., Z. Solel & A. Sztejnberg, 1990: The effiect of *Diplodia pinea* f. sp. *cupressi* and *Seiridium cardinale* on water flow in cypress branches. Physiol. Mol. Plant Pathol., Vol. 37, No. 5, pp. 389–398. (L.S. 1989–1992).

Minter, D.W., 1981: *Lophodermium* species on pines. Current research on conifer needle diseases. Aberdeen University Forestry Department, pp. 49–58.

Minter, D.W., & C.S. Millar, 1980: *Naemacyclus niveus*. CMl Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 660.

Morelet, M., 1971: La maladie chancreuse du pin d'Alep. I. Inventaire des champignons associé aux chancres. Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, Vol. 40, No. 9, pp. 265–269. (R.P.P. 52, 514).

Nicholls, T.H., & M.E. Ostry, 1990: *Sphaeropsis sapinea* Cankers on Stressed Red and Jack Pines in Minnesota and Wisconsin. Plant Disease, Vol. 74, No. 1, pp. 54–56.

Opalički, K., 1986: Zaštita šuma na kršu. Glasnik za šumske pokuse, poseb. izd. 2, str. 229–246.

Osorio, M., & K. Rack, 1980: Beobachtungen über Wechselwirkungen dreier Nadelpilze der Kiefer in vitro. European Journal of Forest Pathology, Vol. 10, pp. 242–252.

Palmer, M.A., R.E. McRoberts & T.H. Nicholls, 1988: Suorces of inoculum of *Sphaeropsis sapinea* in forest tree nurseries. Phytopathology, Vol. 78, No. 6, pp. 831–835. (L.S. 1986–1988).

Peace, T.R., 1962: Pathology of Trees and Schrubs. Oxford.

Peterson, G.W., 1977: Infection, Epidemiology, and Control of *Diplodia* Blight of Austrian, Ponderosa, and Scots Pines, Phytopathology, Vol, 67, No. 4, pp. 511–514.

Prpić B., Z. Seletković & M. Ivkov, 1991: Propadanje šuma u Hrvatskoj i odnos pojave prema biotskim i abiotskim činiteljima danas i u prošlosti. Šumarski list, br. 3–5, str. 107–129.

Sanchez, D., 1967: Efermedales en los viveros de *Pinus elliotti y Araucaria angustifolia* en Paraguay. Fitopatologia, Vol. 2, pp. 27–28. (R.A.M. 48, 483).

Sinclar, W.A., & G.W. Hudler, 1980: Tree and shrub pathogens new or noteworthy in New York state. Plant Disease, Vol. 64, No. 6, pp. 590–592. (R.P.P. 60, 2200).

Slagg, C.M., & E. Wright, 1943: *Diplodia* Blight in Coniferous Seedbeds. Phytopathology, Vol. 33, pp. 390–393.

Spaić, I., 1964: Pokusi suzbijanja potkornjaka na alepskom boru metodom prstenovanja. Šumarski list, br. 5–6, str. 226–236.

Sutton, B.C., 1980: The *Coelomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey.

Swart, W.J., M.J. Wingfield & P.S. Knox-Davies, 1988: Relative susceptibilities to *Sphaeropsis sapinea* of six *Pinus spp.* cultivated in South Africa. European Journal of Forest Pathology. Vol. 18, pp. 184–189.

Škorić, A., i suradnici, 1987: Pedosfera Istre (sa pedološkom kartom). Projektni savjet pedološke karte Hrvatske. Posebna izdanja, knjiga 2, Zagreb.

Torres Juan, J., 1971: Importante epifita del pino carrasco en Baleares. Boletin del Servicio de Plagas Forestales, Vol. 14, No. 27, pp. 13–15.

Tortić, M., 1978: Prilog poznavanju gljiva na drveću u obalnom području Jugoslavije. Šumarski list, br. 8–10, str. 302–310.

Trinajstić, I., Đ. Rauš, J. Vukelić & J. Medvedović, 1992: Vegetacijska karta šumskih zajednica Hrvatske. Šume u Hrvatskoj, Zagreb.

Uščuplić, M., 1964: Sušenje grana borova (*Cenangium abietis* /Pers./ Duby.) Najvažnije bolesti četinara i mere zaštite. Jugoslavenski poljoprivredno-šumarski centar, str. 31–35.

Uščuplić, M., 1970: *Fomes pini* (Thore) Lloyd kao uzročnik sušenja alepskog bora u Hercegovini. Nar. šum., Vol. 24, br. 1–3, str. 45–50. (R.P.P. 50, 1460).

Waterman, A.M., 1943: *Diplodia pinea* and *Sphaeropsis malorum* on Soft Pines. Phytopathology, Vol. 33, pp. 828–831.

Diminić, D.: Prilog poznavanju mikoza borovih kultura u Istri.
Glas. šum. pokuse 30:21–60, Zagreb, 1994

Original scientific paper

DANKO DIMINIĆ

MYCOSES IN THE PINE PLANTATIONS OF ISTRIA

Summary

A general health evaluation of pine plantations, namely Austrian and Aleppo pine, two of the commonest Istrian plantation species, has revealed that the Aleppo pine is mainly in good condition on all research localities. On some of them the Austrian pine exhibits general good health, while in others significant dieback of the crown parts and of whole trees in carius age classes was recorded. On the pine plantations in Prklog, Marina and Kanegra, a mortality rate of 30% was registered.

Laboratory analyses of the collected samples from the chosen Aleppo and Austrian pine trees enabled a complete view on the existing mycoses in the investigated plantations. The analysis of the attacked needled twigs, shed needles, dead brances and cones showed that the most nimerous pathogenic fungi on the needles were *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton and *Cuclaneusma niveum* (Fr.) DiCosmo, Peredo et Minter.; the ones that mostly occurred on the twigs, branches and cones were *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton. Along with the aforementioned fungi, *Lophodermium pinastri* (Schrad. ex Hook.) Chev., *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Miller and *Truncatella hartigii* (Tub.) Stay. develop on pine needles, while *Cenangium ferruginosum* Fr. and *Truncatella hartigii* (Tub.) Stay. attack twigs and brances.

The aleppo pine crown needle analysis showed that 99.2% of the needles contained no fungal carpophores (Fig. 2). However, the analysis of the shed needles (those collected on ground) ware different. There were 42.6% needles with no fungi on them. The infected needles were mainly attacked by two fingi, *S. sapinea* (15.4%) and *C. niveum* (23.3%) (Fig. 3).

A few exceptions from the general appearance of the mycosis attack on the Aleppo crown needles were recorded. There was a case with distal twing needles in a few smaller groups of the young Aleppo pines where the analysis showed 29.0% uninfected and 65.0% needles infected only by *S. sapinea* (Fig. 4). The second example were the needles from the lower branches in Marina, where *L. pinastri* greatly outnumbered other fungi with 91.0% of the infected needles (Fig. 5). However, these branches were under normal process of physiological dieback with their vital functions fading away, so no significant injurious impact could be assigned to the found fungi. The third example were the needles from a few Aleppo pine trees in Vozilići where *Coleosporium sp.* was found but with no significant impact on the surveyed pines.

A twig analysis of the Aleppo pine from several localities showed that *S. sapinea* was the commonest fungi. Nevertheless, such records of infected twigs are rare.

Španjol, Ž.: Problematika nacionalnih parkova u svijetu i Republici Hrvatskoj.
Glas. šum. pokuse 30:61–94, Zagreb, 1994

UDK 502.4(100) + 502.4(497.13)

Izvorni znanstveni članak

ŽELJKO ŠPANJOL

PROBLEMATIKA NACIONALNIH PARKOVA U SVIJETU I U REPUBLICI HRVATSKOJ

THE PROBLEMS OF CROATIAN AND WORLD NATIONAL PARKS

Prispjelo: 13. 09. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

Od proglašenog prvoga nacionalnog parka u svijetu (Yellowstone 1872. godine) do danas bilo je mnogo pokušaja da se usklade mišljenja i definira sam pojam »nacionalni park« i odrede kriteriji i funkcije koje neki prostor treba imati da bi bio proglašen nacionalnim parkom. Samim osnivanjem nacionalnih parkova u SAD-u, Kanadi, Australiji, Africi i u Europi izdvajaju se dva osnovna koncepta (tipa) nacionalnih parkova: liberalniji, tzv. američki, i zatvoreniji, tzv. europski, kao i veći broj onih koji su njihova kombinacija.

Hrvatska nimalo ne zaostaje u zaštiti svojih nacionalnih ljepota. Iako počeci aktivne zaštite počinju krajem prošlog stoljeća, prvi nacionalni parkovi proglašavaju se na teritoriju Hrvatske 1928/29. godine (Plitvička jezera, Štirovača, Paklenica, Bijele stijene). Ta formalna zaštita već nakon godinu dana prestaje važiti. Proglašenje i pravna zaštita nacionalnih parkova započinje nakon 2. svjetskog rata. Republika Hrvatska ima sedam nacionalnih parkova: Plitvička jezera (1949), Paklenica (1949), Risnjak (1953), Mljet (1960), Kornati (1980), Brijuni (1983), Krka (1985).

Danas u vremenu narušene kvalitete života i porasta ekološke svijesti potreba za sačuvanim prirodnim sredinama je izuzetno velika. Napose se to osjeća u turizmu, u kojemu se traži sve veće njihovo korištenje i valorizacija. Naravno da iz toga izlaze mnogi problemi koji se moraju stručno i adekvatno rješavati, od same funkcije (višefunkcionalnost), prostorno-tehničkog uređenja, zoniranja prostora, oblika zaštite, zakonskih mjera, posjedovnih odnosa, organizacije, upravljanja, financiranja i dr.

Ključne riječi: nacionalni park, svijet, Hrvatska, povijesni razvoj, tipovi, funkcije, valorizacija

POVIJESNI PREGLED – HISTORY

Neposredna zaštita prirode započinje zaštićivanjem prvog područja, šume Fontainebleau 1858. godine. Ubrzo nakon toga, dakle u drugoj polovici prošlog stoljeća, u SAD-u je upotrijebljen pojam »NACIONALNI PARK«. Dolazi do proglašenja zaštite prvoga nacionalnog parka u svijetu, u SAD-u i to Yellowstone 1. 3. 1872. godine, čime je distignut najcjelovitiji i najviši stupanj zaštite nekoga nacionalnog prostora.

Kao prvu realizaciju i akt proglašenja jednog područja za nacionalni park u Europi možemo uzeti godinu 1909. kada je potipsan ugovor između Švicarske i komisije za zaštitu prirode i općine Zernez, na čijem je teritoriju nacionalni park, o zakupu područja na 25 godina, iako je tek 1. 8. 1914. godine Savez Švicarske Federacije donio poseban Zakon o proglašenju Donjeg Engodina za nacionalni park (S t a j i ć 1972). Inače je Švedska 1910. godine proglasila 7 nacionalnih parkova, što bi onda to bili prvi nacionalni parkovi u Europi. Taj se podatak navodi u više radova (V i d a k o v i ć 1989; V e v e r s i dr. 1989).

Tablica 1. NAJSTARIJI NACIONALNI PARKOVI NA SVIJETU
THE OLDEST NATIONAL PARKS OF THE WORLD

1.	Yellowstone	1872.	SAD
2.	Royal	1879.	Australia
3.	Banff	1885.	Kanada
4.	Glacier	1886.	Kanada
5.	Yoho	1886.	Kanada
6.	Sequoia	1890.	SAD
7.	Yosemite	1890.	SAD
8.	Kings Canyon	1890.	SAD
9.	Tangariro	1894.	Novi Zeland
10.	Waterton Lakes	1895.	Kanada
11.	Krüger	1898.	Južnoafrička Republika
12.	Mount Rainier	1899.	SAD

Izvor: V i d a k o v i ć (1989); S t a j i ć (1972); Nature and National Parks – Eur. Bull.

Proglašenjem prvoga nacionalnog parka definirana je za američke prilike u to vrijeme i njegova svrha i potreba u definiciji »da se zaštite čuda prirode u korist užitka naroda«, te da se sam prostor očuva u izvornom, prirodnom stanju, da se u njemu ukine svaki oblik eksploatacije prirodnih dobara i da kao takav prostor primarno koristi za užitak i odmor. Dakle, već prvim proglašenim nacionalnim parkom istaknuta je njegova kulturna i općenacionalna vrijednost. Iz toga izlazi i sam naziv »NACIONALNI PARK«, gdje ono »NACIONALNI« upućuje na njegovu nacionalnu važnost i značenje, a »PARK« jer služi u prvom redu za odmor i rekreaciju. Oni pripadaju prirodnim cjelinama o kojima brine društvena zajednica i pod njezinom su neposrednom kontrolom te su od najvišega nacionalnog interesa. Još uvijek u svijetu od tog vremena do danas nije u potpunosti usklađena i određena sama definicija, a ni sam naziv »NACIONALNI PARK«.

»Ni izraz PARK, uzet iz američke prakse, ne odgovara pravom smislu zbog razlike u duhu jezika. Iako se taj izraz udomaćio u Europi, pa i u slavenskim jezicima, on asocira na umjetnu ljudsku tvorevinu dakle drugačiju od one na koju se odnosi tehnički termin NACIONALNI PARK« (K e v o 1971, iz: V i d a k o v i ć 1989).

Iako od samih početaka postoje razlike u pristupima, mišljenjima i definiranju pojma i funkcija nacionalnih parkova, počinje se na međunarodnoj razini razmatrati ta problematika i donositi određene preporuke i definicije. Tako Londonska konvencija iz 1933. godine razrađuje pojam »NACIONALNI PARK« i definira ga kao »područje koje se podređuje javnoj brizi, u kojem o promjeni granica i izdvajanju pojedinih dijelova odlučuju nadležni zakonodavni organi. Zaštićeno područje izdvo-

jeno je radi čuvanja i unapređivanja njegovih estetskih, geoloških, arheoloških i drugih vrijednosti. Propisana su i određena ograničenja, zabranjeno je sjeći stabla, hvatati životinje, uništavati ili sakupljati biljke, osim ako to ne dopusti uprava zaštićenog objekta. Sve te mjere služe dobrobiti pučanstva, a osobito rekreaciji stanovništva koje živi u urbanim i industrijskim centrima« (V i d a k o v i ć 1989).

Godine 1940. donesena je tzv. Washingtonska definicija koja nadopunjuje Londonsku konvenciju »pojmom očuvanja prirodnih, pejzažnih i panoramskih ljepota, flore i faune nacionalnog značenja, gdje se pruža mogućnost javnog uživanja, kao i time da se prirodna bogatstva što ih posjeduju ti parkovi ne smiju iskorištavati u ekonomske svrhe« (V i d a k o v i ć 1989).

U deklaraciji usvojenoj 1945. godine u SAD-u, koja je nazvana »Standardi praiskonskih nacionalnih parkova«, piše: »Praiskonski nacionalni parkovi su prostrani teritoriji i vodene površine, sačuvani u prvobitnom stanju, koji su po kvaliteti i ljepoti toliko iznad prosječnih primjera iste vrste da nameću potrebu da budu sačuvani netaknuti u svojoj cjelini za užitak, odgoj i poticaj čitavom narodu za sva vremena«, (Konz. zav. NRH 1954, iz: V i d a k o v i ć 1989).

Poslije drugoga svjetskog rata najaktivniju ulogu u djelatnostima na zaštiti prirode preuzima »Međunarodna unija za očuvanje prirode i prirodnih izvora« (IUCN), koja je osnovana 1948. godine, zajedno s drugim specijaliziranim organizacijama Ujedinjenih naroda. Posebna zasluga IUCN-a je što je njezinom preporukom Ekonomsko-socijalno vijeće UN na svojoj 27. sjednici 1959. godine donijelo Rezoluciju o nacionalnim parkovima i ostalim prirodnim rezervatima, naglašavajući njihovu važnost za čovječanstvo u duhovnom, kulturnom, znanstvenom i ekonomskom pogledu.

Značajnu pažnju i doprinos u propagiranju važnosti i uloge nacionalnih parkova na nacionalnom i općeljudskom polju daje generalni sekretar UN U Tant. On je pred Ekonomsko-socijalnim vijećem 1961. godine rekao: »*Ujedinjeni narodi uviđaju važnost nacionalnih parkova i sličnih rezervata za čovječanstvo na kulturnom i znanstvenom polju, kao i njihovo ekonomsko značenje, te mogućnost da se flora i fauna na tim područjima zaštite u prirodnom stanju*« (K e v o 1971, iz: V i d a k o v i ć 1989).

Godine 1960. u Ateni je osnovana Međunarodna komisija za nacionalne parkove (ICNP). Ona dopunjuje dotada utvrđene definicije, kriterije i načela o nacionalnim parkovima te provodi njihovu klasifikaciju i selekciju.

Prva svjetska konferencija o nacionalnim parkovima održana je u Seatleu (SAD) 1962. godine. Ona je značajna po tome što je na njoj naglašena uloga nacionalnih parkova napose u pedagoškom, znanstvenom i istraživačkom pogledu. Propisuje da se oni moraju osnivati zakonom. S obzirom na njihovu javnu, tj. turističku ulogu, naznačeno je da se sva turistička izgradnja treba locirati izvan parka, kao i to da unutar nacionalnog parka ne smije biti stambenih naselja. Donesen je čitav niz korisnih preporuka o unapređenju i zaštiti nacionalnih parkova.

Godine 1962. održana je u Parizu Generalna konferencija UNESCO-a o čuvanju ljepota i karaktera pejzaža i predjela, s osloncem na nacionalne parkove. Na njoj se pozivaju sve zemlje svijeta da poduzmu sve, napose u obliku nacionalnih zakona, kako bi se sačuvala prirodna baština koja je od primarne važnosti za ljudski opstanak, za njezinu duhovnu i fizičku rekreaciju. Traže se bitne mjere radi očuvanja i zaštite primarnih pejzaža i predjela, vrijednih i specifičnih urbanih područja, zatim

planska upotreba prirodnih prostora i resursa. Poziva se na edukaciju, obrazovanje i odgoj u svim oblicima školske i fakultetske naobrazbe i upozorava na značenje medija u njhovoj provedbi (V i d a k o v i ć 1989).

Međunarodna komisija za nacionalne parkove utvrdila je 1963. godine kriterije za selekciju i izradila tekst note koja će se putem IUCN-a prenijeti svim zainteresiranim vladama. Utvrđeni su principi prema kojima se neko područje može proglasiti nacionalnim parkom. Određena je minimalna površina od 2000 ha, kao i sve mjere zaštite koje se propisuju. Utvrđene su štetne djelatnosti koje se ne smiju provoditi u nacionalnom parku. Tako se zabranjuje bavljenje poljoprivredom, stočarstvom, lovom, ribolovom, eksploatacijom ruda i šuma, te gradnja brana za hidroenergiju i navodnjavanje, aerodroma, željeznica, cesta.

Još je jednom Londonska i Washingtonska definicija nacionalnog parka korigirana i dopunjena na Desetom generalnom zasjedanju skupštine IUCN-a, održanom u New Delhiju 1969. godine. Tada je donesena jedinstvena definicija pojma »NACIONALNI PARK«:

»1. Nacionalni park je relativno veliko područje izuzetne ljepote gdje jedan ili više ekosistema u suštini nisu promijenjeni ljudskim korištenjem i gdje biljni i životinjski svijet, geološke i morfološke osobitosti imaju posebnu važnost za nauku, obrazovanje, rekreaciju i turizam.
2. O parku se brine najviši nadležni organ vlasti u zemlji, poduzimajući mjere da se u cijelom zaštićenom prostoru spriječi ili ograniči naseljavanje i eksploatacija, kako bi se očuvale ekološke, geomorfološke i estetske karakteristike, koje su bile pretpostavka za ustanovljavanje zaštićenog teritorija.
3. Posjećivanje je dopušteno pod određenim uvjetima, koje ima rekracijsku, odgojnu, obrzovnu i kulturnu svrhu.

Na istom zasjedanju precizirano je koja se područja ne mogu zvati NACIONALNIM PARKOM.

a) Prirodoznanstveni rezervati za čije je posjećivanje potrebna specijalna dozvola (strogi, integralni, odnosno cjeloviti prirodni rezervati).

b) Prirodni rezervati kojim upravlja privatna institucija ili čije priznavanje nije i kontrola nisu u nadležnosti najviših organa u zemlji.

c) Specifični rezervat koji je utvrđen prema terminima Afričke konvencije iz 1968. godine (floristički, faunistički i lovni rezervat, ornitološki, geološki, šumski, itd.).

d) Naseljeno i iskorištavano područje na kojemu se prostornim planom uređenja predviđa razvitak turizma, gdje su industrijalizacija i urbanizacija pod kontrolom, gdje javna rekreacija u prirodi ima prednost pred zaštitom ekosistema (različiti regionalni prirodni parkovi, park-šume, itd.).

U želji da se za Europu modificira, odnosno precizira koncepcija nacionalnih parkova, sazvan je 1970. godine međunarodni kolegij koji je definicije iz New Delhija dopunio slijedećim:

a) Rekreativne aktivnosti koje bi mogle štetiti prije strogo zaštićenim područjima i poremetiti biološku ravnotežu moraju biti isključene iz pojasa nacionalnih parkova.

b) Područja koja se nazivaju »NACIONALNIM PARKOVIMA«, a naseljena su, u kojima se daje važnost turizmu i gdje se daje prednost industrijalizaciji, razvoju arhitekture i rekreaciji u prirodi u odnosu prema očuvanju ekosistema treba, što je moguće prije, nazvati drugim imenom i promijeniti im naziv i kategoriju.

c) Prilikom definiranja primarne svrhe postojanja nacionalnog parka treba znati da prirodni ekosistemi nisu uvijek njegova osnovna svrha; mnogi nacionalni parkovi sa značajnim kulturnim znamenitostima odgovaraju svim kriterijima pa ih je ICNP bez rezerve prihvatio« (V i d a k o v i ć 1989).

Postulati s konferecije u New Delhiju preuzeti su i pooštreni na 11. generalnoj sjednici u Banfu (Kanada) 1972. godine, gdje je naglašena zaštitna funkcija nacionalnih parkova (M a r t i n o v i ć-U z e l a c 1987).

Na Drugoj svjetskoj konferenciji o nacionalnim parkovima, održanoj u Yellowstonu 1972. godine, doneseni su kriteriji koje nacionalni park mora zadovoljiti da bi bio upisan u »Listu svjetskih nacionalnih parkova«. Prema »United Nations list of National parks and Equivalent reserves« (J a r i ć 1978) to su:

1. da ima zakonsku osnovu koja mu osigurava dovoljno striktnu zaštitu,
2. da ima određenu minimalnu veličinu,
3. da bude adekvatno osiguran dovoljno velikim godišnjim budžetom i osobljem za njegovo održavanje koje omogućava da ta zakonska zaštita može biti učinkovito primijenjena.

Sve su te rezolucije danas kriteriji za nacionalne parkove.

Kako se striktna definicija nacionalnog parka ni jednim tipom organizacije i funkcioniranja nije mogla primijeniti zbog specifičnosti svakog parka, moralo se prići određenim prilagođavanjima i toleriranju određenih kompromisa. Tako se turizam tolerira onoliko i na onim mjestima gdje neće ugroziti estetske, biološke i ekološke vrijednosti zaštićenog prostora (npr. zone stroge zaštite). Mogu se dopustiti i one djelatnosti koje su u funkciji unapređenja turizma, ali u dopuštenim okvirima zaštite prirode i okoliša. Također se dopušta i gradnja onih objekata koji su u službi zaštite, organizacije, unapređenja i djelatnosti. Može se dopustiti i lov i ribolov, ali samo uz strogu kontrolu i u određenim razdobljima za određenu vrstu. Vrlo je značajno reguliranje prava privatnih vlasnika u prostoru nacionalnog parka. Njihov boravak i život te aktivnosti i djelatnosti moraju biti u skladu sa zaštitom i funkcijama ili u protivnom se moraju ukinuti. I ostale suprotnosti i kolizije moraju se riješiti uz primjenu zakona u korist razvoja i zaštite prostornih i prirodnih značajki nacionalnog parka.

U Republici Hrvatskoj ideje o zaštiti prirode počinju se javljati gotovo istovremeno kada i u ostalom svijetu, prije svega od naših prirodoslovaca koji ideje o zaštiti prirode propagiraju pišući u časopisima, od kojih neki imaju stoljetnu godišnjicu izlaženja i uopće su među najstarijima u svijetu u svojoj problematici: Šumarski list 1877, Glasnik Horvatskoga naravoslovnoga društva 1886, Lovačko-ribarski viestnik 1892, Hrvatski planinar 1898, Priroda 1911, Zaštita prirode 1938. godine.

Proglašenju prvih nacionalnih parkova u Hrvatskoj prethodio je sustavan rad na zaštiti prirode već od polovice 19. stoljeća donošenjem raznih uredbi, naredbi i zakona te pisanjem u navedenim časopisima i publikacijama. Svakako treba spomenuti da je 27. 04. 1893. godine donesen naš najstariji Zakon o lovu, u kojemu je obuhvaćena zaštita ptica. Iste 1893. godine osnovano je Društvo za uređenje i uljepšavanje Plitvičkih jezera i okolice. Dana 27. 12. 1885. održana je Prva glavna skupština Hrvatskoga naravoslovnoga društva, u sklopu kojega je 1922. godine osnovan Odbor za zaštitu prirodnih spomenika. Značajno je spomenuti Zakon o zaštiti pećina od 30. 07. 1900. godine.

»Napose je spomena vrijedna još i naredba Kr. zem. vlade, odjela za unutarnje poslove, od 21. 03. 1910, koja se tiče sačuvanja remek djela prirode, koja su važna sa znanstvenog gledišta ili od osobite estetske važnosti, a služe za ures domovini. U istom duhu sastavljen je i novi Zakon o lovu od 5. 12. 1931, obvezatan za sve banovine države, u kojemu se ustanove (članci) 17 i 18 protežu na zaštitu ptica i rijetke vrste divljači, dok je saveznom uredbom Savske banovine od 7. 02. 1935. propisana zaštita ptica pjevica i ostalih ptica korisnih po poljoprivredno i šumsko gospodarstvo. Ovamo napokon pristaju ustanove (članci) Zakona o šumama obvezatnog za sve banovine, i savezne naredbe od 20. 06. 1930, po kojima se mogu putem posebne odluke bana proglasiti zaštićenima pojedini objekti prirodne osobitosti, predjeli naročite prirodne ljepote, pa rijetkosti flore i faune, koje se nalaze u šumi ili na šumskom tlu, i u tu svrhu propisati mjere za uzdržavanje prirodnih spomenika i osebujnosti iz biljnoga i životinjskoga svijeta« (H i r t z 1938).

Godine 1899. donesena je Uredba o građevinskom radu za okolicu Plitvičkih jezera. Njome se htjelo spriječiti *»onečišćenje jezerskih voda i pritoka, na što bi se imalo osobito paziti kod podizanja novih pilana izvan rezervatnog užeg i šireg područja«* (E i s e n h u t h 1928, iz: V i d a k o v i ć 1989). Društvo za uređenje i uljepšavanje Plitvičkih jezera i okolice prvo je pokrenulo donošenje zakona o proglašenju tog lokaliteta nacionalnim parkom. Godine 1914. izradilo je prijedlog zakona« *o čuvanju krasota Plitvičkih jezera i okolice«* i uputilo hrvatskom Saboru *»da se stvori zakon o zaštiti Plitvičkih jezera i proglasi ih za nacionalni park«*, (E i s e n h u t h 1928, iz: V i d a k o v i ć 1989). Procedura za dostavljanje zakonskog prijedloga Zemaljskoj vladi trajala je dugo, pa je tek 1916. godine molba Društva proslijeđena Šumskom odsjeku u Rijeci, pod čijom je upravom bilo plitvičko područje. Napravljen je i prijedlog zakonske osnove o zaštiti Plitvičkih jezera i anketa (1920.) kao priprema za zakon, u kojoj je ispitivano javno mišljenje (V i d a k o v i ć 1989). Godine 1925. zakonska osnova o zaštiti Plitvičkih jezera i okolice upućena je Ministarstvu šuma i ruda s apelom da se pokrene zakonska zaštita. Upravo zahvaljujući toj zakonskoj osnovi, na temelju Zakona o šumama i Zakona o lovu, posebnim Financijskim zakonom Kraljevine SHS iz godine 1928/29. (članak 280) proglašeni su prvi nacionalni parkovi na prostoru Hrvatske: Plitvička jezera, Bijele stijene, Štirovača (P r e m u ž i ć 1938) i Paklenica (K a m e n a r o v i ć 1961). Kako je taj zakon bio na snazi samo jednu budžetsku godinu, a poslije nije produživan, prestala je ta formalna zaštita tih područja.

U službenom listu kraljevske banske uprave Savske banovine, Narodnim novinama br. 98 od 30. 04. 1934. objavljeno je da je rješenjem bana od 22. travnja 1937. godine (broj 6032–7–1937) osnovano »Povjerenstva za zaštitu prirode i očuvanje prirodnih spomenika Savske banovine« i donesen Statuta rješenjem broj 6033–7–1937 od 24. 04. 1937. godine i imenovano, prema Statutu, od predsjednika, tajnika i deset članova. Prema članku 1. Statuta »zadaća je Povjerenstva za očuvanje prirode i prirodnih spomenika, da trajno oživljava i unapređuje svekolika nastojanja oko:

a) sačuvanja remek-djela prirode važnih sa znanstvenog i estetskog gledišta kao što su razne geološko-petrografske i paleografske osobitosti, pećine, špilje, izvori, vodeni tokovi, slapovi, jezera, ribnjaci, naročito stara i rijetka stabla te grupe istih, drvoredi pošumljenih površina na kraškim terenima itd.;
b) zaštita rijetkog bilja i životinja;

c) održanja predjela naročite prirodne ljepote; i
d) da surađuje kod postupka oko proglašavanja izvjesnog predjela nacionalnim parkom«.

Prema članku 2. »povjerenstvo je savjetodavni organ Kr. banske uprava u Zagrebu, te stoji pod neposrednim nadzorom Bana Savske banovine«. Prva sjednica Povjerenstva održana je dana 29. 05. 1937. godine u dvorani zgrade Kr. banske uprave na Radićevu trgu broj 2/I. Prvi predsjednik bio je dr. Vale Vouk. Sjednici je pored članova Povjerenstva bio nazočan i gospodin ban Savske banovine dr. Viktor Ružić A r h i v).

Na osnovi Financijskog zakona za 1938/39. godinu Ministarski savjet po prijedlogu ministra šuma i rudnika propisuje Uredbu o nacionalnim parkovima. U članku 1. stoji: »Predjeli naročite prirodne ljepote, naučne ili povjesne važnosti ili koje imaju uvjeta, da služe uživanju prirode, fizičkom i duhovnom jačanju čovjeka i razvoju turizma, mogu se izdvojiti i proglasiti nacionalnim parkovima«. Uredbom je regulirano da odluku o izdvajanju i proglašenju nacionalnih parkova donosi Ministarski savjet na prijedlog ministra šuma i rudnika u suglasnosti ministra financija, trgovine i industrije i građevina. Nacionalni parkovi su pod neposrednom zaštitom države (članak 4) i o njima vodi brigu ban (članak 7), a o nacionalnim parkovima u državnim šumama brine se ministar šuma i rudnika (članak 9). U Uredbi su regulirane granice, zaštita, vlasništvo, savjetodavni odbori, gradnja u nacionalnom parku, iskorišćivanje šuma, čuvanje, planovi, kaznene odredbe i dr. M a r i n o v i ć-U z e l a c (1986) navodi da je ta Uredba vrlo značajna i da se može slobodno reći ispred svog vremena, i to u europskim relacijama.

Temeljem članka 8. Uredbe o nacionalnim parkovima od 12. 05. 1938. izdalo je Ministarstvo šuma i rudnika »Propise o sastavu i djelokrugu rada savjetodavnih odbora« na osnovi kojega je bivše samostalno »Povjerenstvo za zaštitu prirode i očuvanje prirodnih spomenika Savske banovine« dokinuto i postavljen je novi »Banovski odbor za zaštitu prirode u Savskoj banovini«, koji je imenovan rješenjem broj 6531–7 od 14. 04. 1939. Svoju prvu sjednicu »Banovski odbor za zaštitu prirode« održao je u Zagrebu 16. 05. 1939. godine u prostorijama Odsjeka za šumarstvo. Prvi predsjednik bio je dr. Vale Vouk. Članovi Odbora na svojim su sjednicama podvrgli oštroj kritici Propise o sastavu i djelokrugu rada savjetodavnog odbora od 3. 03. 1939, koje je izdalo Ministarstvo šuma i rudnika, zato što osnutkom Vrhovnog odbora za zaštitu prirode u Beogradu nije bilo garancije da će rad Banovinskog odbora biti uspješan. Zanimljivo je da u Vrhovnom odboru po tim propisima nisu bili zastupani članovi Banovinskog odbora, što je svakako bilo svjesno kočenje rada i zaštite prirode u Savskoj banovini. Banovinski odbor, nošen naprednim i europskim idejama o zaštiti prirode i u njezinu interesu započeo je intenzivno raditi osobito na:

1. zaštiti prirode na Plitvičkim jezerima i njihovu proglašenju narodnim zaštitnim parkom,
2. izradi zakonskog nacrta o »Zaštiti prirode i prirodnih spomenika«.

Već na prvoj sjednici 16. 05. 1939. jednoglasno je prihvaćen prijedlog da Kr. banska uprava »hitno poduzme potrebite korake, kako bi se do donošenja odluke o izdvojenju i proglašenju Plitvičkih jezera nacionalnim parkom te sastave regulativne osnove, zabranila svaka sječa kao i podizanje građevinskih objekata na području Plitvičkih jezera«.

Banovski odbor za zaštitu prirode imenovan je rješenjem bana od 3. 7. 1940. godine u Savjetodavni odbor za zaštitu prirode Banovine Hrvatske, a uspostavljanjem Nezavisne Države Hrvatske 1941. godine u Savjetodavni odbor za zaštitu prirode Nezavisne Države Hrvatske (A r h i v).

Nakon 2. svjetskog rata, godine 1946. donesen je Zakon o zaštiti spomenika kulture i prirodnih rijetkosti na razini ondašnje države Jugoslavije. Na temelju spomenutog zakona je 25. 1. 1946. osnovan u Zagrebu Zemaljski zavod za zaštitu prirodnih rijetkosti NRH. Za Hrvatsku je donesen godine 1949. Zakon o zaštiti spomenika kulture i prirodnih rijetkosti (NN, br. 84 od 18. 10. 1949). Opći zakon o zaštiti spomenika kulture i prirodnih rijetkosti predviđao je za prirodne objekte samo jednu zaštitnu kategoriju (»prirodna rijetkost«), dok je na temelju Općeg zakona o šumama iz 1947. godine postojala mogućnost da se »šumski predjeli prirodnih ljepota, kao i oni povjesnog ili naučnog značenja, mogu zakonima proglasiti za nacionalne parkove«. Tako je nastojanjima Zemaljskog zavoda i nadležnih šumarskih organa Sabor NR Hrvatske proglasio na temelju zakona o šumama Plitvička jezera i Paklenicu godine 1949. nacionalnim parkovima. Početkom 1950. godine zaštita prirode spojena je sa službom zaštite spomenika kulture (Konzervatorski zavod NRH-Zagreb), te je otada djelovala kao Odjel za zaštitu prirodnih rijetkosti. Iste je godine pri spomenutom Odjelu osnovan Savjet za zaštitu prirodnih rijetkosti, sastavljen od istaknutih znanstvenih radnika, pobornika zaštite prirode u Hrvatskoj između dvaju svjetskih ratova.

Povijesno je značajna i Uredba o nacionalnim parkovima iz godine 1954. Ona uvodi dvije razine njihove uprave: razina Savjeta nacionalnih parkova Izvršnog vijeća Sabora, koji još uvijek pripada resoru šumarstva pri Republičkom sekretarijatu za poslove narodne privrede, i razina uprave pojedinog nacionalnog parka s upravnim odborom i direktorom. Njezinom izmjenom iz 1958. godine ublažen je zaštitni režim šuma nacionalnih parkova. Novi Zakon o zaštiti prirode iz 1960. godine (NN br. 19 od 11. 05. 1960) najcjelovitije afirmira zaštitu prirode i njezinu djelotvornost i učinkovitost. Značajan je zbog toga što se njime osamostaljuje služba zaštite prirode u odvojeni Zavod za zaštitu prirode, koji regulira službu zaštite prirode, a imenuje ga Izvršno vijeće Sabora. Značajno je i osnivanje Savjeta, sastavljenoga od prestavnika svih zainteresiranih resora (prosvjeta, znanost, kultura, privreda, urbanizam, šumarstvo, turizam i dr.), koji obavlja određene poslove u području zaštite prirode. Tim zakonom u članku 6. definiran je pojam nacionalnog parka: »Nacionalni parkovi su veća prostorno ograničena područja velike prirodne privlačnosti, koja imaju naročito naučno, kulturno-prosvjetno i društveno značenje, te služe za odmor i rekreaciju.«. On se proglašuje Zakonom (članak 7). Godine 1965. izlazi novi Zakon o zaštiti prirode (NN br. 34), koji ne mijenja ništa što se tiče nacionalnih parkova.

Važeći Zakon o zaštiti prirode iz 1976. godine (NN br. 54 od 25. 12. 1976) definira pojam nacionalnog parka: »Nacionalni park je prostrano područje osobite prirodne, kulturne, znanstvene, odgojne, obrazovne, estetske, turističke i rekreativne vrijednosti, a obuhvaća jedan ili više sačuvanih ili neznatno izmijenjenih ekosistema. U nacionalnom parku dozvoljene su djelatnosti kojima se ne ugrožava izvornost biljnog i životinjskog svijeta, te hidrografske, geomorfološke, geološke i pejsažne vrijednosti nacionalnog parka, kao i radnje kojima se održava ili uspostavlja prirodna ravnoteža«. On se proglašuje zakonom (članak 27) zajedno sa strogim rezervatom i parkom prirode, dakle proglašava ga Sabor. Člankom 33. istog Zakona »za pojedine

dijelove nacionalnog parka, s obzirom na njihovo značenje i stupanj ugroženosti, može se utvrditi poseban način zaštite odnosno uređenja i korištenja.« U tom članku možemo uočiti mogućnosti zoniranja u nacionalnom parku. Nacionalnim parkom upravlja Uprava nacionalnog parka (članak 69) koja radi prema donesenom Statutu Uprave nacionalnog parka. U članku 70. stoji da je nacionalni park od posebnog društvenog interesa. Da brigu o nacionalnim parkovima vodi najviše državno tijelo, govori se u člancima 34. i 72. U članku 72. stoji da »Sabor daje suglasnost na odredbe Statuta Uprave nacionalnog parka koje su značajne za ostvarivanje posebnog društvenog interesa u obavljanju njene djelatnosti.« Članak 34. govori o tome da se »način zaštite, uređenja, unapređenja i korištenja nacionalnog parka i njegovih dijelova utvrđuje prostornim planom područja posebne namjene u smislu posebnog zakona.« Prostorni plan donosi Sabor.

TIPOVI NACIONALNIH PARKOVA
TYPES OF NATIONAL PARKS

Postojanje dvaju temeljnih tipova i svih ostalih, nastalih njihovom kombinacijom, uvjetovano je poviješću nastajanja nacionalnih parkova, motivima i namjenom zaštićenog prostora i znatno se razlikuju međusobno.

U SAD-u i Kanadi od prvih početaka zaštite prirode išlo se na zaštitu velikih kompleksa prirodnih prostora, koji su proglašavani nacionalnim parkovima, a poslije strožih rezervata, bilo posebno ili u nacionalnim parkovima. U Europi su se prvo zaštićivali pojedini objekti i manje površine (područja), dakle rezervati, a tek poslije su osnivani nacionalni parkovi. U SAD-u od prijedloga do same realizacije zaštite, tj. zakona o proglašenju i konkretne zaštite, prolazi vrlo kratki rok jer se odmah angažiralo samog predsjednika i Kongres SAD-a. Dotle se u Europi vodila duga borba za svaki zaštićeni objekt istupanjem pojedinaca, znanstvenih djelatnika i ustanova za pridobivanje javnosti i državnih vlasti. Sami američki predsjednici veliki su pobornici zaštite prirode i prirodnih vrednota i često su isticali potrebu njihove zaštite kao primarnu nacionalnu važnost. To se može obrazložiti razlikama u tome što je Europa prostorno malena (izuzmemo li još i azijski dio Rusije), gusto naseljena, rascjepkana velikim brojem država, različitim kulturnim, nacionalnim i političkim tradicijama, dok je SAD prostrana, rjeđe naseljena, s velikim prostranstvima nedirnutih prirodnih cjelina te ekonomski najrazvijenija zemlja.

Tzv. američki tip organizacije nacionalnog parka možemo nazvati i liberalnijim, jer dopušta slobodnije ponašanje u prostoru. U njemu je veće značenje dano odgojnoj i rekrativno-turističkoj funkciji. Ta je misao od početka jasno postavljena kao svrha i jedan od ciljeva osnivanja nacionalnih parkova. Ona je uklesana na ulazu u prvi nacionalni park Yellowstone (1872): »FOR THE BENEFIT AND ENJOYMENT OF THE PEOPLE«. Iako su te funkcije primarne, prostor nacionalnog parka je izuzet iz velikih gospodarskih zahvata. Turistička aktivnost, kao primarna, mora biti u funkciji zaštite i edukacije, mora se podrediti načelima zaštite prirode, tako da i ona funkcionira uz znatna ograničenja i prema strogim zakonskim pravilima. Američki je tip zaštite potekao iz zaštite većih površina, pa tako i nacionalni park, ali nije bio uvjetovan načinom života u velikim urbanim i industrijaliziranim gradovima i naseljima, jer ih u to doba nije bilo ili su se tek nazirali ti

problemi. Rastom velikih gradova sazrijevale su spoznaje o tome da je nužno zaštićivati i manje prostore koji su vrijedne cjeline, što je osobito dolazilo do izražaja u Europi. Europski način zaštite razvijao se i obrnutim putem. U prvo vrijeme zaštićivani su manji, pojedini i izolirani dijelovi prirode. Poslije se prelazilo na zaštitu cijelih područja koja bi se proglasila nacionalnim parkom. Nosioci zaštite bili su pojedinci i društva, prirodnjaci i entuzijasti, motivirani prirodnim ljepotama i slobodom prirodnoga razvoja. Potreba za nekakvim aktivnim sudjelovanjem i doživljajem u prirodi u obliku rekracije nije u to vrijeme bila značajna u Europi. Tako se razvija tzv. europski tip organizacije nacionalnog parka, koji je mnogo stroži.

U nacionalnom parku zabranjeni su svi gospodarski zahtjevi, a svrha im je prije svega znanstvenoistraživačka (»laboratorij u prirodi«). Priroda je prepuštena svom prirodnom razvoju, a tek u izuzetnim slučajevima dopušta se aktivnost čovjeka.

Poslije, proglašavanjem novih nacionalnih parkova u vrijeme većih potreba čovjeka za prirodom i aktivnostima u njoj, dolazi do kompromisa između turizma i zaštite prirode u novim oblicima organizacije nacionalnih parkova tzv. kombiniranim tipom, danas sve zastupljenijim. Države su svojim zakonima o zaštiti prirode omogućile razne kategorije zaštite prirodnih predjela (rezervati, parkovi prirode, spomenici prirode, predjeli, krajolici), čime je nacionalni park mogao razviti sebi svojstven oblik zaštite i organizacije prema međunarodnim propisima, preporukama i nacionalnim zakonima i interesima.

FUNKCIJE NACIONALNIH PARKOVA
FUNCTIONS OF NATIONAL PARKS

a) Odgojno-obrazovna funkcija
Educational Function

Posjetom nacionalnom parku čovjek spoznaje i zapaža, osjeća i sudjeluje u životnom prostoru i tokovima prirode. Krećući se u zaštićenom prostoru, samostalno ili u grupama, u njemu se mora probuditi osjećaj poštovanja prema prirodi, jer »čovjek kao oličje svoje okoline mora učiti da se više ne pita što može da radi, nego prije svega, što smije da radi ne želi li uništiti vlastitu zakonitost prirode.« (Kumm 1975, iz: Vidaković 1989). Odgojno-obrazovne funkcije nacionalnog parka očituju se i u edukaciji u prirodi, napose za mlađe naraštaje kojima se usađuje znanje i intelektualna svijest o čuvanju, zaštiti i razumijevanju prirode. Nacionalni parkovi su također pogodni da se preko sredstava masovnog informiranja (TV, novine, film, razne publikacije i dr.) popularizira zaštita prirode, napose zakoni, uredbe i mjere kojima se njegovo korištenje usklađuje s namjenom, koja je opet određena ograničenjima i normama ponašanja i djelovanja.

Nacionalni parkovi sa svojim sačuvanim ekosustavima, florom i faunom te geomorfološkim osobitostima pružaju izuzetnu priliku da se na tim prostorima posjetitelji neposredno ili preko raznih medija educiraju o funkcioniranju i važnosti prirode i zaštićenih objekata prirode. Koji su oblici edukacije mogući, detaljno

navodi Kutscher (1980) na primjeru nacionalnog parka Bayerischer Wald. On polazi od socijalne, dobne i obrazovne struktura posjetitelja. Značajan je koncept edukacije u američkom nacionalnom parku koji daju Watson (1980) i Killerman (1980), koji pokazuje instruktivno na primjerima radnih obrazaca programe učenja i zapažanja u prirodi, napose za školski uzrast. Knoll (1980) ističe značenje ekskurzija (instructional tours) kao načina osobne i kolektivne edukacije.

b) Rekreacijska funkcija
Recreational Function

Prostor nacionalnog parka je najprivlačniji prostor za odmor i rekraciju po svojoj prirodnoj, ekološkoj i prostornoj monumentalnosti i ljepotama. Pogrešno je shvatiti da nacionalni parkovi moraju ponajprije služiti za odmor i rekreaciju pod svaku cijenu. U nacionalnom parku mora se vladati po određenom režimu. Ni u kojemu slučaju ne može se dovesti u pitanje mir, red, ekološka i prirodna ravnoteža, napose temeljnog fenomena parka te cjelokupne flore i faune. Turisti se moraju podrediti načelima zaštite prirode.

Aktivne i pasivne sportske i rekracijske aktivnosti čine osnovu turističke ponude nacionalnog parka. Na taj način turizam postaje inicijalna djelatnost kroz koju se ostvaruje aktivni koncept zaštite, te se tako kroz dimenzioniranje turističkih kapaciteta utječe neposredno na koncept i režime zaštite prostora.

c) Znanstvenoistraživačka funkcija
Scientific Function

Znanstvena istraživanja moraju biti sastavni dio funkcije nacionalnog parka. Na rezultatima tih istraživanja mora se temeljiti organizacija i funkcioniranje nacionalnog parka. Njegov temeljni fenomen, kao i cjelokupna priroda, flora i fauna, moraju biti »poligon« multidisciplinarnih istraživanja »laboratorij« u prirodi na samo domaćih znanstvenika već od internacionalnog značenja za znanost.

PROBLEMI KORIŠTENJA I UREĐENJA NACIONALNIH PARKOVA
PROBLEMS IN USE AND ORGANIZATION OF NATIONAL PARKS

»Racionalno je planiranje bitan instrument za usklađivanje eventualnih sukoba između potreba razvoja i potreba zaštite i poboljšanja okoliša.«
Deklaracija Stockholmske konferencije, 1972.

Problem korištenja i uređenja nacionalnog parka reguliran je prostornim planom. Prostorni plan zaštićenog prirodnog područja je jedan od oblika zaštite, i to, možemo reći jedna od načina »aktivne zaštite«. Kao takav on uvjetuje donošenje odluka o teritorijalnim oblicima korištenja prostora, koje je zasnovano na znanstvenim spoznajama. Kako navodi Minjević (1981), »planiranje time postaje primarni regulator održavanja prirodnih fenomena u svom izvornom obliku i njegovog adekvatnog korištenja.« Zato prostorni plan mora zadovoljiti osnovne pretpostavke

da ne bi optimalnim rasporedom svih funkcija u prostoru (ljudi, dobara i djelatnosti) doveo u pitanje i opasnost za zaštitu, očuvanje i funkcioniranje prirodnih ekosustava i značajki nacionalnog parka, napose izgradnjom objekata za obitavanje i boravak ljudi, njihovu razonodu i rekraciju. U tom smislu on mora biti na svoj način restriktivan.

»Prostorni plan zaštićenog područja jedno je od temeljnih sredstava koncepcije i provođenja zaštite, uređenja, održavanja i unapređenja. Pogrešna koncepcija prostornog plana u stanju je da bude razorni faktor s gorim posljedicama nego što bi one bile da plana nije uopće bilo, upravo zbog njegove, ne samo restriktivne, nego i izrazito izražene aktivne uloge što ga ističe između svih ostalih mjera zaštite i unapređenja. (...) Prostorni plan za nacionalni park je sigurno najsloženiji između prostornih planova zaštićenih prirodnih područja. Tome je razlog složenost funkcija nacionalnog parka. Znanstvena, kulturna i estetska funkcija određuju zaštitu dok obrazovna, odgojna, rekracijska i turistička određuju način korištenja« (Marinović-Uzelac 1986).

Kako su mnoge od tih funkcija u suštini u suprotnosti, prostorni plan ih mora uskladiti i integrirati. Ako to ne uspije, onda više neće biti u funkciji »aktivne zaštite«, već može postati i snažan razorni faktor i k tomu ozakonjen (Marinović-Uzelac 1979). Greške u planiranju u zaštićenom području poput nacionalnog parka su nedopustive i tu se odmah očituju nepovoljno ponajprije na prirodu i njezino funkcioniranje, kao i na turističku i druge funkcije. Međutim, primjenom znanosti, poštivanjem etičkih i zakonskih propisa izbjeći će se konflikti u određivanju namjene prostora (nesređeni vlasnički odnosi, postojanje naselja u granicama nacionalnog parka), želje i mogućnosti korištenja prirodnih vrijednosti i moći će se definirati prostor za prihvat pojedinih funkcija.

»Prostorni planovi nacionalnih parkova zasnivaju se na zakonu, smjernicama i ciljevima prostornog razvoja i uređenja područja posebne namjene, a i na podacima i analizama prirodnih, povijesnih, demografskih, ekonomskih i tehničkih studija, a glavne su im osnove:

- granica područja na koje se plan odnosi,
- plan kategorije zaštite,
- plan namjene prostora,
- plan uređenja pejzaža,
- plan infrastrukture i način povezivanja s infrastrukturom šireg područja,
- plan uređenja naselja,
- plan prostornog razvoja turizma.

Posebno su vrijedna podloga prostornog plana kartografski materijal i studije, među kojima je vrijedno spomenuti geološku, pedološku, fitocenološku i šumskotipološku kartu, te topografske i hidrološke studije. Osim kartografskog dijela prostorni plan sadrži smjernice razvojnih mogućnosti, uvjete gradnje, uređenja i korištenja zemljišta, te ostale odredbe kojima se reguliraju prostorni odnosi unutar granica nacionalnog parka.

Na temelju prostornog plana izrađuje se:

- dugoročni plan gospodarskog razvoja,
- uređenje osnove,
- urbanistički planovi.

Dugoročni plan gospodarskoga razvoja pripada kategoriji dokumenata društvenog planiranja. Uređenje osnove u nacionalnom parku vezuje se na prostorni plan

te u svojim specijalnostima ima provedbeni karakter. To su:
- osnova uređenja pejzaža,
- šumskouređajna osnova (s faunom kopnenih biotopa),
- osnova uređenja travnjaka i ostalih površina (za stočarstvo),
- osnova održavanja režima voda i ihtiofaune,
- osnova uređenja imovinskih odnosa.

Prostorni plan jedan je od temeljnih normativnih dokumenata i regulator života u nacionalnom parku. O njegovoj uspješnoj primjeni izuzetno se moraju brinuti svi odgovorni činioci, a osobito uprava nacionalnog parka, znanstvene i stručne institucije te stanovništvo koje živi u granicama zaštićenog područja« (V i d a k o v i ć 1989).

Prema M a r i n o v i ć-U z e l c u (1979) *»prostorni je plan dakle jedan od elemenata zaštite i unapređenja prostora. (...) i upravo zato jer je prostorni plan pravni okvir i tehnička podloga svim materijalnim zahvatima na terenu.«*

Možemo reći da se prostornim planom nacionalnog parka određuje:
- površina (zoniranje),
- način njegova uređenja i korištenja,
- definiranje unutar zona prostora nacionalnog parka u smislu izgradnje i unošenja novih fizičkih struktura,
- urbanističko-tehnički uvjeti izgradnje, tj. karakter urbanizacije i oprema prostora (koncepcije estetike, prirodnosti i uklapanja u okoliš).

Izrada prostornih planova za nacionalne parkove je u skladu sa Zakonom o prostornom planiranju i uređenju prostora (NN, br. 54 od 31. 12. 1980) i Zakonom o zaštiti priroe (NN, br. 54 od 25. 12. 1976). Prostorni plan za nacionalni park se donosi na temelju Odluke o izradi prostornog plana koju donosi Sabor Republike Hrvatske. Radi lakšeg poslovanja i koordinacije osniva se Savjet prostornog plana. Stručni izvršitelj poslova je za to registrirana projektna ustanova. Sadržaj prostornog plana može biti različit, kako smo naprijed naznačili glavne postavke.

Pri usklađivanju korištenja prostora nacionalnog parka sa zaštitom prirode postavlja se pitanje graničnih kapaciteta korištenja tog prostora. Ograničenje u valorizaciji su:

1. *fizički kapacitet prostora,*
2. *ekološki kapacitet prostora.*

Priroda mora uvjetovati okvir prostornog uređenja. Možemo vidjeti da se svaka zona koristi u komercijalne (turističke) svrhe, međutim, razlike u režimu zaštite uvjetovale su i intenzitet toga komercijalnog korištenja.

Utvrđivanje zona osnovni je i najvažniji zadatak prostornog plana svakoga nacionalnog parka (M a r i n o v i ć-U z e l a c 1979). Svaki nacionalni park ima svoje specifičnosti, napose uže područje temeljnog fenomena, pa s time i zahtjeva specifičan režim zaštite. Zoniranjem u prostoru nacionalnog parka postižemo to da jedinstvenom zaštićenom području prema određenim kriterijima omogućimo ispunjavanje svih funkcija i djelatnosti: upravljanje, izgradnja, zaštitu i planiranje te funcionalno povezivanje sadržaja u prostoru. Na taj način omogućit ćemo da gospodarski razvoj ne ide na štetu prirodnih komponenti.

Ne stoji tvrdnja da je prvu klasifikaciju (zoniranje) zaštićenog prostora, tj. nacionalnog parka, ustanovila Međunarodna unija za očuvanje prirode i prirodnih izvora (IUCN) u Banffu (Kanada) 1972. godine, iako se zna, kako navodi M a r i n o v i ć-U z e l a c (1979), da je i prije bilo primjera zoniranja prostora nacionalnog

parka, i to u nas npr. Mljet i Plitvička jezera, unutar kojih se prostor dijelio na uže i šire zaštićeno područje, a u njima su se razlikovali različiti specijalni rezervati, rekreacijske, turističke, tehničke, prometne i naseljene zone. Konkretni primjer imamo i na definiranju prostora Plitvičkih jezera kada su ona tek predlagana da se zaštite kao nacionalni park. »Društvo za uređenje i uljepšavanje Plitvičkih jezera i okolice« 1914. godine izradilo je prijedlog »Zakona o očuvanju krasota Plitvičkih jezera i okolice« i uputilo ga hrvatskom Saboru da se ona proglase nacionalnim parkom i za njega uradi zakon koji bi ih adekvatno zaštitio. Tako je jedino moguće »rigorozno provesti zaštitu rijeka, jezera i vodopada. Napose imade se povesti pažnja oko faune i flore, u koju svrhu se imadu Plitvička jezera proglasiti nacionalnim parkom sa rezervatima širim i užim područjem« (Eisenhuth 1928, iz: Vidaković 1989). Isto društvo godine 1926, u 2. članku Zakonske osnove »o zaštiti Plitvičkih jezera i okolice«, precizira da se područje Plitvičkih jezera dijeli:

a) na šire zaštićeno područje i
b) na uže zaštićeno područje.

»U širem zaštićenom području Plitvičkih jezera zabranjuju se svi oni čini i djela, kojima bi se oslabljivali pritoci za sama Plitvička jezera«, a gradnja i korištenje vodene snage u industrijske svrhe dopuštaju se samo ako nimalo neće remetiti prirodne tokove i njihovo onečišćenje. Kamen i sedra mogu se iskorištavati odobrenjem nadležnih organa. »U užem zaštićenom području imadu Plitvička jezera sa vodopadima i pritocima ostati netaknuti u svojem prirodnom sastavu, te se zabranjuju svi čini i djelovanja, kojima bi se njihov naravni sastav krnjio.« Svi objekti na širem i užem zaštićenom području (pilane i mlinice), koji su izgrađeni do kraja 1924. godine, moraju šest mjeseci nakon stupanja ovog Zakona na snagu osigurati odgovarajuće »naprave, kojima će se uz nesmetani tok vode zaprečiti odpadke dotične industrije, naročito pilotine« (Einsenhuth 1925, iz: Vidaković 1989).

Međunarodna unija za očuvanje prirode i prirodnih izvora (IUCN) donosi u Banffu 1972. godine Kovenciju kojom je pokušala zoniranjem prostora nacionalnog parka odrediti terminološki i precizno nazive zona i njihove funkcije, iako prilično precizna klasifikacija zaštićenih zona nije primjenjiva za svaki nacionalni park s obzirom na njihove specifičnosti. Klasifikacija sadrži tri kategorije:

1. Zaštićeni prirodni predjeli (zone):
   a) strogo zaštićena zona bez mjera njege,
   b) zaštićena zona s mjerama njege (zona usmjerene zaštite),
   c) zona divljine prema američkom uzoru,
   d) zone za rekreaciju u prirodnoj okolici.
2. Zaštićeni civilizirani predjeli, odnosno uređeno prirodno područje (kulturne zone):
   a) prirodni predjeli s izvornim (primitivnim) ljudskim kulturama,
   b) predjeli s tradicionalnim formama privređivanja,
   c) zone posebne arheološke vrijednosti.
3. Predjeli pretpovijesnog i ranopovijesnog značenja;
   a) predjeli pretpovijesnog i ranopovijesnog značenja,
   b) predjeli povijesnog značenja.

Naknadno je dogovoreno da se u nacionalni park mogu uključiti i područja kao što su antropološka područja ili zaštićena povijesna ili arheološka područja.

Za svaku zonu definirana je namjena i shodno tomu i poseban režim zaštite unutar zone i mjere za osiguranje te zaštite. Time se prije svega želi postići ravnoteža u zaštiti i korištenju nacionalnog parka. Tako Mavčan (1979) iznosi kako »zakonski tretman u biti sadrži skup prostornih normativa koje proizlaze iz ocjene graničnih vrijednosti dozvoljivog prisustva čovjek u pojedinim ekosistemima. U zonskom tretmanu je sadržana i ideologija i mjere zaštite i uređenja u odnosu na izabranu namjenu zaštićenog prostora prirode.«

Mnogo je razlika u načinu zoniranja u praksi ovisno o specifičnostima svakoga nacionalnog parka, a i sami autori koji se bave tom problematikom u svojim radovima iznose različita mišljenja i prijedloge. Navest ću ovdje neke značajnije:

Jarić (1978) prostor nacionalnog parka dijeli u 4 zone:

Zona I. – Predio stroge zaštite – rezervati – posebne odluke i režimi
Zona II. – Predjeli posebne prirodne ljepote – prostorno – urbanistička regulativa
Zona III. – Šumski – ruralni – urbani ambijenti – zaštita kroz urbanističku regulativu
Zona IV. – Proizvodne i urbane površine – zaštita u okviru djelatnosti

Stajić (1972) predlaže zoniranje nacionalnog parka na:

I. Periferna zaštitna zona, u kojoj bi bile dopuštene sve privredne aktivnosti, ali u opsegu i na način koji neće dovoditi u pitanje osnovne karakteristike područja,
II. Zona izgradnje, u kojoj treba locirati turističke objekte,
III. Zona odmora i rekracije, u kojoj se ne vrše nikakve privredne djelatnosti, već je namijenjena slobodnom boravku turista u prirodi uz strogo poštovanje režima zaštite i očuvanja prirodnih vrijednosti,
IV. Zona stroge zaštite koju čine očuvane prirodne cjeline manjih površina, rezervati stroge zaštite, čija je namjena u prvom redu znanstvena, a posjeta turista mora biti kontrolirana.

Mrass (1972) dijeli nacionalne parkove u SAD-u i Kanadi u 6 zona:

I. Zona masovne rekreacije,
II. Zona za odmor u prirodi,
III. Prelazna zona (tampon zona – štiti najvrednije zone),
IV. Zona posebnih prirodnih ljepota,
V. Zona integralne zaštite,
VI. Kulturno-povijesna zona (uvjetno).

Ovdje vidimo da prema namjeni I. i II. zona imaju turističko-rekreativnu, a IV. i V. zaštitnu funkciju jer ih čine područja iskonske prirode (Wilderness Area) i u njima je zabranjena svaka gradnja objekata.

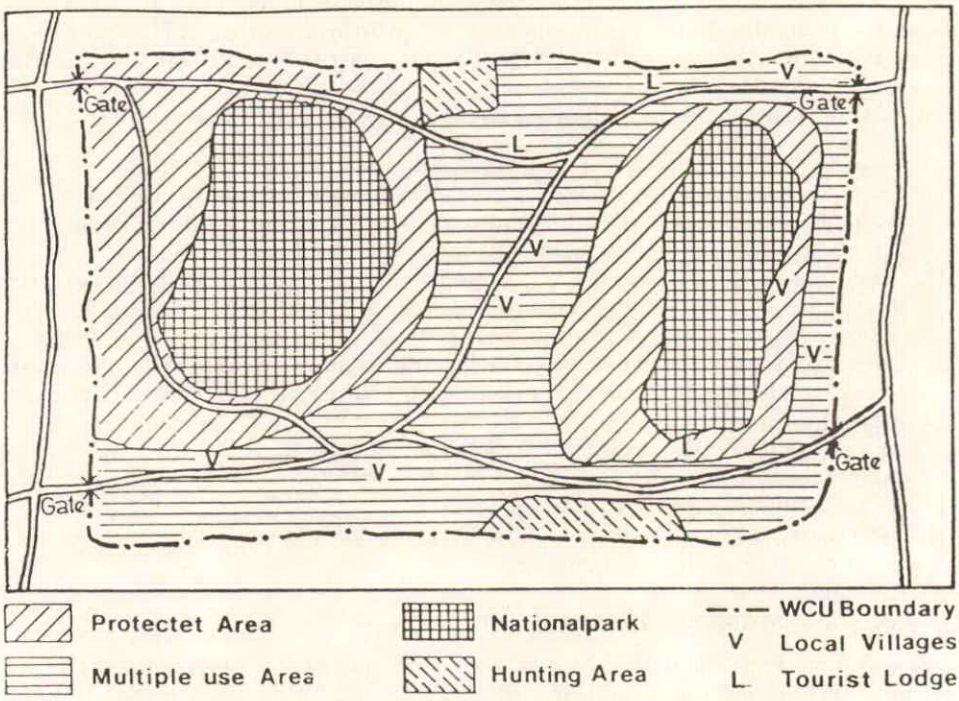
Mnogi autori smatraju da je od svih europskih zemalja Francuska najviše postigla u kombiniranju različitihi iskustava organiziranja nacionalnih parkova, pa se njezini nacionalni parkovi smatraju najboljim primjerima kombiniranog tipa, s nešto strožim režimom zaštite. Kako piše Nikolić (1984), u francuskim nacionalnim parkovima ustanovljene su tri zone s raznim stupnjevima zaštite:

I. Prêparc – to je periferna ili vanjska zona u kojoj je privređivanje dopušteno ali samo takvo koje neće narušiti razvoj samog parka ni njegov pejzažni i estetski izgled. U ovoj se zoni grade receptivni objekti i sve drugo što je potrebno za boravak turista, vodeći stalno računa o prirodnom ambijentu i uklapanju receptivnih objekata u taj ambijent.

II. Le parc proprement dit – ustvari je područje parka. Tu je režim potpune zaštite koji osigurava prirodni razvitak područja. Propisima je isključeno iskorišćivanje šuma, zabranjen je lov i uvedena je kontrola svih aktivnosti. Propisima je regulirano i ponašanje, napose frekvencija turista, njihovi pravci kretanja i boravak. To sve regulira Uprava parka svojim mjerama.

III. Réserves intégrales – su manje površine koje imaju najočuvaniju prirodu i obično se nalaze na manje pristupačnom mjestu i imaju čist istraživački karakter. Pristup u njih je dopušten samo uz posebnu dozvolu.

Zanimljiv je primjer planiranja afričkog nacionalnog parka koji u svom radu donosi L u s i g i (1978). Cijelo zaštićeno područje dijeli se u tri kategorije (sl. 1):



Sl. - Fig. 1. Model zoniranja zaštićenog prirodnog prostora u Africi - A conceptual diagramatic model map of a wildlife conservation unit (Lusigi 1978)

I. Sam nacionalni park koji je pod strogom zaštitom uz minimalne i strogo propisane aktivnosti turista. Prirodni ekosustavi su pušteni da se nesmetano razvijaju.

II. Zona zaštite okružuje zonu nacionalnog parka i namijenjena je za turističku valorizaciju i ostale prateće djelatnosti, ali također prema dopuštenim i propisanim mjerama. Posebno se vodi briga o kontroli ispaše i lova autohtonog plemenskog stanovništva.

III. To bi bili višenamjenski prostori koji okružuju ili unutar kojih su ustvari uključene sve ostale zaštićene zone. Tu su smješteni svi prateći sadržaji namijenjeni turizmu: od koliba, kuća, organizacijskih i čuvarskih postaja, a također i sela lokalnoga plemenskog stanovništva. Iako se i u ovoj zoni provode mjere zaštite, one su liberalnije i tu autohtono stanovništvo može normalno obitavati i obavljati svoje životne aktivnosti kao što je ispaša stoke i lov u za to namijenjenim zonama. Stopljeni stoljećima načinom svoga života u neraskidivoj vezi s prirodom, oni su dio te cjeline i svakako da im je tu i mjesto i nisu nikakvo strano tijelo u njoj. Oni su zapravo dio turističke atrakcije i obilježja nacionalnog parka.

»Problem usklađivanja sistema zona iskrsao je kod nas prilikom izrade Prostornog plana za nacionalni park Plitvička jezera 1976/77, a to znači da se je pojavio već na samom početku pokušaja njegove konkretne primjene (prema međunarodnom predlošku iz Banffa 1972). Pojavio se je naime problem u koju kategoriju svrstati jezera s okolicom? Stroga prirodna zona je neprihvatljiva radi posjeta publike, zona usmjerene zaštite je neprihvatljiva principijelno, zona divljine jezera nisu. Tako je došlo do pronalaska termina ZONA TEMELJNOG FENOMENA koji je primjenljiv u svim nacionalnim parkovima jer uvijek postoji jedna ili više prirodnih karakteristika radi kojih je park osnovan, koje treba naročito štititi i njegovati, ali i vidjeti« (Marinović-Uzelac 1979).

Prvi put su taj novi termin naši znanstvenici Ante Marinović-Uzelac i Josip Movčan objavili svjetskoj javnosti na Savjetovanju o nacionalnim i regionalnim parkovima održanom 1978. godine na Plitvičkim jezerima. Osnovna prednost novog sustava zoniranja je njegovo modernije shvaćanje prostora nacionalnog parka kao zasebnoga i jedinstvenoga prirodnog i neponovljivog ekološkog i geografskog prostora koji određuju specifičnosti prirodnih vrednota. Također takav oblik zoniranja omogućuje široku turističku valorizaciju, a da se pri tomu ne dovode u pitanje prirodna obilježja, njihova kvaliteta i specifičnosti, posebno ekološka stabilnost temeljnog fenomena, zbog kojeg je i određeno područje proglašeno nacionalnim parkom.

Njihova cjelovita klasifikacija zoniranja nacionalnog parka obuhvaća ove zone (sl. 2):

I. Prirodne zone

1. Zone temeljnog (ili temeljnih) fenomena prirode
   – pokrivaju prostor na kojem se nalaze prirodne vrijednosti i osobitosti, tj. glavni motiv proglašenja nacionalnog parka i koji mu daje temeljnu karakteristiku, obuhvaćajući i neposrednu okolicu temeljnog fenomena, potrebnu zaštitu i doživljavanje u izvornoj okolici;
2. Zone usmjerene zaštite
   – odnose se na prirodne prostore ili prostore pod antropogenim utjecajem npr. livade nastale na nekadašnjim pašnjacima, koje su postale sastavni dio pejzaža. Iako to nisu prostori izvorne prirode i možda sami ne mogu steći kategoriju nacionalnog parka, oni su nužna dopuna nacionalnog parka, pa često čine i veći dio njegove ukupne površine. Te bi zone mogle odgovarati onima koje su se nekad zvale »zone šire zaštite«;
3. Specijalne zone
   – mogu imati različite specijalne nazive, prema svojim stvarnim osobitostima:

zone divljine, zone stroge zaštite, specijalni rezervati flore i faune. Mogu se nalaziti i unutar zone temeljnog fenomena, unutar zone usmjerene zaštite ili kao posebne cjeline.

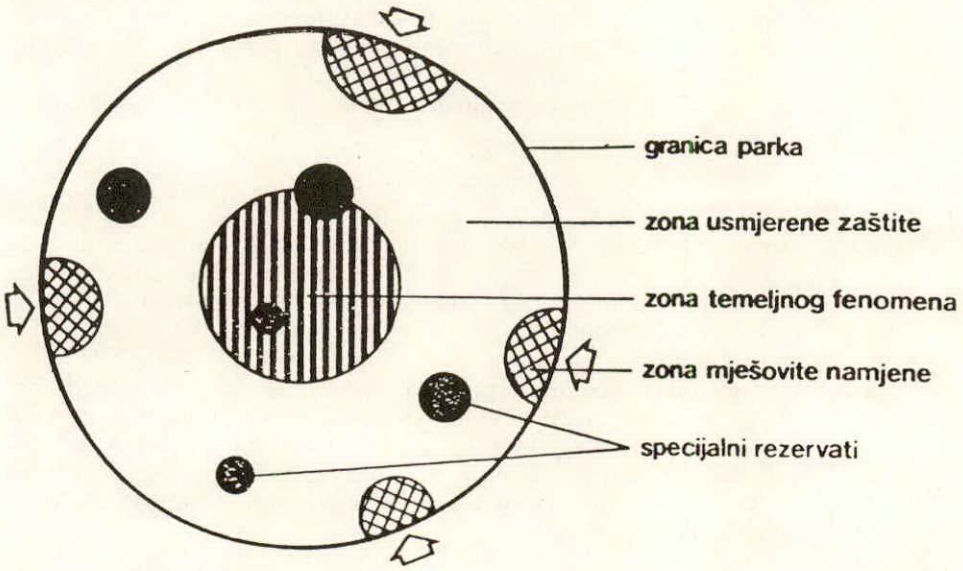
Sam autor Marinović-Uzelac (1979) obrazlaže pitanje da li »zona za rekreaciju u prirodnoj sredini« (Banf 1972) treba biti klasificirana kao jedna od potkategorija prirodnih zona. To bi moglo biti samo u slučaju ako se za tu rekreaciju ne pretpostavlja nikakva građevinska djelatnost izuzev staze. No u takvim slučajevima nije naglasak na rekreaciji, jer se takva vrsta rekracije u prirodi može odvijati i u drugim zonama. On smatra da bi se zona za prihvat turističko-rekrativnih funkcija trebale izdvojiti u posebnu od glavnih velikih kategorija, jer bi se time i naglasilo njihovu prostornu izdvojenost, a ujedno naglasilo multiplu, uglavnom tripartitnu definiciju nacionalnog parka. Prema tomu slijedi:

II. Zone mješovite namjene

1. Zone za turističku izgradnju, ugostiteljstvo i rekraciju;
2. Zone za stambenu izgradnju, određene prema specifičnim uvjetima pojedinoga nacionalnog parka;
3. Zone za tehničke, stručne i znanstvene potrebe parka (spremišta, garaže, rasadnici, laboratoriji, muzeji, vatrogasna služba i sl.);
4. Prometne zone (terminali vanjskoga javnog i individualnog prometa, polazišta unutrašnjeg prometa, benzinske crpke, razni servisi i sl.).

III. Kulturne zone

1. Zone poljoprivrednog pejzaža, ukoliko su sastavni dio pejzažnog ambijenta u kojemu je nacionalni park; zaštićene od izradnje ili takvih tehnoloških postupaka poljoprivrede koji bi im mogli bitno izmijeniti izgled i ekološke karakteristike;
2. Etnološke zone sela s tradicionalnom arhitekturom koje imaju etnografsku, povijesnu, kulturnu i estetsku vrijednost;



Sl. - Fig. 2. Zoniranje nacionalnog parka - Zonation of national parks (Marinović-Uzelac, A. 1986)

3. Arheološke i kulturno-spomeničke zone;
4. Antropološke zone (u Europi bez praktične primjene).
(Antropološke zone se ne smiju miješati s etnološkim).

ORGANIZACIJA, UPRAVLJANJE I FINANCIRANJE
ORGANIZATION, MANAGEMENT AND FINANCING

U svijetu ne postoji jedinstvena i principijelna zakonska regulativa koja bi uskladila sam pojam »NACIONALNI PARK«, definirala njegovo korištenje i brigu, organizaciju, upravljanje i financiranje. Svaka zemlja ima svoj specifičan i originalan model. Oni su pod upravnom kontrolom nadležnih ministarstava države ili pokrajine, a uglavnom u svim zemljama nacionalnim parkom upravlja Uprava nacionalnog parka koju čine ugledni ljudi iz znanosti, politike ili društvenog života. Što se tiče pravne regulative koja zakonskim i drugim mjerama rješava pitanje osnivanja i uređenja nacionalnih parkova, postoje u svijetu tri poznata načina:

a) Posebni zakon o nacionalnim parkovima koji regulira sva bitna pitanja, odnose i ponašanje u njima,
b) U okviru Zakona o zaštiti prirode uređuju se pitanja o nacionalnim parkovima (Italija, Nizozemska, Japan i dr.),
c) Vladin dekret (npr. u Tunisu je doneseno 10 vladinih dekreta) koji omogućuje donošenje zakonskih odredbi iz tog područja i uvjete pod kojima se osnivaju nacionalni parkovi.

U većini zemalja zakone o zaštiti prirode i o nacionalnim parkovima donosi najviši organ vlasti zemlje (parlament, Kongres – SAD, Sabor – RH). Nažalost, zakonodavna oblast kao najvažnija podloga i pretpostavka uspješnog rada nacionalnog parka i mogućnosti efikasne zaštite prirode nije usklađena ni unutar pojedinih zemalja, pa tako ni u međunarodnim razmjerima. Znatne su razlike u nacionalnim okvirima, pa je logično da se ne mogu uskladiti zakoni o zaštiti prirode i o nacionalnim parkovima na međunarodnoj razini. U cjelini gledano, mnoge zemlje imaju posebne i kombinirane zakone o nacionalnim parkovima i zaštiti prirode, ali svi oni teretiraju samo neke aspekte čovjekova prostora i ne zadovoljavaju potrebe vremena u kojem živimo, jer su zastarjeli, ali i nepravilno se glada na sve te zakone.

SAD imaju najdulju tradiciju u organizaciji nacionalnih parkova i brzi o zaštiti prirode, pa mogu poslužiti kao primjer drugima. Služba nacionalnih parkova (National Park Service) brine se i upravlja njima, a za svoj rad odgovorna je Ministarstvu rudarstva i energije (Department of the Interior). To je Ministarstvo odsjek izvršnog organa vlade SAD-a, a ministar koji je na njegovu čelu član je predsjedničkog kabineta i izvještava direktno predsjednika. Udruženje nacionalnih parkova zastupa i koordinira njihovu ukupnu djelatnost. Nasuprot drugim zemljama, u SAD-a postoji Društvo za nacionalne parkove i zaštitu, kao privatna i besprofitna organizacija koja se bavi problematikom nacionalnih parkova. Ona se ne bavi i koordinacijom nacionalnih parkova, jer je to u nadležnosti Službe nacionalnih parkova i njegova Udruženja, nego njihovom zaštitom i unapređivanjem, kao i eduakcijom javnosti. Također potiče i donošenje Zakona o zaštiti parkova, a izdaje i dvomjesečni magazin o nacionalnim parkovima.

Od ukupno 49 nacionalnih parkova SAD-a o 23 brinu se Ujedinjeni narodi: 6 ima status dijela svjetske baštine, 12 su rezervati biosfere, a 5 imaju kombinirani status – rezervat biosfere i dio svjetske baštine (V i d a k o v i ć 1989).

Brojem nacionalnih parkova Australija je uvjerljivo prva zemlja na svijetu – ima ih čak 492 (V i d a k o v i ć 1989). U Australiji vlada velika različitost u organiziranju nacionalnih parkova – svaka država i teritorij imaju vlastite specifičnosti, a ne postoji ni zajednička uprava federacije za nacionalne parkove kao u SAD-u. Karakteristično je postojanje izuzetno malih nacionalnih parkova, najmanjih u svijetu (5 nacionalnih parkova u državi Queensland ima površinu samo po 1 ha). Organizacija zaštite prirode u Australiji je izrazito nejedinstvena – 6 australskih federalnih država i 2 teritorija imaju vlastita zakonodavstva o zaštiti prirode i različito gledaju na pitanja proglašenja nacionalnih parkova i drugih zaštićenih predjela (prirodni rezervat i dr.). Kako nema jedinstvene organizacije na razini zemlje, nekim nacionalnim parkovima upravljaju službe nacionalnih parkova pojedinih fedralnih jedinica, a nekima upravlja savezna služba australskih nacionalnih parkova i biljnog i životinjskog svijeta (Australian National Parks and Wildlife Service – ANPWS), koja je u nadležnosti federalne vlasti. ANPWS ima ključnu ulogu u međunarodnoj aktivnosti Australije. U vezi sa zaštitom prirode bavi se određenim oblicima koordinacije i kooperacije među australskim nacionalnim parkovima pod nadleštvom federalnih država i teritorija, osigurava statističku dokumentaciju, provodi znanstvena istraživanja i ima savjetodavnu funkciju, posebno radi zaštite florei faune. ANPWS direktno upravlja sa svim zaštićenim područjima vanjskog teritorija (External Territories), odnosno nacionalnim parkovima Norfolk i Christmas Island, te dva nacionalna parka u Sjevernom Teritoriju – Kakadu i Uluru, koji se smatraju uzornim nacionalnim parkovima u Australiji.

Za neke nacionalne parkove je nadležno Ministarstvo za okoliš i planiranje države ili teritorija, a za neke direktno savezna vlada. Postoji i udruženje nacionalnih parkova Australije kao i pojedinih federalnih jedinica (V i d a k o v i ć 1989).

U Australiji su za zaštitu prirode bila rezervirana 1986. godine ukupno 34 530 702 ha, što čini 4,5% površine zemlje. Dio tog zemljišta 15 578 346 ha ili 45,1% čine nacionalni parkovi koji zauzimaju 2,03% površine zemlje. Osim nacionalnih parkova u Australiji postoje još 24 različita oblika zaštite. Najviše je prirodnih parkova (natur park)–1479, a mnogo ima i zaštićenih područja – parkova (conservation park) 184, te parkova koji čine prirodnu okolicu (environmental park) 141. Površinom se osim nacionalnih parkova ističu i prirodni rezervati (nature reserve) sa 10 754 722 ha ili 31,1% te zaštićena područja – parkovi (conservation park) sa 4 049 831 ha ili 11,7% površine cijelog zemljišta rezerviranoga za zaštitu prirode. Tu nisu uključena zaštićena morska područja. Od 25 različitih oblika zaštićenih područja samo su nacionalni parkovi (national park) zastupljeni u svim državama i teritorijima. Razlike u nacionalnim parkovima su u organizacijskom pogledu, u proglašenju, u općim prirodnim i drugim značajkama. Tako se nacionalni parkovi najlakše proglašavaju u državi Queensland, gdje se nalaze čak 304 od ukupno 492 australska nacionalna parka. U toj državi ima izuzetno mnogo minijaturnih nacionalnih parkova (manjih od 1000 ha) – čak 225 od ukupno 243 u cijeloj Australiji, a nacionalni parkovi u toj državi čine čak 96,7% ukupno zaštićenih područja. Nasuprot tomu u Sjevernom Teritoriju postoji samo 8 nacionalnih parkova, ali od njih čak su 4 veća od 100 000 ha, dok parkova manjih od 1000 ha nema. I ostale države i teritoriji također se odlikuju različitim specifičnostima nacionalnih parkova.

Treba spomenuti da 17 australskih nacionalnih parkova spada u svjetsku baštinu (World heritage site), 7 nacionalnih parkova spada u svjetske rezervate biosfere (World biosphere reserve), a 3 nacionalna parka spadaju u močvare svjetskog značenja (Wetland of international) (V i d a k o v i ć 1989).

Kanadski su nacionalni parkovi vrlo dobro organizirani. Sve njihovo zemljište je vlasništvo države i pod upravom jedinstvene organizacije – Environment Canada. Nacionalnim parkovima upravlja, objedinjuje i koordinira Služba parkova Kanade (Canadian Park Service), u sklopu Uprave za okoliš (Environment Canada), koja je podložna ministarstvima za okoliš (Ministry of the Environment) i za opskrbu i usluge (Ministry of Supply and Services). Zbog veličine zemlje djelatnost Uprave za okoliš i Službe parkova Kanade je podijeljena na regionalne urede, koji obuhvaćaju jednu ili više provincija. Osim što upravlja nacionalnim parkovima, Služba parkova Kanade upravlja i nacionalnim povijesnim parkovima i mjestima (National Historic Parks and Sites). Uprava nacionalnog parka može biti unutar ili izvan nacionalnog parka. Zakon o nacionalnim parkovima (National Parks Act) kanadski je parlament donio 1930. godine s mnogim amandmanima novijeg vremena, posebno glede kazni koje su možda najoštrije u svijetu. S obzirom na veličinu i složenost ekosustava u nekim je moguće automobilom, dok je u nekima to zabranjeno. U procesu uspostavljanja nacionalnih parkova u Kanadi vrlo je značajno sudjelovanje svih zaiteresiranih strana – od države do lokalnih zajednica, te dosta dugotrajan proces

Tablica 2. NAJMANJI NACIONALNI PARKOVI NA SVIJETU
THE SMALLEST NATIONAL PARKS OF THE WORLD

1.	Eclipse Caves	Australia	1 ha
2.	Markham Cave	Australia	1 ha
3.	Royal Archwax Cave	Australia	1 ha
4.	Royal Imperial Cave	Australia	1 ha
5.	Round Island	Australia	1 ha
6.	Norra Kvill	Švedska	27 ha
7.	Hamra	Švedska	28 ha
8.	Dalbry Söderskog	Švedska	36 ha
9.	Bla Jungfraun	Švedska	66 ha
10.	Angsö	Švedska	73 ha

Izvor: V i d a k o v i ć (1989)

Tablica 3. NAJVEĆI NACIONALNI PARKOVI NA SVIJETU
THE BIGGEST NATIONAL PARKS OF THE WORLD

1.	Wood Bufalo	Kanada	4.480.700 ha
2.	Ellesmere Island	Kanada	3.950.000 ha
3.	Wrangell-Saint-Elies	SAD	3.619.916 ha
4.	Gates of the Artic	SAD	3.035.145 ha
5.	Canaima	Venezuela	3.000.000 ha
6.	Kluane	Kanada	2.201.500 ha
7.	Auyuittuq	Kanada	2.147.110 ha
8.	Denali	SAD	1.902.024 ha
9.	Krüger	Južnoafrička Republika	1.817.146 ha
10.	Rudall River	Australia	1.569.459 ha
11.	Katmai	SAD	1.503.843 ha
12.	Serengeti	Tanzanija	1.450.000 ha

Izvor: V i d a k o v i ć (1989); S t a j i ć (1972); Nature and National Parks – Eur. Bull.

»pripreme« nekog područja za dobivanje statusa nacionalnog parka. Iako su prostori kanadskih nacionalnih parkova u načelu vlasništvo države, u pojedinim parkovima (posebno na sjeveru Kanade) vodi se računa o interesima lokalnog indijanskog i eskimskog stanovništva – njima se dopušta bavljenje tradicionalnim aktivnostima (posebno lovom i ribolovom), a oni se uključuju i u upravljanje parkom (tzv. »joint management«). Značajno je da se u Kanadi može kupiti godišnja ulaznica za posjet pojedinom ili svim nacionalnim parkovima u državi. Zanimljivo je da su u Kanadi dva najveća nacionalna parka na svijetu: Wood Buffalo (4 480 700 ha) i Ellesmere Island (3 950 000 ha) (V i d a k o v i ć 1989).

Za Japan je značajno da su bez obzira na vrlo snažnu industrijalizaciju prirodne rijetkosti odlično zaštićene, zahvaljujući velikoj ljubavi i brizi njegovih stanovnika prema prirodi. Japanski su nacionalni parkovi najposjećeniji u svijetu, što kazuje o njohovoj ljubavi prema nacionalnim parkovima. Godine 1985. bila su čak 323 milijuna posjetilaca (Vidaković 1989). Upravo to i traži gotovo savršeno upravljanje i organizaciju. Njima upravlja Savezna uprava za okoliš, na temelju Zakona o zaštiti prirode, a za svoj rad i odnose u nacionalnim parkovima odgovorna je centralnoj vladi.

U nacionalnim parkovima u državama Srednje i Južne Amerike nije još toliko razvijen turizam, tek nešto bolje na Kubi i Meksiku. Ti su nacionalni parkovi uglavnom nepristupačni, nedostupni i neizgrađenih komunikacija, tako da je njihova zaštita svrha sama sebi.

Na tlu Afrike su osnovani nacionalni parkovi na velikim prostranstvima u prvom redu da se zaštiti dotad nepoznata flora a posebno fauna koju su bijelci Europljani, kolonizirajući ovaj kontinent, nemilice uništavali i lovili. Zato su i nacionalni parkovi u prvo vrijeme imali više karakter rezervata nego turističkog područja. To je djelomično i bilo pod utjecajem Europe i njezina shvaćanja nacionalnog parka, čije su zemlje kolonizatori uglavnom i bili pokretači proglašavanja nacionalnih parkova na tlu Afrike. Danas su oni jak turistički motiv i značajan prinos gospodarskom razvoju i prihodu afričkih zemalja. Iako su pod neposrednom kontrolom i upravom državnih vlasti, za mnoge od njih je značajno da u njihovim prostorima obitava autohtono plemensko stanovništvo kojemu se moraju osigurati normalne životne i gospodarske aktivnosti.

Azijski nacionalni parkovi su manji po površini od afričkih, izgrađeniji su i imaju znatnu turističku važnost. Po svojoj organizaciji i valorizaciji korištenja prostora bliži su američkom tipu.

U Europi, ovisno o zemlji, imamo različite modele organizacije i upravljanja nacionalnim parkovima. Tako je u Austriji uprava u federalnoj jedinici. Italija ima vrlo lošu organizaciju, nema koordinacije među parkovima, nije razvijeno ni zakonodavstvo o zaštiti prirode i nacionalnim parkovima. Na području bivše SR Njemačke nacionalni parkovi su u nadležnosti svojih uprava, a imaju i svoja stručna i društvena tijela, savjete, od po više članova (20–30). Predsjednik je Savjeta državni ministar za razvitak zemlje i čovjekova okoliša. Na sastanke se pozivaju i stručnjaci raznih profila koji nisu članovi Savjeta, a Uprava nacionalnog parka i njezin direktor prisustvuju obavezno. U Poljskoj se nacionalni parkovi formiraju na temelju Zakona o zaštiti prirode, a ustanovljuju se odgovarajućim ukazima Ministarskog vijeća Poljske. O njima se brinu posebne administrativne jedinice Ministarstva šumarstva i drvne industrije. Njima upravlja direktor i odgovoran je državnom organu

nadležnom za zaštitu prirode i za nacionalne parkove. Ne postoji neko državno tijelo za koordinaciju. Nacionalnim parkovima u Španjolskoj upravlja Služba nacionalnih parkova, koja je ogranak nacionalnog Instituta za zaštitu prirode. Služba nacionalnih parkova nadležna je i za vođenje svih poslova u pojedinim parkovima, koordinaciju svih nacionalnih parkova i zastupanje u inozemstvu, a za svoj rad odgovorna je centralnoj vladi. U švedskim nacionalnim parkovima zastupljen je vrlo visok stupanj zaštite prirode. Švedska ima nacionalno Ministarstvo za zaštitu okoliša, koje za svoj rad odgovara parlamentu, a postoji i stručna organizacija, Savez nacionalnih parkova Švedske, koji koordinira rad nacionalnih parkova u zemlji, a preko njega i rad u međunarodnim okvirima. Švicarski zakon o zaštiti prirode zasnovan je na zabranama. Švicarski nacionalni park je strogo zaštićeno područje bez prisutnosti čovjeka u njemu. Takvo konzervativno shvaćanje zabranjuje svaku ljudsku djelatnost, a turizam u nacionalnom parku je sporedan. U Velikoj Britaniji nacionalne parkove ima samo Engleska i Wales. Oni su najnaseljeniji u svijetu. Uz određeni oprez odvijaju se i privredne aktivnosti (uglavnom poljoprivredna i uslužne djelatnosti), a režimi zaštite dosta su blagi. Upravljanje nacionalnim parkovima svojevrsna je kombinacija lokalnih i državnih vlasti (Savezna uprava za nacionalne parkove), a koordinacija među svim nacionalnim parkovima dosta je dobra. Nadležnost nad nacionalnim parkovima i zaposlenim osobljem ima najviši državni organ Engleske i Walesa, a kao koordinirajuće tijelo postoji Udruženje nacionalnih parkova, koje se obavezno sastaje četiri puta godišnje.

U zemljama bivšeg SSSR-a nacionalne parkove imamo u Estoniji, Latviji, Gruziji, Litvi i Armeniji, dok u Rusiji i ostalim bivšim republikama imamo zaštićene objekte koji služe znanstvenoistraživačkom radu u njihovim različitim ekosustavima. Kako navodi S t a j i ć (1972), oni imaju karakter istraživačkih rezervata (znanstveni laboratorij) te i ne nose naziv nacionalni parkovi, već *»zapovjedniki«*. U njima se u prirodnom stanju čuva njihov cjelokupni prirodni kompleks. Obično se planski izdvajaju i raspoređuju po lokalitetima koji su tipični za dano zemljopisno područje ili zonu i koji sadrže po svojoj znanstvenoj vrijednosti značajna prirodna obilježja (flora, fauna, minerali, reljef i sl.). Po zakonima o zaštiti prirode u republici, *zapovednici* su područja izuzeta od privređivanja da bi služila za znanstvenoistraživačke i kulturno-odgojne svrhe. Isti autor dalje navodi da ih ima 90 i da nemaju turističkog značenja, jer nisu ni pripremljeni za prijem turista, iako ih osobito u novije vrijeme posjete poneke turističke grupe. Može se očekivati da će se i *zapovednici* postupno otvoriti turistima, i domaćima i stranima, posebno u onim regijama koje su turistički značajne, npr. Kavkaz i Krim.

Što se tiče financiranja, ono je gotovo jednako u svim zemljama, a razlike su u udjelu pojedinog načina. Glavni izvor financiranja nacionalnih parkova je državni proračun. Ostale stavke čine razni prihodi od korištenja nacionalnog parka. Tu je u prvom redu uključen turizam s prihodom od ulaznica, zatim iskorišćivanje šuma, dobrovoljni novčani prilozi u razne fondove ljubitelja prirode, prihodi od dobrovoljnog rada i dr. Financirati se može i ostalim izvorima u skladu sa zakonom. Privatne fondacije obično se ne koriste za ukupnu djelatnost parka, nego prije svega za potpomaganje određenih programa u parku (edukacija, zaštita, i sl.). Značajno je spomenuti da se naš nacionalni park Plitvička jezera, koliko je poznato, jedini u svijetu u potpunosti sam financirao vlastitim prihodima.

U povijesnom pregledu dan je prikaz organizacije, upravljanja i financiranja kroz zakonske regulative u prijašnjoj državi. Prva zakonska uredba koja se odnosi

na nacionalne parkove u samostalnoj i suvrenoj Republici Hrvatskoj je Uredba o upravljanju nacionalnim parkovima, koju je Vlada Republike Hrvatske donijela na sjednici održanoj 31. listpada 1991. godine. Danom stupanja nasnagu te Uredbe prestaju se primjenjivati odredbe stavka 3. članka 34. i članka 65–71. Zakona o zaštiti prirode (NN, br. 54/76, 25/77, 41/83, 31/86 i 47/86). Time prestaje postojati Savjet za zaštitu prirode Hrvatske i zakonske odredbe o upravljanju nacionalnim parkom. Radi usklađivanja zakonskih regulativa s promjenama u nazivu Ministarstva i zbog manjih izmjena Vlada Republike Hrvatske donijela je na sjednici održanoj 27. listopada 1992. godine novu i sada važeću Uredbu o upravljanju nacionalnim parkovima (NN, br. 71 od 28. 10. 1992). Iz nje je vidljivo da se njome propisuje način upravljanja i financiranja nacionalnim parkovima kao dobrima od osobitog interesa za Republiku Hrvatsku, u cilju očuvanja prirodnih i kulturno-povijesnih vrijednosti na tom području (članak 1). Njima upravlja Uprava nacionalnog parka koju osniva Vlada kao javno poduzeće (članak 2). Organi Uprave su Upravni odbor i direktor (članak 3). Vlada Republike Hrvatske osniva također Savjet za nacionalne parkove kao koordinativno i stručno savjetodavno tijelo (članak 6). Financiranje nacionalnih parkova osigurava se iz prihoda od korištenja nacionalnih parkova, iz sredstava osiguranih u državnom proračunu Republike Hrvatske te drugih izvora u skladu s zakonom (članak 8).

POSJEDOVNI ODNOSI – PROPERTY RELATIONS

Postoje dva osnovna obilka vlasništva:

- privatno
- državno (smatra se da je tada zaštita najdjelotvornija jer se može osigurati cjelovita organizacija i funkcioniranje nacionalnih parkova).

Kako navodi V i d a k o v i ć (1989), Velika Britanija je izraziti primjer više vlasništva na području nacionalnih parkova. Osam je nosilaca prava nad zemljištem, što dovoljno skreće pažnju na teškoće i složenost vlade te zemlje i uprave nacionalnih parkova koje su odgovorne za funkcioniranje zaštićenog područja:

1. državno 8%
2. privatno 72,6%
3. šumsko gospodarstvo 7,7%
4. vodno gospodarstvo 3,5%
5. Ministarstvo obrane 3%
6. Vijeće za zaštitu prirode 1,6%
7. Uprava nacionalnih parkova 2,3%
8. ostali 1,3%

Isti autor navodi da specifični imovinski odnosi vladaju i u Australiji, a neke primjere njezina vlada uzima kao osobite i korisne ne samo za svoju zemlju nego i za druge. Tri nacionalna parka Uluru, Gurig i Kakadu u vlasništvu su Aboriđana, ali su ih oni predali na stogodišnje korištenje Zajednici nacionalnih parkova Australije. U Španjolskoj je npr. 80% u državnom, a 20% u privatnom vlasništvu. U Njemačkoj (bivša SR Njemačkoj) cijelo je područje iz privatnoga pretvoreno u državno. I u Kanadi se radi da sve površine u nacionalnim parkovima pređu u državno vlasništvo. U SAD-u ima također nacionalnih parkova u kojima je veći dio ili državno ili privatno vlasništvo.

Španjol, Ž.: Problematika nacionalnih parkova u svijetu i Republici Hrvatskoj.
Glas. šum. pokuse 30:61–94, Zagreb, 1994

TURIZAM U NACIONALNIM PARKOVIMA
TOURISM IN NATIONAL PARKS

Turizam je, kako navodi Španjol (1993), *»privredna grana koja se oslanja, razvija, opredjeljuje i ostvaruje na primarnim vrijednostima prirodne sredine. On je izvanredna mogućnost da se zaštićeni oblici prirode ekonomski valoriziraju. Zaštićeni prirodni prostori pružaju šansu aktivne zaštite, korištenja i unapređenja prirodnog okoliša u tom prostoru. Zbog masovnosti turizam je izvanredna prilika da se preko turista kao medija širi propaganda o potrebi zaštite prirode.«*

Činjenica je da je turizam jedina prihvaćena privredna djelatnost na području nacionalnog parka (ponegdje poljodjelstvo i šumarstvo u zonama blaže zaštite), i to iz razloga što je on životno zainteresiran da sačuva prirodu u kvalitetnom stanju, jer je ona njegova »sirovina« bez koje ne može postojati. Turizam, kao i svaka ljudska djelatnost, izaziva određene negativne promjene u prirodi. No, za razliku od nezaštićenih prostora, gdje se takve promjen (još) toleriraju, u zaštićenim sredinama turizam je prihvaćen kao privredna djelatnost pod uvjetom da ne izaziva negativne učinke na prirodu, njezine estetske, biološko-ekološke značajke, te da obavezno poduzima mjere da do takvih učinaka ne dođe. Dakle, može i smije iskorištavati prirodu do te granice do koje je u mogućnosti održavati zatečenu ekološku ravnotežu i osigurati neizmijenjenu prirodnu osnovu razvoja parka. To pak u gospodarskom smislu znači, kako navodi Marković (1982), da je turističko privređivanje u zaštićenim prostorima izvrgnuto znatnim dodatnim troškovima zaštite prirode, koje u drugim prostorima ne postoje.

To se može postići poštivanjem zakona kojima je propisana zaštita; djelovanje i ponašanje te ograničenjem aktivnosti radi očuvanja postojećeg stanja u nacionalnim parkovima. U svakom slučaju potrebno je regulirati odgovornost za svaku djelatnost u prostoru nacionalnog parka.

Time što je moderno načelo zaštite prirode (liberaliniji) dalo mogućnost turističke aktivnosti u zaštićenom prostoru nacionalnog parka stvorila se i pretpostavka da dođe do kolizije interesa turizma i zaštite prirode. Rješenje je moguće postići jedino u takvoj organizaciji nacionalonog parka gdje će se integrirati funkcije zaštite prirode i turizma i gdje se neće nikako dopustiti nekakvo dvojno, zasebno gospodarenje.

Nacionalni park ne možemo smatrati izrazito turističkim područjem. Turizam je jedna od funkcija nacionalnog parka. Kako piše Marinović-Uzelac (1987), *»u nacionalnom parku dolazi u obzir samo onaj oblik turizma koji služi zadovoljenju potreba temeljnog cilja posjete – razgledavanje nacionalnog parka. Sve ostale turističke i rekracijske aktivnosti ne mogu biti smještene, niti se odvijati u nacionalnom parku (kao npr. marine, sportsko-rekreativna središta, zabavišta i sl.)«.* Isti autor dalje navodi kako *»u nacionalnom parku nije primjenljiva niti jedna metoda procjene potrebnih turističkih privatnih kapaciteta koja je u upotrebi u prostorima turističke namjene, tj. niti metoda reciptibilnosti prostora, niti metoda potražnje turističkog tržišta u emisijskim zonama i središtima, kao niti druge slične metode u prostornim, ekonomskim ili socijalnim polazištima. Metoda dimenzioniranja cjelokupne turističko-rekreacijske opremljenosti nacionalnog parka temelji se na analizi jednostavnog prostornog kapaciteta i to ne kapaciteta svoje vlastite zone, nego ekološkog kapaciteta i kapaciteta posjete prostora zone temeljnog fenomena primarno i ostalih zona parka namjenjenih posjetiocima, sekundarno.«*

Takvi načini anketiranja najbolji su pokazatelji stvarnog stanja želja i povoda korisnika zaštićenih objekata prirode. Oni nam mogu biti vrlo važan pokazatelj u kojem pravcu usmjeriti i kako pravilno valorizirati takve objekte. Zanimljivo bi bilo vidjeti rezultate ankete u našim nacionalnim parkovima te ih analizirati i usporediti.

U sklopu komentara na tu anketu opravdano su postavljena pitanja ekonomistima, energetičarima, političarima:

1. Tko može ovih 12 razloga ekonomski valorizirati?
2. Tko ima moralno i etičko pravo oduzeti ljudima mogućnosti da doživljavaju ovo što je nabrojeno u tih 12 odgovora?

Turistička propaganda vrlo je značajna za širenje ideja i shvaćanja koja utječu na edukaciju, mišljenje, postupke i turista i lokalnog stanovništva i ljudi koji upravljaju i rade u nacionalnom parku. S t a j i ć (1972) dijeli turističku propagandu na grafičku (prospekti, publikacije plakati, fotografije), oglasnu (oglasi u novinama, časopisima, radiju i TV), projekcijsku (film, TV, dijapozitivi), prostorno-plastičnu (sajmovi, izložbe, suveniri i sl.) te osobnu (osobni prijenos poruka).

U jednom istraživanju u SAD-u (turistički prospekt) posjetitelji nacionalnih parkova odgovarali su na postavljeno pitanje: Možete li izabrati tri najvažnija povoda za zadovoljstvo koje osjećate posjećujući zaštićeno prirodno područje? Odgovori su sljedeći:

	Povod zadovoljstvu	Postotak odgovora
1.	Relaksacija	67,9
2.	Blizina iskonskoj prirodi	51,1
3.	»Pobjeći od svega«	47,8
4.	Iskustvo novog doživljaja	31,3
5.	Duševni mir	30,3
6.	Edukacija	27,2
7.	Zdravstveni razlozi	9,9
8.	»O tome se poslije priča«	8,8
9.	Raznolikost živih bića	8,4
10.	Radoznalost	7,9
11.	Okrepljenje	7,5
12.	Uzbudljivosti	1,9

ZAKLJUČNA MISAO I PRIJEDLOZI
CONCLUSION AND SUGGESTIONS

U Republici Hrvatskoj imamo danas proglašenih 7 nacionalnih parkova ukupne površine 69 420 ha. Od ukupno zaštićenih 7,3% površine Republike Hrvatske u svim kategorijama zaštite na nacionalne parkove otpada 1,2%. To su prema redoslijedu proglašenja:

1. *Plitvička jezera* – 19 479 ha – 8. 04. 1949.
2. *Paklenica* – 3 617 ha – 19. 10. 1949.
3. *Risnjak* – 3 014 ha – 15. 09. 1953.
4. *Mljet* – 3 100 ha – 12. 11. 1960.
5. *Kornati* – 22 375 ha – 24. 07. 1980.
6. *Brijuni* – 3 635 ha – 27. 10. 1983.
7. *Krka* – 14 200 ha – 24. 01. 1985.

Plitvička jezera su 1979. godine uvrštena u UNESCO-vu listu svjetske prirodne baštine, čime je i u svjetskim kulturološkim i biološkim razmjerima potvrđeno značenje toga bisera hrvatske prirode.

Otprije već postoji prijedlog o proširenju površina nekih i proglašenju novih nacionalnih parkova u Republici Hrvatskoj što je potpuno opravdano s ekološkog i gospodarskog značenja, i to:

a) Plitvička jezera za oko 14 000 ha,

b) Risnjak – proširenje bi obuhvatilo izvor rijeke Kupe i Snježnik.

Predlaže se proglašenje sadašnjeg parka prirode Velebit u kategoriju nacionalnog parka na površini oko 85 000 ha. Smatram da je to potrebno s obzirom na svekoliku ljepotu i značenje te jedinstvene planine koju je, osim toga, poveljom od 10. 2. 1978. UNESCO uvrstio u međunarodni rezervat biosfere u sklopu znanstvenog programa »*Čovjek i biosfera*«. To priznanje svakako i obavezuje.

I u svijetu i u nas ne postoje nacionalni parkovi koji zadovoljavaju svim međunarodno postavljenim kriterijima. Pogledamo li organizacijski i funkcionalno naše nacionalne parkove, uočiti možemo velike razlike. Hrvatski nacionalni parkovi ne pripadaju nekom jedinstvenom tipu nacionalnih parkova kako je uobičajena podjela u svijetu. Oni ne pripadaju ni liberalnom tipu, tzv. američkom, kao ni konzervativnijem, zatvorenijem tipu kakvi su uobičajeni europski nacionalni parkovi. Ovisno o stupnju valorizacije funkcija nacionalnog parka, razlikuju se međusobno i najčešće su kombinirani tip nacionalnog parka između dva spomenuta osnovna tipa. Neki su s izraženijem liberalnijem valoriziranju npr. Plitvička jezera, Brijuni, a neki zatvoreniji npr. Paklenica, Risnjak. Uzor u svjetskim mjerilima su Plitvička jezera, koja su uspjela pravilnim organiziranjem i valoriziranjem prostora napose objediniti sve funkcije nacionalnog parka i izbjeći, koliko je to maksimalno moguće, koliziju turizma i zaštite prirode, iako su se i u tom nacionalnom parku počeli u posljednje vrijeme osjećati utjecaji prevelike ekspanzije turizma, zbog velikog broja posjetitelja i korisnika tog ekološki vrlo osjetljivog prostora, napose temeljnog fenomena (voda, slapovi i dr.). Zbog toga postoji objektivna opasnost od prevelike »populističke« orijentiranosti i pretvaranja ovog prostora u tipičnu turističku destinaciju. U ostalim nacionalnim parkovima turizam se postupno razvija i uglavnom se bazira na posjetiocima (izleti, razgledavanje, tranzitni gosti) tako da je naplata ulaznica glavni izvor prihoda (npr. Krka, Kornati a manje ostali).

Kako većina naših nacionalnih parkova nije pravilno koncepcijski valorizirala prostor i funkcije (napose turizam) u njemu, a time se i kadrovski (čuvarske službe, recepcije i sl.) i tehnički (vozila, plovila i sl.) opremila, najveći problem je kontrola ulaska i boravka u njima, napose Mljet, Kornati, Risnjak i drugi.

Specifični po svojim prirodnim i urbanim obilježjima su Brijuni. Utjecaj čovjeka direktno i indirektno na njih izuzetno je jak, a pokazuje se uređenjem pejzažno-prirodnog ambijenta i intenzivnom izgradnjom objekata i infrastrukture te intenzivnim zadiranjem u biološko-ekološke odnose unošenjem velikog broja alohtone faune i flore. Mnogi misle da bi prema kriterijima za nacionalne parkove, a koliko ih Brijuni zadovoljavaju, njima prije odgovarala neka druga kategorija zaštite kojih u svijetu ima mnogo (regionalni park, spomen-park, predio osobite prirodne ljepote i sl.). Brijuni su danas sa svojim prirodnim i povijesnim obilježjima od izuzetnog značenja i mogućnosti za razvoj elitnog turizma, ali svakako u onim okvirima koji će se prilagoditi sadašnjem biološko-čekološkom i pejzažno-prostornom stanju postavljenoga u kategoriji nacionalnog parka i njegovim ostalim funkcijama (odgojno-obrazovna, znanstvena, rekreacijska i dr.).

Velik su problem u nekim našim nacionalnim parkovima naseljenost i svakolika gradnja. Nenaseljeni su Risnjak i Paklenica, a samo sezonski – ljeti – naseljeni su Kornati. Vrlo naseljen je nacionalni park Krka, koji u svojim granicama ima nekoliko većih mjesta, kao Zaton, Skradin i druga. Oni se normalno gospodarski i urbanistički razvijaju, što svakako ima posljedice na prirodu u nacionalnom parku. U Skradinu kao mjestu stacionarnog turizma postoji i veća marina. Isti problem imamo u nacionalnom parku Kornati, na što vrlo jasno upućuje B o g d a n i ć (1989), koji piše da »boravišni oblik turizma u N.P. Kornati predstavlja marina Piškera na otočiću Panitula Vela. Njeno prisustvo svakako ne pridonosi interesima očuvanja netaknute prirode, ali pridonosi financijskoj dobiti u upravljanju nacionalnim parkom.« Sve to naravno u suprotnosti je sa propisanim kriterijima za nacionalni park. Kao ni jedan naš nacionalni park, tako ni Kornati nemaju sređeno imovinsko-pravno stanje jer su gotovo u potpunosti u privatnom vlasništvu, što može biti velik problem.

Značajno je da su za svih 7 hrvatskih nacionalnih parkova doneseni prostorni planovi, što bi trebalo biti jedna od pretpostavki i garancija dobrom radu u budućnosti. Da bi se pravilno riješilo to složeno pitanje, potrebno je riješiti određene pretpostavke koje bih ovdje obrazložio:

1. Svakodnevna sve veća potreba za prirodnim, ekološki i estetski sačuvanim prostorima dovodi do promjena u razmišljanju i djelovanju same zaštite prirode, od inzistiranja na zabranjivanju svekolikog korištenja, kako je bilo dosada, do odgovarajućeg načina korištenja baziranoga na pravilnoj valorizaciji, racionalizaciji i planiranju. Samo racionalnim korištenjem koje će biti znanstveno i iskustveno potvrđeno može se sačuvati prirodnost te biološke i ekološke značajke prostora.
2. Zaštita prirode u nacionalnom parku nije sama sebi svrha, nego je u službi razvoja turizma, rekreacije, znanosti, odgoja i obrazovanja. Pravilnim valoriziranjem prostora nacionalnog parka, dakle njegovom pravilnom upotrebom i izborom djelatnosti po zaštitnim zonama dobit ćemo adekvatnu, pravilnu i aktivnu zaštitu tog prostora i spriječiti greške i devastaciju. Pravilna valorizacija, uređenje i funkcioniranje nacionalnog parka mogući su jedino ako se riješe kroz integralni oblik prostornoplanske koncepcije.
3. Nacionalni park ne može biti izolirana cjelina u prostoru (regiji, državi) kao funkcionalna i organizacijska jedinica, već mora biti u službi razvoja cjelokupnog gospodarskoga i socijalnog funkcioniranja kontaktnih prostora, regija i država. Od njega se traži potpuna prostorna i gospodarska integracija. Lociranjem turističkih kapaciteta izvan nacionalnog parka, gdje i smiju jedino biti, on će na taj indirektan način doprinijeti razvoju regije, uređenju prostora regije, organizaciji i valorizaciji.
4. Nacionalni parkovi moraju biti nosioci povezivanja i suradnje na nacionalnoj i svjetskoj razini. Kao koordinatori u povezivanju i suradnji između nacionalnih i svjetskih nacionalnih parkova trebaju biti sva tijela koja upravljaju i vode brigu o njima.
5. Da bi se uspješno riješio problem zaštite, razvoja, unapređenja, funkcioniranja i upravljanja nacionalnim parkovima u Republici Hrvatskoj valja donijeti Zakon o nacionalnim parkovima koji će biti usklađen sa svim ostalim zakonima i propisima u zemlji (o šumama, o lovstvu, o okolišu i dr.) te s međunarodnim konvencijama i propisima. On mora u prvom redu regulirati:

a) vrijednost zaštićenog područja (znanstveno obrazloženje), napose temeljnog fenomena,
b) granice nacionalnog parka,
c) zoniranje (s tim u vezi stupnjevi zaštite za pojedine zone, korištenje i djelatnosti po zonama),
d) način financiranja,
e) način upravljanja,
f) rješenje imovinskopravnih pitanja,
g) izradu prostornog plana,
h) kaznene odredbe za prekršitelje.

6. Specifičnosti svakoga nacionalnog parka razlogom su što ne može postojati jedinstvena detaljna metodologija organizacije i valorizacije. Raznolikost u zemljopisno-gospodarskom položaju te biološko-ekološkim, geološkim, geomorfološkim i pejzažnim obilježjima i veličini utječu na kriterije izrade planova organizacije, funkcioniranja i valorizacije nacionalnog parka. Budući da su nacionalni parkovi područja veće površine s određenim biološko-ekološkim, kulturnim, socijalnim i gospodarskim vrijednostima, imperativno zahtijevaju adekvatan način zaštite, čuvanja, unapređenja i korištenja.
7. Sve veća tendencija i potreba čovjeka za prirodnim prostorima povećava značenje nacionalnih parkova i zahtjeva što liberalniju njihovu zaštitu. Da bi se uskladili interesi zaštite prirode i turizma u prostoru nacionalnog parka, potrebno je krenuti od same unutarnje organizacije i funkcionalne povezanosti prostora. Stupanj zaštite nije na cijelom prostoru parka jednak. Svakoj zoni određena je prema stupnju zaštite njezina namjena, slobodnije ili strogo kontrolirano korištenje, sadržaji, dimenzionirnje kapaciteta, uvjeti, mogućnosti i broj posjetitelja te samo ponašanje. Osobito osjetljivo pitanje je kako riješiti adekvatno gradnju infrastrukture i objekata za aktivnu i pasivnu turističku djelatnost i ostale funkcije parka u odnosu na određene zone zaštite. Bit je u tome da se iznađe adekvatno rješenje povezivanja svih zona parka i samim time i usklađivanje funkcija u parku. Nikako ne smijemo smetnuti s uma pri valorizaciji zaštićenog prostora nacionalnog parka u cjelini ili parcijalno po zonama da smo ograničeni prostornim i ekološkim kapacitetom prijema posjetitelja.
8. I uz veliku prostranost, granice mogućeg prihvata posjetitelja u nacionalnom parku su uočljive, a razlozi leže u sljedećem:
   a) Koncentracija velikog broja posjetitelja na osjetljivim zonama parka,
   b) Visok stupanj tehnike i modernizacije – mobilnost (osobna kola, karavan kola i sl.),
   c) Velika privlačnost nekih detalja,
   d) Želja za ostvarivanjem što većeg profita,
   e) Vidljive negativne posljedice na prirodu nacionalnog parka.

   Uvjetovano svime time opravdano se nameće dilema oko osnovne namjene nacionalnog parka i pitanje kako to riješiti. Postaju li oni sve više objekti masovnog korištenja, tipične turističke destinacije? Takva pretjerana »populistička« orijentacija opterećuje prostor, dolazi do nekontrolirane izgradnje infrastrukture i objekata. Druga krajnost leži u tome da privlačnost prostora stvara uvjete za razvoj elitnog (ekskluzivnog) turizma, što je s gospodarskog aspekta vrlo primamljivo. Time se međutim gubi značaj »nacionalni« i njegova osnovna funkcija za rekreaciju, uživanje, odgoj i obrazovanje i svekoliko uživanje

pučanstva. Mislim da nacionalni parkovi ne smiju biti nikakvi isključivi turistički prostori, napose ne rekreativna područja. Treba uvesti strogi sustav programiranja boravka u nacionalnom parku, dakle ograničiti posjet i po broju posjetitelja i po vremenu zadržavanja i uz prethodnu najavu (booking sistem). Turizam treba bazirati na tome da prevladavaju što kraći boravci u nacionalnom parku (prolazni turisti, razgledavanje i sl.), osobito u zonama strože zaštite. To će se postići najbolje ako se zone za prihvat turista, napose stacionarnih (hoteli, kampovi i dr.), nalaze izvan nacionalnog parka ili što dalje od temeljnog fenomena.

9. Veliku brigu treba posvetiti kadrovima da to budu stručni i sposobni ljudi, osobito oni koji su na upravnim i organizacijskim funkcijama a i oni koji su na raznim radnim zadacima funkcioniranja nacionalnog parka. Važna je svijest svih da znaju i shvaćaju odgovornost i značenje svog posla u jednom takvom jedinstvenom prostoru.
10. Jedan od zadataka je da se na međunarodnoj i nacionalnoj razini ujednače kriteriji prema međunarodnim propisima i definicijama na proglašenju, zaštiti, uređenju, organizaciji i valorizaciji nacionalnih parkova. U onim slučajevima gdje je to nemoguće postići, a također i u želji da mnoga vrijedna prirodna područja budu zaštićena ali istovremeno dostupna što većem broju posjetitelja, a da se pritom ne degradira načelo nacionalnog parka, treba ići na ostale kategorije zaštite, još liberalnije, koje su često i većih prostornih cjelina. Zakoni mnogih europskih i ostalih zemalja to su predvidjeli. Tako Australija ima 25 kategorija zaštite prirodnih predjela (od najstrože do najliberalnije). Moguća rješenja su: park prirode, regionalni park, prirodni predio, predio osobite prirodne ljepte i dr. (Environmental park, conservation park).
11. Svi poslovi u organizaciji i funkcioniranju nacionalnim parkovima svakako trebaju biti u sklopu jedinstvene uprave i organizacije, pod strogom kontrolom i u skladu sa zakonima i propisima, bez obzira na vlasništvo objekata i obavljanje djelatnosti. Na taj će se način izbjeći kolizija inkopatibilnih funkcija nacionalnog parka, napose turizma i zaštite prirode.
12. Današnji ustroj upravljanja nacionalnim parkovima u Republici Hrvatskoj odgovara, dok se ne donesu novi zakoni koji će regulirati cjelokupnu problematiku okoliša i prirode te posebno zaštićenih objekata prirode. Iako je Uredbom o upravljanju nacionalnim parkovima predviđeno postojanje Savjeta za nacionalne parkove koji za svoj rad odgovara Vladi, smatram da u našoj zemlji nedostaje jedno koordinativno i operativno tijelo kakvo je uobičajeno u svijetu. To je Udruženje uprava nacionalnih parkova. Kako su članovi uprava ljudi različitih strukovnih profila, od znanstvenika do gospodarstvenika, to bi takvo tijelo bilo spona između operativne djelatnosti i vladinih institucija. Njegova zadaća bila bi i rad na koordinaciji i suradnji između nacionalnih i međunarodnih institucija i uprava nacionalnih parkova. Vjerujem da bi to ubrzalo rješavanje problema koji se tiču nacionalnih parkova jer je mogućnost dobivanja informacije i suradnje na svim razinama (operativna-znanost-Vlada) time ubrzana i učinkovita.
13. »*Nacionalni parkovi su za mnoga područja pa i zemlje postali dio njihova identiteta – obavezni dio predodžbe i znak prepoznavanja. I zato se u načinu njihove zaštite, korištenja i prezentacije, odnosno u cjelokupnom odnosu prema nacionalnim parkovima, očituje i kultura jednog naroda*« (B r a l i ć 1990).

14. Na kraju ovog rada moram spomenuti da i ovog trenutka srpski barbari i zločinci, vođeni mržnjom i željom za uništenjem svega hrvatskoga vrše *genocid, kulturocid* i *ekocid* na prostorima dvaju naših prirodnih bisera, u nacionalnim parkovima Plitvička jezera i Krka. Posljedice okupacije cjeloga Nacionalnog parka Plitvička jezera i djelomično Nacionalnog parka Krka u potpunosti ćemo sagledati njihovim oslobađanjem. Znamo sigurno da će rane dugo osjećati i hrvatsko pučanstvo na tim prostorima i priroda.

LITERATURA – LITERATURE

Arhiva i zapisnici Povjerenstva za zaštitu prirode i očuvanje prirodnih spomenika Savske Banovine, Zagreb 1937–1939.

Arhiva i zapisnici Banovinskog odbora za zaštitu prirode, Zagreb 1939–1942.

Bogdanić, M., 1989: Problematika zaštite prirode nacionalnog parka »Kornati«. Diplomski rad, Šumarski fakultet, Zagreb.

Bralić, I., 1990: Nacionalni parkovi Hrvatske. Tehnička knjiga, Zagreb.

Deklaracija Stockholmske konferencije 1972.

Hirtz, M., 1938: O dosadašnjim radovima na zaštiti prirode i prirodnih spomenika u Hrvatskoj i Slavoniji. Zaštita prirode 1:15–20, Zagreb.

IUCN-UNITED Nations list of National parks and Equivalent reserves. Park national Yellowstone and Grand Teton, September 1972.

Jarić, Z., 1978: Nacionalni park kao faktor fegionalnog razvoja. Posebno izdnje Republičkog zavoda za zaštitu prirode SR Srbije 11:133–154, Beograd.

Kamenarović, M., 1961: Historijat zaštite prirode u Hrvatskoj. Zaštita prirode u Hrvatskoj, 7–18, Zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Killermann, W., 1980: Geländearbet mit Schulklassen im Nationalpark. Nationalpark Bayerischer Wald 4:47–65, Grafenau.

Knoll, J., 1980: Unterrichtsgänge in Nationalparken. Nationalpark Bayerischer Wald 4:66–75, Grafenau.

Kutscher, S., 1980: Das Bildungskonzept des Nationalparks Bayerischer Wald. Nationalpark Bayerischer Wald 4:15–26, Grafenau.

Lusigi, W.J., 1978: Planning African National Parks-an Example from Kenya. Nationalpark Bayerischer Wald 2:37–48, Grafenau.

Marinović-Uzelac, A., 1979: Metodološki aspekti prostornog planiranja nacionalnih, regionalnih i memorijalnih parkova. Nacionalni i regionalni parkovi Jugoslavije, Informativni pregled 6:18–20, Savet za čovekovu sredinu i prostorno uređenje SIV-a, Beograd.

Marinović-Uzelac, A., 1979: Problemi planiranja zaštićenih prirodnih područja u okviru prostornog uređenja. Savjetovanje »Čovjekova okolina u prostornom planiranju«, 14. i 15. studenog, Opatija.

Marinović-Uzelac, A., 1986: Naselje, gradovi i prostori. Tehnička knjiga, Zagreb.

Marinović-Uzelac, A., 1987: Planiranje turizma u nacionalnim parkovima. Zbornik radova »Turizam i prostor-ekološki aspekti konfliktnih situacija«, 135–143, Institut za turizam, Zagreb.

Marković, S., 1982: Programiranje i valorizacija turističkog potencijala nacionalnih parkova i parkova prirode. Zbornik 5. savjetovanja o nacionalnim i regionalnim parkovima Jugoslavije, 40–42, Beograd.

Minjević, D., 1981: Konflikti u prostoru nacionalnih parkova. Zbornik 5. savjetovanja o nacionalnim i regionalnim parkovima Jugoslavije, 57–60, Beograd.

Močvan, J., 1979: Plitvička jezera – veliki spomenik prirode. Nacionalni i regionalni parkovi Jugoslavije, Informativni pregled 6:38–40, Savet za čovekovu sredinu i prostorno uređenje SIV-a, Beograd.

Mrass, W., 1972: Razmatranje o nacionalnim parkovima USA. Natur und Landschaft br. 5 (rukopis prijevoda).

Nature and National Parks. European Bulletin Vol. 16, br. 60, Basel 1978.

Nikolić, S., 1984: Kritički pogled na koncepciju ustanovljavanja i funkcionisanja nacionalnih parkova u SR Srbiji. Zaštita prirode 37:79–102, Beograd.

Premužić, A., 1938: O nacionalnim parkovima u Savskoj Banovini. Zaštita prirode 1:21–28, Zagreb.

Stajić, S., 1972: Nacionalni parkovi Jugoslavije kao šume sa posebnom namenom i njihov značaj za turizam. Republički zavod za zaštitu prirode SR Srbije, posebno izdanje, br. 3, Beograd.

Statut Povjerenstva za zaštitu prirode i očuvanje prirodnih spomenika Savske Banovine. Zaštita prirode 1:3–5, Zagreb 1938.
Španjol, Ž., 1993: Uloga posebno zaštićenih objekata prirode u turizmu. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdnje 4:231–242, Zagreb.
Turistički prospekti SAD-a.
Uredba o nacionalnim parkovima. Zaštita prirode 1:6–10, Zagreb 1938.
Uredba o upravljanju nacionalnim parkovima. Narodne novine, br. 59, 14. studeni 1991, Zagreb.
Uredba o upravljanju nacionalnim parkovima. Narodne novine, br. 71, 28. listopada 1992, Zagreb.
Vevers, G., i dr., 1989: Veliki atlas životinja. Mladinska knjiga, Ljubljana – Zagreb.
Vidaković, P., 1989: Nacionalni parkovi i turizam. Zavod za zaštitu prirode i Institut za turizam, Zagreb.
Watson, M.D., 1980: The educational and interpretive concept of Everglades National Park, USA. Nationalpark Bayerischer Wald 4:31–37, Grafenau.
Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine, br. 19, 11. svibnja 1960, Zagreb.
Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine, br. 54, 25. prosinca 1976, Zagreb.

Original scientific paper

ŽELJKO ŠPANJOL

THE PROBLEMS OF CROATIAN AND WORLD NATIONAL PARKS

Summary

When the first national park, the Yellowstone, was proclaimed in 1872 and followed by others all over the world, the highest degree of protection at national environment was achieved.

Since the very beginnings there were different opinions as to the definition and function of national parks. Accordingly, the problem was discussed on a international level and certain suggestions and definitions were issued at the London Conference in 1933, the Seattle Conference in 1962, the Assembly IUCN in New Delhi in 1968, and on other occasions.

The proclamations of the first national parks in Croatia was preceded by systematic work on environmental protection since the middle of the 19th century through legal regulations. By the Financial Law of the Kingdom of SHS in 1928/29, the first national parks were proclaimed on Croatian territory: the Plitvice Lakes, Bijele Stijene, Štirovača and Paklenica. As the law was in force for just one budget year, it was not prolonged and formal protection of these regions ceased.

Two major types of national park resulted from the motives and purpose of a protected area throughout the history: a liberal American type, and a more closed European; others are combinations of the two.

Depending on the organizational type and national laws in the individual national parks, their basic functions are education, recreation and scientific research.

Use and organization of a national park is regulated by rural planning which is a major means of the concept of protection, organization, maintenance and improvements, but also a legal frame and technical base for all material operations on site. In Croatia, the rural plan for national parks is issued by the Sabor, the Croatian parliament.

The definition of the law is a major task of the rural plan of every national park. Although the zones and their functions were precisely defined by the IUCN Convention in Banf in 1972, each country relies on its own specific circumstances; the zonations of national parks are therefore different. Among the most complete and most acceptable zonations in all Croatia is the one made by A. Marinović-Uzelac and J. Movčan.

There is no unique and principled law regulation to define the use and care, organization, management and financing of national parks. Each country has its own specific and original model controlled by the authorities of the country or region. In most countries national prks are managed by their committees. There is a special law on national parks regulating their problems within the Law on environmental protection or by a government decree. As to the financing, everywhere in the world it comes from the revenues of the national park use, from the government or other sources in accordance with the law.

The increasing need for natural, ecological and aesthetically preserved environments has drawn the attention to the national parks in terms of tourism, recreation, science and education. They should be integrated into the region as to its area and management. This raises the question of the use, as there is a danger of their becoming typical tourist destination, a »populistic« orientation; on the other hand, national parks may develop exclusively elite tourism.

Among the priorities is to reconcile the criteria on both international and national levels according to the regulations and definitions in terms of proclamations, protection, organization and valorization of national parks.

Croatia has 7 national parks on a total area of 69,420 ha. Out of the 7.3% of the legally protected area, 1.2% are the national parks of Croatia. The very next task is to proclaim the Velebit mountain a national park, and to extend the areas of Risnjak and the Plitvice Lakes, especially as the Velebit and the Plitvice are under direct UNESCO protection.

Its national parks are one part of the national identity of Croatia, its pride and heritage. However, two jewels among them, the Plitvice Lakes and the Krka Waterfalls are being continuously destroyed by the Serbian military criminals through unprecedented devastation of the people, culture and environment, which will be felt long after this country has been liberated.

Ivkov, M.: Simuliranje razvoja sastojina uz pomoć modela ovisnosti debljinskog prirasta o razini podzemnih voda. Glas. šum. pokuse 30:95–142, Zagreb, 1994

UDK 630*4:630*16] + 630*56:556.32 Izvorni znanstveni članak

MILAN IVKOV

SIMULIRANJE RAZVOJA SASTOJINA UZ POMOĆ MODELA OVISNOSTI DEBLJINSKOG PRIRASTA O RAZINI PODZEMNIH VODA

SIMULATION OF FOREST STANDS DEVELOPMENT WITH A MODEL OF RADIAL INCREMENT DEPENDENCE ON WATERTABLE LEVELS

Prispjelo: 14. 09. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

Voda igra značajnu ulogu u razvoju nizinskih šuma. Ako želimo razviti model za simuliranje razvoja nizinskih mješovitih sastojina, u taj je model potrebno ugraditi, među ostalim, i model utjecaja vode na rast šumskog drveća. Analizom utjecaja različitih razina podzemnih voda te parametara vodne bilance na radijalne priraste hrasta lužnjaka i poljskog jasena u šumi Repaš utvrđeno je da te dvije vrste značajno reagiraju na promjene tih parametara. Stoga je u model za simuliranje potrebno ugraditi i utjecaj podzemnih voda i utjecaj fiziološki aktivne vlage tla. Ugradnjom tih ovisnosti u već postojeći simulator rasta sastojina (FORECE) dobiven je novi model CROFOR, pomoću kojega možemo prognozirati budući razvoj ovih nizinskih sastojina uz različite buduće režime podzemnih voda.

Ključne riječi: simulacijski model, razvoj sastojina, podzemne vode, radijalni prirast, nizinske šume.

UVOD – INTRODUCTION

Očekuje se da će u budućnosti na rast i razvoj šumskih ekosustava značajno utjecati sljedeći problemi (K i m m i n s 1990): onečišćenost atmosfere, tla, vode, promjene u plodnosti tala, zbijanje i erozija tala i konačno globalne klimatske promjene, kojima se danas pridaje sve veća važnost. Te promjene u okolišu dovode do fiziološkog stresa biljaka, a time raste značenje raznih bolesti i insekata. Osim toga je stalno prisutan sve veći antopogeni pritisak na šumske ekosustave zbog potreba rastuće ljudske populacije za novim sirovinama i novim obradivim površinama.

Razni autori (npr. Joyce i dr. 1990, Kienast 1991, Shutts & Green 1988, Gilchrist 1978, La Marche i dr. 1984), na osnovi rezultata različitih klimatoloških modela, predviđaju porast temeprature atmosfere za otprilike 4 °C u roku sljedećih nekoliko desetljeća. Te će promjene biti znatnije izražene na većim zemljopisnim širinama i više će se odraziti na zimske temperature nego na ljetne. S tim su povezane brojne druge promjene, u rasporedu oborina, režimu oborina (posebno snježnih) itd. Tako npr. Manabe & Wetherald (1986) te Pastor & Post (1988) predviđaju da će promjene u vodnim režimima tala, nastale kao posljedica učinka staklenika, djelovati kao čimbenik s najjačim utjecajem na promjene u rasporedu vegetacije na Zemlji.

Uzrok tog povišenja temperature je stalni porast koncentracije CO_2 u atmosferi. Utvrđeno je da su temperatura zraka i koncentracije CO_2 u vrlo uskoj korelaciji. Koncentracija CO_2 neposredno utječe na energetsku ravnotežu Zemlje, tj. na odnos između Sunčeve radijacije i Zemljina izračivanja. Zbog spaljivanja golemih količina fosilnih goriva, te zbog drugih načina onečišćivanja atmosfere stalno raste koncentracija CO_2 u atmosferi. Predviđa se njezino udvostručenje u roku 50 do 100 godina. Te će promjene imati i neposredne i posredne utjecaje na vegetaciju.

Drvenaste vrste su već u povijesti Zemlje preživjele slične promjene zbog izmjene glacijalnih i interglacijalnih perioda (La Marche 1978), ali nikada se ta promjena nije odvijala tom brzinom (Joyce i dr. 1990). Stoga se danas ulažu veliki istraživački napori da bi se unaprijed procijenila veličina budućih promjena i njihov utjecaj na prirodne resurse.

Među najugroženijim ekosustavima svijeta danas se nalaze nizinske šume u blizini velikih rijeka (Maltby & Dugan 1985). U cijelom se svijetu najviše smanjuju upravo površine tih šuma, tako da danas ostaci tih šuma čine golemu znanstvenoistraživačku vrijednost. Imamo tu sreću da se u Hrvatskoj još nalaze značajne površine nizinskih šuma s očuvanom, prirodnom strukturom. Međutim, i kad te šume nisu direktno ugrožene prekomjernom sječom, krčenjem ili nepovratnim gubljenjem prirodne strukture i sastava, one predstavljaju vrlo ugrožene ekosustave. Voda je ekološki čimbenik koji bitno determinira njihovu strukturu i razvoj, a putovi kruženja vode kroz te ekosustave su danas jako poremećeni. Stoga su danas znatni napori znanosti usmjereni na očuvanje tih šuma.

I naša šumarska znanost je posvetila znatnu pažnju problemima očuvanja nizinskih šuma. O njima su s ekološkog, uzgojnog i drugih aspekata pisali Prpić (1986, 1989), Mayer (1988), Matić (1989), Vranković & Bašić (1989), Rauš & Vukelić (1989) i drugi naši istraživači.

Šuma Repaš je upravo takav jedan primjer na kojem vidimo kako različiti ljudski interesi mogu ugroziti stabilnost šumskog ekosustava. Stanište jedne od naših najljepših i najočuvanijih nizinskih šuma, šume Repaš, bilo je ugroženo planiranom izgradnjom odvodnog kanala vodne stepenice Đurđevac. Odvodni kanal je bio projektiran u dubokom usijeku koji bi prolazio kroz veći dio gospodarske jedinice »Repaš – Gabajeva greda«. Predviđa se da bi takav zahvat izazvao sniženje razine podzemnih voda za čak 4 metra. To bi izazvalo značajne promjene vodnih prilika u stojbinama šume Repaš, i prema dosadašnjim spoznajama nepovoljno bi utjecalo na vitalnost drveća i na stabilnost cijelog ekosustava (Prpić 1986). Da bi se to spriječilo, Šumarski Fakultet u Zagrebu je pokrenuo niz istraživanja i izradu Studije utjecaja izgradnje vodne stepenice na tu šumu te Studije hidrološke sanacije (Prpić i dr. 1987, Prpić i dr. 1989).

Oko porijekla gradnje vodne stepenice Đurđevac vodile su se dugotrajne rasprave. Taj je projekt izazvao reakciju šumarske struke i svekolike javnosti, tako da je šumarska struka konačno uspjela izboriti odgodu projekta. Međutim, prema novim planovima (R o j č e v i ć 1992), od gradnje hidroelektrana na Dravi se nije odustalo, već su izabrane druge varijante izvedbi. Možemo sa sigurnošću reći da će gradnja hidroelektrane Novo Virje imati značajan utjecaj na šumu Repaš, ali je zasad teško reći kakav i u kolikoj mjeri.

Kako raste značenje na početku navedenih problema, raste i potreba za pouzdanim procjenama dugoročnih promjena u šumskim ekosustavima (K i m m i n s 1990). Dva su osnovna tipa promjena u našem okolišu. Globalne klimatske promjene djeluju postupno ali imaju dalekosežne posljedice. U usporedbi s njima, promjene u kvaliteti okoliša zbog onečišćenja atmosfere i hidrosfere djeluju mnogo brže i mogu se lakše pratiti i mjeriti. Možemo tako razlučiti i dva tipa promjena u šumskim ekosustavima, a to su promjene u rastu, prirastu i stabilnosti šumskih zajednica (ugroženo je načelo potrajnosti), te promjene u strukturi, tj. u sastavu i sukcesiji (prirodnom razvoju) šumskih zajednica.

Zbog tih promjena tradicionalni modeli rasta i prirasta više ne zadovoljavaju potrebe pri planiranju i gospodarenju u šumama. Tradicionalni, statistički modeli (npr. prirasno-prihodne tablice) se zasnivaju na predviđanju budućeg rasta sastojine na osnovi mjerenja dosadašnjeg rasta (rasta u prošlosti) i njegove projekcije u budućnost. Koristimo se »povijesnim indikatorima« (K i m m i n s 1990) koji nam pokazuju potencijal staništa i na osnovi toga predviđamo rast sastojine u budućnosti.

Sve donedavno je ta metoda imala brojne prednosti – nije bila ograničena našim neznanjem o ekološkim i fiziološkim determinantama rasta. Teško je zamisliti pouzdaniji i praktičniji model za predviđanje prirasta sastojina, AKO I SAMO AKO je zadovoljena jedna pretpostavka – da su ekološki uvjeti koji determiniraju rast sastojine u budućnosti dovoljno slični onima koji su vladali za vrijeme prošle ophodnje ili razdoblja (K i m m i n s 1990).

Međutim, u zadnjih 30 godina sve su češći izvještaji koji govore o promjenama prirasta (o padu ili pak o porastu prirasta) zbog promjena bilo u plodnosti tla, bilo vitalnosti stabala, te drugih promjena u čibenicima koji determiniraju rast sastojina. Već smo iznijeli argumente koji govore da u budućnosti možemo očekivati sve jače promjene uvjeta u kojima se razvijaju šumske sastojine. Stoga možemo zaključiti da su prirasno-prihodne tablice sve manje pogodne kao osnova za predviđanje prirasta u situaciji kad dolazi do značajnih promjena u uvjetima rasta u odnosu na prošlost.

Taj se problem danas pokušava riješiti razvojem modela te simuliranjem razvoja šumskih ekosustava na računalu. Osnovna ideja modeliranja je da u program za simuliranje ugradimo sve procese i čimbenike koji djeluju na rast i razvoj sustava. Ukoliko se ti čimbenici i njihov utjecaj na procese pravilno ugrade u model, tada nam model može poslužiti kao sredstvo za ispitivanje ponašanje sustava, te za predviđanje budućeg razvoja sustava pod utjecajem promijenjenih vanjskih čimbenika (B o s s e l i dr. 1991).

Početni cilj ovog rada je bio da jedan postojeći, visoko razvijeni model za simuliranje razvoja šumskih sastojina na takav način izmijenimo i dopunimo, tako da nam može poslužiti za davanje odgovora na naša specifična pitanja, a to je kako će se naše sastojine razvijati ukoliko dođe do promjene u režimu podzemnih voda. Da je odgovor na ta pitanja moguće pružiti putem simulacijskih modela, vidimo na brojnim primjerima u literaturi.

Prilikom rješavanja problematike nizinskih šuma dosad je bilo relativno malo radova u kojima su se simulacijski modeli rasta i razvoja sastojina koristili u tu svrhu. Međutim, u literaturi možemo naći i takve primjere. Tako Phipps koristiti simuliranje (model SWAMP) pri odabiru najpovoljnijih gospodarskih tehnika i metoda u nizinskim vlažnim šumama (Phipps & Applegate 1983) te za simuliranje utjecaja učestalosti poplava i dubine podzemnih voda na dinamiku vegetacije u vlažnim šumama američkog juga (Phipps 1979). Pearlstine i dr. (1985) koristili su se modelom FORFLO da bi ispitali kakav će utjecaj imati predviđeni hidrotehnički zahvati na strukturu šumskih zajednica u nizini rijeke Santee River u Južnoj Karolini. Taj je model u osnovi isti kao i Phippsov model SWAMP po načinu kako je modeliran utjecaj podzemne vode. Liu & Malanson (1992) upotrebljavaju isti model i istražuju kako se ponašaju nizinske šume američkoga srednjeg zapada u promijenjenim klimatskim i hidrološkim uvjetima. Navedeni autori su vezu između prirasta i razine podzemnih voda utvrdili indirektnim putem (preko karata raširenosti vrsta), što ne mora odražavati stvarnu ekološku konstituciju vrsta. Stoga je potrebno ispitati da li koncept za modeliranje utjecaja podzemne vode kojima se služe Phipps i Pearlstine u svojim radovima zadovoljava u našim uvjetima.

Iz literature vidimo da se simulacijski modeli danas vrlo često upotrebljavaju radi davanja prognoze o budućem razvoju šumskih sastojina u novim, promijenjenim uvjetima rasta, ali da su se dosad relativno rijetko primjenjivali za simuliranje razvoja nizinskih šuma. Smatram da je jedan od razloga i taj što modeliranje utjecaja podzemnih voda zasad još nije uspješno riješeno. Stoga je potrebno detaljnije istražiti kakav je utjecaj razine podzemnih voda na priraste nizinskih vrsta.

Cilj je ovog rada prvo analizirati utjecaj podzemnih voda na prirast naših glavnih vrsta nizinskih šuma (hrasta lužnjaka i poljskog jasena) u šumi Repaš, a zatim ugraditi te spoznaje u simulacijski model. Taj model može promoći pri davanju prognoze o budućem razvoju naših nizinskih šuma.

METODE RADA – WORKING METHODS

Metode simuliranja i modeliranja
Simulating and modelling methods

Prema Munitiću (1989) pod pojmom »simulacija« razumijevamo imitiranje ponašanja realiteta različite prirode. Postoji cijeli niz definicija, ali je važno da pod tim pojmom razumijevamo niz aktivnosti, od eksperimentiranja na realnom sustavu pa do analize eksperimentalnih rezultata, što znači: modeliranje promatranog realiteta, računalno programiranje i eksperimentiranje s modelom.

Metoda simulacije se počela razvijati 1950. god., prije svega pri izradi i konstrukciji balističkih raketa i svemirskih letjelica, a potom za civilnu inženjersku primjenu. Nakon toga se počelo sa simuliranjem kemijskih i drugih industrijskih procesa, strukturne dinamike, **bioloških sustava**, automobilske, brodske i podmorničke dinamike, društvenih, **ekoloških**, političkih i ekonomskih sustava, elektroničkih, električnih, optičkih i akustičnih sustava, sustava učenja, razmišljanja i riješavanja problema (Munitić 1989).

Prema Munitiću pod pojmom »model« razumijeva se apstrakcija nekog realiteta, te je on, ustvari, supstitut promatranog sustava i predstavlja oblik predoča-

vanja sustava i teorije o njegovoj egzistenciji, rastu i razvoju, odnosno o njegovoj strukturi i dinamici ponašanja. Kreiranje modela, kao prezentata promatranog sustava, središnji je čin simulacijskog procesa. Model je pojednostavljenje promatranog realiteta, odnosno neka vrsta njegove realizacije. Akt biranja bitnih karakteristika promatranog sustava, na osnovu kojih se može konstruirati model, redovito se obavlja na osnovi intuitivnog-mentalnog sklopa samog konstruktora modela. Konstrukcija modela djelovanjem povratne sprege poboljšava samo poimanje teorije koja povezuje promatrani realitet i njegov model.

Modeli se mogu klasificirati na različite načine, ovisno o interesu istraživača. Tako M u n i t i ć (1989) navodi i definira ove oblike modela: pozitivni pravni propisi, matematički modeli, simulacijski modeli, simbolično modeli.

Simulacijski modeli mogu biti: fizički modeli ili apstraktni modeli, statični ili dinamični modeli, modeli u kontinuiranom ili modeli u diskretnom vremenu, stohastički ili deterministički modeli, mentalni modeli, računalni modeli te kombinirani modeli. Zapravo, ozbiljan modelar mora se koristiti višestrukom metodologijom izrade modela, tako da većina modela o kojima ćemo govoriti jesu zapravo kombinirani modeli. Nas interesiraju simulacijski modeli koji su po svojoj prirodi apstraktni, dinamični, diskretni, nelinearni i kompleksni.

Postoje najmanje tri opća razloga korištenja simulacijskih modela:

1. Rješavanje najsloženijih upravljačkih sustava, gdje je matematička ili statistička analiza previše složena.
2. Omogučiti istraživaču da stekne nova znanja i razumijevanje mehanizama događanja, odnosno zakonitosti u složenim realnim sustavima.
3. Omogučiti anticipiranje ponašanja sustava eksperimentiranjem na simulacijskom modelu, a ne na realnom sustavu, koje bi moglo izazvati neželjene posljedice za promatrani sustav ugrožavajući mu katkad i samu egzistenciju. To znači da simulacijsko modeliranje omogućava eksperimentiranje na najsloženijim sustavima bez opasnosti za njihovu egzistenciju, rast i razvoj (M u n i t i ć 1989).

Modeli šumskih ekosustava – Models of forest ecosystems

T a n s l e y je ekosustav definirao kao kompleks koji čine svi organizmi i njihovo stanište. Međutim, šumski ekosustav sačinjavaju šumska zajednica ili asocijacija i njezino stanište, te svi organski i anorganski ciklički procesi u sustavu (R a u š 1987). Šumski ekosustavi su među najsloženijim ekosustavima u biosferi. Iz toga izlazi da i njihovi modeli imaju vrlo velik stupanj složenosti.

Prvo je potrebno razlučiti dva osnovna tipa računalnih modela u šumarstvu. Prema H. B o s s e l u (B o s s e l 1991, B o s s e l & K r i e g e r 1991, B o s s e l i dr. 1991), možemo napraviti osnovnu podjelu računalnih modela prema **pristupu modeliranju** na deskriptivne modele (»matematičke« ili »statističke modele«) i na eksplantorne modele ili modele temeljene na procesima (»process-based«) (još se rabi naziv mehanicistički modeli, strukturni modeli).

Prema J. K i m m i n s u (1990, 1990/91) možemo osim ta dva tipa razlučiti i »hibridni« tip modela, kojij u sebi objedinjava svojstva obadva navedena tipa modela. Zapravo, većina modela u šumarstvu je hibridnog tipa, što znači da ukoliko neki procesi nisu dovoljno razjašnjeni, tada pribjegavamo statističkim metodama kako bi model postigao zadovoljavajuću točnost.

Deskriptivni modeli su zapravo prirasno-prihodne tablice prilagođene za računalo (prema Bossel & Krieger 1991: »growth table models«). U takav tip modela možemo ubrojiti model koji su opisali Pranjić i dr. (1988). Osnovna razlika je ta da se eksplanatorni ili mehanicistički tipovi modela zasnivaju na procesima koji se odvijaju u ekosustavu (»Process-based«), dok je kod deskriptivnih modela rast u funkciji vremena, a ostali procesi najčešće nisu zastupljeni. Pojednostavljeno, deskriptivni modeli samo numerički opisuju razvoj sastojina, dok eksplanatorni modeli taj razvoj objašnjavaju procesima koji se odvijaju u sustavu. Tako u modelu koji su opisali Pranjić i dr. (1988) odabir stabala koja ostaju na plohi ovisi o indeksu konkurencije, tj. o broju stabala po jedinici površine, te o njihovim međusobnim udaljenostima, a prirast je u funkciji vremena.

Osnovna razlika između tih dvaju tipova modela je u tome što model formuliran na biološki prihvatljiv način (znači temeljen na biološkim procesima) možemo upotrebljavati za ekstrapolaciju izvan područja eksperimentalnih podataka (zapravo za predviđanje ponašanja sustava u posve novim uvjetima) (Bossel 1991). Iz tih razloga mi smo se u ovom radu ograničili na deskriptivne tj. procesne modele koji simuliraju razvoj šumskih ekosustava.

U zadnjih dvadeset godina je stvoren i objavljen velik broj procesnih modela koji se odlikuju različitim pristupom rješavanju određenih problema. Možemo ih podijeliti na različite načine. Tako ih Bossel (1991) dijeli na dvije osnovne kategorije, **prema razini modela:**

– modeli koji simuliraju fiziološke procese na razini stabla, (tzv. »real-structure modeli«, u daljem tekstu: fiziološki modeli).

– modeli koji simuliraju procese na razini plohe ili sastojine (tzv. »gap-modeli«).

Međutim, u budućnosti se može očekivati integracija tih dvaju razina, o čemu piše Bossel (1991). Primjer takva integriranog modela je FORMIX (Appanah i dr. 1990, Bossel 1991, Bossel & Krieger 1991, Schäfer i dr. 1992b). Osim te dvije osnovne razine imamo modele na višim i na nižim razinama. Tako postoje modeli koji simuliraju procese na razini stanice ili lista (Waring & Schlesinger 1985) te modeli koji simuliraju procese na razini krajolika ili pak cijele biosfere.

Fiziološki modeli – Tree process models

Zajednička obilježja svih fizioloških modela je da oni simuliraju fiziološke procese na razini stabla ili čiste sastojine. Pri tome su u većini modela zastupljeni ovi procesi: fotoprodukcija lišća, fotoprodukcija krošnji, respiracija (lišća, parenhima drva, korijena itd.), obnova lišća i finog korijenja, distribucija asimilata i prirašćivanje, opadanje lišća, opskrba i potrebe za dušikom, mineralizacija i humifikacija, te ostali procesi na razini stabla, ovisno o tome koliku im važnost pridaju pojedini istraživači, npr. transpiracija, vodna bilanca u tlu, djelovanje polutanata itd. Tu spadaju modeli: BIOMASS (Mc Murtrie i dr. 1990, Mc Murtrie 1991, Mc Murtrie & Landsberg 1991), BAUMTOD (Bossel 1986), BEECH (Sshäfer i dr. 1990), SPRUCE (Bossel 1986, Schäfer i dr. 1989, Krieger i dr. 1990), zatim model na kojem radi G. M. J. Mohren (Mohren i dr. 1984, Mohren 1986, Mohren & Bartelink 1990, Mohren i dr. 1991a) itd.

Svi navedeni modeli simuliraju razvoj čistih sastojina ili kultura jedne vrste drveća (*Piunus radiata*, duglazija, smreka, bukva), i to im je osnovni nedostatak. Taj je nedostatak prevladan modelom TREEDYN, općenitim modelom koji simulira rast, te dinamiku ugljika i hraniva u jednobnim čistim sastojinama bez obzira na vrstu. Promjenom parametara vrste i klimatskih parametara model se može primijeniti na posve različite vrste i podneblja, npr. *Acacia auriculaeformis* u južnoj Kini, *Picea abies* i *Pinus sylvestris* u srednjoj Europi (Bossel & Schäfer 1989, Bossel i dr. 1991). Na osnovi tog modela je izrađen model TREEGROW, koji se od prethodnog razlikuje samo po načinu distribucije asimilata unutar stabala. Taj se model također može primijeniti na jednodobne čiste sastojine različitih vrsta i u različitim klimatima, npr. na *Pinus sylvestris* u srednjoj Europi i *Eucalyptus exerta* u južnoj Kini (Schäfer i dr. 1992a). Napomenimo i to da je upravo proces redistribucije asimilata jedan od najvećih problema s kojim se susreće taj tip modela, jer je to jedan od procesa koji najslabije poznajemo i za koji postoji velik broj različitih hipoteza.

Osnova svih fizioloških modela je čvrsta fizikalna veza između apsorbirane radijacije i produkcije suhe tvari (Trost 1990). Međutim, premda se u tim modelima teži mehanicističkom opisu rasta, još se u njima nalaze brojni parametri za koje nemamo pravo fiziološko ili fizikalno objašnjenje. Takav je, na primjer, koeficijent korištenja svjetla (tj. fotosintetski aktivne radijacije), ili pak koeficijenti redistribucije asimilata u pojedine biljne dijelove, koji se još utvrđuju samo statistički. Da je to jedan od najvećih nedostataka tog tipa modela smatraju Sievänen i dr. (1988) te ispituju koji model redistribucije asimilata daje najbolje rezultate, s obzirom na to da postoji velik broj različitih (još nedokazanih) hipoteza o mehanizmima koji upravljaju redistribucijom (alokacijom) asimilata.

Modeli razvoja vegetacije na plohi – Gap models

Osnovu za razvoj ovog tipa modela dao je Botkin (1972), modelom JABOWA, u kojem je matematički opisano prodiranje svjetla kroz lisne slojeve do nižih slojeva vegetacije, tj. do nižih jedinki i do šumskog tla. Taj je model postao ishodište iz kojega se razvio vrlo velik broj modela raznih autora, namijenjenih rješavanju različitih problema. Za te modele možemo reći da pripadaju modelu tipa JABOWA (H. Bossel 1991).

Namjena gap-modela je simuliranje prirodne sukcesije vegetacije, a kao rezultat se dobiva struktura cenoze, tj. raspored biomase cenoze po vrstama drveća i po debljinskim razredima. Najčešće se simulira razvoj vegetacije kroz dugi vremenski niz (nekoliko stotina godina). Iz tog razloga ti modeli najčešće imaju vremenski korak od jedne godine, a neki se procesi odvijaju unutar kraćeg vremenskog razdoblja (npr. mjesečno).

Osnovni procesi koji su ugrađeni u takav tip modela su klijanje, rast, mortalitet i kompeticija stabala. Ta četiri procesa su zajednička za sve šumske ekosustave i daju jedan okvir na osnovi kojega se mogu graditi općeniti modeli razvoja cenoze. Tako Leemans & Prentice (1987), komparirajući rezultate modela FORSKA sa strukturom nedirnute prašume Fiby Urskog, zaključuju da su ti procesi dovoljni da bi model imao realnu strukturu, da bi ispravno funkcionirao i mogao poslužiti za predviđanje budućeg razvoja šume.

U skladu sa specifičnim ciljem određenog modela, osim ova četiri procesa, u

model se mogu uključiti brojni drugi procesi koji se odvijaju u šumskim zajednicama. Tako se u model mogu ugraditi neposredni antropogeni utjecaji (sječe, selekcija, sadnja biljaka, npr. Kienast & Kräuchi 1991), posredni antropogeni utjecaji, kao što su zračna onečišćenja i globalni poremećaj klime (npr. Kercher & Axelrod 1984, Kremer 1991, Prentice i dr. 1991), razni biogeni utjecaji (brst, utjecaj fitofaga ili patogenih gljiva, npr. Shugart & West 1977), ili specifične pojave koje bitno djeluju na izgled i razvoj šuma pojedinih područja. Tako je za šume Mediteranskog tipa nužno ugraditi vjerojatnost pojave požara i njihovu jačinu (Kercher & Axelrod 1984), dok je u model za nizinske šume nužno ugraditi utjecaj hidrološkog režima, tj. poplava i podzemnih voda.

Osnovni proces koji upravlja ovim modelima je kompeticija za svjetlo i druge resurse među jedinkama različitih vrsta. Imamo više tipova kompeticije. Ona može biti kompeticija unutar vrste, tj. među jedinkama iste vrste, zatim kompeticija među jedinkama različitih vrsta, te konačno i kompeticija među pojedinim slojevima biljaka, npr. između prizemnog rašća i drveća (npr. Mc Murtrie & Wolf (1983) koji pokazuju da kompeticije drveća i prizmenog rašća za hraniva može biti znatna). Kompeticija unutar vrste se posebno detaljno simulira u fiziološki baziranim modelima, gdje se onda uzima u obzir i prostorni raspored biljaka te geometrija krošnji (npr. Krieger i dr. 1990, Van Gerwen i dr. 1987).

U većini gap-modela se izračunava za svaku jedinku na plohi potencijalni prirast, ovisno o parametrima vrste i dimenzijama jedinke), a zatim se taj prirast modificira multiplikatorima koji predstavljaju utjecaj ekoloških čimbenika. Postavlja se pitanje zašto se fiziološki pristup modeliranja rasta ne koristi i u gap-modelima. Osnovni je problem taj što su vremenske skale koje se upotrebljavaju bitno različite. Da bi fotosintezu modelirali, potrebno je da model ima dnevnu (ili čak kraću) rezoluciju, te da obuhvaća mnogo veći broj procesa i parametara. Konačno, moguće je i taj problem riješiti, ali tako bi dobili model koji bi zahtijevao izuzetno puno vremena za svoje odvijanje, pa se postavlja pitanje računalne efikasnosti (Fulton 1991). Očekuje se da će nove generacije računala stvoriti preduslove za uspješno rješavanje i tog problema. Uostalom, danas se već radi na stvaranju hibridnih modela, u kojima su spojena ta dva pristupa modeliranju, npr. model FORMIX (Appanah i dr. 1990, Bossel 1991, Bossel & Krieger 1991, Schäfer i dr. 1992b). Tim se modelom simulira razvoj tropske vegetacije na plohi (»gapu«), uz detaljno modeliranje fizioloških procesa fotosinteze i redistribucije asimilata, ali uključivši i procese kompeticije među vrstama (zapravo »gildama« – grupama vrsta drveća sličnih ekoloških i fizioloških svojstava).

Možemo ukratko nabrojiti neke primjere primjene gap-modela:

– istraživanje prirodne sukcesije šumskih zajednica (npr. Leemans 1992, Kienast & Kuhn 1989);

– istraživanje sukcesije šumskih zajednica u uvjetima promjene klime. Pregled tih radova i njihovih rezultata donose Joyce i dr. (1990). Tu možemo ubrojiti i radove autora Pastor & Post (1988), Kellomäki & Kolström (1992), Kienast (1991), Liu & Malanson (1992);

– istraživanje utjecaja polutanata na razvoj šumske vegetacije (npr. Kercher & Axelrod 1984);

– utjecaj različitih gospodarskih zahvata na razvoj vegetacije, npr. problem dužina ophodnjice (Kimmins 1989);

– istraživanje utjecaja gospodarskih zahvata u tropskim prašumama (npr. Shugart i dr. 1980);
– istraživanje utjecaja požara na razvoj šumske vegetacije, (npr. Kercher & Axelrod 1984);
– utjecaj pojave novih patogenih štetnika na strukturu šumskih zajednica (Shugart & West 1977);
– utjecaj hidrotehničkih i gospodarskih zahvata na razvoj nizinskih šuma (Phipps 1979, Phipps & Applegate 1983);
– problem konverzije šumskih kultura u smjeru prirodne vegetacije (Mohren i dr. 1991a, Kienast & Kräuchi 1991);
– utjecaj gospodarenja na produktivnost staništa (Kimmins 1990/91, Kimmins i dr. 1990).

Na osnovi danih primjera iz literature možemo zaključiti da se gap-modeli mogu uspješno primijeniti pri istraživanju brojnih problema vezanih uz razvoj i sukcesiju šumske vegetacije, a pogotovo za predviđanje budućeg razvoja sastojina u novim, promijenjenim uvjetima.

Ostali tipovi modela – Other modelling approaches

Uz opisane tipove modela razvijen je i veći broj modela koje simuliraju razvoj vegetacije na razini krajolika ili regije. Takav je i model FORSKA, koji je u osnovi sličan gap-modelima, ali simulira razvoj vegetacije na nizu ploha koje su izvrgnute raznim tipovima slučajnih prirodnih poremećaja, tako da kao rezultat dobijamo strukturu krajolika po tipovima vegetacije (Prentice i dr. 1991).

Posve drukčiji pristup ima model FOREST-BGC. Osnovna varijabla koja upravlja svim procesima u modelu (fotosinteza, respiracija, transpiracija, intercepcija, prirašćivanje itd.) jest indeks površine lista (LAI). Zahvaljujući tomu što se daljinskim snimanjima može s velikom preciznošću utvrditi taj indeks, moguće je pomoću tog modela simulirati primarna produkcija, hidrološka bilanca i drugi procesi na vrlo velikim površinama, a moguće je provesti bilanciranje i za cijelu biosferu (Running & Coughlan 1988, Running i dr. 1989, Running 1990, 1991, Running & Nemani 1991, Running & Gower 1991).

U novije vrijeme razvijaju se i tzv. **arhitekturni modeli.** Takav je model PINOGRAM (Leersnijder 1992), a tu možemo ubrojiti i Bosselov model FORMIX (Appanah i dr. 1990, Bossel 1991, Bossel & Krieger 1991, Schäfer i dr. 1992b). Taj tip modela ima eksplicitno izraženu prostornu i vremensku strukturu sastojine, a rezultati su izraženi u prvom redu grafički: mape krošnji, profili kroz sastojinu te tomu pridodani numerički podaci.

Već smo rekli na početku poglavlja da ozbiljan rad na modeliranju zahtijeva kombiniranje različitih tehnika, tako da je često vrlo teško određeni model svrstati u neku od opisanih kategorija.

Perspektive modeliranja – Prospects of modelling methods

Loehle (1987) je ispitao velik broj različitih modela koji su izrađeni za rješavanje ekoloških problema (u populacijskoj biologiji, biologiji mora, biologiji štetnika, vegetacijskim modelima sukcesije itd.) i utvrdio da je oko 75% tih modela izrađeno u programskom jeziku FORTRAN. Model FORECE, kojim se koristimo

kao osnovom ovog rada, također je napisan u FORTRANU. Loehle smatra da je većina velikih modela koje su izradila razna američka sveučilišta »izgrađena od smeća i prepuna rupa«. Nedostaci FORTRANA kao jezika za programiranje su brojni, a vrijeme potrebno za programiranje i ispravljanje grešaka u programu je mnogo veće od vremena potrebnoga za definiranje odnosa koji upravljaju sustavom. Moje iskustvo se u tom pogledu u potpunosti podudara sa stavovima Loehlea. Programi napisani u FORTRANU su veliki, nepregledni, loše strukturirani, teški za ispravljanje i mijenjanje. Stoga se nameće problem kako metode simuliranja i modeliranja približiti šire krugu istraživača koji nisu voljni učiti kompliciranе programske jezike.

Stoga Loehle zastupa kreiranje programskih jezika i paketa namijenjenih prvenstveno ekološkom programiranju, koji bi omogućili brzo i jednostavno modeliranje. Znanstveniku nije potrebno veliko programersko umijeće, već bi se usredotočio na bitnije probleme, prije svega na idejni koncept modela. Prvi korak ka ostvarenju takva programa čine Wolf & Mc Murtrie (1987) s paketom EZYSIM. To je računalni paket namijenjen prije svega izradi računalskih modela za simulacije. Nedostatak koji Wolf & Mc Murtrie navode 1987. godine da su takvi paketi preveliki za osobna računala danas je posve sigurno prevladan.

Dalji razvoj metoda simuliranja i modeliranja ovisi o razvoju ne samo računalne tehnologije već i o razvoju novih tehnika i metoda programiranja. Svjedoci smo stalnog i brzog razvoja računalne tehnologije. Na tržištu se javljaju sve jača, sve brža, savršenija računala, velikih memorija i sve nižih cijena. Iako to ima velik utjecaj na budućnost modeliranja, mnogo je značajniji napredak koji se očekuje na području novih programskih metoda i tehnika. Te nove programske tehnike su obuhvaćene terminom »umjetna inteligencija« (Loehle 1987). Bobrow & Stefik (1986) daju pregled i opis tih novih programskih tehnika. Tako pojam »umjetna inteligencija« obuhvaća proceduralno programirnaje, objektno programiranje, logičko programiranje i druge suvremene tehnike programiranja.

Što se tiče simulacijskih modela, osobito su značajne tehnike tzv. objektnog programiranja, koje u sebi sadrže brojne prednosti u odnosu na dosadašnje načine gradnje modela. Kolström (Kolström 1991a, Kolström & Salminen 1991b) primjenjuje objektno programiranje na rješavanje problema u šumarstvu. Osim objektnog programiranja u šumarstvu se već primjenjuju i drugi tipovi novih programskih tehnika. Tako u Kolströma & Ahonena (1991) imamo dan primjer »programiranja pravilima« (»Rule-based programming«) pri izboru metoda pomlađivanja šuma. »Rule-based« programiranje i njegovu primjenu u izradi ekspertnih sustava s primjenom u šumarstvu imamo opisano u Väkeva & Saarenma (1991), i Saarenmai dr. (1988).

Jedna od metoda programiranja koju Bobrow & Stefik (1986) ne opisuju, jer je tek nedavno razvijena, a koja također spada pod pojam umjetne inteligencije, jest metoda neuralnog programiranja (»neural computing«). Osnovna ideja tog tipa programiranja je imitiranje načina za koji se vjeruje da ljudski mozak funkcionira. Opširnije o tom tipu programiranja pišu Lämas i dr. (1991), te Nikula & Väkevä (1991).

Hyttinen (1991) opisuje jedan korak dalje, a to je mogućnost daljeg razvoja ekspertnih sustava, putem integracije s klasičnim metodama rješavanja problema (linearno programiranje) radi razvoja tzv. sustava podrške pri odlučivanju (»Decision Support Systems«). Takvi sustavi, kao i integralni sustavi koji su opisali Loh i dr.

(1991) krajnji su cilj kojemu sva ta istraživanja teže, a to je razvoj inteligentnih i sveobuhvatnih računalskih sustava koji bi imali neposrednu primjenu u gospodarstvu.

Takvi inteligentni sustavi u sebi objedinjuju različite tehnike programiranja, a mogu sadržavati i modele kao tek jednu komponentu sustava. Tako L o h i dr. (1991) opisuju metodu izrade integralnog sustava za podršku u šumskom gospodarenju, koji u sebi objedinjuje baze podataka, geografski informacijski sustav, modele za simulaciju i ekspertni sustav. Taj se sustav (IRMA – Integrated Resource Management Automation) sastoji od četiri računalna podsustava. To su korisnički međusklop (interface), zatim sustav gospodarskih informacija, sustav upravljanja bazama podataka i geografski informacijski sustav. Sustav gospodarskih informacija se sastoji od dva osnovna dijela, a to su ekspertni sustav (»rule-based« programiranje – kvalitativna znanja) i modeli za simuliranje (kvantitativna znanja). Sve komponente sustava se mogu mijenjati i modificirati kad se god za to ukaže potreba. Sličan integrirani sustav za planiranje i gospodarenje (FORMAPS) opisuju S c h ä f e r i dr. (1992b). U taj su sustav ugrađeni modeli koji simuliraju razvoj mješovitih sastojina (FORMIX) i plantaža (TREEGROW). U šumarskoj službi SAD-a nalazi se u upotrebi integralni sustav za planiranje FORPLAN (B a r b e r & R o d m a n 1990).

U svakom slučaju možemo očekivati da će s vremenom računalni sustavi kao što su ekspertni sustavi, decision-support sustavi i integralni sustavi, imati neobično veliku važnost u redovitom gospodarenju i praksi. B a r b e r & R o d m a n (1990) iznose prednosti i nedostatke primjene takvoga integralnog sustava (FORPLAN) koji se primjenjuje u šumarskoj službi SAD-a. Upotrebom takvih sustava otkrivaju se i neki njihovi nedostatci, ali oni nisu tehničke, već prije svega humane i institucionalne prirode. Pri upotrebi takvih sustava moramo biti upoznati s načinom njihova kreiranja i funkcioniranja, moramo znati sve njegove nedostatke i cijelo vrijeme imati na umu da je taj sustav samo pomoć pri donošenju odluka (zapravo češće pomoć da ne donesemo krive odluke), a konačne odluke mora donijeti sam čovjek.

OPĆI PODACI O ISTRAŽIVANOM PODRUČJU
GENERAL DATA ON INVESTIGATED AREA

POLOŽAJ – LOCATION

Prema gospodarskim osnovama za G.J. »Repaš-Gabajeva greda« (Gospodarska osnova 1990) ova se gospodarska jedinica prostire s obje strane toka rijeke Drave, u nizinskom kraju koji se nalazi u pograničnom području uz NR Mađarsku. Taj je prostor omeđen s 46° 07′ 20″ – 46° 12′ 20″ sjeverne širine i 14° 39′ 40″ – 14° 51′ 10″ istočne dužine po Greenwichu. Ukupna površina iznosi 4180,80 ha, a razdijeljena je na 73 odjela. Sastoji se od tri šumska kompleksa, jedan (Gabajeva greda) s južne strane i dva (Repaš i Pilajevo) sa sjeverne strane rijeke Drave, gdje je ujedno i veći dio gospodarske jedinice.

Čitavo to područje je blago valovita ravnica, nastala od aluvijalnih nanosa rijeke Drave. Ispresijecano je brojnim starim koritima rijeke Drave, koja su pretežno suha, eventualno voda u nekima od njih stagnira kraće vrijeme u proljeće. Teren blago pada od sjeverozapada prema jugoistoku. Najviše kote terena su u predjelu Jagerov kut (118 m) i Gabajeva greda (120 m), a najniža je u predjelu Ogorjelo polje (111 m).

Mikroreljef je vrlo izražen i on uvjetuje pojavu različitih stojbina, koje se razlikuju prije svega u intenzitetu vlaženja. Možemo razlučiti mikrouzvisine i mikroudubine, koje se prema vlažnosti dijele na vlažne, ocjedite i mokre mikroudubine.

Uz rijeku Dravu važniji vodotoci su rječica Bistra, te potoci Ždalica i Ciganfis.

KLIMATSKA OBILJEŽJA – CLIMATE PROPERTIES

Prema gospodarskim osnovama za G.J. »Repaš-Gabajeva greda« (Gospodarska onova 1990) klima ovog područja je umjereno-svježa kontinentalna. Prema Köppenovoj klasifikaciji to je klima tipa Cfwbx", kakva je u većem dijelu sjeverne Hrvatske. Klimatske prilike su prikazane na slici 1. na osnovi podataka meteorološke stanice Đurđevac.

Klimatska obilježja, važna za krakterizaciju klime ovog područja, jesu temperatura zraka, oborine, pojava mraza, relativna vlaga zraka, vjetrovi itd. Za potrebe simulacije, potrebno je poznavanje srednjih mjesečnih temperatura, mjesečnih oborina te njihovih standardnih devijacija.

Srednja godišnja temperatura zraka iznosi za Đurđevac 9,6°C. Najviša srednja mjesečna temperatura je u srpnju (19,6°C), a najniža u siječnju (– 0,8°C). Srednja mjesečna temperatura je samo u siječnju ispod 0°C, ali je srednja minimalna temperatura ispod 0°C i u prosincu i u veljači.

Potrebno je upozoriti na još jednu pojavu, a to je dosta izražen trend porasta godišnjih temperatura zraka i trend opadanja oborina, uočljivi na slikama 2. i 3. Prikazani niz je prekratak da bismo mogli doći do zaključka je li uzrok tih trendova globalna promjena klime, o kojoj smo govorili u uvodu. Međutim, prikazani trendovi se podudaraju s trendovima promjene globalne klime u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, o kojima pišu Seletković i dr. (1993).

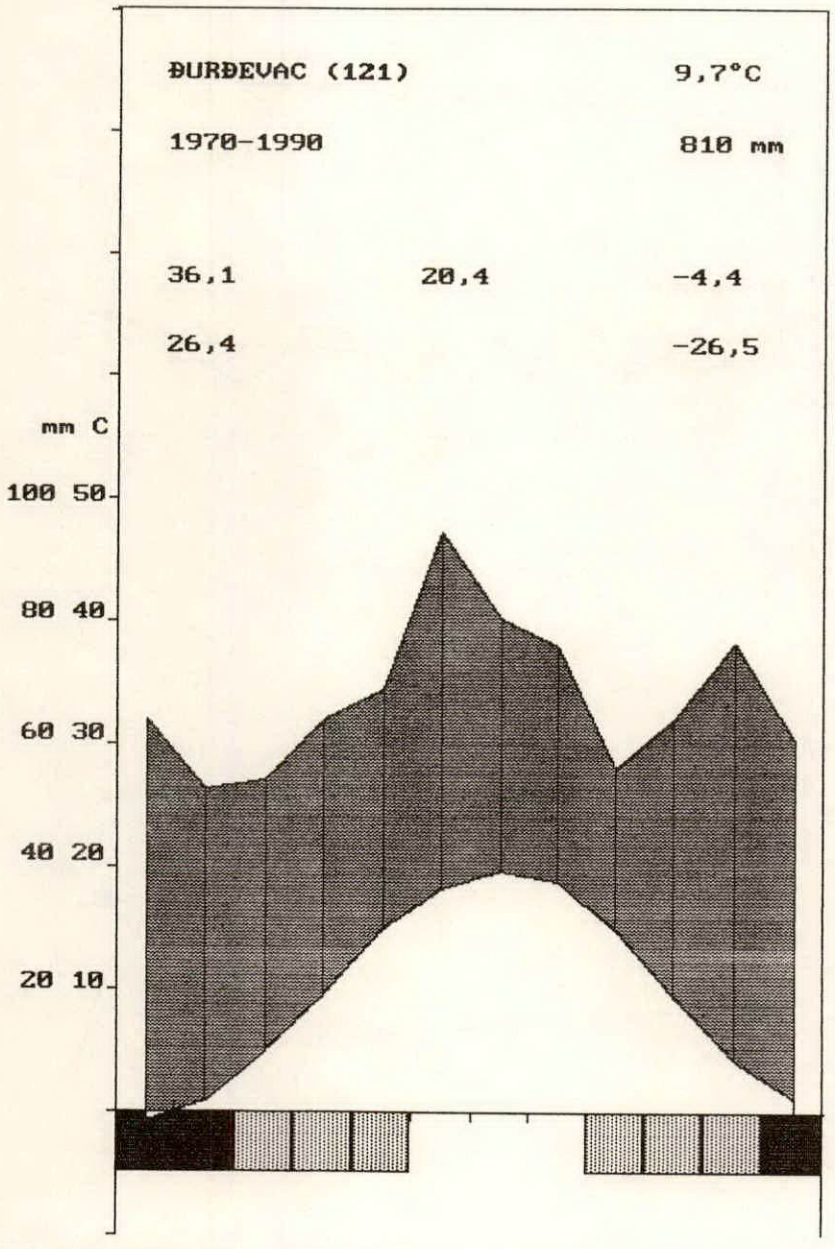
Iz slike 1. se vidi da je pojava mraza moguća u cijelom proljetnom razdoblju, od ožujka do sibnja. Vidimo da se u ožujku i travnju mraz redovito pojavljuje, a ponekad i u svibnju. Kasni mraz je klimatska pojava od velike važnosti u nizinskim šumama, osobit za mlade sastojine, ponik i pomladak.

Oborine su jednoliko raspoređene tijekom cijele godine, s maksimumima u srpnju i u studenom. Važno je opet naglasiti veliku varijabilnost mjesečnih oborina. Tijekom vegetacijskog razdoblja padne 55–59% od godišnjih oborina, što je vrlo povoljno za razvoj šumske vegetacije. Međutim, moramo naglasiti da te količine oborina nisu dovoljne u nizinskim šumama, čije vrste imaju velike potrebe za vodom i koje transpiriraju mnogo više nego što iznose oborine u vegetacijskom razdoblju.

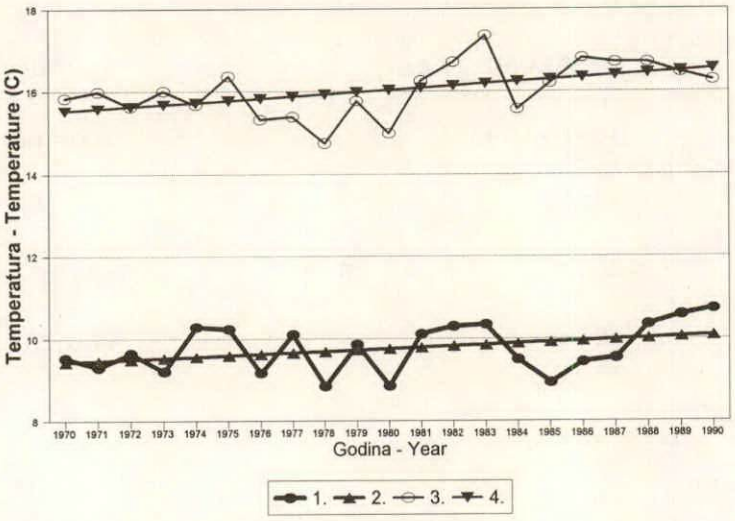
Relativna vlaga zraka je značajna stoga što ima izravan utjecaj na iznose trranspiracije. Srednja relativna vlaga zraka za ovu meterološku stanicu iznosi 81–82%, a tijekom godine se kreće od 76 do 88%. Međutim, šumske sastojine modificiraju brojne makroklimatske parametre, a među njima posebice relativnu vlagu zraka.

Snježne oborine i vjetrovi nemaju veći utjecaj na razvoj vegetacije na ovom području. Olujni i jaki vjetrovi su vrlo rijetki.

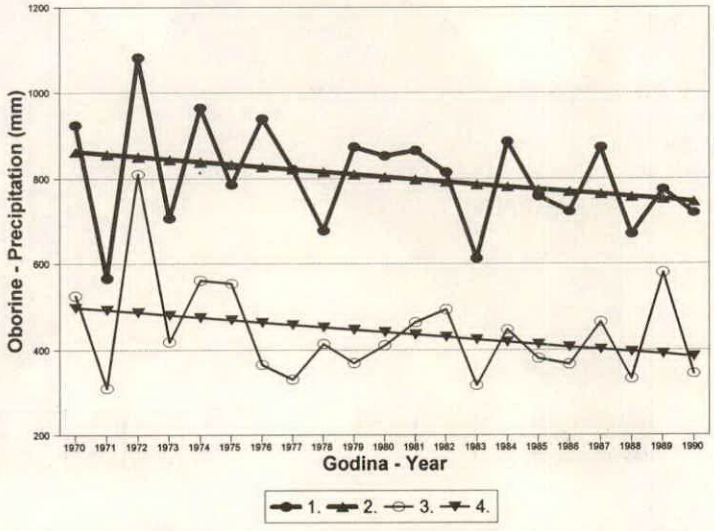
Potrebno je ponovo napomenuti da veliki šumski kompleksi kao što je Repaš mogu značajno modificirati brojne makroklimatske parametre. Stoga bi idealno bilo



Sl. 1. – Fig. 1. Klimatski dijagram prema H. Walteru za meterološku stanicu Đurđevac – Climate diagram according to H. Walter for meteorological station Đurđevac



Sl. 2. – Fig. 2. Temperatura zraka u razdoblju 1970–1990. (1. Srednja godišnja temperatura, 2. Trend srednjih godišnjih temperatura, 3. Srednja temperatura u vegetacijskom razdoblju, 4. Trend temperatura u vegetacijskom razdoblju) – Air temperature in 1970–1990. period. (1. Mean annual temperature, 2. Annual temperatures trend, 3. Mean temperature in vegetative period, 4. Vegetative period temperatures trend)



Sl. 3. – Fig. 3. Oborine u razdoblju 1970–1990. (1. ukupne godišnje oborine, 2. Trend godišnjih oborina, 3. Oborine u vegetacijskom razdoblju, 4. Trend oborina u vegetacijskom razdoblju.) – Precipitation in 1970–1990. period (1. Total annual precipitation, 2. Annual precipitation trend, 3. Precipitation in vegetative period, 4. Vegetative period precipitations trend)

da za potrebe simulacije raspolažemo podacima silvimeteorološke stanice. Kako tih podataka nemamo, u obradi smo se koristili podacima meteorološke stanice Đurđevac.

PEDOLOŠKA OBILJEŽJA – PEDOLOGICAL FEATURES

Prema gospodarskim osnovama za G.J. »Repaš-Gabajeva greda« (Gospodarska osnova 1990) matični supstrat šume Repaš čine šljunci i pijesci, zapravo aluvijalni nanosi rijeke Drave. Ti nanosi mogu biti manje ili veće starosti, ovisno o blizini riječnog toka. U blizini većih potoka i rijeke Drave nalaze se recentni aluvijalni nanosi, dok se većina gospodarske jedinice nalazi na aluvijalnoj terasi koja više nije pod utjecajem poplava rijeke Drave.

Tla u šumi Repaš su iz odjela hidromorfnih tala. Taj odjel tala je karakteriziran povremenim ili stalnim vlaženjem dijela profila ili pak cijelog profila tla. Osnovne razlike među tim tlima nastaju zbog različitih načina vlaženja profila. Profil može biti izložen utjecaju poplavne vode, podzemne vode ili pak stagnirajuće oborinske vode. U skladu s načinom i intenzitetom vlaženja, hidromorfni procesi se mogu javljati u gornjem dijelu profila, u donjem dijelu, duž cijelog profila, ili pak na krajevima profila.

Na području gospodarske jedinice evidentirana su ova tla: hipoglej, epiglej, amfiglej, aluvijalno tlo i semiglej aluvijalni.

Semiglej aluvijalni je slabo zastupljen u gospodarskoj jedinici, pa ga nećemo detaljnije opisivati.

Aluvijalna tla su nerazvijena hidromorfna tla, koja zapravo predstavljaju recentne, slojevite riječne nanose. U tom tipu tla procesi pedogeneze su slabo izraženi, ili zbog mladosti nanosa, ili zato što je sedimentacija još mnogo izraženija. Za nastanak tih tala važni su vodotoci, količina i kvaliteta sedimenta koje nose, učestalost i trajanje poplava, udaljenost od korita rijeke. Zbog svega toga su ova tla vrlo heterogena, vrlo raznolikih svojstava, te je svaki pojedini slučaj potrebno detaljno ispitati. Od interesa su nam podaci o tome da li je nanos karbonantan ili nije, da li je prisutno oglejavanje, da li su slojevi heterogeni ili je profil homogen, te dubina takva tla. Ova tla mogu varirati od skeletnih, šljunkovitih, siromašnih tala pa sve do dubokih oglejanih tala bogatih hranivima. Te karakteristike mogu varirati često i na malom prostoru.

Glejna tla se javljaju zbog suficitna vlaženja vodom. Ovisno o tome je li vlaženje pretežno površinskom vodom, podzemnom vodom ili pak kombinirano, razlikujemo tri podtipa. Epiglej se nalazi pod utjecajem vlaženja gornjom (poplavom i oborinskom) vodom, hipoglej je primarno pod utjecajem podzemnih voda, dok je amfiglej vlažen i gornjom i donjom vodom.

Epiglej je slabo zastupljen u Repašu (nešto ga je više u predjelu Gabajeva greda), a kako izostaju poplave vode, ovo je tlo u regresiji. Ovaj tip tla ima stratigrafsku formulu A_a–G_r–G_{so}–C. Matični supstrat je najčešće aluvijalni nanos. Svi procesi oglejavanja se odvijaju do dubine od 1 m.

Hipoglej je najzastupljenije tlo u ovoj gospodarskoj jedinici. Odlikuje ga vlaženje podzemnom vodom. Prema dubini podzemne vode i glejanog horizonta te dubini do šljunka može se podijeliti na više grupa. U površinskom horizontu su ova tla dobro opskrbljena hranivima i humusom. Važan čimbenik za plodnost ovih tala

je njihova dubina, tako da na dubokim hipoglejnim tlima nalazimo prvoklasne sastojine hrasta lužnjaka, dok su na plitkim tlima te sastojine slabije kvalitete. Izuzetno je važna i dubina podzemnih voda, koja uvjetuje razvoj biljnih zajednica, a u slučaju pada razine podzemnih voda znamo da može doći do sušenje. Stratigrafska formula hipogleja je A_a–G_{so}–G_r–C.

Amfiglej je zastupljen u depresijama i starim zabarenim koritima rijeke Drave. Karakterizira ga vlaženje gornjom i donjom vodom te mu je stratigrafska formula A_a–G_r–G_{so}–G_r. U ovoj gospodarskoj jedinici ta su tla manje zastupljena, po mehaničkom sastavu su najteža, a na njima se najčešće razvijaju sastojine johe ili poljskog jasena.

ŠUMSKE ZAJEDNICE – FOREST COMMUNITIES

Prema gospodarskim osnovama za G.J. »Repaš-Gabajeva greda« (Gospodarska osnova 1990) sastojine ove gospodarske jedinice nalaze se na području ilirskih šuma običnoga graba (*Carpinion betuli-Illyricum*). Ova zona se dijeli na dva pojasa. Viši pojas obuhvaća šume hrasta kitnjaka i običnog graba (*Querco petreae-Carpinetum illyricum* Horv. 1938), a niži pojas čine šume hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1971). Šuma Repaš dolazi u ovoj nižoj zoni, znači možemo reći da je šuma hrasta lužnjaka i graba klimatskozonalna zajednica ovog područja.

U nizinskim područjima, u dolinama velikih rijeka, hidrološki režim je glavni čimbenik koji određuje pojavu i opstanak pojedinih biljnih zajednica. Šume ove gospodarske jedinice se odlikuju nekim specifičnostima u odnosu na ostale nizinske šume Posavine. Prije svega to je gotovo potpuni izostanak poplava, tako da nema razvijene tipične poplave šume hrasta lužnjaka (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv. 1938). Posljednja poplava na ovom području je registrirana 1976. godine, za izuzetno visokog vodostaja rijeke Drave, a i onda je voda tek mjestimično duže stagnirala. Druga specifičnost je ta da ove šume leže na aluvijalnim tvorevinama (nanosi šljunka i pijeska), tako da razina podzemnih voda jako varira. Obadva ta obilježja treba uzeti u obzir pri modeliranju utjecaja vode na razvoj šumskih zajednica.

Posljednjih desetak godina, zbog postupnog pada razine podzemne vode, dolazi do isušivanja staništa, tako da sastojine koje su prije po svojim ekološkim i flornim obilježjima spadale u poplavu šuma hrasta lužnjaka (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv. 1938) postupno prelaze u sastojine hrasta lužnjaka i običnoga graba, što predstavlja zapravo progresiju šumske vegetacije.

U manjim depresijama dolazi do stagniranja oborinske vode tijekom jednog dijela godine, a i podzemna voda je blizu površine. Takve depresije su obrasle, ovisno o intenzitetu vlaženja, šumom hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv. 1938), šumom poljskog jasena i kasnog drijemovca (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959), šumom crne johe i trušljike (*Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968) te šumom bijele vrbe s bročikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 1973).

Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1971) jest klimaksna zajednica ovog područja. Razvijena je na povišenim terenima

gdje razina podzemne vode ne prelazi 1,5 m. Kratkotrajno podizanje podzemne vode iznad te granice nema većeg utjecaja na razovoj te zajednice. Na terenima gdje je razina podzemne vode nešto viša razvija se pak zajednica *Querco-Fraxinetum angustifoliae* Rauš 1986.

ZDRAVSTVENO STANJE – HEALTH STATUS

Na slici 4. prikazani su rezultati popisa oštećenosti šuma u Hrvatskoj dobiveni na točkama koje se nalaze u gospodarskoj jedinici »Repaš-Gabajeva greda«. Vidimo iz te slike da se zdravstveno stanje tih šuma, pogotovo stabala hrasta lužnjaka, naglo pogoršalo u proteklih nekoliko godina. Prema rezultatima popisa 1988. godine ni jedno od stabala hrasta lužnjaka obuhvaćenih popisom nije imalo osutost krošnje veću od 25%. Međutim, rezultati popisa iz 1992. godine pokazali su da već 46,2% tih istih stabala ima osutost krošnje veću od 25%, što smatramo ozbiljnim i jasno vidljivim oštećenjem. Nažalost, na tim točkama je slaba zastupljenost poljskog jasena, pa je teško nešto reći o njegovu stanju u šumi Repaš. Na osnovi tih podataka možemo zaključiti kako tvrdnja da je šuma Repaš jedna od najočuvanijih nizinskih šuma u Hrvatskoj više nije točna.

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA U ŠUMI REPAŠ
PREVIOUS RESEARCH IN FOREST REPAŠ

1986. godine u šumi Repaš počinju opsežna istraživanja pod vodstvom B. P r p i ć a sa Šumarskog fakulteta u Zagrebu radi utvrđivanja potencijalnoga utjecaja na ove šume koji bi imali predviđeni hidrotehnički zahvati. U tu se svrhu provode opsežna hidropedološka i šumarska istraživanja na Šumarskom i Poljoprivrednom fakultetu u Zagrebu.

Hidropedološka istraživanja obuhvatila su sve važnije tipove tala:

Terenski radovi su obuhvatili:

- sondiranja s određivanjem stratigrafije i granulometrije;
- iskop pedoloških profila (ukupno 100 profila) prema normativima za detaljno kartiranje;
- mjerenja vodopropustljivosti Auger-Holeovom metodom po slojevima do 2 metra dubine;
- mjerenje brzine infiltracije metodom infiltrometra.

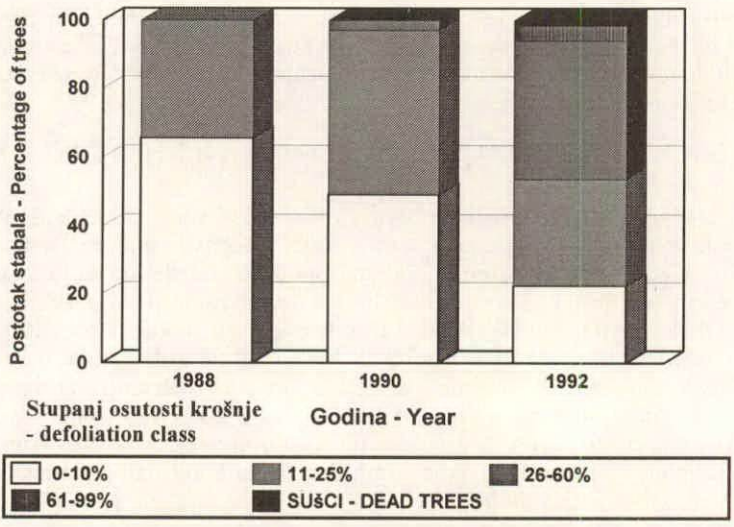
Laboratorijska istraživanja:

- određivanje kapaciteta tla za vodu i zrak u zoni zakorjenjivanja;
- određivanje retencijskih karakteristika vlage tla;
- utvrđivanje hidropedoloških konstanti za hidropedološke jedinice;
- utvrđivanje kvalitete podzemne i površinske vode.

Svi ti podaci su obrađeni, napravljena je hidropedološka karta te su rezultati istraživanja dani u »Detaljnoj osnovi za hidrološku sanaciju šume Repaš« (P r p i ć i dr. 1989).

Šumarska istraživanja su obuhvatila:

- zakorjenjivanje glavnih vrsta šumskog drveća;
- opis osnovnih značajki staništa, vegetacije i šumskih sastojina;
- utvrđeni su prirasti hrasta lužnjaka i poljskog jasena;



Sl. 4. – Fig. 4. Postotak stabala hrasta lužnjaka u pojedinim stupnjevima oštećenosti krošnje u G. J. »Repaš-Gabajeva greda« – Percentage of pedunculated oak trees with different crown damage classes in »Repaš-Gabajeva greda« managemental unit

– mjerenja transpiracije, intercepcije i evaporacije u ekološko-biološkim jedinicama, prema vrstama drveća i šumskim zajednicama.

Na osnovi ovih istraživanja procijenjena je gospodarska i ekološka vrijednost šume Repaš, te su dani prijedlozi za moguća rješenja hidrološkog problema šume Repaš u slučaju izgradnje vodne stanice Đurđevac (P r p i ć i dr. 1987, 1989).

1986. godine je u šumi Repaš osnovano 6 trajnih ploha, na kojima su provedena detaljna šumarska i hidropedološka istraživanja. Pri postavljanju pokusnih ploha težilo se homogenim šumskim sastojinama srednje dobi, u 4. ili 5. dobnom razredu. Jedini izuzetak je ploha Đ–I, koja je postavljena u blizini mjesta planiranoga za strojarnicu hidroelektrane. Kako ta sastojina ima svega 35 godina, poremećenu strukturu i nije dobar reprezent sastojina koje čine šumu Repaš, nju nismo obuhvatili ovim istraživanjima. Uvjet izbora je bilo i dobro zdravstveno stanje šumskog drveća, procijenjeno na osnovi izgleda krošnji.

Veličina pokusnih ploha varira, od 0,36 do 1,98 ha. Na plohama su sva stabla iznad 10 cm prsnog promjera obrojčana, a mjesto mjerenja prsnog promjera trajno je fiksirano uljanom bojom, kao i broj stabla. Dob sastojina se kreće od 60 do 100 godina. Te se plohe nalaze na staništu ovih šumskih zajednica: *Querco-Fraxinetum angustifoliae* Rauš 1986, *Carpino betuli-Quercetum roboris brachyepodietosum silvaticae* Rauš 1986, i *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 1971.

Prilikom izrade studije obavljena su detaljna hidropedološka istraživanja na velikom broju ploha, a među njima i na šumskim trajnim plohama. Kako su hidropedološke konstante veličine koje ovise prije svega o teksturi tla, znači o

svojstvu koje se s vremenom u tlu ne mijenja, mi se u ovom radu za potrebe simuliranja koristimo podacima tih mjerenja. Tom prilikom su na svim plohama izmjerene hidropedološke konstante (maksimalni vodni kapacitet, poljski vodni kapacitet, točka venuća), utvrđen je mehanički sastav tla i brzine infiltracije vode u tlo. Rezultati tih mjerenja se nalaze u detaljnoj studiji (P r p i ć i dr. 1989).

Neposredno uz pokusne površine postavljene su i baterije pijezometara. U svakoj bateriji se nalazi po jedan drenažni pijezometar, dubine 10 m, perforiran po cijeloj svojoj dužini. Ostali pijezometri u bateriji su perforirani samo na krajevima. Postavljeni su na dubinu od 4, 3, i 1 m. U položajima na kojima je matični supstrat šljunka bliži površini tla od 4 ili 2 m, u tim dubinama nisu postavljeni pijezometri, jer drenažni pijezometar daje zadovoljavajuće podatke.

Pijezometri su postavljeni početkom 1986. godine, tako da podatke o dubini podzemnih voda imamo od lipnja 1986. Mjerenja na pijezometrima obavlja Hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA
RESULTS OF THE RESEARCH

Procesno-orijentirani modeli koji simuliraju razvoj sastojina su vrlo složeni i opsežni, tako da bi rad na izradi potpuno novog simulacijskog modela bio vrlo dugotrajan i zahtijevao bi timski rad. Stoga sam iskoristio model FORECE (K i e n a s t 1987) kao osnovu koju sam nastojao dopuniti i prilagoditi za specifičnu namjenu. Problem je u tome što u postojećem obliku modela FORECE utjecaj vode na rast šume nije dovoljno dobro predstavljen, a da bi on bio prikladan za simuliranje razvoja nizinskih šuma. Problem je u namjeni modela. Model FORECE je generalni, općeniti model, namijenjen za modeliranje klimatoskozonalnih šumskih zajednica, u kojima temperatura i svjetlo igraju glavnu ulogu u razvoju vegetacije. Nas interesiraju nizinske šume, u kojima je utjecaj vode mnogo jače izražen. Pri modeliranju tog utjecaja postoje različiti koncepti utjecaja voda na rast. Osnova tih koncepata su određene spoznaje o fiziološkim procesima u biljkama, ali su te spoznaje još daleko od zadovoljavajućih. Stoga je potrebno ispitati koji bi od tih koncepata bio najprimjereniji za naše potrebe, tj. koji bi davao rezultate što bliže stvarnom stanju.

Koncept koji se primjenjuje u modelu FORECE, kao i u velikom broju drugih gap-modela, jest koncept broja suhih dana u vegetacijskom razdoblju. Postupak je sljedeći: na osnovi podataka o oborinama, temperaturi, potencijalnoj evapotranspiraciji i hidropedoloških konstanti obračunava se broj dana unutar vegetacijskog razdoblja, u kojima je sadržaj vode u tlu ispod točke venuća. Kad sadržaj vode u tlu padne ispod te točke, voda više nije dostupna biljkama te se prekidaju procesi transpiracije i fotosinteze. Na osnovi broja tih dana računa se multiplikator rasta, koji govori u kolikoj mjeri dolazi do redukcije prirasta zbog nedostatka vode u tlu.

U modelima koji su namijenjeni isključivo modeliranju razvoja nizinskih šuma, kao što su FORFLO i SWAMP (P h i p p s 1979, P h i p p s & A p p l e g a t e 1983, P e a r l s t i n e i dr. 1985, L i u & M a l a n s o n 1992), koristi se posve drugi koncept, koncept optimalne razine podzemne vode. Odnos između prirasta i razine podzemne vode je krivolinijski, tj. do opadanja prirasta dolazi ako razina podzemne

vode na plohi jače odstupa od optimuma za danu vrstu, bilo to odstupanje nagore ili nadolje. Također se računa multiplikator prirasta, ali je on ovdje u funkciji razine podzemne vode na plohi. Pri tome je ta razina predstavljena srednjom razinom podzemne vode u tri proljetna mjeseca (travanj, svibanj, lipanj) u kojima se odigrava veći dio procesa prirašćivanja stabala u debljinu. Međutim, i sam Pearlstine napominje da nije dovoljno jasan odnos između podzemne vode i prirasta (Pearlstine i dr. 1985).

Na osnovi naših istraživanja i podataka s trajnih ploha cilj nam je bio utvrditi koji je od ta dva koncepta prikladniji za naše nizinske šume. Pri tome smo svjesni da su oba koncepta samo aproksimacija stvarnih procesa. Cilj nam je da bolje rasvijetlimo vezu između podzemne vode i prirašćivanja naših najznačajnijih vrsta šumskog drveća nizinskih šuma, hrasta lužnjaka i poljskog jasena, koristeći se pri tome podacima prikupljenima na trajnim plohama u šumi Repaš. Pokušali smo ustanoviti povezanost između prirasta tih dviju vrsta i vode u tlu koristeći pri tome nekoliko parametara vodne bilance u tlu. Osnova za te proračune su bili algoritmi koji se nalaze u modelu FORECE, zatim koncepti Mc Murtrija (Mc Murtrie i dr. 1990, Mc Murtrie & Landsberg 1991), te Phiposovi koncepti (Phipps 1979, Phipps & Applegate 1983, Pearlstine i dr. 1985, Liu & Malanson 1992).

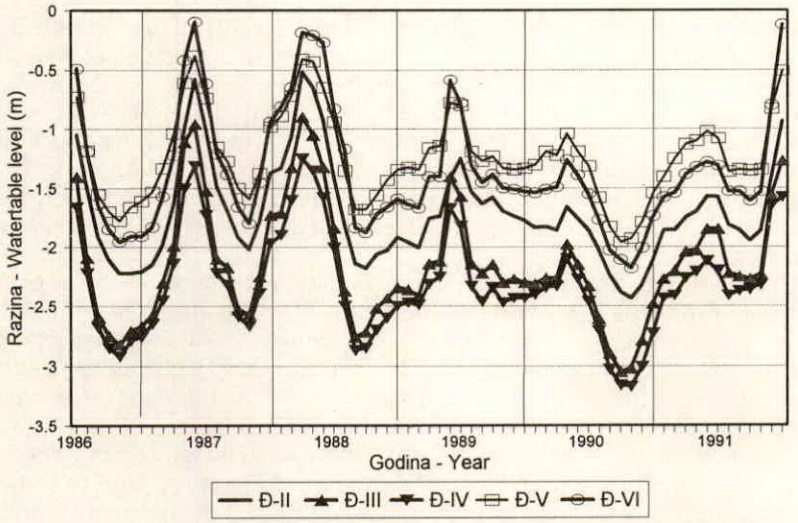
Obračun vodne bilance na plohama
Water-balance calculations

Podaci o kretanju razine podzemne vode u pijezometrima se nalaze predočeni slikom 5. Pri obradi su korišteni podaci samo iz drenažnih pijezometara, jer se podaci plićih cijevi bitno ne razlikuju od mjerenja u dubljim cijevima. Važno je na slici 5. uočiti da se razine podzemnih voda smanjuju nakon 1988. godine te da gube svoj pravilan hod. Uočavamo da u 1990. godini razina vode na svim plohama dostiže svoj minimum.

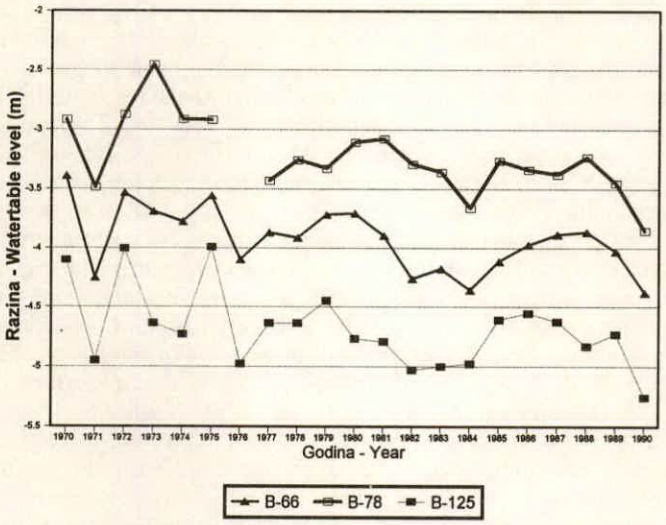
Ta pojava spuštanja razine vode u pijezometrima navela me je da istražim kako se je kretala razina podzemne vode u bunarima koji se nalaze u neposrednoj okolici šume Repaš. Podatke o razinama vode na tim mjernim stanicama smo dobili ljubaznošću Hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske. U tim su bunarima mjerenja počela mnogo ranije, a mi smo obradili podatke s mjernih stanica B–66, B–78, i B–125 za razdoblje 1970–1990. Kretanje razine podzemne vode na tim mjernim stanicama prikazano je slikom 6, na kojoj također uočavamo trend postupnog opadanja razine podzemnih voda.

Ispitao sam da li postoji korelacija među razinama podzemnih voda u pijezometrima na trajnim plohama i razinama voda u bunarima u okolici Repaša. Utvrdio sam da je najjača korelacija pijezometara u šumi s prijezometrom B–78 (koeficijenti korelacije iznose od 0.94 do 0.96). To je u skladu s prethodnim istraživanjima, kojima je ustanovljeno da se podzemne vode u šumi Repaš uglavnom prihranjuju vodom sa sjevera, iz sliva potoka Ždalice, dok Drava samo održava njihov gradijent (Prpić i dr. 1989).

Tako jaku korelaciju iskoristio sam da bi retrogradno rekonstruirao razine podzemnih voda na tim plohama za razdoblje 1970–1986. Time smo dobili kretanje razine podzemnih voda na trajnim plohama od 1970. do 1990, što je prikazano slikom 7. Te sam podatke koristio za obračun vodne bilance, te za analizu odnosa između razine podzemnih voda i prirasta promatranih vrsta.



Sl. 5. – Fig. 5. Mjesečne razine podzemne vode izmjerene na trajnim plohama u razdoblju 1986–1991. – Monthly watertable levels measured on the permanent plots in 1986–1991. period



Sl. 6. – Fig. 6. Srednje godišnje razine podzemne vode u razdoblju 1970–1990. mjerene u bunarima u neposrednoj blizini šume Repaš – Mean annual watertable level in 1970–1990. period measured in wells closely to forest Repaš

Radi lakšeg obračuna vodne bilance u tlu na promatranim trajnim plohama napravljen je računalni tablični model za obračun vodne bilance po mjesecima na osnovi izmjerenih i izračunatih veličina u vremenu 1970–1990.

Pri obračunima se polazi od sljedećih aproksimacija i pretpostavki:

Dubina sloja tla za koji se radi obračun iznosi 3 m. Na svih pet promatranih ploha u cijelom razdoblju 1970–1990. podzemna voda se izuzetno rijekto spušta ispod te razine. Istraživanjima Prpića i dr. (1989) ustanovljeno je da korijenje šumskog drveća u šumi Repaš dopire do najniže razine podzemnih voda, između 2,5 i 3 m dubine.

Hidropedološke konstante tla su izračunate na osnovi stvarno izmjerenih konstanti. Hidropedološke konstante potrebne za obračun su maksimalni vodni kapacitet, poljski vodni kapacitet te točka venuća. Zajedno s opisom tala na pokusnim plohama, te su podatke objavili Prpić i dr. (1989). Kako su konstante mjerene u slojevima različitih debljina, preračunate su za sloj debljine tri metra, pri čemu su debljine mjerenih slojeva korištene kao težine.

Priljev vode u tlo iz podzemnih voda ovisi o razini podzemne vode u tom mjesecu. Polazi se od pretpostavke da podzemna voda puni sve pore tla, znači da se postiže maksimalni vodni kapacitet u onom dijelu tla koji je »uronjen« u podzemnu vodu. Također se pri spuštanju razine podzemne vode u tom dijelu tla voda spušta od maksimalnoga do poljskoga vodnog kapaciteta.

Voda dostupna biljci za transpiraciju je sva voda u tlu iznad točke venuća. Ako je ona manja od potencijalne transpiracije, iz tog sloja tla se tim putem gubi samo ona količina vode iznad točke venuća.

Poseban je problem pri obračunu evapotranspiracija. Potencijalnu evapotranspiraciju je moguće obračunati većim brojem metoda. Za obračun potencijalne evapotranspiracije se uglavnom u simulacijskim modelima koriste jednadžbe Thornthwaiteova, zatim Penman-Monteithova jednadžba, te Priestley-Taylorova jednadžba (Bonan 1989). Najpreciznija je Penman-Monteithova jednadžba (Waring & Schlesinger 1985), izvedena na osnovi energetske bilance lišća. Ona obuhvaća u sebi indeks površine lišća, energetsku bilancu lišća, parametre aerodinamike lišća i transfera vodene pare iz krošnji. Tu su znači obuhvaćeni i vegetacijski parametri, kao što su lisna površina, stomatalna provodljivost i provodljivost krošnji. Ona daje izuzetno dobre procjene iznosa transpiracije, ali je njezina primjena dosta otežana, jer je teško utvrditi sve te parametre. Nešto je lakše primijeniti je kod četinjača, kod kojih je, zbog oblika iglica, moguće pojednostaviti neke parametre (Waring & Schlesinger 1985). Stoga se ta jednadžba najčešće koristi u fiziološkim modelima (Mohren 1986, Mohren & Bartelink 1990, Mohren i dr. 1991a, Mc Murtrie i dr. 1990, McMurtrie 1991, Mc Murtrie & Landsberg 1991), kod kojih je potrebno utvrditi te parametre samo za jednu vrstu.

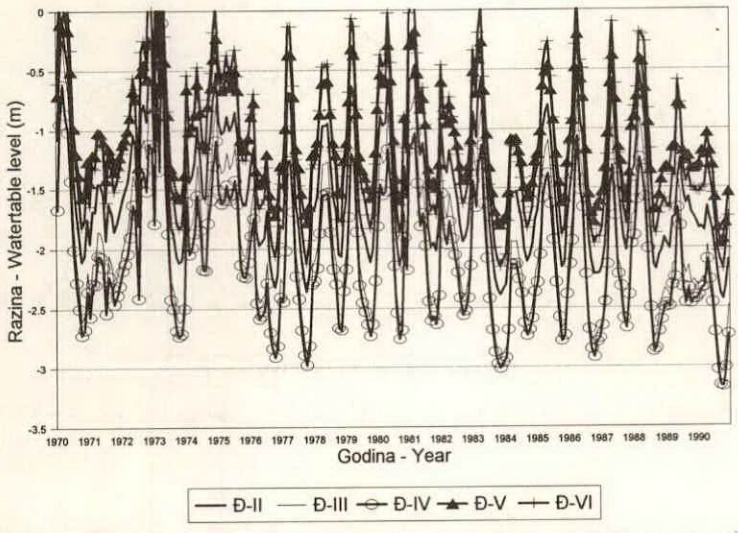
U gap-modelima, u kojima se simulira razvoj mješovitih sastojina, upotrebljava se najčešće Thornthwaiteova jednadžba. Ona se zasniva na postojanju dugoročne korelacije između temperature zraka i evapotranspiracije. Nešto se rjeđe koristi Priestley-Taylorova jednadžba (npr. Bonan 1989), koja se zasniva na sličnoj vezi između Sunčeve radijacije i evpotranspiracije. Zapravo su i evaporacija i temperatura u funkciji radijacije, te stoga i postoji veza između njih.

Thornthwaiteova jednadžba je relativno jednostavna za proračun, ali se zna da ima neke nedostatke. Procjena evapotranspiracije ovom jednadžbom za ljetne mjesece daje nešto niže vrijednosti od stvarnih, jer u tim mjesecima temperatura nije

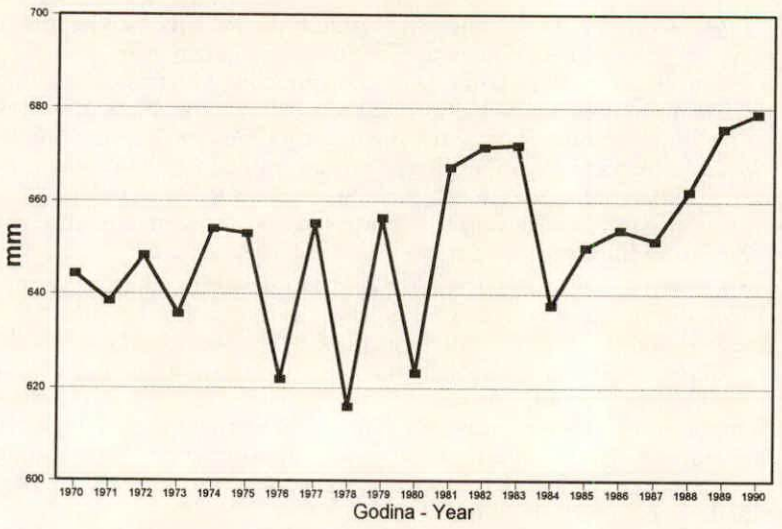
prikladna mjera radijacije. Ozbiljniji je nedostatak taj da ta jednadžba nije osjetljiva na promjene vegetacijskih parametara. To znači da različiti omjeri vrsta, ili pak sklop, ne igraju ulogu pri računanju evapotranspiracije, a unaprijed znamo da time činimo određenu pogrešku. Međutim, kako nemamo parametara potrebnih za Penman-Monteihovu jednadžbu, a veći broj autora smatra Thornthwaiteovu jednadžbu dovoljno preciznom za primjenu u gap-modelima, i mi smo obračunali potencijalnu evapotranspiraciju po toj jednadžbi, a na osnovi podataka o temperaturi na meteorološkoj stanici Đurđevac, te korektivnih faktora za geografsku širinu, broj dana u mjesecu i duljinu trajanja dana.

Tom smo jednadžbom dobili vrijednosti evapotransporacije za sve mjesece od siječnja 1970. do prosinca 1990. Te su vrijednosti prikazane slikom 8. Ako ih usporedimo s onima koje je u šumi Repaš izmjerio P r p i ć (P r p i ć i dr. 1987), možemo zaključiti da se izmjerene vrijednosti i vrijednosti izračunate tom jednadžbom dosta dobro podudaraju. Budući da je potencijalna evaporanspiracija ponajprije funkcija temperature, također uočavamo da i godišnje vrijednosti evapotransporacije imaju trend porasta. Uz to vidimo da su iznosi transpiracije u ljetnim mjesecima i tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja toliki da ne mogu biti zadovoljeni oborinama, što je u skladu s onim što su zaključili P r p i ć i dr. (1987).

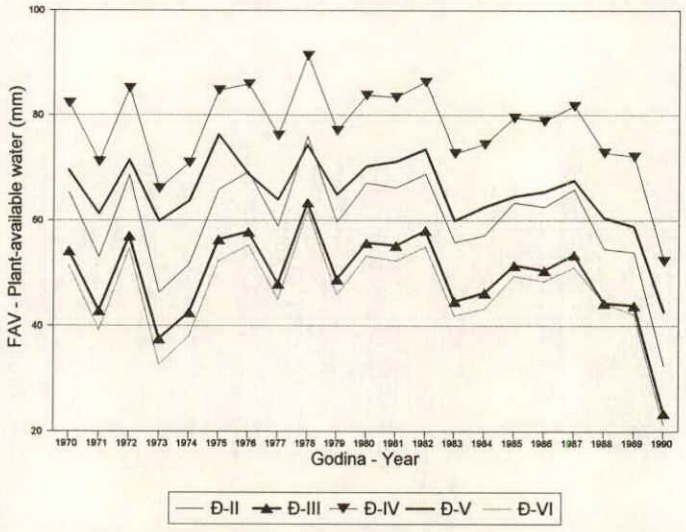
Obračun vodne bilance se odvija tako da sadržaju vode na početku mjeseca prvo dodamo priljev vode. Taj priljev može biti preko oborine ili iz podzemnih voda. Za prvi mjesec obračuna krenuli smo od pretpostavke da je u siječnju tlo natopljeno do poljskog vodnog kapaciteta, a da je u dijelu profila do kojega dopire podzemna voda tlo natopljeno do maksimalnoga vodnog kapaciteta.



Sl. 7. – Fig. 7. Mjesečne razine podzemnih voda na trajnim plohama. Vrijednosti za razdoblje 1970–1986. rekonstuirane su na osnovi regresije. – Monthly watertable levels on the permanent plots. Data for 1970–1986. period are reconstruced on the correlation basis.



Sl. 8. – Fig. 8. Potencijalna evapotranspiracija u šumi Repaš, izračunata po Thornthwaiteu – Potential evapotranspiration in forest Repaš calculated by Thornthwaite's method



Sl. 9. – Fig. 9. Fiziološki aktivna vlaga u tlu na plohama, srednje godišnje vrijednosti za razdoblje 1970–1990. – Mean annual ammount of plant-available water for 1970–1990. period

Sumiranjem vode u tlu na početku mjeseca i priljeva, te oduzimanjem trajno vezane vode dobivamo vlagu kojom se biljke mogu koristiti za transpiraciju, tj. fiziološki aktivnu vlagu (FAV). Stvarna evapotranspiracija je jednaka potencijalnoj samo ako fiziološki aktivna vlaga zadovoljava potrebe transpiracije.

Ako gubici transpiracijom nisu smanjili sadržaj vode ispod vrijednosti maksimalnoga vodnog kapaciteta, javlja se površinsko otjecanje. Možda bi prikladnije bilo tu količinu vode smatrati stagnirajućom vodom, jer se takva voda i javlja krajem zime i početkom proljeća u nizinskim šumama. Međutim, to bi dodatno zakompliciralo obračun. Na kraju se računa voda u tlu koncem mjeseca tako da sumiramo sve veličine koje smo izračunali (početna voda, priljev oborinama, porast ili smanjenje podzemne vode, gubitak transpiracijom i površinskim otjecanjem). Izračunata vrijednost je početni sadržaj vode u tlu sljedećeg mjeseca.

Na osnovi ovog obračuna dobili smo kretanje sadržaja vlage u tlu po mjesecima, za cijelo razdoblje 1970–1990. Slikom 9. je prikazano kretanje sadržaja vlage u tlu na osnovi naših proračuna.

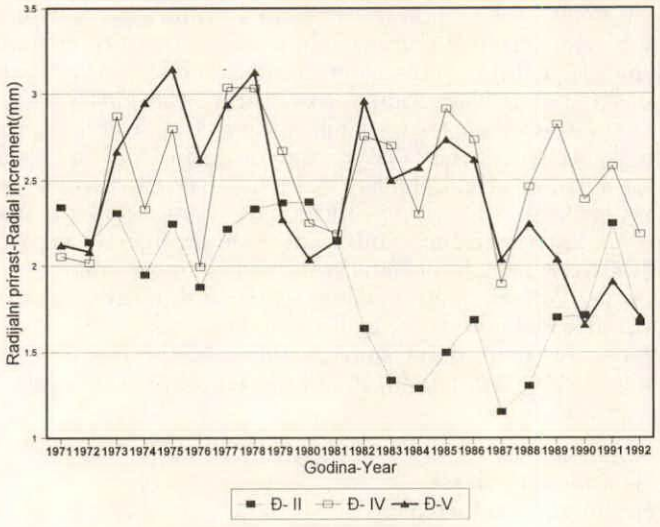
Analiza utjecaja vode na prirast
Analysis of water impact on increment

Prilikom izrade studije (P r p i ć i dr. 1987) obavljena je i analiza prirasta hrasta lužnjaka i poljskog jasena na plohama. Međutim, u srpnju 1992. godine su obavljena terenska istraživanja, kojom su prilikom na postavljenim plohama ponovno prikupljeni izvrci za utvrđivanje radijalnog prirasta. Izvrci su očitani na Katedri za dendrometriju Šumarskog fakulteta. Podaci o izmjerenim prirastima su predočeni slikama 10. i 11.

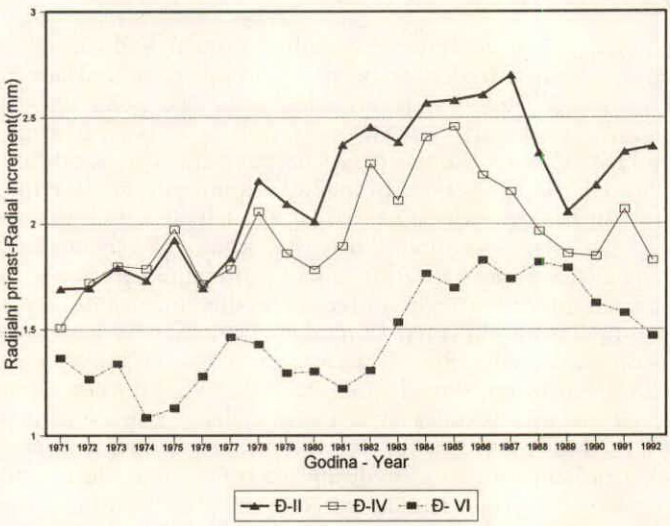
Možemo uočiti da su sedamdesetih godina prirasti kod hrasta veći nego kod jasena. Međutim, postoji određeni trend povećanja prirasta kod jasena, tako da on na nekim plohama već nadomašuje priraste hrasta. To pokazuje da su za hrast nastupili pogoršani uvjeti rasta i prirašćivanja, dok su za jasen ti uvjeti poboljšani.

Pošto smo obračunom dobili mjesečne, a prirasti su godišnje vrijednosti, potrebno je pronaći veličinu koja bi najbolje sumarno predstavljala vrijednosti sadržaja vlage u tlu i njezin utjecaj na prirast. Ispitali smo da li je moguće umjesto broja dana u vegetacijskom razdoblju koristiti neku drugu veličinu za izračunavanje multiplikatora prirasta. U tu smo svrhu ispitali postojanje korelacija između prirasta i raznih veličina dobivenih putem obračuna vodne bilance te drugih ekoloških čimbenika koji djeluju na plohama. U modelu FORECE se koristi koncept broja suhih dana, koji su razvili 1985. P a s t o r i P o s t i od njih ga je preuzeo K i e n a s t (1987). Međutim, odmah uočavamo da ovaj koncept nije prihvatljiv za naše potrebe, jer na slici 9. uočavamo da se sadržaj vlage nije u promatranom vremenu niti na jednoj plohi spustio do razine točke venuća i da se samo u 1990. godini donekle približio toj točki. Međutim, na osnovi toga bismo mogli zaključiti da vlaga tla i podzemne vode nemaju utjecaja na priraste na tim plohama. Kako znamo da to nije točno (vidi P r a n j i ć & L u k i ć 1989), prisiljeni smo potražiti koncept koji bi bolje opisao utjecaj vlage na prirast šumskog drveća nizinskih šuma.

Pomoću linearne regresije sam ispitao da li je za naše promatrane vrste prikladnija neka druga veličina. U tu sam svrhu za svaku godinu izračunao nekoliko parametara vodne bilance tla. Jedan od tih parametara je broj dana u vegetacijskom razdoblju kada je sadržaj vode iznad poljskog vodnog kapaciteta. Tu polazimo od



Sl. 10. – Fig. 10. Radijalni prirasti hrasta lužnjaka izmjereni na trajnim plohama – Peduncled oak radial increment measured on permanent plots



Sl. 11. – Fig. 11. Radijalni prirasti poljskoga jasena izmjereni na trajnim plohama – Field ash radial increment measured on permanent plots

pretpostavke da ukoliko je tlo natopljeno vodom iznad točke maksimalnoga vodnog kapaciteta, prestaje rad korijenja zbog nedostatne aeracije (Kozlowski 1982). Drugi parametar je srednji sadržaj vlage u tlu tijekom vegetacijskog razdoblja za svaku godinu promatranog razdoblja i relativni sadržaj te vlage u odnosu na poljski vodni kapacitet. Izračunali smo i srednji sadržaj vlage, kao i relativni sadržaj vlage u tlu na plohama u tri proljetna mjeseca (travanj, svibanj, lipanj). Konačno smo izračunali i fiziološki aktivnu vlagu tla na plohama, i to srednjak vegetacijskog razdoblja te relativni odnos te vlage u odnosu na poljski vodni kapacitet. Time smo na osnovi obračuna vodne bilance dobili sedam različitih parametara koji pokazuju stanje i količinu vlage u tlu.

Ispitali smo da li postoji neka značajna povezanost prirasta s ostalim ekološkim čimbenicima koji djeluju na plohama. U razmatranje smo uzeli godišnje temperature, oborine, oborine u vegetacijskom razdoblju i Ellenbergov koeficijent.

Interesira nas i to da li razina podzemnih voda ima direktan utjecaj na priraste, jer je to ideja od koje polaze Phipps (1979), Phipps & Applegate (1983), Pearlstine i dr. (1985), te Liu & Malanson (1992), a o kojoj smo već govorili na početku poglavlja. Stoga smo izračunali srednju godišnju razinu podzemne vode, srednju razinu u vegetacijskom razdoblju, srednju razinu u proljetnom razdoblju, te minimalne razine po godinama.

Sve te izračunate veličine smo stavili u odnos s prirastima hrasta lužnjaka i poljskog jasena, izmjerenima na istim trajnim plohama. Parametri linearne regresije između tih prirasta i maloprije opisanih parametara nalaze se u tablicama 1. i 2. U njima se nalaze prikazani regresijski koeficijent, regresijska konstanta, standardna pogreška koeficijenta i koeficijent korelacije. Pri analizi tih rezultata interesira nas koje nezavisne varijable su u najčvršćoj vezi sa zavisnom varijablom (radijalnim prirastom), tj. koji odnos daje najveći iznos regresijskog koeficijenta te da li se regresijski koeficijent značajno razlikuje od nule.

Uvidom u tablice 1. i 2. možemo zaključiti da klimatski čimbenici ne pokazuju statistički značajan utjecaj na kolebanje prirasta promatranih dvaju vrsta. Razina podzemnih voda pokazuje statistički značajan utjecaj na priraste poljskog jasena, međutim ne i na priraste hrasta lužnjaka. Pri tome se je srednja godišnja razina podzemne vode pokazala kao varijabla koja ima najveći utjecaj na prirast poljskog jasena. Između parametara obračuna vodne bilance tla fiziološki aktivna vlaga tla pokazuje statistički najznačajniji utjecaj na priraste, i to kod obje promatrane vrste. Srednji sadržaji vlage u tlu u vegetacijskom razdoblju i u proljetnom razdoblju pokazuju određeni, statistički manje pouzdan utjecaj na prirast, dok relativni iznosi tih veličina ne pokazuju statistički značajan utjecaj na prirast promatranih vrsta.

Odnose između varijabli koje su se pokazale statistički najznačajnijima i samih prirasta prikazali smo na slikama 12. i 13. Na osnovi tih slika i koeficijenata u tablicama 1. i 2. možemo reći da je veza među promatranim varijablama slaba, iako statistički dokazana. Pokušali smo utvrditi da li bi krovolinijska regresija dala čvršće veze, međutim rezultati krivolinijske regresije i tih varijabli nisu bili značajno bolji, tako da u tom smjeru nismo dalje istraživali. Pretpostavljamo da je potreban mnogo veći broj uzoraka, na većem broju ploha, koji bi omogućio postavljanje čvršćih veza i zakonitosti. Stoga smatramo da u tom smjeru treba nastaviti dalja istraživanja. Problem je u tome da je takve analize moguće provesti samo kad su baterije prijezometara vezane za šumske plohe, tako da je potrebno proširiti mrežu pijezometara u našim nizinskim šumama (vidi Mayer 1988). Osim toga, mjerenje vodnog

Tab. 1.

HRAST LUŽNJAK - PEDUNCLED OAK					
EKOLOŠKI ČIMBENICI - ECOLOGICAL FACTORS	Koeficijent korelacije R squared r2	Konstanta regresije Regression Constant b0	Koeficijent regresije Regression Coefficient b1	St. pogrešk. koeficijenta Std. Err. of Coef.	b1 > 0 sign.
1. KLIMATSKI - CLIMATIC FACTORS					
Temperatura (srednja godišnja) Mean annual temperature	0.0099	3.1120	-0.0843	0.1107	-
Oborine godišnje Annual precipitation	0.0077	2.5691	-0.0003	0.0005	-
Oborine u vegetacijskom razdoblju Precipitation in veg. period	0.0012	2.3835	-0.0038	0.0140	-
Ellenbergov koeficijent Ellenberg's coefficient	0.0004	2.3241	-0.0001	0.0005	-
2. PODZEMNE VODE - WATER-TABLE					
Srednja godišnja razina Mean annual water-table level	0.0004	2.3302	0.0203	0.1318	-
Srednjak vegetacijskog razdoblja Mean water-table level in veg. period	0.0008	2.3312	0.0281	0.1311	-
Srednjak proljetnih mjeseci Mean water-table level in spring	0.0019	2.3386	0.0412	0.1249	-
Minimalna godišnja razina Watertable yearly minimum	0.0002	2.3136	0.0119	0.1227	-
3. VLAGA TLA - SOIL MOISTURE					
Broj dana s povoljnom vlagom Number of days with favourable moisture	0.0024	2.3837	-0.0007	0.0018	-
Srednja vlaga tla u veg. razdoblju Mean watercontent in veg. period	0.0893	0.0143	0.0143	0.0060	*
Rel. sadržaj vlage u veg. razdoblju Relative content of water in veg. period	0.0392	0.8955	1.5864	1.0310	-
Srednja vlaga tla proljetnih mj. Mean water-content in spring	0.0665	0.5344	0.0130	0.0064	*
Rel. sadržaj vlage proljetnih mj. Relative content of water in spring	0.0154	1.3526	0.9916	1.0393	-
Fiziološki aktivna vlaga (FAV) Plant-available water	0.1769	1.0584	0.0182	0.0052	**
Relativna FAV Relative ammounty of plant-available water	0.0704	1.2798	0.0704	0.5953	-

* -Koeficijent regresije se razlikuje od 0 sa 95% pouzdanosti
* -Regression Coefficient diifers from 0 with 95% probability
** -Koeficijent regresije se razlikuje od 0 sa 99% pouzdanosti
** -Regression Coefficient differs from 0 with 99% probability

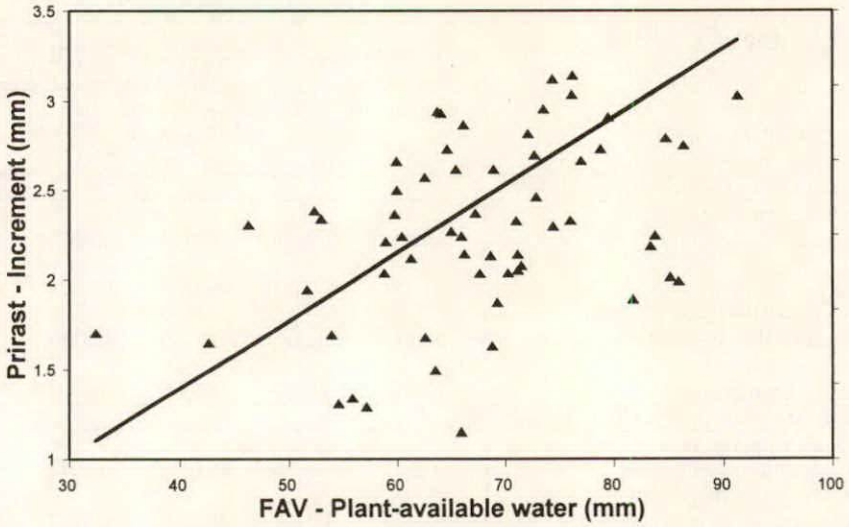
Tab. 1. Parametri linearne regresije između prirasta hrasta lužnjaka i ekoloških uvjeta na plohama – Parameters of linear regression between peduncled oak increment and ecological conditions on the plots

Tab. 2.

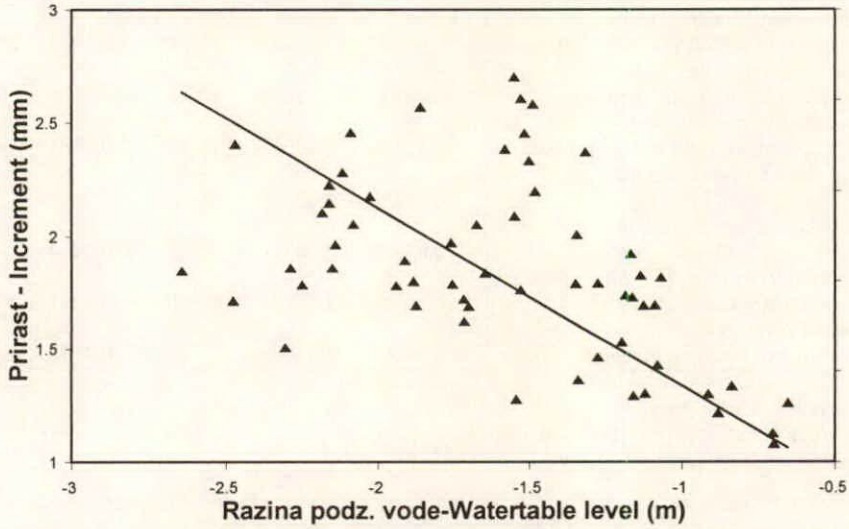
POLJSKI JASEN - FIELD ASH					
EKOLOŠKI ČIMBENICI - ECOLOGICAL FACTORS	Koeficijent korelacije R squared r2	Konstanta regresije Regression Constant b0	Koeficijent regresije Regression Coefficient b1	St. pogrešk. koeficijenta Std. Err. of Coef.	b1 > 0 sign.
1. KLIMATSKI - CLIMATIC FACTORS					
Temperatura (srednja godišnja) Mean annual temperature	0.0000	1.8700	-0.0013	0.0908	-
Oborine godišnje Annual precipitation	0.0215	2.2394	-0.0005	0.0004	-
Oborine u vegetacijskom razdoblju Precipitation in veg. period	0.0157	1.5810	0.0109	0.0113	-
Ellenbergov koeficijent Ellenberg's coefficient	0.0213	2.0737	-0.0005	0.0004	-
2. PODZEMNE VODE - WATER-TABLE					
Srednja godišnja razina Mean annual water-table level	0.2312	1.2284	-0.3955	0.0947	**
Srednjak vegetacijskog razdoblja Mean water-table level in veg. period	0.1543	1.3728	-0.3160	0.0971	**
Srednjak proljetnih mjeseci Mean water-table level in spring	0.0914	1.6005	-0.2142	0.0887	*
Minimalna godišnja razina Watertable yearly minimum	0.1499	0.9873	-0.4811	0.1504	**
3. VLAGA TLA - SOIL MOISTURE					
Broj dana s povoljnom vlagom Number of days with favourable moisture	0.0574	2.2166	-0.0027	0.0014	*
Srednja vlaga tla u veg. razdoblju Mean watercontent in veg. period	0.0034	0.9149	0.0790	0.0055	*
Rel. sadržaj vlage u veg. razdoblju Relative content of water in veg. period	0.0125	1.2705	0.6760	0.7881	-
Srednja vlaga tla proljetnih mj. Mean water-content in spring	0.0911	0.2217	0.0126	0.0052	*
Rel. sadržaj vlage proljetnih mj. Relative content of water in spring	0.0520	0.6022	1.3320	0.7464	-
Fiziološki aktivna vlaga (FAV) Plant-available water	0.1655	1.2215	0.0104	0.0031	**
Relativna FAV Relative ammounty of plant-available water	0.0514	1.3132	0.7129	0.4019	-

* -Koeficijent regresije se razlikuje od 0 sa 95% pouzdanosti
* -Regression Coefficient diifers from 0 with 95% probability
** -Koeficijent regresije se razlikuje od 0 sa 99% pouzdanosti
** -Regression Coefficient differs from 0 with 99% probability

Tab. 2. Parametri linearne regresije između prirasta poljskog jasena i ekoloških uvjeta na plohama – Parameters of linear regression between field ash increment and ecological conditions on the plots



Sl. 12. – Fig. 12. Odnos fiziološki aktivne vlage tla i prirasta hrasta lužnjaka. Parametri regresije su dani u tablici 1. – Relationship between plant-available water in soil and peduncled oak radial increment. Regression parameters given in Tab. 1.



Sl. 13. – Fig. 13. Odnos srednje godišnje razine podzemne vode i prirasta poljskog jasena – Relationship between mean annual watertable level and field ash radial increment

potencijala kao veličine koja najbolje pokazuje dostupnost vode biljkama, vjerojatno bi dalo najbolje rezultate. Međutim, takva su mjerenja skupa i nismo ih mogli provesti.

Potrebno je prikupiti i više podataka o fiziološkim procesima koji uvjetuju te zakonitosti. Tu razumijevamo spoznaje o dinamici razvoja korijenske mreže, biomasi korijenja po horizontima tla, fiziološkim reakcijama korijenja u različitim uvjetima vlažnosti itd.

Unatoč navedenim manjkavostima mi smo rezultate ove analize iskoristili kao osnovi za izmjene u programu za simuliranje. U program smo ugradili utjecaj i srednje godišnje razine podzemne vode i fiziološki aktivne vlage, a taj utjecaj se očituje na prirast na isti način kao i ostali ekološki čimbenici koji su već ugrađeni u model (svjetlo, temperatura, hraniva i kiselost tla).

Model FORECE, namjena i struktura
Objective and structure of FORECE model

Osnovi za naš model razvoja šume Repaš čini program FORECE, namijenjen simuliranju razvoja srednjoeuropskih šuma. Izvorni kod (tzv. »source cod«), napisan u FORTRANU, dobili smo ljubaznošću autora Felixa K i e n a s t a sa Švicarskoga državnog instituta za istraživanja šuma, snijega i krajolika u Birmensdorfu u Švicarskoj. Opis strukture i odvijanja programa dajemo na osnovi K i e n a s t o v a rada (1987), i na osnovi samoga računalnog programa.

Model FORECE je općenit model šumske sukcesije koji simulira razvoj šumskih sastojina u uvjetima uobičajenima za južni dio srednje Europe. »Taj model je korisno sredstvo za testiranje hipoteza o šumskoj sukcesiji i omogućuje korisniku da vrednuje utjecaj prirodnih poremećaja i utjecaj čovjeka na šumske zajednice« (K i e n a s t 1987). To je model razvoja vegetacije na plohama (gap-model) i zasniva se na simulacijskom modelu koji je prvi razvio i opisao D. B. B o t k i n 1972. godine, a poslije su ga razrađivali H. H. S h u g a r t, D. C. W e s t, V. H. D a l e, J. P a s t o r, W. M. P o s t i drugi istraživači.

Tim modelom se klijanje, rast i mortalitet 31 vrste drveća simulira na nizu ploha površine 1/12 ha. Rezultati simulacija na tom nizu ploha se zatim uprosječe kako bi se dobio razvoj određenog tipa vegetacije.

U odnosu na prethodne modele na kojima se bazira, Kienastov se model razlikuje prije svega ugradnjom Ellenbergova koncepta indikatorskih vrijednosti. Te indikatorske vrijednosti su opcionalne, tj. možemo pri simulaciji birati između primjene tih indikatorskih vrijednosti i onih uobičajenih u sjevernoj Americi. Indikatorske vrijednosti opisuju ekofiziološko ponašanje različitih vrsta drveća uključenih u model.

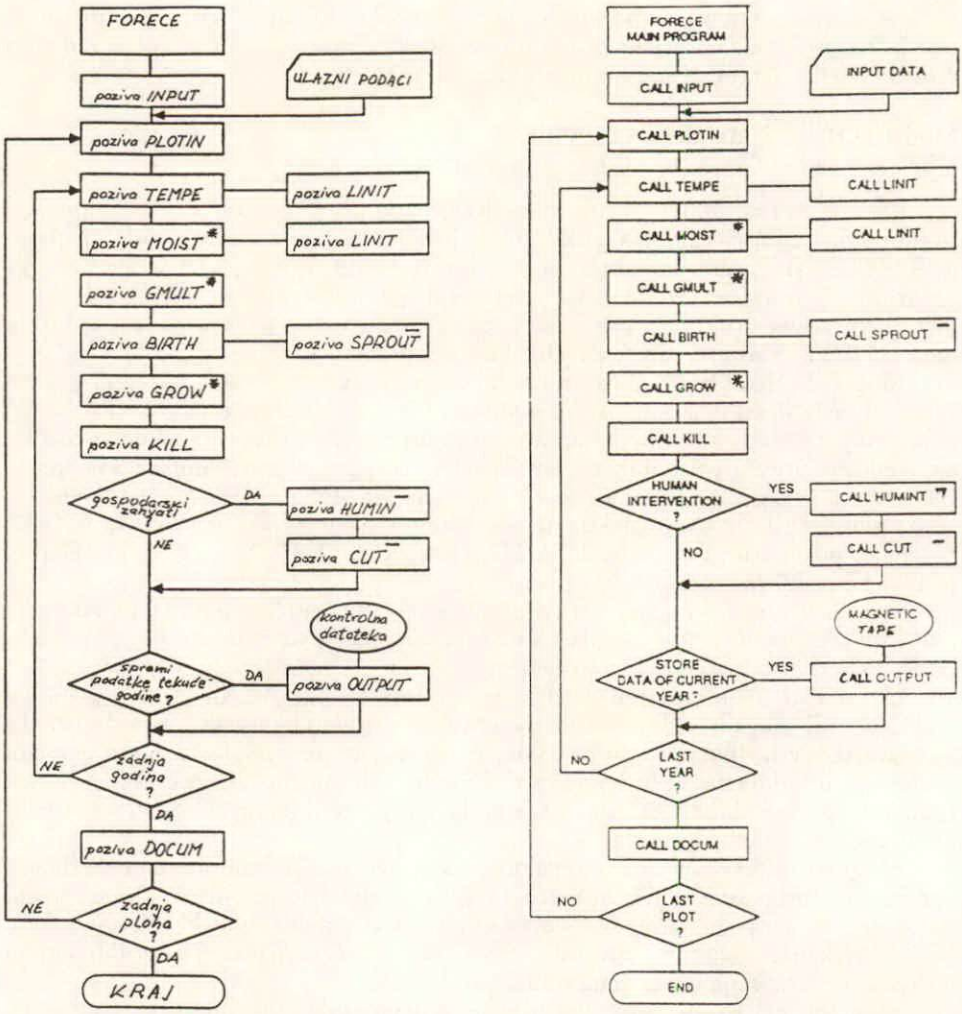
Program FORECE ima mogućnost za mijenjanje i kombiniranje različitih opcija i scenarija simulacija. Moguća su četiri **scenarija**: promjene klime, zračni polutanti, utjecaj pedoloških čimbenika i njihovih promjena, ljudski utjecaji u šumi (sječe, selekcija, pošumljavanje itd.). Svaki od tih scenarija se može uključiti ili isključiti iz simulacije izmjenama u ulaznoj datoteci.

Program ima i velik broj opcija, jer je u ulaznoj datoteci moguće za pojedine čimbenike slobodno odabirati da li će se njihovo djelovanje uključiti u odvijanje programa ili neće. Takva je opcija za brst, ili se pak kod pedoloških čimbenika može birati koje od njih (pH, dušik, vlažnost staništa) program uzima u obzir, te ako ih

uključujemo u simulaciju, da li i kada da ih mijenja. Slobodno se biraju i opcije »informacija o optimumu prema Ellenbergu« te »indikatorske vrijednosti za temperaturu i temeperaturnu amplitudu«.

Struktura programa se najbolje očituje na blok-dijagramu (slika br. 14).

Cijelom simulacijom upravlja glavni program (MAIN), koji poziva redom određene potprograme. Osnova glavnog programa su dvije petlje – prva petlja je petlja za plohe (npr. od prve do 50. plohe), a unutar nje je petlja za godine (od prve do posljednje godine simulacije).



Sl. 14. – Fig. 14. Blok-dijagram modela FORECE (prema Kienastu 1987). Sa znakom – su označeni potprogrami koji nisu uključeni u model CROFOR, a sa * su označeni potprogrami koji su u modelu CROFOR bitno izmijenjeni. – Blok diagram of the FORECE model (from Kienast 1987.). Subroutines marked with sign – are not incorporated in CROFOR model, and subroutines marked with * have been changed.

Potprogram **INPUT** učitava podatke iz ulazne datoteke, sprema ih u kontrolnu datoteku i inicijalizira varijable. U ulaznoj datoteci se nalaze klimatski podaci, opći podaci o plohi, podaci o scenariju simulacije, opcijama te tablica s parametrima vrsta. Ta se ulazna datoteka u osnovi ne razlikuje bitno od ulazne datoteke našeg programa.

Nakon završetka inputa nastavlja se glavni program unutar već spomenutih petlji. Unutar petlje za plohe nalazi se godišnja petlja. Ta petlja u svakom krugu poziva šest osnovnih potprograma. To su potprogrami: TEMPE, MOIST, GMULT, BIRTH, GROW, KILL. Ti se potprogrami i pozivaju tim redom, i to znači na svakoj plohi i svake godine simulacije!

Potprogram **TEMPE** obračunava sume stupanj-dana (DEGD) u vegetacijskoj sezoni na osnovi statističkih podataka o srednjim mjesečnim temperaturama.

Potprogram **MOIST** obračunava broj suhih dana tijekom jedne vegetacijske sezone na osnovi srednjih mjesečnih oborina i potencijalne evapotranspiracije. Taj način obračunavanja, po mom mišljenju, ne zadovoljava jer je u modelu podcijenjen utjecaj vode na razvoj vegetacije. Da bi model bio primjenljiv za nizinske šume, mi smo u ovaj potprogram unijeli naknadno opisane izmjene.

Potprogram **GMULT** izračunava multiplikatore rasta na osnovi podataka koje su obradili potprogrami TEMPE i MOIST. U tom potprogramu se računa pet takvih multiplikatora (za temperaturu, dostupno svjetlo, kompeticiju, sušne dane i pedološke uvjete). Multiplikator za pedološke uvjete ima tri vektora, jedan za pH, drugi za dušik u tlu, i treći za vlagu u tlu. Znači, za svaki od tih čimbenika se multiplikator rasta računa po istoj eksponencijalnoj jednadžbi: što je odstupanje parametra vrste veće od uvjeta tla, multiplikator rasta je veći, tj. reduciranje prirasta je veće. Pri tome se koristi eksponencijalna formula koju su u program ugradili J. Pastor i W. M. Post 1985. godine, tako da odstupanje ekološkog čimbenika od optimuma (izraženo u jedinicama indikatorske vrijednosti) za 0.5 dovodi do 22% redukcije rasta, odstupanje od 1 indikatorske vrijednosti dovodi do 39% redukcije rasta, a odstupanje od 2.0 indikatorske vrijednosti dovodi do 86% redukcije prirasta. To na primjer znači da kao indikatorska vrijednost staništa na dušik iznosi 6.0 (a tu vrijednost možemo tijekom programa mijenjati), a vrsta ima indikatorku vrijednost za dušik po Ellenbergu 7.0, tada program izračunava multiplikator prirasta SGF(N) = 0.39. Ako je taj multiplikator najmanji od svih multiplikatora koji se računaju, potencijalni prirast vrste se množi njime i tako se dobiva ostvareni prirast vrste na plohi.

Potprogram **BIRTH** simulira prirodnu obnovu drveća na plohi, ili pak možemo simulaciju započeti sadnjom određenog broja biljaka na plohu (potprogram PLOTIN). Pojava sjemena ovisi o uvjetima staništa, sastavu šume ili pak o ljudskim zahvatima (pošumljavanje). Parametri koji kontroliraju klijanje sjemena su mraz, temperature, biotski utjecaji te užitno svjetlo na tlu. Užitno svjetlo se računa na osnovi utvrđivanja lisne površine koju svako stablo stvara duž vertikalnog profila krošnji. Postoji i mogućnost pojave izbojaka iz panja, koju simulira potprogram SPROUT. Ako su uvjeti na plohi povoljni za pojavu novih jedinki, program im dodjeljuje početne dimenzije za dob, promjer i prirast.

U potprogramu se izračunava 7 limitrajućih faktora. Ako je bar jedan od njih prisutan, vrsta te godine nema šansku za klijanje. Učestalost pojave određenog faktora se registrira i na kraju simulacije se upisuje (za svaku plohu posebno) u tablicu učestalosti limitirajućih faktora za klijanje. Na kraju te tablice je i kolona koja prikazuje koliko često je vrsta bila odbačena, tj. nije joj dana šansa da proklija.

Potprogram **GROW** izračunava prirast svakog stabla uključenoga u simulaciju.

Prvo se za svako stablo izračunava maksimalni mogući prirast s obzirom na promjer i visinu stabla, a zatim se taj optimalni prirast reducira množenjem s onim multiplikatorom rasta koji najjače ograničava rast (Liebigov zakon minimuma). Traži se minimum od sedam multiplikatora: za dostupno svjetlo, za broj suhih dana u vegetacijskoj sezoni, za ukupnu količinu topline u stojbini, za kompeticiju (na osnovi biomase), za pH tla, za dušik u tlu, za vlažnost stojbine. Posljednja tri multiplikatora su opcionalna, znači mogu se po želji isključiti ili uključiti u simulaciju. Podaci o tome koji je faktor odabran kao limitirajući se zapisuju u kontrolnu datoteku i na kraju simulacije na jednoj plohi obrađuju i smještaju u tablicu učestalosti limitirajućih faktora prirasta. U toj se tablici nalaze za svaku vrstu izračunati maksimalno mogući (potencijalni) prirasti i ostvareni prirasti.

Maksimalni mogući prirast se računa pomoću koeficijenata prirasta vrste danih u ulaznoj datoteci. Ti su koeficijenti u osnovi funkcija maksimalnog promjera, visine i dobi koju može postići određena vrsta. Kako je pretpostavka da je taj prirast moguć samo kad su svi uvjeti za danu vrstu optimalni, taj se prirast zatim množi s izračunatim multiplikatorima. Na taj način dobivamo stvarno ostvaren prirast vrste, uz zadane uvjete rasta.

U potprogramu KILL se računa mortalitet stabala prema dvama kriterijima. Jedan kriterij je ovisan o prirastu stabala. Sa starošću se povećava vjerojatnost ugibanja stabla, tako da ih samo 1% može dosegnuti maksimalno moguću starost. Osigurano je generiranje slučajnih brojeva, tako da je taj proces stohastičan. Ako je pak prirast jako smanjen, također rastu šanse za ugibanje stabla. Program provjerava da li je prirast manji od 0.3 mm ili pak manji od 10% potencijalnog prirasta. Ako je tekući prirast pojedinog stabla ispod tih granica, veća je vjerojatnost odumiranja stabla (samo 1% može preživjeti 10 godina slabog prirasta).

Na kraju petlje glavnog programa se nalazi potprogram **OUTPUT**, koji se poziva u određenom intervalu (npr. svakih 5 godina) i u njemu se izračunavaju određene vrijednosti i zatim spremaju u posebnu datoteku. Ti se podaci mogu naknadno obraditi posebnim programom radi dobivanja srednjih vrijednosti i uvida u tok simulacije. Potprogram OUTPUT računa kumulativnu lisnu biomasu, biomasu deblovine, lisnu površinu, LAI, broj stabala na plohi i na hektaru, i sve te podatke smješta u posebnu datoteku radi naknadne obrade.

Potprogram **DOCUM** se poziva nakon što je gotova simulacija na pojedinoj plohi. Njime se ispisuju podaci u kontrolnu datoteku (npr. CONTROL. DAT). Nakon završetka simulacije za n-tu plohu upisuju se podaci s te plohe: tablica učestalosti limitirajućih faktora za klijanje, tablica učestalosti limitirajućih faktora za prirast te struktura na plohi na kraju simulacije. Struktura je dana po vrstama, njihova biomasa, broj stabala (ukupno i po debljinskim razredima) te opći podaci o plohi (lisna površina, ukupna biomasa i broj stabala).

Konačno, na kraju simulacije za sve plohe, ispisuje se u kontrolnu datoteku prosječna struktura na osnovi svih ploha. Za svaku vrstu je dana prosječna biomasa i broj stabala, ukupno i po debljinskim razredima, kao prosjek svih ploha na kraju simulacije. Na osnovi tih tablica izrađuju se grafikoni koji zorno prikazuju vremensko odvijanje svih opisanih procesa u sastojini.

Model za simuliranje razvoja nizinskih šuma CROFOR

CROFOR model for simulation of low-elevation forests development

Prije modeliranja utjecaja vode, da bih sebi olakšao rad s modelom FORECE, napravio sam određene promjene u tom modelu, koje nisu značajne za ukupno odvijanje programa. Da bih smanjio opseg programa i memoriju koju zauzima u ROM-u, zapravo da bi se program uopće mogao koristiti na PC-u manjeg kapaciteta, izbacio sam iz programa scenarije sa zračnim polutantima i scenario ljudskog utjecaja (s potprogramima HUMIN i CUT). Time sam program smanjio za otprilike 30% i omogućio njegovo prevođenje (kompajliranje) i odvijanje na personalnom računalu s 1024 KB radne memorije.

Utjecaj zračnih polutanata je, po mom mišljenju, manjkavo modeliran, jer ne ulazi u fiziološke mehanizme stvarnog djelovanja polutanata. Kremer (1991) navodi da se u većini gap-modela (npr. Bossel 1986, Kercher & Axelrod 1984, kao i Kienast 1987) utjecaj polutanata modelira samo putem redukcije fotoprodukcije i akumulacije biomase, bez proučavanja koji su to fiziološki mehanizmi doveli do smanjivanja fotoprodukcije. Danas pak za većinu klasičnih polutanata (npr. SO_2) imamo dovoljno spoznaja o mehanizmima utjecaja polutanata na biljke i nužno je te spoznaje i ugraditi u modele. Tako su Mohren & Bartelink (1990) detaljno, na fiziološkoj razini, modelirali utjecaj polutanata na smanjenje lisne površine te su opisali fiziološke promjene koje zbog tog smanjenja nastaju. Problem kvantificiranja utjecaja ozona i SO_2 na smanjenje prirasta daju Mohren i dr. (1991b).

Potprogrami HUMIN i CUT su rađeni na osnovi švicarskih normi i pravila u uzgajanju šuma, i pitanje je jesu li prihvatljivi za naše uvjete. Svjesni smo da je time načinjeno ozbiljno odstupanje od stvarnog stanja, jer se našim sastojinama planski i intenzivno gospodari od njihova osnivanja, međutim, isto tako smo svjesni da je cijeli model niz aproksimacija, a da je prepuštanje sastojina prirodnom razvoju, bez utjecaja čovjeka, samo jedna od njih. Koje su posljedice simuliranja s takvim pretpostavkama vidjet ćemo u poglavlju koje obrađuje rezultate naših simulacija.

Dvije opcije koje omogućuju korištenje Ellenbergovih koeficijenata za temperaturne odnose nismo upotrijebili u našim simulacijama. Cilj nam je primjena modela na strogo specifičnom problemu, tj. na predviđanju razvoja šume Repaš nakon eventualne izgradnje derivacijskog kanala. Samim time je ograničen broj vrsta koje sudjeluju u simulaciji, jer nam je važnije kako se kreću odnosi među već prisutnim vrstama, nego koje bi se vrste eventualno mogle u danim uvjetima razviti.

Ellenbergove indikatorske vrijednosti su već duže vrijeme u primjeni u fitocenološkim istraživanjima. Pouzdanost primjene Ellenbergove skale indikatorskih vrijednosti (koja se inače primjenjuje u fitocenološkim istraživanjima u Europi) u našim uvjetima istražuje Vukelić (1988). On je utvrdio da ta skala ima veliku mogućnost primjene i u našem podneblju što se tiče odnosa biljaka prema svjetlu, vlažnosti, pH-reakciji tla i opskrbi tla dušikom, dok se u pogledu temperaturnih odnosa pojavljuje neslaganje s područjem srednje Europe. To je još jedan razlog zbog kojega se mi pri simulacijama nećemo koristiti opcijom optimalnih vrijednosti po Ellenbergu. Još jedan problem je utvrđivanje tih indikatorskih vrijednosti za vrste koje u srednjoj Europi ne pridolaze, pa se podaci za njih ne mogu naći u literaturi (npr. Kovačević 1978, ili Prentice & Helmisari 1991). Takva je vrsta *Fraxinus oxycarpa*, za koju je onda te vrijednosti potrebno procijeniti na osnovi ostalih, prije svega fitocenoloških podataka.

Na osnovi analiza utjecaja podzemnih voda i vlage u tlu na priraste hrasta lužnjaka i poljskog jasena u programu FORECE smo napravili određene preinake i dopune. Time je nastala nova verzija programa, koju smo nazvali CROFOR. Osnovna razlika između našeg modela i modela FORECE je bitno različit način na koji voda u tlu djeluje na prirast vrsta drveća, te dodavanje srednje razine podzemne vode na plohi kao još jednog čimbenika koji ima utjecaj na prirast.

Sljedeći zaključci su nam bili polazna osnova pri izradi simulacijskog modela, tj. u radu na izmjenama u programu FORECE:

– Na osnovi kretanja vlage u tlu na promatranim plohama u vremenu 1970–1990. (slika 9.) vidi se da koncept indeksa suhih dana koji se primjenjuje u dosadašnjem obliku modela FORECE nije primjenjiv za naše nizinske šume. Potrebno je tek ispitati koliko je on primjenjiv u našem podneblju za kserotermnije uvjete i plića tla, u kojima je dinamika vlage u tlu takva da ona redovito dostiže do razine točke venjenja. Mi smo ovaj način obračuna izbrisali iz modela.

– Koncept koji se primjenjuje u modelima SWAMP i FORFLO (Phipps & Applegate 1983, Pearlstine i dr. 1985, Liu & Malanson 1992) tek je djelomično upotrebljiv, nakon što smo ustanovili da razina podzemne vode ima jasno izražen izravan utjecaj na priraste poljskog jasena. Međutim, kod hrasta lužnjaka taj indikator nije dostatan kao varijabla koja opisuje utjecaj vode na prirast.

– Na osnovi navedenih zaključaka možemo reći da vodu u tlu i njezin utjecaj na drvenaste vrste nije moguće jednoznačno definirati preko jednog parametra. Potrebno je u simulaciju uključiti veći broj parametara koji opisuju prirodu i djelovanje vode u tlu. Stoga smo mi u naš model uključiti i izravan utjecaj razine podzemne vode i utjecaj fiziološki aktivne vlage tla.

Ovi rezultati se mogu interpretirati na sljedeći način: poljskom jasenu je potrebna manja količina fiziološki aktivne vlage u tlu nego hrastu lužnjaku! Ta se pojava može objasniti fiziološkom konstitucijom promatranih vrsta. Poljski jasen je pionirska vrsta koja pridolazi na težim tlima, u kojima je visok sadržaj vlage, ali je ukupna količina vlage dostupne biljkama manja. Vjerojatno tu igra ulogu i značajno kasniji početak vegetacije kod poljskog jasena te kraće vegetaciono razdoblje. Na osnovi slike 13. vidimo da poljskom jasenu ne odgovara ako je srednja razina podzemne vode iznad 1,5 m, međutim on pridolazi i na tim staništima. To znači da poljski jasen na tim staništima nema svoj fiziološki optimum, već je na njih potisnut odnosima kompeticije. Kako smo u model uključili oba parametra, konačni rezultat razvoja vegetacije na plohi ovisi zapravo o interakciji tih dvaju varijabli. To nas je ponukalo da ispitamo kakav je utjecaj razine podzemne vode pri obračunu vodne bilance, pa smo ustanovili da mehanički sastav tla (tj. hidropedološke konstante) igra veću ulogu od razine podzemne vode. Stoga možemo zaključiti da konačni razvoj vegetacije ovisi o interakciji između razine podzemnih voda i hidropedoloških konstanti.

Prva veličina koju smo ugradili u program, srednja godišnja razina podzemne vode, računa se u potprogramu TEMPE, koji prvo računa temperaturni indeks (suma stupanj-dana iznad 5.5°C), a nakon toga računa srednju godišnju razinu podzemne vode. U taj proračun su uključene i rutine LINIT i RANNOR. Rutina LINIT obavlja linearnu interpolaciju između prijelomnih godina ukoliko želimo simulirati klimatske promjene tijekom simulacije. Rutina RANNOR daje slučajne brojeve prema Gaussovoj normalnoj distribuciji slučajnih brojeva. Ti se slučajni brojevi množe mjesečnom standardnom devijacijom klimatskog parametra i taj se

umnožak pribraja srednjoj mjesečnoj vrijednosti tog parametra, danoj kao ulazni podatak (u ulaznoj datoteci). Taj je postupak identičan za sva tri parametra koja dajemo kao ulazne podatke (mjesečne temperature, oborine i razine podzemnih voda). Na taj način dobivamo konkretan iznos parametara za određeni mjesec i godinu simulacije. To znači da svake godine simulacije imamo srednje razine podzemne vode koje se donekle razlikuju, te da je moguće zadati programu da se tijekom simulacije ti parametri linearno mijenjaju između zadanih prijelomnih godina.

Druga veličina, fiziološki aktivna vlaga u tlu, računa se putem obračuna vodne bilance tla, u potprogramu MOIST. U tom potprogramu se prvo računa za svaki mjesec iznos potencijalne evapotranspiracije po Thornthwaiteu, zatim se pomoću rutina LINIT i RANNOR računa oborina za dani mjesec, te se na osnovi oborina, potencijalne evapotranspiracije, razine podzemne vode i hidropedoloških konstanti računa vodna bilanca po istim algoritmima koje smo opisali u poglavlju o obračunu vodne bilance. Konačno se kao rezultat obračuna dobije srednji sadržaj fiziološki aktivne vlage u tlu za danu godinu simulacije.

Te dvije veličine zatim služe u potprogramu GMULT za izračunavanje multiplikatora prirasta. To znači da za svaku vrstu program računa odstupanje parametra od optimalnih vrijednosti. Čim je to odstupanje veće, jače se reducira prirast. Pri tome smo zadržali krivulje koje su se prije koristile za računanje multiplikatora prirasta na osnovi Ellenbergovih indikatorskih vrijednosti. Znači da ostupanja od optimalnih indikatorskih vrijednosti dovode do iste redukcije prirasta kako je to opisano pri opisu potprograma GMULT u prethodnom poglavlju.

Postavku da od izračunatih multiplikatora na prirast djeluje samo najmanji (Liebigov zakon ninimuma) nismo mijenjali. Najmanji izračunati multiplikator se množi potencijalnim prirastom dane vrste i dobivamo prirast za danu vrstu i godinu simulacije. Proučavajući izlazne tablice, u kojima je prikazano koliko je često koji čimbenik bio limitirajući, utvrdili smo da utjecaj tih dvaju čimbenika nije u programu ni previše ni premalo naglašen, tako da te osnovne postavke nismo mijenjali.

To, međutim, ne znači da smatramo da su te postavke posve ispravne. Trebali bismo još ispitati da li, kad je u pitanju vlaga tla, Liebigov zakon minimuma odgovara stvarnim procesima koji se odvijaju. Također je sigurno da bi se za računanje multiplikatora mogla upotrijebiti i krivulja nekoga drugog oblika, ali smatram da na osnovi rezultata analize iznesenih u sedmom poglavlju nema smisla pokušavati iznaći krivulju koja bi bolje prikazivala reducirajući utjecaj promatranih čimbenika na prirast.

Testiranje i primjena modela CROFOR
Testing and application of the CROFOR model

Da bismo otpočeli simulacije, potrebno je utvrditi sve potrebne parametre. Treba razlikovati dva tipa parametara. Jedan su tip parametri staništa, tj. plohe, i njih nije bilo teško utvrditi. Drugi su tip parametri vrsta koje sudjeluju u simulaciji. Sa njihovim utvrđivanjem smo imali više problema. To je jedan od čestih problema u modeliranju, stoga Prentice & Helmisaari (1991) daju pregled potrebnih parametara i indikatorskih vrijednosti za većinu europskih vrsta.

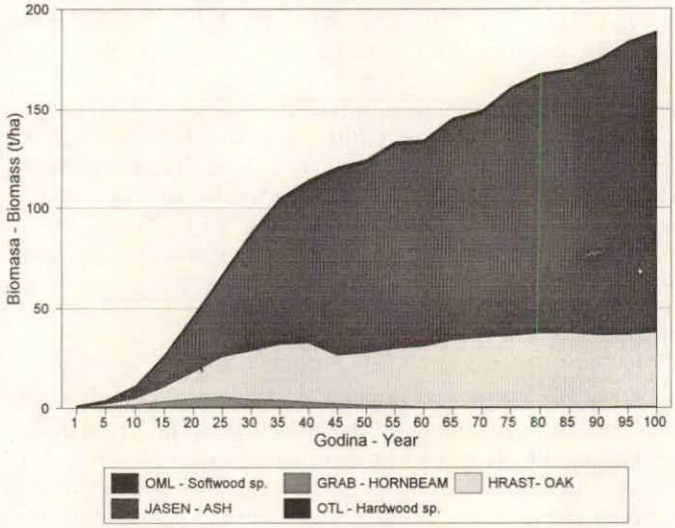
Parametri vrsta se zadaju programu također preko ulazne datoteke. Te sam parametre u većini slučajeva zadržao iste kao i kod Kienasta (1987) (parametri

prirasta, konverzije u biomasu, indikatorske vrijednosti za svjetlo, temperaturu itd.). Jedino sam za poljski jasen morao te parametre procijeniti, jer njega K i e n a s t nije koristio u svojim simulacijama. Procijenio sam ih pomoću podataka o fitocenološkoj pripadnosti i fiziologiji poljskog jasena (R a u š 1988). Međutim, što se tiče parametara vrsta za nova dva čimbenika, koja smo mi uključili u simulaciju, njih smo mogli procijeniti na osnovi naše analize samo za hrast lužnjak i poljski jasen, dok smo te parametre za ostale vrste procijenili na osnovi naših spoznaja o fitocenološkim odnosima tih vrsta. Stoga možemo reći da su hrast i jasen najpreciznije prikazani u modelu, dok za ostale vrste ne možemo očekivati realnije rezultate.

Prvi niz simulacija, simulacije 1. do 5, poslužio je za provjeru ponašanja našeg modela i rezultata koje on daje. U tom nizu simulacija koristili smo se stvarnim parametrima izmjerenima na plohama, a zatim smo usporedili rezultate simulacija sa stvarnim stanjem na tim plohama. Na slici 15. je dan primjer kako izgleda akumulacija biomase šumskog drveća kroz godine na osnovi simulacije. Stojbinski uvjeti (mjesečne razine podzemnih voda, njihove standardne devijacije i hidropedološke konstante) zadani su na osnovi podataka s plohe Đ-II.

Komparaciju smo proveli uspoređujući stvarnu (izmjerenu) strukturu sastojina na plohama sa strukturom dobivenom simulacijom, i to po broju stabala i po temeljnici u debljinskim razredima. Primjer kako izgledaju te strukture po broju stabala je prikazan na slici 16.

Na osnovi tih komparacija utvrdili smo da postoji prilična sličnost između strukture po broju stabala i po temeljnici između stvarne i hipotetske sastojine. Međutim, prisutna su određena odstupanja. Prije svega, sve simulacije daju premalen udio graba i ostalih vrsta koje rastu na tim plohama. Spomenuli smo već u prethodnom poglavlju da je problem u tome što za grab i ostale vrste nemamo

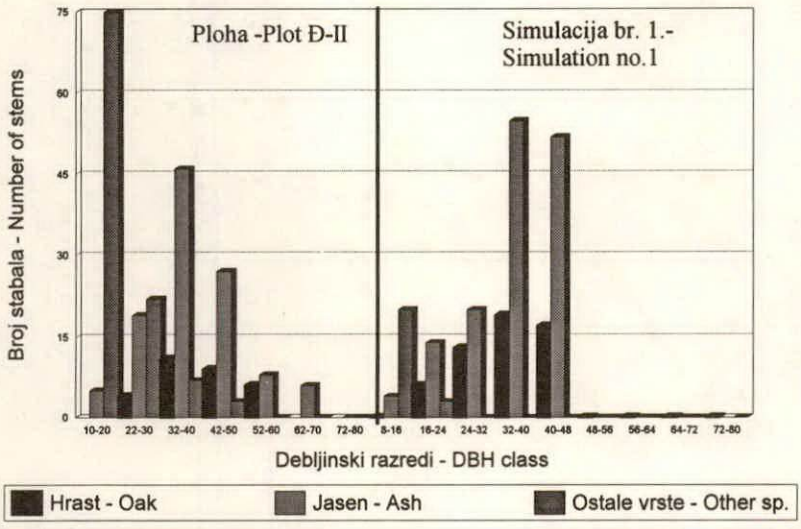


Sl. 15. – Fig. 15. Simulirana akumulacija biomase glavnih vrsta šumskog drveća kroz vrijeme, uz stojbinske uvjete na plohi Đ-II – Simulated biomass accumulation through time for the major forest trees species, stand parameters taken from Đ-II plot

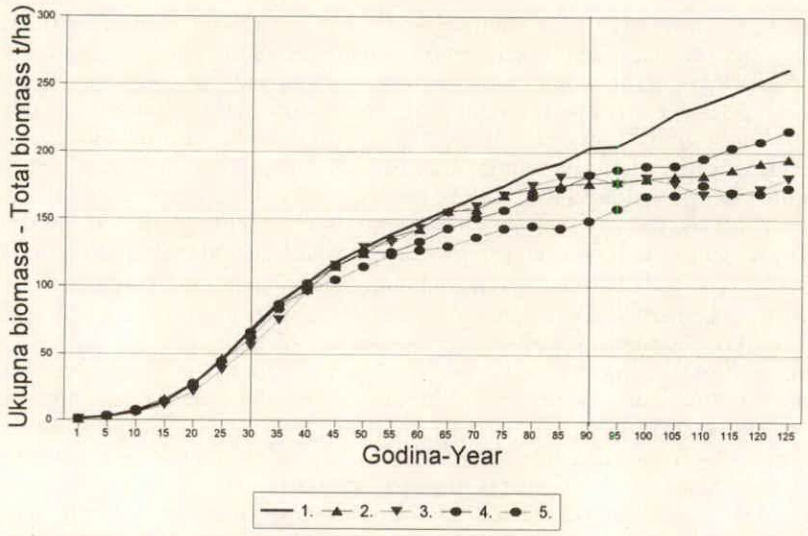
parametre za odnos prema podzemnoj vodi i vlazi u tlu utvrđene na osnovi naših mjerenja i analiza, nego smo te parametre procijenili na osnovi spoznaja o fitocenološkim odnosima i ekološkoj konstituciji vrste. Ostale razlike koje se javljaju između stvarne i hipotetske strukture vjerujem da možemo objasniti time da u simulacije nismo uključili ljudski utjecaj, prije svega prorede. Da su prorede uključene u simulaciju, vjerujem da bi temeljnica bila ista, ali raspoređena na manji broj stabala, što bi sploštilo i pomaknulo distribucije na desno. Poseban je pak slučaj ploha Đ-IV, gdje se uočava da stvarna sastojina ima posve poremećenu strukturu, premali broj stabala i premalu temeljnicu, vjerojatno zbog krivih gospodarskih zahvata.

Prentice i dr. (1991) navodi da modeli posjeduju tri svojstva, svojstvo općenitosti, realističnosti i preciznosti. Na sadašnjoj razini razvoja ni jedan računalni model ne može zadovoljavati sva tri svojstva. Modeli koji su orijentirani na fiziološke i biološke procese uglavnom teže općenitosti i realističnosti, ali teško mogu biti i zadovoljavajuće precizni. Međutim, ako želimo da model dobro simulira ponašanje ekosustava u promijenjenim uvjetima, važno je da je struktura sustava dobro prikazana u modelu, tj. da je realistična, jer jedino na taj način možemo doći do odgovora kako bi se taj sustav mogao ponašati u uvjetima izvan uobičajenih granica. Naš model ne teži tomu da bude općenit, jer nam je cilj riješavanje specifičnih problema, a njegovu bi točnost još trebalo ispitati. Naglašavam da zasada od ovakvoga tipa modela ne možemo očekivati veću preciznost, i to treba uzeti u obzir pri analizi rezultata koje nam on daje.

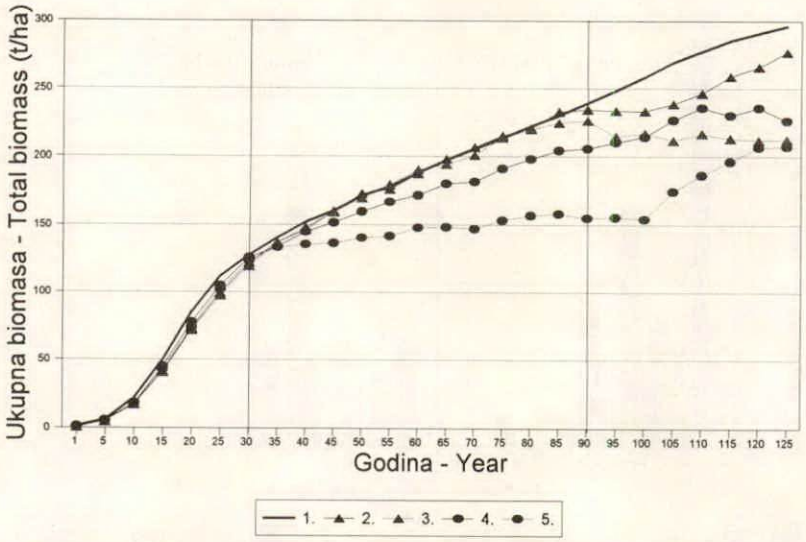
Možemo zaključiti da unatoč brojnim aproksimacijama i odstupanjima naš model uglavnom dobro simulira razvoj vegetacije u šumi Repaš, te ga možemo



Sl. 16. – Fig. 16. Usporedba broja stabala na plohi s brojem stabala na kraju simulacije uz iste stojbinske parametre. Na lijevoj strani slike je broj stabla izmjeren na plohi po debljinskim razredima, na desnoj strani slike je prikazan broj stabala na kraju simulacije. – Comparation of the number of stems measured on the plot with simulated number of stems at the end of simulation with the same site parameters. On the left side of the figure number of stems on the plot is represented, on the right side is displayed simulated number of stems.



Sl. 17. – Fig. 17. Simulirana ukupna biomasa sastojine na staništu hrasta lužnjaka uz različite režime podzemnih voda – Total biomass of stand simulted through time with conditions prevailing on the peduncled oak sites and with different watertable regimes. 1. bez promjena – without changes; 2. postepeno spuštanje razine podzemnih voda nakon 30 godina razvoja sastojine – gradual lowering of watertable level after 30 years of stand development; 3. naglo spuštanje razine nakon 30 godina – rapid lowering after 30 years; 4. postupno spuštanje nakon 90 godina – gradual lowering after 90 years; 5. naglo spuštanje nakon 90 godina – rapid lowering after 90 years.



Sl. 18. – Fig. 18. Simulirana ukupna biomasa sastojine na staništu poljskoga jasena uz različite režime podzemnih voda – Total biomass of stand simulated through time with conditions prevailing on the field ash oak sites and with different watertable regimes. Opis kao za sliku 17. – Description same as in Fig. 17.

upotrijebiti za davanje okvirnih prognoza o daljem razvoju tih sastojina u promijenjenim uvjetima rasta i razvoja.

Nakon testiranja pristupili smo eksperimentiranju modelom. Proveli smo niz od deset eksperimentalnih simulacija, u kojima smo uz iste ostale uvjete mijenjali samo režim podzemnih voda. Za taj niz simulacija u ulaznoj datoteci zadali smo takve parametre staništa koji reprezentiraju dva glavna tipa staništa, staništa hrasta lužnjaka i staništa poljskog jasena. »Tipično« stanište poljskog jasena predstavljeno je podacima o podzemnim vodama s plohe Đ-VI, a za »tipično« stanište hrasta lužnjaka kombinirali smo podatke s ploha Đ-III i Đ-V. Parametre tih ploha iskoristili smo pri simuliranju razvoja dvaju osnovna tipova vegetacije tijekom 125 godina.

Prve simulacije (simulacija br 6 i simulacija br. 11) izvedene su bez ikakve promjene u režimu podzemnih voda. To su, znači, modeli razvoja vegetacije na tipičnim staništima hrasta lužnjaka i poljskog jasena uz pretpostavku stalnog režima podzemnih voda (krivulje br. 1 na slikama 17. i 18).

Zatim smo simulirali dva tipa promjena. Jedan tip je nagli pad podzemne vode u roku od 5 godina, i to za prosječno 2 metra dubine. To je scenarij koji bi se mogao odigrati u slučaju jakih hidrotehničkih zahvata, kao što je izgradnja derivacijskog kanala kroz šumu. Drugi tip promjena je postupni pad razine podzemne vode, tijekom 20 godina, i to za 1 m dubine. To je scenarij za koji pretpostavljam da se već odvija u šumi Repaš.

Ta smo dva tipa promjena zadali da se počnu odvijati u 30. godini razvoja sastojine i u 90. godini. Tako simulacije br. 7 i br. 12 prikazuju razvoj šumske vegetacije na tipičnim staništima uz postupan pad podzemne vode u 90. godini (krivulja br. 2 na slikama 17. i 18). Simulacije br. 8 i br. 13 prikazuju razvoj šumske vegetacije uz nagli pad podzemne vode nakon 90. godine (krivulja br. 3 na slikama 17. i 18). Simulacije br. 9 i br. 14 prikazuju razvoj vegetacije uz postupni pad podzemne vode u 30. godini (krivulja br. 4 na slikama 17. i 18). Simulacije br. 10 i br. 15 prikazuju razvoj šumske vegetacije na tipičnim staništima uz nagli pad podzemne vode u 30. godini simulacije (krivulja br. 5 na slikama 17. i 18).

Na slikama 17. i 18. vidljivo je da se zbog smanjenja razine podzemnih voda znatno smanjuje prirast i ukupna biomasa šumskih sastojina u Repašu. To smanjenje iznosi do jedne trećine od potencijalno moguće biomase koja se može akumulirati na plohama. Nije potrebno opisivati kako bi se takva pojava odrazila na gospodarenje tim šumama.

Međutim, trebamo napomenuti da u naš model nisu uključene brojne druge pojave, za koje možemo pretpostaviti da imaju ulogu u procesu propadanja šuma. Tako jako izraženo smanjenje prirasta i ukupne biomase nastaje zbog pogoršanja životnih uvjeta za glavne vrste šumskog drveća i smanjivanja njihove vitalnosti. Može se očekivati da se kao reakcija na tu pojavu jave brojni sekundarni patogeni, npr. gljive, defolijatori itd., a njihov utjecaj nismo ugradili u model. Također, u ovom modelu nismo uzeli u obzir brojne druge procese koji se odvijaju u atmosferi i pedosferi, kao što je onečišćenje atmosfere i pedosfere i s tim povezani kemijski procesi u tlima itd., a koji svi dodatno pridonose slabljenju vitalnosti i stabilnosti naših šumskih sastojina.

Unatoč svim tim nedostacima smatram da model daje rezultate koji mogu biti čvrsta osnova za predviđanje budućeg razvoja ovih sastojina i time nam mogu uvelike pomoći u nastojanjima da očuvamo stabilnost i produktivnost ovih izuzetno vrijednih šumskih ekosustava.

ZAKLJUČCI - CONCLUSIONS

Na osnovi rezultata ovih i prethodnih istraživanja donosimo sljedeće zaključke:

1. U šumi Repaš u zadnjih nekoliko godina mijenjaju se stojbinski uvjeti, što utječe na stabilnost i zdravlje šumskih sastojina. U zadnjih pet godina uočljiv je poremećaj u godišnjem hodu razine podzemnih voda. Taj je hod izgubio svoj pravilan ritam, a srednja godišnja razina je u padu. To je, zajedno s klimatskim trendovima (smanjenje godišnjih oborina i porast temperature zraka), rezultiralo smanjivanjem prirasta hrasta lužnjaka te smanjenjem stabilnosti i vitalnosti tih sastojina. Naglo se povečava broj značajno oštećenih stabala hrasta lužnjaka (osutost krošnje veća od 25% registrirana je na 46% stabala hrasta lužnjaka obuhvaćenih procjenom oštećenosti 1992. godine). To je već dovoljno da zaključimo kako bi svaka dalja promjena stojbinskih uvjeta rezultirala još drastičnijim posljedicama za stabilnost i zdravlje sastojina šume Repaš.

2. Analizom utjecaja podzemnih voda i vlage u tlu na radijalne priraste hrasta lužnjaka i poljskoga jasena utvrđeno je da taj utjecaj nije jednoznačan, već se on sastoji od interakcije većeg broja parametara. Ti su parametri mehanički sastav tla, hidropedološke konstante tla, razina i hod podzemnih voda, vodna bilanca tla, raspored i količina oborina itd. Oni ne djeluju jednako na obje promatrane vrste, već se njihova reakcija na promatrane parametre razlikuje zbog različitih ekoloških konstitucija dviju vrsta. Smatram da su ove analize pokazale da je poljski jasen vrsta koja bolje podnosi nedostatak vode u tlu i koja zahtijeva manje vode nego hrast lužnjak. On u prirodi dolazi na vlažnijim stojbinama, ali smatramo da je na njih potisnut odnosima kompeticije, dok se njegov fiziološki optimum nalazi na manje vlažnim stojbinama.

3. Ove su spoznaje ugrađene u model namijenjen simuliranju razvoja mješovitih šumskih sastojina. Taj je model modificiran tako da smo u njega ugradili parametre utjecaja podzemnih voda i fiziološki aktivne vlage tla na priraste, te je stoga upotrebljiv za simuliranje razvoja nizinskih šuma. Nakon testiranja novoga simulacijskog modela obavljen je niz simulacija koji pokazuje kako se razvijaju sastojine na dva tipična staništa uz različite režime podzemnih voda. Te simulacije pokazuju da u slučaju pada razine podzemnih voda možemo očekivati i do 30% smanjenja akumulacije biomase šumskog drveća, a da svi ostali parametri ostanu nepromijenjeni! Može se očekivati da bi se na tako značajne promjene u strukturi sastojina nadovezle druge pojave (bolesti, štetnici) koje nisu obuhvaćene simulacijom. Rezultati govore da bi svi hidrotehnički zahvati koji bi utjecali na dalje smanjivanje razine podzemnih voda, imali poguban utjecaj na rast i razvoj sastojina šume Repaš. Još jedanput treba naglasiti da je opseg ovih istraživanja bio ograničen samo na šumu Repaš i na dvije vrste šumskog drveća, ali smatram da ova istraživanja treba u ovom smjeru nastaviti i da simulacijski modeli mogu biti od goleme pomoći u suočavanju s problemima koje nam donosi nesigurna budućnost.

LITERATURA - REFERENCES

Appanah, S., G. Weinland, H. Bossel, & H. Krieger, 1990: Are tropical rain forests non-renewable? An enquiry through modelling. Journal of Tropical Forest Science 2(4):331–348.

Barber, K. H., & S. A. Rodman, 1990: FORPLAN: the Marvelous Toy. Journal of Forestry, V 88, N 5, p. 26–30.

Bobrow, D. G., & M. J. Stefik, 1986: Perspective on artificial intelligence programming. Science 231:951–957.

Bonan, G. B., 1989: A computer model of the solar radiation, soil moisture, and soil thermal regimes in boreal forests. Ecol. Modelling 45:275–306.

Bossel, H., 1986: Dynamics of forest dieback: systems analysis and simulation. Ecol. Modelling 34:259–288.

Bossel, H., 1991: Modeling forest dynamics: Moving from description to explanaton. For. Ecol. Manage. 42:129–142.

Bossel, H., & H. Schäfer, 1989: Generic simulation model of forest growth, carbon and nytrogen dynamics, and application to tropical acacia and European spruce. Ecol. Modelling 48:221–265.

Bossel, H., & H. Krieger, 1991: Simulation model of natural tropical forest dynamics. Ecol. Modelling 59:37–71.

Bossel, H., H. Krieger, H. Schäfer,. & N. Trost, 1991: Simulation of forest stand dynamics, using real-structure process models. For. Ecol. Manage. 42:3–21.

Botkin, D. B., J. F. Janak, & J. R. Wallis, 1972: Some ecological consequences of a computer model of forest growth. J. Ecology 60:849–872.

Fulton, M. R. 1991: A computationaly efficient forest succession model: design and initial test. For. Ecol. Manage. 42:23–34.

Gilchrist, A., 1978: Numerical simulation of climate and climatic change. Nature 276:342–345.

Hyttinen, P., 1991: Decision suport systems in farm management: the potential of integrating expert systems with conventional problem solving techniques. U: Current advences in the use of computers in forest research; Workshop of the IUFRO Working Party S4. 11–03, Joensuu, Finland, February 14, 1991, Saarenmaa H. (Ed.); p. 78–83.

Joyce, L. A., M. Fosberg, & J. M. Comanor, 1990; Climate change and America's forests. USDA Forest Service, General Technical Report RM–187, Fort Collins, Colorado, USA; pp. 12.

Kellomäki, S., & M. Kolström, 1992: Simulation of tree specis composition and organic matter acumulation in Finnish boreal forest under changing climatic conditions. Vegetatio 102: 47–68.

Kercher, J. R., & M. C. Axelrod, 1984: Analysis of SILVA: a model for forecasting the effects of SO_2 pollution and fire on western coniferous forests. Ecol. Modelling 23:165–184.

Kienast, F., 1987: FORECE – a forest succession model for southern central Europe. Oak Ridge Nat. Lab.; Envron. Sci. Div. Publ. No. 1989; Rep. ORNL/TM–10575; pp. 73.

Kienast, F., 1991: Simulated effects of increasing atmospheric CO_2 and changing climate on the successional characteristics of alpine forest ecosystems. Landscape Ecology 5(4):225–238.

Kienast, F., & N. Kräuchi, 1991: Simmulated successional characteristics of managed and unmanaged low-elevation forests in central Europe. For. Ecol. Manage. 42:49–61.

Kienast, F., & N. Kuhn, 1989: Simulating forest succession along ecological gradients in southern central Europe. Vegetatio 79:7–20.

Kimmins, J. P., 1989: Interpreting the long term significance of short term environmental monitoring data: The need for ecosystem management models like FORCYTE and FORECAST. U: Global natural resource monitoring and assessments: preparing for the 21st century. Proc. of the Int. conference and workshop. Lund, H., G., & Preto, g., (Eds.) V3, Venice, Italy. p. 1063–1071.

Kimmins, J. P., 1990: Modelling the sustainability of forest production and yield for a changing and uncertain future. For. Chron. 66:271–280.

Kimmins, J. P., 1990/91: Simulation of nutrition of forest under stress using FORCYTE–11. Water, Air and Soil pollution 54:323–333.

Kolström, T., 1991: Modelling early development of a planted pine stand: an application of object-oriented programming. For. Ecol. Manage. 42:67–77.

Kolström, T., & J. Ahonen, 1991: Rule-based reasoning in selection of forest regeneration method. U: Current advances in the use of computers in forest research; Workshop of the IUFRO Working Party S4. 11–03, Joensuu, Finland, February 14, 1991, Saarenmaa H. (Ed.); p. 36–41.

Kolström, T., & H. Salminen, 1991: Stand development simulation – an object oriented approach. U: Current advances in the use of computers in forest research; Workshop of the IURFRO Working Party S4. 11–03, Joensuu, Finladn, February 14, 1991, Saarenmaa H. (Ed.); p. 22–28.

Kovačević, J., 1978: Bonitiranje staništa pomoću biljaka (prema prof. Ellenbergu). Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Poljoprivrednih znanosti – Zagreb, skripta, 73 pp.

Kozlowski, T. T., 1982: Water supply and tree growth, Part II. Flooding. Forestry Abstracts 43:145–161.

Kremer, R. G., 1991: Simulating forest response to air pollution; integrating physiological responses to sulphur dioxide with climate dependent growth processes. Ecol. Modeling 54:111–126.

Krieger, H., H. Schäfer,& H. Bossel,1990: SPRUCOM – a simulation model of spruce stand dynamics under varying immision exposure. Syst. Anal. Model. Simul. 7(2):117–129.
La Marche, V. C., 1978: Tree-ring evidence of past climatic variability. Nature 276:334–338.
La Marche, V. C., D. A. Graybill, H. C. Frittis, & M. r. Rose, 1984: Increasing atmospheric carbon dioxide: tree ring evidence for growth enhancement in natural Vegetation. Science 225:1019–1021.
Lämas, T., G. Stahl, & T. Thuresson, 1991: Estimating inoptimal losses in harvesting decisions using neural networks. U: Current advances in the use of computers in forest resarch; Workshop of the IUFRO Working Party S4.11–03, Joensuu, Finland, February 14, 1991, Saarenmaa H. (Ed.); p. 22–28.
Leemans, R., 1991: Sensitivity analysis of a forest succession model. Ecol. Modelling 53:247–262.
Leemans, R., 1992: Simulation and future projection of succession in a Swedish broad-leaved forest. For. Ecol. Manage. 48:305–319.
Leemans, R. & I. C. Prentice 1987: Description and simulation of tree layer composition and size distribution in a primaeval Picea-Pinus forest. Vegetatio 69:147–156.
Leersnijder, R. P., 1992: PINOGRAM: A pine growth area model. Ecol. Modelling 61:1–147.
Liu, Z.–J. & G. P. Malanson, 1992: Longterm cyclic dynamics of simulated riparian forest stands. For. Ecol. Manage. 48:217–231.
Loehle, C., 1987: Applying artificial intelligence techniques to ecological modeling. Ecol. Modelling 38:191–212.
Loh, D. K., Y.–T. Chu, H. Holtfrerich, & Y. K. Choo, 1991: Integrated resource management automation. U: Current advances in the use of computers in forest research; Workshop of the IUFRO Working Party S4. 11–03, Joensuu, Finland, February 14, 1991, Saarenmaa H. (Ed.); p. 69–77.
Maltby, E., & P. Dugan, 1985: A Watertight Case – decision time for the world's wetlands. IUCN bulletin, V. 16, (N. 10–12), p. 109–125.
Manabe, S., & R. T. Wetherald, 1986: Reduction in summer soil wetness induced by an increase in atmospheric carbon dioxide. Science 232:626–628.
Matić, S., 1989: Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka. Glas. šum. pokuse 25:67–78.
Mayer, B., 1988: Hidrološki stacionari – neophodnost pri rješavanju problema ugroženosti naših nizinskih šuma s primjerom bazena Kupčine. Radovi Šumarskog instituta, Jastrebarsko, 75:7–33.
Mc Murtrie, R. E., 1991: Relationship of forest productivity to nutrient and carbon supply – a modelling analysis. Tree Physiology 9:89–99.
Mc Murtrie, R. E., & J. Landsberg, 1991: BIOMASS – a mechanistic model of the growth of tree stands. ASIT Newsletter 3(3):33–35.
Mc Murtrie, R. E., & L. Wolf, 1983: A model of competition between trees and grass for radiation, water and nutritients. Ann. Bot. 52:449–458.
Mc Murtrie, R. E., D. A. Rook, & F. M. Kelliher, 1990: Modelling the yield of Pinus radiata on a site limited by water and nitrogen. For. Ecol. Manage. 30:381–413.
Mohren, G. M. J., 1986: Modelling nutrient dynamics in forest, and the influence of nitrogen and phosphorous on growth. U: Predicting consequences of intensive forest harvesting on long term productivity; Agren, G. I., (Ed.); Swed. Univ. Agric. Sci. Dept.; Ecology & Environmental Research Report no. 26.; p. 105–116.
Mohren, G. M. J., & H. H. Bartelink, 1990: Modelling the effects on needle mortality rate and needle area distribution on dry matter production of Douglas fir. Netherlands Journal of Agricultural Science 38:53–66.
Mohren, G. M. J., C. P. van Gerwen,. & C. J. T. Spitters, 1984: Simulation of primary production in even-aged stands of Douglas fir., For. Ecol. Manage. 9:27–49.
Mohren, G. M. J., A. F. M. van Hees, & H. H. Bartelink, 1991: Succession models as an aid for forest management in mixed stands in the Netherlands. For. Ecol. Manage. 42:111–127.
Mohren, G. M. J., I. T. Jorritsma, A. W. M. Vermetten, M. J. Kropf, W. L. M. Smeets, & A. Tiktak, 1991: Quantifying the direct effects of SO_2 and O_3 on forest growth. For. Ecol. Manage. 51:137–150.
Munitić, A., 1989: Kompjuterska simulacija uz pomoć sistemske dinamike, Brodosplit, Split.
Nikula, A., & J. Väkevä, 1991: Modelling the risk of moose browsing in forest plantations with neural networks. U: Current advances in the use of computers in forest research; Workshop of the IUFRO Working Party S4.11–03, Joensuu, Finland, February 14, 1991, Saarenmaa H. (Ed.); p. 22–28.

Pastor, J., & W. M. Post, 1988: Response of northern forest to CO_2-induced climate change. Nature 334:55–58.

Pearlstine, L., H. Mc Kellar, & W. kitchens, 1985: Modelling the impact of a river diversion on bottomland forest communities in the Santee river floodplain, South Carlina. Ecol. Modelling 29:283–302.

Phipps, R. L., 1979: Simulation of wetland forest Vegetation dynamics. Ecol. Modelling 7:257–288.

Phipps, R. L., & L. H. Applegate, 1983: Simulation of management alternatives in wetland forest. U: Application of ecological modelling in environmental management, Part B; Jorgensen, S. E. & W. J. Mitsch (Eds.); Elsevier Sci. Pub. B. V., Amsterdam; p. 311–339.

Pranjić, A., & N. Lukić,1989: Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena. Glas. šum. pokuse 25:79–94.

Pranić, A., V. Hitrec, & N. Lukić, 1988: Praćenje razvoja sastojina hrasta lužnjaka tehnikom simuliranja. Glas. šum. pokuse 24:133–149.

Prentice, I. C., & H. Helmisaari, 1991: Silvcis of north European trees: Compilation, comparision and implications for forest succession modelling. For. Ecol. Manage. 42:79–93.

Prentice, I. C., M. T. Sykes, & W. Cramer, 1991: The possible dynamic response of northern forests to global warming. Global Ecology and Biogeography Letters 1:129–135.

Prpić, B., 1986: Studija utjecaja vodne stepenice Đurđevac na šumu Repaš. Šum. list CIX, 541–550.

Prpić, B., 1989: Sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj u svjetlu ekološke konstitucije vrste. Glas. šum. pokuse 25:1–24.

Pripić, B., i dr., 1987: Studija hidrološke sanacije šume Repaš Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta, Zagreb, pp. 33.

Prpić, B., i dr., 1989. Detaljna osnova za hidrološku sanaciju šume Repaš. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta i Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb, pp. 84.

Rauš, Đ., 1987: Šumarska fitocenologija. Zagreb.

Rauš, Đ., & J. Vukelić, 1989: Rezultati komparativnih istraživanja šumske vegetacije na području sušenja hrasta lužnjaka. Glas. šum. pokuse 25:53–66.

Rojčević, J., 1992: Više zdrave struje. Večernji list, 1.07.1992, Zagreb.

Running, S. W., 1990: Estimating terestial primary productivity by combining remote sensing and ecosystem simulation. U: Remote sensing and biosphere functioning; Hobbs, R. J. & H. A. Mooney (Eds.); Springer-Verlag, New York, USA; p. 65–86.

Running, S. W., 1991: Computer simulation of regional evapotranspiration by interating landscape biophysical attributes with satelite data. U: Land surface evaporation – Measurement and parametrization; Schmugge, T. J. & J. C. Andre (Eds.); Springer-Verlag, New York, USA; p. 359–369.

Runnings, S. W., & J. C. Coughlan, 1988: A general model of forest ecosystem processes for regional applications: I. Hydrologic balance, canopy gas exchange, and primary production processes. Ecol. Modelling 42:125–154.

Running, S. W., & S. T. Gower, 1991: FOREST-BGC, A general model of forest ecosystemprocesses for regional applications. II. Dynamic carbon alocation and nitrogen budgets. Tree Physiology 9:147–160.

Running, S. W., & R. R. Nemani, 1991: Regional hydrologic and carbon balance responses of forests resulting from potential climate change. Climatic Change 19:349–368.

Running, S. W., R. R. Nemani, D. L. Peterson, L. E. Bond, D. F. Potts, L. L. Pierce, & M. A. Spanner, 1989: Mapping regional forest evapotranspiration and photosynthesis by coupling satellite data with ecosystem simulation. Ecology 70:1090–1101.

Saarenmaa, H., N. D. Stone, L. J. Folse, J. M. Packard, W. E. Grant, M. E. Makela, & R. N. Coulson, 1988: An artificial intelligence modelling approach to simulating animal/habitat interactions. Ecol. Modelling 44:125–141.

Schäfer, H., H. Bossel, & H. Krieger, 1992: Mathematical models and computer simulations of net primary productivity and nitrogen cycling in tree plantations and application to acacia and eucaliptus. U: Mathematical modelling of forest ecosystems; Franke, J. & A. Roeder (Eds.); J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main; p. 131–147.

Schäfer, H., H. Krieger, & H. Bossel, 1989: Using systems analsyis to develop simulation models for managing forests under environmental pollution. U: Artificial inteligence and growth model for forest management decisions; Burkhart, H. E., Rauscher, H. M. & K. Johann, (Eds.); Pulication FWS–1–89, Sch. of Forestry and Wildlife resources, Virginia, p.

Schäfer, H., H. Krieger, & H. Bossel, 1990; The modelling of air pollution effects on plants, particulary on forest growth. U: Acid deposition in Europe: environmental effects, control stragegies and policy options, Chadwich, M. J. & M. Hutton (Eds.). Stochlom Environmental Institute; p. 31–79.

Schäfer, H., H. Krieger, & H. Bossel, 1992: Processs-oriented models for simulation of growth dynamics of tropical natural and plantation forests. U: Tropical forest in transition; Goldammer, J. G. (Ed.); Birkhäuser Verlag Basel/Switzerland; p. 191–224.

Seletković, Z., M. Ivkov, & I. Tikvić, 1993: Prilog istraživanjima klimatskih elemenata i pojava u zagrebačkoj regiji tijekom ovog stoljeća. Glas. šum. pokuse, posebno izdanje 4:25–34.

Shugart, H. H., & D. C. West, 1977: Development of an Appalachian decidous forest succession model and its application to assessment of the impact of the chestnut blight. J. Envir. Manage. 5:161–179.

Shugart, H. H., A. T. Mortlock, M. S. Hopkins, & I. P. Burges, 1980: A computer simulation model of ecological succession in Australian subtropical rainforest. ORNL/TM–7029; Env. Sci. Div. Publ. N. 1407; Oak Ridge National Laboratory, oak Ridge, Tennessee, USA; pp. 52.

Shutts, G. J., & S. A. Green, 1978: Mechanisms and models of climatic change. Nature 276:339–342.

Sievänen, R., P. Hari, P. J. Orava, & P. Pelkonen, 1988: A model for the effect of photosynthate allocation and soil nitrogen on plant growth. Ecol. Modelling 41:55–65.

Trost, N., 1990: An approximate formula for the daily photoproduction of forest tree canopies. Ecol. Modelling 49:297–309.

Van Gerwen, C. P., C. J. T. Spitters, & G. M. J. Mohren, 1987: Simulation of competition for light in even-aged stands of Douglas fir. For. Ecol. Manage. 18:135–152.

Väkeva, J., & H. Saarenmaa, 1991: Knowledge representation in the diagnosis of biotic damage on scots pine – a rule-based expert system. U: Current advances in the use of computers in forest research; Workshop of the IUFRO Working Party S4.11–03, Joensuu, Finland, February 14, 1991, Saarenmaa H. (Ed.); p. 22–28.

Vrković, A., & F. Bašić, 1989: Neki rezultati pedoloških istraživanja u poremećenim ekosustavima hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse, 25:52.

Vukelić, J., 1988: Mougćnost ekološke karakterizacije i usporedbe šumskih staništa na temelju indikatorske vrijednosti flornog sustava. Šumarski list 3–4:125–135.

Waring, R. H., & W. H. Schlesinger, 1985: Forest ecosystems: Concept and management. Academic Press, New York, USA; 340 pp.

Webb, W. L., 1991: Atmospheric CO_2, Climate change, and tree growth: a process model. I. Model structure. Ecol. Modelling 56:81–107.

Wolf, L., & R. E. Mc Murtrie, 1987: EZYSIM – a computer package for development of interactive simulation models. U: Proc. of 7th Simulation Osciety of Australia Conf. Melbourne; Hulskamp J. (Ed.); p. 359–366.

– Gospodarska osnova za gosp. jedinicu »Repaš – Gabajeva greda«, 1990.

Ivkov, M.: Simuliranje razvoja sastojina uz pomoć modela ovisnosti debljinskog prirasta o razini podzemnih voda. Glas. šum. pokuse 30:95–142, Zagreb, 1994

Original scientific paper

MILAN IVKOV

SIMULATION OF FOREST STANDS DEVELOPMENT WITH A MODEL OF RADIAL INCREMENT DEPENDENCE ON WATERTABLE LEVELS

Summary

Wetland forests in Croatia are of immense scientific and economic calue. With the ever-changing growing conditions of these ecosystems, it is important to find ways that will help us to predict their future development. Forest succession models (gap-models) can be very useful they can show how the forest ecosystem will react under the changing growth conditions. Water plays an important role in low-elevation forests development. Therefore it in necessary to incorporate the impact of water on tree growth into a model of wetland forests.

This article analyzes the impact of the water table level and soil-water balance on the radial increment of the peduncled oak and field ash. Measurements were conducted on permanent plots in the Repas forest in the Podravina region, Croatia. From the statistical analyses we have concluded that it is necessary to include both factors in the simulation model. The water table level and the water available to plants both play an important role in the growth on the examined species. The impact differs depending on the physiological constitution of these tree species. Analyses have shown that although the field ash occupies more water-logged sites, its requirements of water are smaller and the optimal conditions for its growth are well drained sites. The peduncled oak has stronger competitive abilities, but it is obvious that the field ash is less susceptible to drying of the soil and lowering of the water table.

The FORECE model is a forest succession simulator with the purpose of simulating forest development on sites with normal conditions in the southern part of Central Europe (Kienast 1987). it is the member of the JABOWA family of forest development models, based on the approach first described in botkin et al. 1972. We have done changes in the existing model, incorporating calculations of the mean water table level and the water available to plants, including these parameters as growth multipliers. Thus we have developed a new model (CROFOR) with the purpose of simulating the development of wetland forests in northern Croatia.

The new model tested by a comparison of the simulated stand structures with the structures measured on permanent plots. Afterwards, a set of simulations was conducted to show the development of typical stands of the peduncled oak and field ash under different water table regimes. These simulations have proved that we can expect a 30% decrease in the stand biomass at the end of the rotation if the lowering of the water table level continues. This is connected with smaller radial increments and the loss of stability and vitality of forest stands; hence we could expect a greater bazards from insects and diseases. Unless we prevent any human activity resulting in the lowering of the water table level in this region, future development of these forests will be very uncertain.

Čavlović, J.: Uređivanje šuma niskog uzgojnog oblika (panjača) na području Hrvatskog Zagorja.
Glas. šum. pokuse 30:143–192, Zagreb, 1994

UDK 630*22(497.13) Izvorni znanstveni članak

JURO ČAVLOVIĆ

UREĐIVANJE ŠUMA NISKOGA UZGOJNOG OBLIKA (PANJAČA) U HRVATSKOM ZAGORJU

STUMP FOREST SILVICULTURE IN HRVATSKO ZAGORJE

Prispjelo: 15. 09. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

Kad imamo narušenu stabilnost šumskih ekosistema sa jedne strane i sve veće potrebe za drvom i opće korisnim funkcijama šume nužno je istražiti postojeće i nedovoljno iskorištene potencijale. To se prvenstveno odnosi na šumska tla na kojima se nalaze razni degradacijski oblici šumskog pokrova.

U tom smislu istraživanje je provedeno u šumama panjačama. U istraživanom području Hrvatskog zagorja nalazi se 14 158 ha šuma panjača u državnom i privatnom vlasništvu. Unutar uređajnog razreda *bukva iz panja* izvršena je izmjera i opisi na sistematski postavljenoj mreži kvadratičnih ploha u selekcioniranim odsjecima.

Na temelju izmjere dobivene su frekvencije krivulje broja stabala koje ukazuju na raznodobnu strukturu u kojoj su stabla u prostoru raspoređena u homogenim skupinama i grupama. Iz usporedbe sa odgovarajućim normalama, utvrđen je višak zalihe akumuliran na stablima u mlađim razvojnim stadijima, što upućuje na nedostatak uzgojnih radova njege i prorede u tim šumama. Godišnji tečajni prirast koji je za obje šume utvrđen u iznosu od preko 6 m^3/ha je po količini dobar, ali njegova kvaliteta je loša s obzirom da je raspoređen na veliki broj nekvalitetnih stabala iz panja.

Predloženi su gospodarski postupci u nastojanju prevođenja ovih panjača u više uzgojne oblike, zasnovani na dobivenim rezultatima istraživanja i specifičnostima problematike u državnimi privatnim šumama.

Ključne riječi: šuma niskog uzgojnog oblika, državna šuma panjača, privatna šuma panjača, frekvencijska krivulja broja stabala, raznodobna struktura, grupe stabala, drvna zaliha, temeljnica, prirast, Hrvatsko zagorje

UVOD – INTRODUCTION

Šuma kao dio prirode je prostor u kojemu je čovjek od svog postanka tražio mogućnosti zadovoljenja svojih životnih potreba. Aktivnosti koje je čovjek usmjeravao prema šumi mijenjale su se razvojem kulture življenja čovjeka. Razvojem ljudske civilizacije (napredak, tehnika, industrijalizacija) sve su više rasle potrebe čovjeka,

koje je crpio iz prirodnih resursa. Tako su njegove aktivnosti i utjecaji usmjereni prema prirodnim ekosustavima bivali jednostrani i sve više nekontrolirani. Takav odnos čovjek-priroda narušio je ravnotežu prirodnih ekosustava. To se osobito odrazilo na šumske ekosustave. Sve dok se na šumu gledalo kao na neiscrpno prirodno bogatstvo, s njom se nije racionalno gospodarilo.

Danas je čovjek u situaciji da svoje aktivnosti usmjerava sve više u nastojanju zasustavljanja narušavanja ravnoteže i pokušaja njezina ponovnog uspostavljanja. Kad je riječ o narušenim šumskim ekosustavima, uspostava normalnog stanja treba se zasnivati na šumskogospodarskim postupcima temeljenim na znanstvenim osnovama.

U svijetu imamo siroamšne zemlje koje su bogate šumskim resursima i koje svoje siromaštvo »plaćaju« prekomjernim krčenjem i iskorištavanjem svojih šuma. S druge strane u bogatim i industrijskim razvijenim zemljama, zdravstveno stanje šuma je narušeno zagađenjima zraka i tla koje nosi sa sobom visoki tehnološki razvoj, i uza svu pažnju koja se poklanja tim šumama.

Postoji sve veći nesklad između stanja narušene stabilnosti šumskih ekosustava i zadovoljavanja sve većih potreba čovječanstva za drvnom sirovinom i brojnih potreba općekorisnih funkcija šume (socijalna, rekreativna, zaštitna, pejzažnoestetska, hidrološka i dr.).

K l e p a c (1980) navodi da se uz predviđeno konstantno povećanje svjetske potrošnje drva od oko 2% godišnje može uz postojeću šumsku produkciju očekivati u doglednoj budućnosti nestašica drvnih proizvoda.

Kako istovremeno uskladiti aktivnosti u nastojanju uspostavljanja stabilnosti šumskih ekosustava i zadovoljavanja sve većih potreba društva za drvetom kao sirovinom i općekorisnim funkcijama šume?

Potrebno je na temelju snimljenih i istraženih stanja šuma odrediti i locirati sve neiskorištene postojeće produktivne potencijale. Primjenom odgovarajućih gospodarskih postupaka, koji bi trebali biti rezultat sinteze spoznaja šumarskih znanosti, ti bi potencijali trebali dati povećanu produkciju drvne tvari i općekorisnih funkcija šuma.

Kad se govori o postojećim potencijalima, prije svega se misli na produktivnu sposobnost šumskih tala na kojima se nalaze razni degradacijski oblici šumskog pokrova koji su nastali kao posljedica bilo nepovoljnih ekoloških prilika, bilo lošim i neodgovarajućim gospodrskim postupcima prema konkretnoj šumi ili iz nekih drugih razloga.

Stoji činjenica da šumsko tlo na kojem se šumsko drveće nalazi u raznim degradacijskim oblicima ili se njime tako gospodari ne daje takve prihode koje bi stvarno moglo dati kada bi se šumskim drvećem gospodarilo u visokom uzgojnom obliku.

U područjima gdje je udio privatnih šuma u odnosu na državne značajan, još nije do kraja provedeno kvalitetno uređivanje tih šuma, a gospodarenje je ekstenzivno, posebno kada se radi o šumama panjačama. Bilo bi značajno istražiti kolike su potencijalne mogućnosti šumskih tala tih šuma.

Prema V. M a t i ć u (1971) staništa niskih šuma su po nadmorskoj visini u prosjeku niža za 90 do 120 m od staništa visokih šuma, a nagibi su za 2° – 3° manji u panjačama nego u visokim šumama. Te razlike imaju za posljedicu da se s ekološko proizvodnoga gledišta staništa panjača nalaze na dubljim i kvlitetnijim tlima.

Cilj ovog istraživanja je da se na temelju snimljenih osnovnih strukturnih elemenata na konkretnoj šumi niskoga uzgojnog oblika odredi stvarno stanje produkcije, potencijalne proizvodne mogućnosti šumskog tla i na kraju na temelju dobivenih rezultata predlože odgovarajući i najefikasniji postupci koje bi trebalo primijeniti u nastojanju prevođenja tih šuma u viši uzgojni oblik s većom proizvodnjom.

Istraživanje će se izvoditi usporedbom panjača u državnom i privatnom vlasništvu s posebnim osvrtom na problematiku uređivanja privatnih šuma.

Postoji više definicija kojima se definira pojam »niska šuma«, ali ni jedna nije dovoljno potpuna s obzirom na niz specifičnih u prirodi nastalih i rasprostranjenih sastojina koje bi se trebale svrstati u niske šume.

Najčešće se niska šuma definira kao posebni uzgojni oblik gdje se stabla sijeku u relativno mladoj dobi, a pomlađuje se izbojcima iz panja i žilja.

Potpunija definicija prema G l a v a č u (1962) glasi: *»Pod niskom šumom trebalo bi razumijevati sastojine koje tvore izbojci nastali iz proventivnih ili adventivnih pupova panjeva ili pridanaka odsječenih ili drugačije uništenih stabljika.« U tom smislu izražena je i definicija u britanskoj šumarskoj terminologiji (British Commonwealth Forest Terminology, London 1953.*

U prirodi u većini slučajeva ne nalaze se sastojine koje su sastavljene samo iz stabala iz panja, već postoji niz kombinacija i prijelaznih oblika, od visokoga uzgojnog oblika ka nižim, s obzirom na način postanka, ekološke uvjete, gospodarenje, vrstu drveća i dr. Zato se u tom smislu uvode pojmovi »degradirane šume« i »degradacijski stadij«.

Pojam degradirane šume je dosta širok i neodređen jer se proces degradacije može odnositi na samu sastojinu odnosno šumsko drveće, na tlo ili na oba navedena elementa.

Stadij degradacije sastojine se odnosi na sniženje veličine i kvalitete drvne mase i prirasta i kvalitete stabala prema sastojini koju smatramo »normalnom«, odnosno kod koje su navedeni pokazatelji u istim uvjetima određenog područja najoptimalniji.

Degradacija sastojine povlači za sobom i degradaciju tla kojemu se smanjuje produktivna sposobnost zbog osiromašenja organskim i mineralnim česticama ispiranim erozijom.

Svi ti procesi degradacije koji se odvijaju među šumskim drvećem i u tlu mijenjaju mikroklimu, odnosno stanište i u tom se slučaju može govoriti o degradaciji šume kao kompleksnom pojmu.

Po svom vanjskom izgledu degradirane šume čine niz različitih tipova u raznim stupnjevima degradacije u svezi s načinom postanka, sastavom i porijeklom stabala, kvalitetom stabala, obrastom, veličinom i kvalitetom prirasta i karakteristikama degradacijskih procesa u sastojini.

S obzirom na porijeklo stabala može se govoriti o tri uzgojna oblika sastojina, i to sastojine visokoga uzgojnog oblika koje su nastale iz sjemena, sastojine niskoga uzgojnog oblika koje su nastale iz panja i sastojine srednjega uzgojnog oblika koje su nastale iz panja i sjemena. U daljnjem procesu degradacije šumskog drveća i staništa razlikuju se degradacijski stadiji, i to šikare i šibljaci u kontinentalnim i submediteranskim šumama i makije, garizi i kamenjare u šumama hrasta crnike.

Uzroci postanka panjača su različiti, pa postoji cijeli niz različitih tipova panjača koje su nastale kao posljedica svjesne i nesvjesne aktivnosti čovjeka, drugih biotskih i abiotskih čimbenika.

Čovjek je svojom svjesnom aktivnošću podizao panjače iz gospodarskih razloga ili osnivanjem panjača na novim površinama ili sječom mladih visokih regularnih sastojina, radi zadovoljavanja svojih potreba za određenim proizvodima (velike količine ogrjevnog drva, materijala za štavljanje, vinogradsko kolje i dr.).

Povijesni dokumenti o podizanju panjača poznati su već iz rimskog doba.

U XVI, XVII, i XVIII. stoljeću velike površine visokih šuma su pretvarane u panjače s obzirom da su produkti panjača (ogrjevno drvo, materijal za štavljenje), zadovoljavali tadašnju razinu proizvodnje.

Danas se u većini slučajeva ne bi trebalo govoriti o svjesnom uzgajanju panjača, osim ako se izuzmu manje površine koje služe za proizvodnju kolja i šiblja.

Budući da je gospodarenje u niskim šumama (panjačama) dosta jednostavno, one su još uvijek u velikoj mjeri zastupljene u sitnim privatnim seljačkim posjedima, kao i na većim privatnim posjedima gdje nema dovoljno šumarskih stručnjaka.

Nastanak niske šume je nerijetko i posljedica nesvjesne i nehotične aktivnosti čovjeka koja se sastoji u pogrešnom gospodarenju i propustima pri izvođenju pomlađivanja visokih šuma.

Osim antropogenih prema postanku G l a v a č niske šume dijeli na:
– z o o g e n e, ako su nastale utjecajem životinja (dugotrajna i jaka ispaša stoke) ili insekata;
– k l i m a t o g e n e, ako su nastale zbog nepovoljnih klimatskih uvjeta (mraz, jaki vjetrovi);
– h i d r o g e n e, koje su nastale pod utjecajem poplava, plavljenja, stagnirajuće površinske vode (stalna mehanička oštećenja od leda, fiziološko gušenje), visoke podzemne vode i drugo;
– p i r o g e n e, koje su nastale vegetativnim pomlađivanjem spaljenih šumskih površina.

U prirodi se mogu naći različite kombinacije navedenih pojedinih činilaca.

O čovjeku ovisi, kada su već nastale panjače kao posljedica različitih utjecaja, hoće li njima gospodariti u niskom uzgojnom obliku ili će nastojati da ih prevede u visoki uzgojni oblik.

Kada se govori o vrstama drveća koje čine šume panjače, misli se prije svega o njihovoj sposobnosti tjeranja izbojaka iz panja i žilja ili izbojnoj snazi te o dužini zadržavanja sposobnosti tjeranja izbojaka iz panja.

Dobro i obilno tjeraju iz panja ove skupine šumskih vrsta drveća: pitomi kestan, bagrem, hrastovi, grabovi, joha, topole, vrbe, lipe, brijestovi, javori, jasen i breza. Kod bukve su izbojci gusti, ali su dosta slabi. Od važnijih vrsta sposobnost tjeranja izbojaka najduže zadrži kestan, hrastovi, grabovi, brijestovi i joha.

Različite vrste drveća na pojedinim staništima imaju različite dobne granice kod koje prestaje sposobnost tjeranja iz panja. Tako panjevi pitomog kestena tjeraju vrlo snažno i kod prsnog promjera 60 – 80 cm. Općenito se može reći da mlada stabla imaju dobru izbojnu snagu, čija se dob kreće između 20 i 30 godina. Od vrsta koje dobro tjeraju iz žilja su: bagrem, trepetljika, bijela joha i crni trn.

Kad se radi o šumama niskoga uzgojnog oblika kojima se gospodari radi dobivanja određenih proizvoda, proizvodni ciklus (ophodnja) određen je s dva ograničavajuća elementa: donja granica je u svezi s upotrebljivošću posječene drvne mase (štapovi, kolje), a gornja je u svezi s fizičkom mogućnošću šume za vegetativno obnavljanje (zadržavanje izbojne snage).

Dužina ophodnje je određena s ciljem gospodarenja šumama niskoga uzgojnog oblika:

– za proizvodnju šiba (košare)	1 – 2 godine
– za proizvodnju štapova	1 – 2 godine
– za proizvodnju fašinskog materijala	4 – 6 godina
– za proizvodnju kolja	4 – 8 godina
– za proizvodnju letava	10 – 15 godina
– za proizvodnju kore (guljače)	15 – 25 godina
– za proizvodnju ogrjevnog drveta	8 – 30 godina
– za proizvodnju ogrjevnog drveta i građe	30 – 40 godina

Šume niskoga uzgojnog oblika u većini slučajeva prirodno se pomlađuju (obnavljaju) čistom sječom na panj. Ako je cilj u gospodarenju panjačom ponovno obnavljanje sastojine u niskom uzgojnom obliku, onda se prilikom izvođenja sječe treba pridržavati određenih pravila kako bi se polučio što veći uspjeh prirodnog pomlađenja. To je u svezi s vremenom sječe, koje mora biti tako prilagođeno da su uvjeti za pojvu i odrvenjavanje izbojaka najpovoljniji. Najpovoljnije vrijeme je u doba vegetacijskog mirovanja (oko veljače), čime je smanjeno vrijeme izloženosti panjeva nepovoljnim atmosferskim utjecajima, a izbojci imaju dovoljno vremena da odrvene do sljedeće zime. Izuzetak su one šume panjače gdje se radi lakšeg iskorištenja proizvoda vrijeme sječe prilagođava danom uvjetu (panjače guljače se sijeku u proljeće u vrijeme listanja, šibe za košare u julu ...). Presjek panja mora biti blizu zemlje, gladak i kos. Time je osiguran uvjet za dobru pojavu stabilnih izbojaka i što bolju zaštitu panjeva od utjecaja atmosferilija.

U šumama panjačama kojima se gospodari kao takvima, provode se radovi njege. To su najčešće popunjavanje, čišćenje, trijebljenje, prorjeđivanje i zabrana paše.

U šumama niskoga uzgojnog oblika postoje osnovna tri oblika gospodarenja:

– *Regularna panjača* je najraširenija oblik gospodarenja tim sastojinama. Nastaje čistom sječom svih stabala na određenoj sječi, zbog čega su svi izbojci jednako stari, uzgajaju se u ophodnji najčešće 20 – 30 godina. Pri uređivanju takve površine cijele šume se razdijeli na onoliko jednakih sječina koliko ophodnja ima godina radi dobivanja podjednakih prihoda.

– *Panjača s pričuvcima* nastane kada se prilikom sječe regularnih panjača ostavi po hektaru 20 – 30 lijepo uzraslih i kvalitetnih stabala, pojedinačno ili u manjim grupama. Svrha toga je da se do druge sječe uzgoje stabla jačih dimenzija i tako poluči i dio krupnijih sortimenata. Taj je oblik gospodarenja interesantan stoga jer ako stabla ostavljena kao pričuvci dobro urode sjemenom, postoji mogućnost prevođenja panjače u srednju, a potom i u visoku regularnu šumu.

– *Panjače s prebirnom sječom* u biti slične prebornim visokim šumama. Kod preborne panjače sječa se obavlja u zrelom debljinskom razredu, dok se u ostalim debljinskim razredima siječe samo iz uzgojnih razloga. Zadnji zreli debljinski razred ovisi o graničnoj starosti panjeva kod koje zadržavaju izbojnu snagu, te o sortimentima koji se žele uzgojiti. Uređenje preborne panjače se sastoji u tome da se površina cijele šume razdijeli na onoliko sječina koliki je potreban broj godina da stabla iz predzadnjega debljinskog razreda prijeđu u zadnji debljinski razred. Taj je oblik gospodarenja najčešći u bukovim panjačama. Posebno značenje takva gospodarenja šumama panjačama je na strmim zemljištima podložnim erozijama, gdje tlo treba biti neprestano zastrto i zaštićeno šumskim drvećem.

U šumama niskih i degradiranih oblika manji se dio odnosi na površine na kojima se gospodari panjačom kao takvom radi dobivanja određenih proizvoda (vinogradsko kolje, motke, pruće za košare i dr.).

Zbog značajnih površina koje zauzimaju šume panjače, povoljnih ekoloških uvjeta i velikih stanišnih potencijala postoji velik interes prevođenja degradiranih šuma u više i gospodarski vrjednije uzgojne oblike.

Prema istraživanjima grupe autora sa Šumarskog fakulteta iz Sarajeva u okviru zadatka: »Proučavanje metoda prevođenja izdanačkih šuma bukve i hrasta kitnjaka u vrjednije gospodarske oblike« postoje dva načina prevođenja panjača u visoki uzgojni oblik. To su direktna i indirektna konverzija.

Osnovni kriterij u izboru načina konverzije je broj po hektaru ravnomjerno raspoređenih i kvalitetnih stabala generativnog ili vegetativnog porijekla.

Indirektna konverzija bi se provodila u sastojinama u kojima se po hekataru nalazi 200 i više pravilno raspoređenih i kvalitetnih stabala generativnog i vegetativnog porijekla. Uzgojnim zahvatima prorede ta bi se stabla pripremala za obilnu fruktifikaciju, a tlo za prihvat sjemena i pojavu pomlatka iz sjemena. Nakon provedene oplodne sječe nastala bi regularna sastojina visokoga uzgojnog oblika.

U slučajevima gdje je sastojina jako degradirana i gdje nema dovoljan broj kvalitetnih stabala rekonstrukcija panjače bi se izvodila direktnom konverzijom. Direktna konverzija znači provođenje čiste sječe i pošumljavanje sječine autohtonim ili alohtonim vrstama drveća, ovosno o stupnju degradacije staništa. Rezumljivo je da su troškovi direktne konverzije mnogo veći nego kod indirektne. Na temelju iskustava koja postoje u Sloveniji M l i n š e k navodi da se uloženi troškovi po jednom hektaru u direktnoj i indirektnoj konverziji odnose kao 3 : 1.

Neki autori, (M a t i ć 1985) smatraju da je velika pogreška panjaču posjeći čistom sječom i pošumljavati je četinjačama koje nisu autohtone na tom staništu. Izuzetak su samo oni slučajevi gdje je stanište procesima degradacije izgubilo ona svojstva koja matičnoj sastojini pružaju optimalne uvjete za rast i razvoj, gdje su četinjače pionirske vrste.

O stanju sastojine (degradiranosti šumskog drveća) ovisi izbor načina rekonstrukcije panjače. Međutim ne smije se zanemariti prilikom izbora i izvođenja same rekonstrukcije ni stanje staništa. Zahvati u sastojini moraju biti primjereni stanju staništa kako se ne bi izazvali procesi u tlu i promjene mikroklime u smjeru još jače degradacije šume. Sa stupnjem degradiranosti staništa usko je povezan intenzitet sječe. Tako na nestabilnim staništima sječu treba provoditi manjim intenzitetima i postupno na malim površinama kroz duži vremenski period. Brzih pomaka nabolje nema, jer priroda ne trpi nagle promjene. Zato pri izvođenju zahvata u nastojanju prevođenja panjača u više i gospodarski vrijednije uzgojne oblike potreban je velik oprez i strpljivost u praćenju i podržavanju procesa u prirodi.

PREGLED ŠUMA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA HRVATSKOGA ZAGORJA
A REVIEW OF THE HRVATSKO ZAGORJE RESEARCH AREA

Pregledom šuma Hrvatskog zagorja obuhvaćene su bivše općina: Zaprešić, Donja Stubica, Zabok, Klanjec, Pregrada, Krapina, Ivanec, i Zlatar Bistrica.

Sve šume istraživanoga područja Hrvatskoga zagorja organizirane su u pet šumarija: Ivanec, Zlatar, Donja Stubica, Krapina i djelomično šumarija Zagreb.

Državne šume su organizirane u ukupno 12 gospodarskih jedinica: Vinica – Plitvica, Ravna gora – I, Sjeverna Ivanščica, Trakošćan, Strahinčicač – Trnovec, Macelj, Pregrada – Klanjec, Južna Ivanščica, Zlatarske prigorske šume, Gora, Stubičko podgorje i Bistranska gora, s ukupnom površinom od 14733 ha.

Privatne šume su organizirane u ukupno 24 gospodarske jedinice: Plitvica, Ivanščica – II, Ravna gora – II, Trakošćan, Zlatar, Ivanščica – Zajezda, Golubovec, Konjščina, Stubica, Gora – Kulmerica, Marija Bistrica, Krapinske Toplice, Đurmanec, Zabok, Jesenje, Radoboj, Klanjec, Pregrada – I, Pregrada – II, Zabok – II, Hum na Sutli, Petrovsko, Krapina i Zaprešić, s ukupnom površinom od 48329 ha. Od toga za 5 gospodarskih jedinica još nisu završeni programi za gospodarenje, i to za GJ Konjščina, Marija Bistrica, Klanjec, Pregrada – II i Zabok – II, s ukupnom površinom od 14826 ha. Drvna zaliha i prirast za ove GJ su određeni na temelju prosječnih vrijednosti drvne zalihe i prirasta po hektaru za cijelo područje Hrvatskoga zagorja.

Ukupna drvna zaliha za državne šume na površini od 14733 ha iznosi 3052103 m^3 (207 m^3/ha), s godišnjim tečajnim prirastom od 6,67 m^3/ha. Od toga na šume niskog uzgojnog oblika otpada 2058,37 ha, s 315111 m^3 drvne zalihe (153 m^3/ha), s godišnjim tečajnim prirastom od 6,81 m^3/ha. Bukva iz panja je zastupljena s 830 ha površine, drvnom zalihom 141630 m^3 (171 m^3/ha) i godišnjim tečajnim prirastom od 7,14 m^3/ha.

Unutar državnih šuma nalazi se po površini 86% visokih šuma i 14% panjača, a po drvnoj zalihi 89,7% visokih šuma i 10,3% panjača.

Ukupna drvna zaliha za privatne šume na površini od 48329 ha iznosi 6416381 m^3 (133 m^3/ha) s godišnjim tečajnim prirastom od 4,4 m^3/ha. Od toga na šume niskoga uzgojnog oblika otpada 12737 ha s 1209085 m^3 (94,9 m^3) i godišnjim tečajnim prirastom od 4,0 m^3/ha. Bukva iz panja je zastupljena s 6293 ha površine i 680714 m^3 drvne zalihe (108 m^3/ha) i godišnjim tečajnim prirastom od 4,6 m^3/ha.

Unutar privatnih šuma nalazi se po površini 75% visokih i 25% šuma panjača, a po drvnoj zalihi 82,1% visokih šuma i 17,9% šuma panjača.

Na cijelom istraživanom području Hrvatskoga zagorja nalazi se 63062,4 ha šuma, od čega su 76,6% privatne šume i 23,4% državne šume.

Ukupna drvna zaliha šuma istraživanog područja Hrvatskog zagorja je 9468484 m^3, od čega na privatne šume otpada 67,8%, a na državne šume 32,2%.

Iz navedenih podataka uočljivo je sljedeće:

Na istraživanom području Hrvatskoga zagorja nalazi se po površini tri puta više privatnih šuma nego državnih šuma, dok je po drvnoj zalihi taj odnos samo dva puta u korist privatnih šuma. Je li uzrok tomu podcijenjena drvna zaliha po hektaru u privatnim šumama prilikom izrade programa za gospodarenje (određivanje drvne mase okularnom procjenom na temelju prirasno – prihodnih tablica)? O tome će biti riječi poslije.

U relativnom iznosu i po površini i po drvnoj zalihi u privatnim šumama ima više šuma panjača nego u državnim šumama.

Relativni udio šuma panjača po površini je veći nego po drvnoj zalihi i u državnim i u privatnim šumama, što je i objašnjivo činjenicom da je drvna zaliha po hektaru u šumama panjačama manja nego u šumama visokoga uzgojnog oblika.

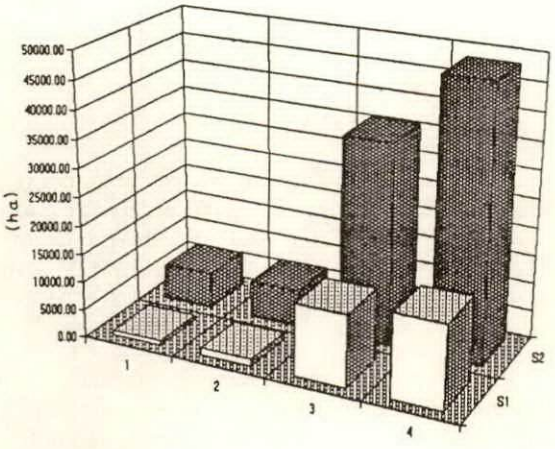
Tab. 1. Pregled istraživanog područja Hrvatskoga zagorja - Državne šume panjače
A review of the Hrvatsko zagorje research areas - State stump forests

Gospodarska jedinica Menagment unit ŠUMARIJA FOREST MENAGEMENT	UKUPNO-TOTAL				Bukva iz panja - Coppice of beech				Kitnj i ost. iz panja - Coppice of oak				Ukupn. prevučić Total coppice
	Površina Area	Drvna zaliha Growing stock		Teč. prir. Current increm.	Površina Area	Drvna zaliha Growing stock		Teč. prirast Current increm.	Površina Area	Drvna zaliha Growing stock		Teč. prirast Current increm.	Površina - area
	(ha)	(m^3)	(m^3/ha)	(m^3/ha)	(ha)	(m^3)	(m^3/ha)	(m^3/ha)	(ha)	(m^3)	(m^3/ha)	(m^3/ha)	(ha)
GJ Vinica-Pilepić	882.67	140022	157	8.27	0.58	75	150	4.00	33.95	5064	149	6.01	
GJ Ravna Gora	1011.61	171850	170	5.04	23.26	5207	234	5.63	65.72	8494	129	5.73	
GJ Šij, Ivanščica	785.75	122588	157	5.55	28.80	2834	102	3.65					
GJ Trakošćan	956.15	245831	256	5.89	28.80	5792	201	7.33					
ŠUMARIJA IVANEC	3648.18	680691	196	6.31	81.44	14008	182	5.91	95.67	13558	136	5.83	181.11
GJ Strahinč. Trnovec	948.00	154276	163	3.70	57.00	5758	102	4.00	209.40	25203	120	3.20	
GJ Macelj	3017.06	789127	261	6.25									
GJ Pregrada-Konjec	541.36	88219	163	5.64	89.26	12867	144	4.64	52.59	5234	99	3.40	
ŠUMARIJA KRAPINA	4506.42	1031622	229	5.82	146.26	18665	128	4.44	262.39	30437	116	3.20	408.65
GJ Južna Ivanščica	2017.36	370648	183	6.50	263.22	44669	170	6.60	251.99	35531	141	6.30	
GJ Zlat. prig. šume	618.40	85512	139	5.80	17.50	1571	90	5.00	129.23	17815	137	6.00	
ŠUMARIJA ZLATAR	2635.76	456760	173	6.40	290.72	46240	165	6.50	381.22	53346	140	6.20	661.94
GJ Gora	1681.48	357089	212	8.48	145.23	25679	178	8.20	252.04	40526	161	8.70	
GJ Stub. Podgorje	932.58	117039	125	5.20	89.76	18353	216	7.80	74.59	12037	163	7.00	
ŠUMARIJA D. STUBICA	2614.06	474128	181	7.67	236.99	45932	152	8.00	326.63	52563	161	8.30	565.62
GJ Bistranska Gora	1328.99	408902	308	8.58	82.58	16785	202	10.60	158.07	23577	149	8.10	
ŠUMARIJA ZAGREB	1328.99	408902	308	8.58	82.58	16785	202	10.60	158.07	23577	149	8.10	241.05
UKUPNO - TOTAL	14733.41	3052103	207	6.67	830.35	141630	171	7.14	1227.98	173481	141	6.54	2058.37

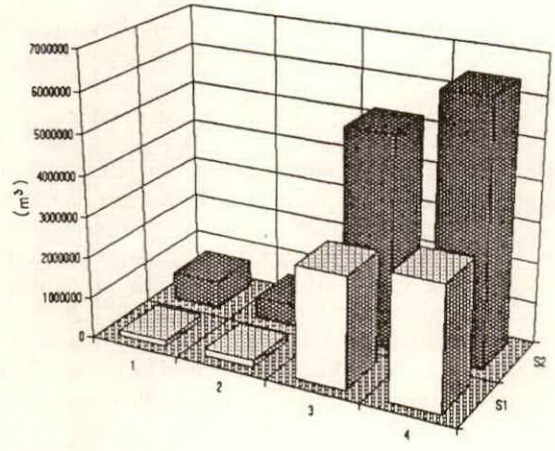
Tab. 2. Pregled istraživanog područja Hrvatskoga zagorja - Privatne šume panjače
A review of the Hrvatsko zagorje research areas - Private stump forests

Gospodarska jedinica Menagement unit ŠUMARIJA FOREST MENAGEMENT	UKUPNO-TOTAL				Bukva iz panja - Coppice of beech				Kitnj i ost. iz panja - Coppice of oak				Ukupn. prevučić Total coppice
	Površina Area	Drvna zaliha Growing stock		Teč. prir. Current increm.	Površina Area	Drvna zaliha Growing stock		Teč. prir. Current increm.	Površina Area	Drvna zaliha Growing stock		Teč. prir. Current increm.	Površina - Area
	(ha)	(m^3)	(m^3/ha)	(m^3/ha)	(ha)	(m^3)	(m^3/ha)	(m^3/ha)	(ha)	(m^3)	(m^3/ha)	(m^3/ha)	(ha)
GJ Pilvica	2003.07	264056	131	4.80	311.52	37804	122	4.90	142.03	16385	115	4.40	
GJ Ivanščica - II	3072.58	358690	117	5.40	1181.45	121666	103	5.10	43.08	3512	82	4.10	
GJ Ravna Gora - II	1545.40	212355	137	5.50	135.26	15816	118	5.90	37.48	2278	63	4.20	
GJ Trakošćan	2814.60	402226	143	5.40	61.99	7958	128	5.90					
ŠUMARIJA IVANEC	9441.65	1237327	131	5.30	1690.22	183444	109	5.10	222.59	22180	100	4.30	1912.81
GJ Zlatar	1762.94	219429	124	5.10	50.45	4784	95	4.60	396.00	26577	66	4.70	
GJ Ivanščica-Zajezda	3141.60	378812	121	5.60	574.74	63585	111	5.30	523.22	45390	94	4.60	
GJ Golubovec	2061.50	250184	121	4.80	340.96	28121	82	4.60	187.92	13584	72	4.10	
GJ Konjščina *	2985.29	363582	122	5.20	414.85	42175	102	5.10	474.66	41751	88	4.60	
ŠUMARIJA ZLATAR	9951.33	1212017	122	5.20	1381.10	138665	100	5.10	1581.80	127302	88	4.60	2962.90
GJ Stubica	2206.36	321322	146	4.80	414.35	41916	101	4.80	316.14	25395	92	3.70	
GJ Gora - Kuželjevca	230.86	79351	344	7.50									
GJ Menja - Bistrica	4078.77	595622	146	4.80	756.15	77698	101	4.80	586.02	53791	92	3.70	
ŠUMARIJA STUBICA	6515.99	996236	153	5.00	1182.54	119614	101	4.80	902.16	79190	92	3.70	2084.70
GJ Krapinska Toplica	893.82	126425	141	3.10	14.50	1623	112	2.30	135.56	8625	64	2.50	
GJ Durmanec	908.99	115009	127	3.20	3.08	77	25	3.00	16.48	626	38	1.60	
GJ Žabok	886.05	108320	122	3.00	40.68	5257	129	2.90	261.30	14314	55	2.10	
GJ Jesenje	1070.07	171002	160	4.00	80.17	10750	134	2.90	183.06	22474	123	2.70	
GJ Radoboj	1090.09	128063	118	3.00	132.14	15241	115	3.50	199.45	16782	84	1.70	
GJ Konjec *	3014.00	397848	132	3.30	168.18	20686	123	2.70	454.30	39050	79	2.30	
GJ Pregrada - II *	2129.00	281028	132	3.30	118.80	14612	123	2.70	349.16	27564	79	2.30	
GJ Žabok - II *	2619.00	345708	132	3.30	146.14	17975	123	2.70	429.52	33932	79	2.30	
GJ Hum na Sutli	983.39	136615	140	5.00	349.20	44634	127	4.10	153.90	15737	102	3.50	
GJ Petrovsko	802.51	111315	123	3.00	16.54	2001	118	2.20	202.19	10885	54	1.30	
GJ Pregrada I	1437.82	177910	124	3.30	183.40	23526	124	3.30	345.69	24894	71	2.10	
GJ Krapina	607.25	81454	135	2.30	57.38	5468	94	1.30	215.85	21277	99	1.00	
ŠUMARIJA KRAPINA	16542.10	2182697	132	3.30	1321.22	162150	123	3.20	2592.46	236154	79	2.10	4311.68
GJ Zaprešić	5684.00	788044	134	4.40	718.14	76841	107	4.50	746.33	63505	85	3.30	
ŠUMARIJA ZAGREB	5684.00	788044	134	4.40	718.14	76841	107	4.50	746.33	63505	85	3.30	1464.47
UKUPNO - TOTAL	48329.07	6416381	133	4.40	6293.22	680714	108	4.60	6443.34	526371	84	3.20	12736.56

Sl. - Fig. 1. Struktura državnih i privatnih šuma Hrvatskoga zagorja - po površini
The structure of state and private forests of Hrvatsko zagorje - area



Sl. - Fig. 2. Struktura državnih i privatnih šuma Hrvatskoga zagorja - po drvnoj zalihi
The structure of state and private forests of Hrvatsko zagorje - wood mass



Iz iznesenih podataka vidi se da se radi o 14158 ha i 1462899 m^3 drvne zalihe šuma niskog uzgojnog oblika (panjača) na istraživanom području Hrvatskoga zagorja. To nisu zanemarive količine, pa je potrebno tim šumama posvetiti više pažnje u nastojanju postizanja njihove što veće ravnoteže i produkcije šumskih proizvoda i općekorisnih funkcija šume.

U *tablicama 1. i 2.* i *slikama 1.* i *2.* dan je prikaz šuma istraživanog područja Hrvatskoga zagorja.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – RESEARCH AREA

Prvotno se Hrvatskim zagorjem smatralo samo porječje rijeke Krapine i istočni dio porječja Sutle, dakle područje koje se uglavnom nalazi između Medvednice, Kalničke gore i Ivanščice. Danas se taj naziv proširio i na cijelo brežuljkasto područje sjeverno od Ivanščice u porječju rijeke Bednje do njezina ulaska u ravnu Podravinu. Tako definirano Hrvatsko Zagorje obuhvaća bivše općine: Zaprešić, Donja Stubica, Zabok, Klanjec, Pregrada, Krapina, Ivanec, Zlatar Bistrica i Novi Marof.

Dakle Hrvatsko zagorje je definirano ovim granicama: na sjeveru je granica općine Ivanec s granicom Republike Slovenije i granicom općine Varaždin, na zapadu je rijeka Sutla i republička granica sa Slovenijom, na jugu rijeka Sava i hrbat Medvednice, a istočna granica se poklapa s granicama općina Donja Stubica, Zlatar Bistrica i Novi Marof. Potrebno je napomenuti da u ovom radu nije obuhvaćeno područje općine Novi Marof.

Hrvatsko zagorje je prijelazno područje između panonskog i alpskog prostora i zauzima sjeverozapadni dio Hrvatske ili, preciznije rečeno, krajnji zapadni dio savsko-dravskog međurječja Hrvatske. Ističe se vrlo složenim geomorfološkim, litološkim i biljnogeografskim odnosima. Tu su izražena tri krupna biotopa: doline rijeka i potoka koje pripadaju slivu rijeke Save i dijelom slivu rijeke Drave, prigorsko pobrđe i osamljene gore koje strše izolirano iznad nižih terena.

PODNEBLJE – CLIMATE

Prema Koppenovoj klasifikaciji područje se nalazi u klimatskoj zoni C – umjereno tople klime. Isti autor podrobnije definira tip klime na tom području izrazom »Cfwbx«, čije je značenje sljedeće: temperatura najhladnijeg mjeseca kreće se između −3 i +18°C; ljeta su svježa s mjesečnom temperaturom najtoplijeg mjeseca ispod 22°C; padaline su jednoliko razdijeljene na cijelu godinu, ali najsuši dio godine pada u hladno godišnje doba; maksimumu količine padalina koji se pojavljuje početkom toplog dijela godine pridružuje se maksimum u kasnoj jeseni. Prema 'Thornthwaitheovoj klasifikaciji područje istraživanja prostire se u području vlažne (humidne) klime. U smislu bioklimatološke interpretacije (Bertović 1975, 1985), a uvažavajući geografski položaj, reljef i zonalni vegetacijski pokrov, mogu se u području Hrvatskoga zagorja, sadržajno i prostorno, definirati i ograničiti ova podneblja, odnosno fitobioklimati (makroklimati, bioklimati):

- podneblje višega gorskog pojasa, odnosno fitobioklimat bukve i jele,
- podneblje nižega gorskoga pojasa, odnosno fitobioklimat bukve,
- podneblje kontinentalnog brdskog pojasa, odnosno fitobioklimat hrasta kitnjaka,
- podneblje ravnica i riječnih dolina, odnosno fitobioklimat hrasta lužnjaka.

POKUSNI OBJEKTI – EXPERIMENTAL PLOTS

Radi dobivanja spoznaja o strukturnim značajkama šuma panjača detaljnim mjerenjima istraživanje je ograničeno na jedan uži dio Hrvatskoga zagorja koji po svojim značajkama treba da reprezentira cijelo Hrvatsko zagorje za dani problem istraživanja.

Kako bi se dani problem što kompleksnije obradio, istraživanje je ograničeno na jednu vrstu. Bukva je najrasprostranjenija vrsta u Hrvatskom zagorju. Ona tvori šume panjače bilo da je riječ o državnim šumama (830 ha panjače bukve od 2058 ha ukupne površine panjača), bilo da je riječ o privatnim šumama (5892 ha panjača bukve od 12049 ha ukupne površine panjača). Kako se radi o biljnoj zajednici gorske bukove šume (Fagetum illyricum montanum) koja je rasprostranjena na svim gorskim masivima koji okružuju Hrvatsko zagorje, izabran je gorski masiv Ravna gora kao pogodan objekt za navedeno istraživanje.

Ravna gora je krupni izolirani gorski masiv koji spada u zonu sredogorja. Nalazi se u najsjevernijem dijelu Hrvatskoga zagorja. Najveći dio površine Ravne gore je suvisli kompleks šume u državnom vlasništvu koji je organiziran u G. J. RAVNA GORA – I.

Šume na koje postoji pravo vlasništva (privatne šume) rasprostranjene su po nizinama, brežuljcima i brodvitim predjelima koji okružuju sam gorski masiv Ravna gora. Te su šume uređene i organizirane u G. J. RAVNA GORA – II. Istraživanje je obavljeno na području tih dviju gospodarskih jedinica unutar uređajnog razreda bukva iz panja.

DOSADAŠNJE GOSPODARENJE ŠUMAMA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA
PAST FOREST MANAGEMENT OF THE RESEARCH AREA

Na gospodarenje šumama istraživanog područja utjecali su neki značajni momenti kroz povijest. To se misli na zakone i instrukcije o gospodarenju šumama, na neka povijesna zbivanja, na različite vlasnike šuma i šumskih zemljišta koji su se mijenjali kroz povijest, te na gospodarske osnove i uređajne elaborate koji propisuju smjernice za gospodarenje.

Urbarskim zakonom cara Karla VI iz 1737. i urbarskim odredbama carice Marije Trezije iz 1755. i 1756. za dijelove Hrvatske i Slavonije prvi put se uređuju odnosi i prava na korištenje šuma. Takvi urbari za zagrebačku i varaždinsku županiju izdani su 1775 – 1780. god. To je također vrijeme u koje se po uzoru na razvijenije evropske zemlje donose »šumski redovi«. Šumski red Marije Terezije od 1769. smatra se prvim zakonom, ali i instrukcijom pa čak i prvim udžbenikom o šumama. Među mnogim pozitivnim načelima ističe se načelo potrajnosti i donose se upute o ophodnjama pojedinih vrsta drveća. Obavlja se inventarizacija, formiraju se šumski distrikti, obavlja se nova gospodarska podjela i izrađuju se prve karte, pa se te godine smatraju počecima moderne znanosti o uređivanju šuma u Hrvatskoj.

1848. godine zbili su se događaji u Evropi koji su se u znatnoj mjeri odrazili na vlasništvo i gospodarenje pojedinim šumama. Na području koje nije bilo pod Vojnom krajinom, a gdje su vlasnici šuma bili plemići, plemićke i poveljne općine i

crkvene ustanove izdvojene su stanovite površine šuma i pašnjaka u korist kmetova uime otkupa njihova prava drvarenja i pašarenja u šumama njihovih feudalnih gospodarstava. Tako su stvorene kasnije zemljišne zajednice.

Istovremeno je raspuštena Vojna krajina i podijeljene njene šume na dva po vrijednosti jednaka dijela: na državne šume i na šume imovnih općina. Državne šume ostale su očuvanije i vrednije, a šume imovnih općina su dane pravoužitnicima za podmirenje njihovih potreba pod istim uvjetima koje su imali ranije u državnim šumama, uz nastavljanje potrajnoga gospodarenja.

Godine 1894. donosi se novi zakon o šumama koji propisuje uređenje šumskotehničke službe, naglašava načelo potrajnosti u gospodarenju šumama i obvezuje vlasnike na izradu gospodarskih osnova. Nakon toga šume se mnogo više sijeku oplodnim sječama po metodi rašestarenja, a poslije po kombiniranoj šestarskoj metodi, koja je uzeta kao temelj u Uputi za gospodarenje šumama Hrvatske iz 1903. godine. Zakon iz 1929. god. također naglašava obvezu izrade gospodarskih osnova (za sve posjede iznad 300 ha).

U Kraljevini SHS posjedovani odnosi se nisu bitnije promijenili u odnosu na kraj prošlog stoljeća. Uglavnom se mijenjaju šume u vlasništvu veleposjednika, koji, bojeći se reformi i gubitaka dijela imanja, vrše razne spekulativne i stvarne preprodaje. Dio njihovih šuma je u to vrijeme neracionalno posječen i devastiran.

Poslije drugoga svjetskog rata prvi zakoni kojima se reguliraju pitanja šume i vlasništva su: Zakon o agrarnoj reformi i kolonizaciji iz 1945. i Zakon o proglašenju šuma imovnih općina i zemljišnih zajednica općenarodnom imovinom iz 1947. Uglavnom se bivše državne šume, šume zemljišnih zajednica i imovnih općina, šume veleposjednika i crkvenih ustanova proglašavaju državnima, a u privatnom posjedu ostaju sitne seljačke šume manjih površina. Potom se donose novi zakoni o šumama kojima se provodi i reorganizacija šumarske privrede.

Podataka o načinu i intenzitetu sječa do polovine 19. stoljeća vrlo je malo. Šume su bile opterećene pravom služnosti (sječa, žirenja, sakupljanja listinca) pa su pokrivale potrebe stanovništva. To je sigurno dovelo do krčenja, degradacije i nastanka panjača u blizini naselja i u pristupačnim dijelovima. Veleposjednici nisu racionalno sjekli u svojim šumama. U području krajiških pukovnija pravo odlučivanja pripadalo je vojnim, a ne šumarskim stručnjacima. Šume sitnih seljačkih posjeda bile su već u ono vrijeme znatno degradirane.

O stanju i očuvanosti šuma u Hrvatskom zagorju potkraj 19. stoljeća doznajemo od *Ettingera* (1888): »*Šume Zagorske. Pod ovim naslovom doniele su, Narodne Novine, u broju 26. od 1. II t. g. vijest o stanju šuma u Zagorju, kojom pisac objavljuje, da su iste u zadnje doba devastirane, i za čudo mu je kako se to moglo uz postojeći šumski zakon i postojeće odredbe političke oblasti to dogoditi, da je utamanjeno toliko šuma u Zagorju, da sada prijeti pogibelj tla, među ostalim, da su mnoge šumske čestice u drugu kulturu preobraćene, te tim šumsko tlo znatno umanjeno, a od uzgoja šuma ni traga, već prepušteno prirodi.*

Da su navodi pisca vjerojatni nedvojbeno jest, no u tom nije nam istraživati, kome bi se ta krivnja u prilog mogla pripisati, što je do toga došlo; već bi utoliko primjetiti mogli, da to batalenje u šumama Zagorja ne potječe iz zadnje dobe, već više od decenija.«

U daljnjem tekstu autor objašnjava neke uzroke koji su doveli do teškog stanja, a u prvi plan stavlja velik broj seljačkoga stanovništva čije su svakodnevne potrebe vrlo tijesno vezane uz šumu.

Šume G. J. Ravna gora – I u prošlosti su pripadale raznim vlasnicima. Najviše ih je bilo u sastavu veleposjeda grofa Bombellesa, grofa Draškovića Trakošćanskog, zatim Šabana i Paske, te nekih drugih manjih posjednika. Di šuma su bile i zemljišne zajednice Gornja i Donja Višnjica, a vrlo mali dio pripadao je župnim nadarbinama i tzv. školskim šumama. Navodno je samo posjed grofa Bombellesa imao uređajni elaborat dok za sve ostale šume nisu postojale nikakve gospodarske osnove.

Prvim elaboratom može se smatrati tzv. »brza inventarizacija šuma« koja je izvršena u prvim godinama poslije drugoga svjetskog rata za sve šume koje nisu imale redovite gospodarske osnove. Godine 1952. izrađena je »Dugoročna osnova sječa i obnove šume«, a 1955. godine dovršena je prva redovita gospodarska osnova za gospodarsku jedinicu. Tada je prvi put provedena gospodarska podjela, opisane sastojine i inventarizirana drvna masa. Tom je osnovom bilo propisano da se na cijelom području postupno uvede preborno gospodarenje. Ta je odredba međutim promijenjena već pri prvoj redovnoj reviziji 1965. g. U izradi te revizije detaljnije su izlučene sastojine, detaljnije promjene i bonitirane šume, izmjeren je prirast za glavne vrste drveća i utvrđeni su uređajni razredi. Za sve uređajne razrede propisano je sastojinsko gospodarenje sa oplodnom sječom osim za uređajni razred jele s bukvom, za koji je i dalje propisano preborno gospodarenje s grupimičnom i skupinastom sječom. Obnovljenom gospodarskom osnovom, koja je vrijedila od 1976–1985. g., za uređajni razred jele s bukvom propisana je oplodnja sječa u skupinama i pomladinim razdobljem od 20 do 30 godina, čime je potpuno ukinuto preborno gospodarenje u ovoj gospodarskoj jedinici.

Šume na kojima postoji pravo vlasništva gospodarske jedinice Ravna gora – II pripadale su u prošlosti posjedima grofa Draškovića i Bombellesa, te bivšim zemljišnim zajednicama, župnim nadarbinama i tzv. školskim šumama. Bivše zemljišne zajednice urbarskih općina nastale su na osnovi carskog propisa iz 1857. godine, kojim su bile odcijepljene stanovite površine od vlastelinskih šuma i pašnjaka u korist stanovnika okolnih sela kako bi im se osigurao ogrjev, građa, paša i dr.

Za te šume ovog područja nisu dosada postojali programi za gospodarenje. Sav stručni rad se svodi na izdavanje dozvola za sječu od općinske referade ili mjesne zajednice, uz stručnu pomoć radnika šumarije Ivanec. U posljednje vrijeme sve te poslove na osnovi godišnjeg plana provodila je i dalje provodi Referada za privatne šume Šumarije Ivanec. Međutim, takvo gospodarenje tim šumama svodi se samo na potrebe i aktivnosti korisnika šuma, dok evidencije izvršenih sječa i šumsko-uzgojnih radova, zbog nedovoljnih kontrola, ne zadovoljavaju.

Gospodarenje privatnim šumama ponovno je aktualizirano donošenjem novog Zakona o šumama u Hrvatskoj 1983. godine. Kako su šume i šumska zemljišta dobra od općega društvenog interesa, uživaju posebnu zaštitu propisanu Zakonom, čije odredbe se odnose na sve šume i šumska zemljišta bez obzira na ktegoriju vlasništva. U posljednje vrijeme sve se više ističe potreba za višenamjenskom šumom koja istovremeno sadrži ekološku, gospodarsku i socijalnu funkciju. Stoga je cilj stvaranje šumskih sastojina u kojima vlada biološka ravnoteža koja je osnova njihove zaštite i obnavljanja. U tom smislu je Zakonom o šumama (NN, br. 54/83) predviđena izrada programa za gospodarenje šumama na kojima postoji pravo vlasništva (privatne šume). Za privatne šume ovog područja pristupilo se izradi programa za gospodarenje šumama 1986. godine prema Pravilniku o načinu izrade šumskogospodarskih osnova područja, osnova gospodarenja gospodarskim jedinicama i programa za gospodarenje šumama (NN, br. 42/85).

PRIKAZ PROBLEMATIKE I NAČINA IZRADE PROGRAMA ZA GOSPODARENJE PRIVATNIM ŠUMAMA

A REVIEW OF THE MAIN ISSUES AND THE WAYS OF MAKING PROGRAMMES FOR PRIVATE FOREST MANAGEMENT

Na istraživanom području Hrvatskog zagorja nalazi se ukupno 63062 ha šuma, od čega je 48329 ha (ili 76,6%) privatnih šuma i 14733 ha (ili 23,4%) državnih šuma. Iz tog se podatka vidi kako je velik odnos u korist privatnih šuma na tom području. Taj je odnos vrlo nepovoljan s obzirom na to da dotada u tim šumama nije izvršeno nikakvo uređivanje. Čekao je golem posao izrade programa za gospodarenje tim šumama s nizom poteškoća. Najveći problem su financijska sredstva i nedovoljan broj šumarskih stručnjaka koji bi trebali biti angažirani na izradi programa, njegovu provođenju i na potrebnom nadzoru, a s obzirom na potrebu da se posao izrade programa za gospdoarenje što prije završi. U pripremi i provođenju radova za izradu programa uređivači su se susrtali s problemima koji su posljedica dosadašnjega gospodarenja tim šumama, kao i samog oblika vlasništva. Prema istraživanjima Križanca i Benka (1987.) prosječna veličina katastarskih čestica u privatnim šumama iznosi 0,22 ha na području općina Čakovec, Ivanec, Ludbreg, N. Marof i Varaždin.

Može se sa sigurnošću pretpostaviti da je ista situacija i u Hrvatskom zagorju koje nije obuhvaćeno navedenim istraživanjem. Uz veliku usitnjenost šumskih parcela, ako se uzme u obzir činjenica da je ovo područje najnaseljenije u Hrvatskoj, može se pretpostaviti kakav je položaj, izgled i stanje tih šuma.

Te su šume uglavnom nesuvisli kompleksi, okružene drugim poljoprivrednim kulturama, rascjepkane i doslocirane. Ako i postoje veći kompleksi, oni su heterogeni s obzirom na sitne parcele i velik broj vlasnika koji gospodare svaki na svoj način.

Pri izradi prvog programa za gospodarenje navedenim šumama dana je mogućnost utvrđivanja drvne zalihe i prirasta ocjenjivanjem, a površina prema katastarskom stanju.

Površine šuma ustanovljene su na temelju osnovne državne karte, koje su kopirane za potrebe terenskih taksacijskih radova za određene k.o., te na osnovi katastarskih karata dobivenih za te svrhe od Zavoda za katastar i geodetske poslove odgovarajuće općinske skupštine.

U obrascu PGP-1 dan je popis čestica pod šumom uz lokalni naziv, odsjek u koji je »upala« čestica prilikom izdvajanja sastojina u odsjeke, broj posjedovanog lista, ime i prezime korisnika i njegova aresa, kao i površina čestice kako je to naprijed prikazano.

UPRAVNO PODRUČJE: KATASTAR IVANEC
KATASTAR ŠUMA ZA KATASTARSKU OPĆINU: 271003 RADOVAN

Obrazac PGP-1

broj katast. čestice	odjel odsjek	lokalni naziv čestice	broj posjed. lista	prezime i ime korisnika mjesto i ulica stanovanja	površina ha	ar	m
2807/004	2c	Vuglenica	147	Đunđer Josip Jurajev 42242 Lovrečan 38 (Ivanec)	0	11	83

U obrascu PGP-4 po broju posjedovanog lista dan je popis čestica s površinama i odsjecima kojima pripadaju za odgovarajućeg vlasnika.

UPRAVNO PODRUČJE: KATASTAR IVANEC
KATASTAR ŠUMA ZA KATASTARSKU OPĆINU: 271003 RADOVAN

Obrazac PGP-4

broj posjed. list	prezime (očevo ime) ime i adresa posjednika	broj katastarske čestice i lokalni naziv	površina ha	ar	m	odjel odsjek
147	Đunđek Josip Jurajev	12764002 Osječka	0	20	29	1 a
	42242 Lovrečan 38 (Ivanec)	2807/004 Vuglenica	0	11	83	2 c
		2913/004 Škriljevec	0	41	51	31

Terenski radovi su se sastojali od općeg rekognosciranja terena te skupljanja osnovnih informacija razgovorom s ljudima koji poznaju privatne šume i detaljnim obilascima šumskih predjela.

Sastojine su izlučene u odsjeke na osnovi sastojinskih načela, a granice među pojedinim sastojinama određivane su na temelju topografskih karakteristika i vizuelne procjene. U katastarsku kartu su olovkom iscrtavani izlučeni dijelovi i označavani šiframa (arapski brojevi), dok su u posebnu bilježnicu upisivani svi karakteristični detalji. Pri izlučivanju odsjeka nastojalo se da granice odsjeka prate granice katastarskih čestica, odnosno da ne sijeku parcele zbog jednostavnijeg određivanja površina odsjeka i determinacije parcele. Taj je uvjet otežao kvalitetnije izlučivanje sastojina, ako se uzme u obzir činjenica da su pojedine parcele unutar svoje površine dosta heterogene.

Sastojine su opisivane detaljno za sve karakteristične dijelove te su ujedno razrađene prve smjernice gospodarenja.

Taksacijski elementi, dob, obrast, bonitet, srednji promjer, srednja visina, dobna struktura, omjer smjese, određivani su okularnom procjenom. Za procjenu važnijih taksacijskih elemenata, kao što su dob, obrast, bonitet, srednja visina, utvrđivani su kriteriji povremenim izmjerama na terenu (dob: – brojenje godova na postojećim panjevima, obrast: – Bitterlich, visine: – visinomjer).

Nakon završenih terenskih radova u uredu su sređene karte, unesene sve promjene, konačno izlučeni i obilježeni odjeli i odsjeci te identificirane čestice unutar pojedinog odsjeka (za obrasce PGP-1 i PGP-4).

Kada su na taj način dobiveni i obrađeni taksacijski elementi, pristupilo se ispunjavanju obrasca PGP-2. Na temelju dobi, obrasta i boniteta, korištenjem podataka iz prirasno – prihodnih tablica, obračunata je drvna zaliha i prirast, a iz opisa i stanja sastojina procijenjeni su etat i šumskouzgojni radovi.

Sve ostalo, iskaz površina, rekapitulacija drvne zalihe, prirasta, etata i šumskouzgojnih radova po uređajnim razredima, kao i tablica dobnih razreda, isto je ili slično kao i kod programa za gospodarenje državnim šumama.

Na terenu nisu obilježeni na karti izlučeni i na papiru opisani i specificirani odsjeci.

Može se reći da je napravljen velik posao i stvorena je osnova na koju se može vezati i koju treba nadograđivati u nastojanju stalnog unapređivanja gospodarenja šumama ovoga dosada zanemarivanog oblika vlasništva. Dosada su za istraživano

područje Hrvatskoga zagorja od ukupno 48329 ha privatnih šuma za najveći dio njih (78%) izrađeni programi za gospodarenje.

Ostaje otvoreno pitanje kako provoditi zadane smjernice gospodarenja predviđene izrađenim programima s obzirom na postojeće probleme koji su vezani za privatne šume da bi se zadovoljili opći interesi, interesi struke i na kraju interesi sitnog šumoposjednika.

Ovdje se kao najveći problem uočava suprotnost s jedne strane nastojanja privatnika da sa svojom parcelom gospodari samostalno onako kako to njemu najbolje odgovara i s druge strane potreba za jedinstvenim gospodarenjem s izlučenim sastojinama radi postizanja njihove što veće biološko – ekološke stabilnosti i povećane produkcije općih koristi šume i drvne tvari.

Drugi problem je dosada nedovoljan broj šumarskih stručnjaka uključenih i angažiranih u provođenju i kontroli izrađenih programa.

METODE RADA – MATERIALS AND METHODS

Istraživanje je obavljeno u Šumariji Ivanec u gospodarskim jedinicama Ravna gora – I (državna šuma) i Ravna gora – II (privatna šuma). Metodom slučajnog uzorka selekcionirano je po pet odsjeka iz uređajnog razreda bukva iz panja u svakoj gospodarskoj jedinici. Radi dobivanja uvida u strukturu šuma panjača, i to odvojeno za svaku kategoriju vlasništva (državne šume, privatne šume), istraživanje je postavljeno tako da je svaki odsjek unutar određene kategorije vlasništva kao zasebna jedinica obrađen mjerenjima i prikazan svojom primjernom površinom, odnosno uzorkom plohica. Svi odsjeci sa svojim primjernim površinama (uzorkom plohica) unutar određene kategorije vlasništva prikazani kumulativno reprezentiraju danu kategoriju vlasništva i gospodarenja šumom.

Neovisno o odsjecima unutar određene kategorije vlasništva selekcionirana su stabla bukve i mjerena njihova visina. Sa selekcioniranih stabala bukve uzimani su izvrci radi utvrđivanja prirasta.

Rad na terenu sastojao se od mjerenja i opisa na jedinici uzorka (plohici). Na svakoj plohici zaokružbenom promjerkom a širinom debljinskog stupnja 5 cm i njemačkim sustavom zaokružbenog podjeljenja mjereni su promjeri na prsnoj visini svim stablima iznad 10 cm promjera. Visine stabala su mjerene relaskopom s točnošću 0,1 m, a izvrci su vađeni Presslerovim svrdlom.

Osim mjerenja opisivani su određeni elementi na jedinici uzorka. Predmet opisa bili su: izgled i kvaliteta stabala, broj stabala iz sjemena, broj kvalitetnih stabala iz panja, sklop, obrast, kvliteta i stanje tla.

Utvrđivanje varijabilnosti populacije stabala
Establishment of the variability of tree population

Prije postavljanja sistemskog uzorka plohica (primjerna površina) kojim će biti obuhvaćena izmjera svakog odsjeka, nužno je bilo odrediti potrebnu veličinu uzorka, koja će s određenom pouzdanošću reprezentirati populaciju stabala u odsjeku.

U svakoj istraživanoj jedinici (odsjeku) varijabilnost je određivana preliminarno, postavljanjem oko trideset stajališta na kojima je zrcalnim relaskopom mjerena

temeljnica po Bitterlichovoj metodi. Uglavnom je korištena traka 1 s faktorom brojanja 1. Odsjek se »prekrije« kvdratičnom mrežom trideset stajališta. To je sistematski uzorak gdje je prva jedinica uzorka (stajalište) određena slučajno, a ostale po određenom sustavu koji ovisi o veličini stranice *a* i azimutu kretanja kroz odsjek. Azimut se obično uzimao u smjeru N – S, E – W ili u nekom drugom smjeru, ovisno o konfiguraciji terena pružanju granice odsjeka i slično. Veličina stranice *a* je određena iz broja stajališta i površine konkretnog odsjeka po formuli:

$$a_s = \sqrt{\frac{P}{n_s}} \text{ gdje je}$$

a_s – veličina stranice kvadrata mreže stajališta za izmjeru temeljnice
P – površina konkretnog odsjeka obuhvaćenog mjerenjem
n_s – broj stajališta za izmjeru temeljnice

Na taj je način konstruirana mreža stajališta za izmjeru temeljnice koja treba da pokriva cijelu površinu odsjeka (slika 3).
Iz uzorka izmjerenih temeljnica, *tablice 3. i 4.* varijabilnost temljnice definirana je standardnom devijacijom izmjerenih temeljnica (S_G). Iz varijabilnosti temeljnice (S_G) i prihvatljive pogreške uzorka (P_U), koja je za ovo istraživanje uzeta kao 10% aritmetički srednje temeljnice, određena je veličina uzorka plohica na kojima će se mjeriti za konkretni odsjek po formuli:

$$N_U = \frac{1{,}96^2 * S_G^2}{P_U^2} \quad \textit{gdje je:}$$

N_U – potrebna veličina uzorka plohica (primjerne površine)
S_G – standardna devijacija temeljnica izmjerenih metodom Bitterlicha
P_U – prihvatljiva pogreška uzorka (10% aritmetički srednje temeljnice)

Prikaz izmjerenih temeljnica, varijabilnosti temeljnica i potrebnih veličina uzorka plohica po odsjecima za državne i privatne šume dan je u navedenim tablicama.

Postavljanje sistematskog uzorka ploha
Layout of the systematic plot pattern

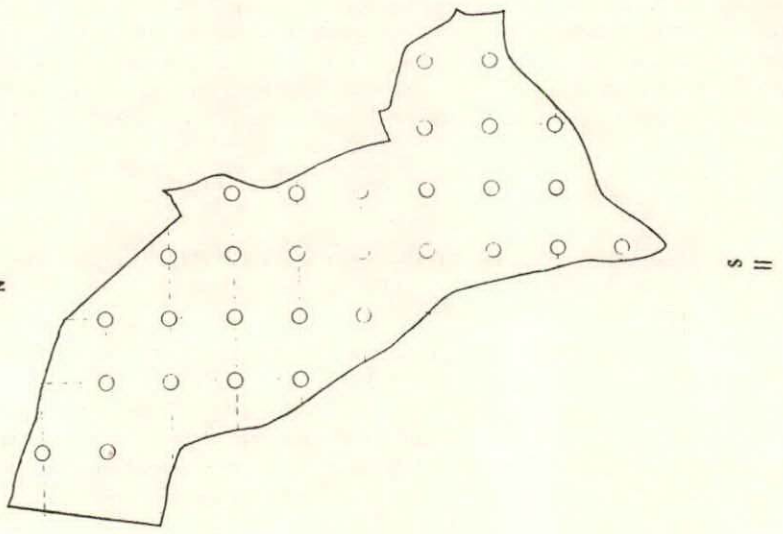
Kada je utvrđena varijabilnost populacije stabala i kada je određena potrebna veličina uzorka plohica (primjerne površine), pristupa se konstrukciji mreže plohica (primjerne površine za konkretni odsjek). Mreža je kvadratičnog oblika. Velična stranice a_m je definirana formulom:

$$a_m = \sqrt{\frac{P}{N_u}} \text{ gdje je:}$$

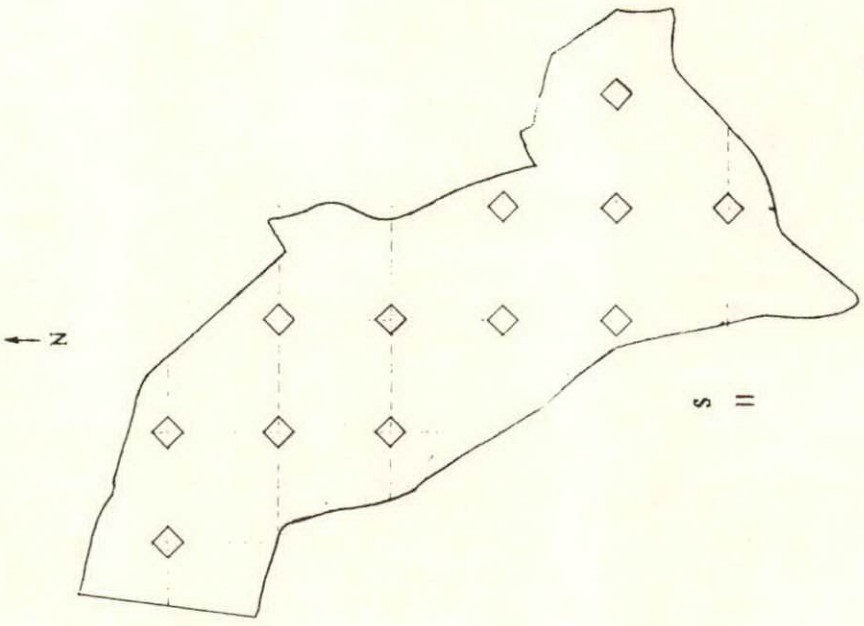
a_m – veličina stranice kvadrata mreže uzoraka mjernih mjesta
P – površina konkretnog odsjeka obuhvaćenog mjerenjem
N_u – potrebna veličina uzorka mjernih mjesta (plohica)

Položaj prve jedinice uzorka (plohice) određen je slučajno, a položaj ostalih jedinica uzorka određen je sistematski veličinom stranice a_m i azimutom kretanja kroz sstojinu.

Tako konstruiran i postavljen sistematski uzorak plohica prikazan je na *slici 4.*



Sl. - Fig. 3. Prikaz kvadratične mreže stajališta za određivanje temeljnice Bitterlichovom metodom
Station grid for the Bitterlich basal area determination



Sl. - Fig. 4. Prikaz kvadratične mreže uzorka ploha
Plot pattern grid

Tab. 3. Temeljnice određene Bitterlichovom metodom - Državna šuma panjača
Basal area determined after Bitterlich s method - State stump forests

Stajalište Station	4c	8b	12d	13c	14c
	Temeljnica - Basal-area (m^2/ha)				
1	22	23	20	20	27
2	21	24	18	25	16
3	21	22	24	21	26
4	24	26	19	21	23
5	23	18	19	20	27
6	29	22	23	31	18
7	28	22	23	27	22
8	26	19	27	30	27
9	26	28	40	33	23
10	27	23	25	28	25
11	26	19	24	32	21
12	25	20	24	25	18
13	27	22	30	29	28
14	26	27	27	28	24
15	26	25	24	28	22
16	21	27	27	27	25
17	24	26	31	28	26
18	22	26	29	33	23
19	19	37	33	31	21
20	19	31	27	32	20
21	20	27	26	40	30
22	23	18	29	33	28
23	23	26	25	31	19
24	24	31	26	26	26
25	17	33	29	28	22
26	15	29	30	26	19
27	31	29	27	27	20
28	26	32	26	33	28
29	28	28	20	27	23
30	24	26	28	28	26
n	30	30	30	30	30
$\bar{G}$	23.93	25.53	26	28.27	23.43
S_G	3.63	4.65	4.58	4.4	3.58
P_U	2.377	2.553	2.6	2.827	2.343
N_u	8.96	12.77	11.92	9.3	8.99

Tab. 4. Temeljnice određene Bitterlichovom metodom - Privatna šuma panjača
Basal area determined after Bitterlich s method - Private stump forests

Stajalište Station	4c	6a	6b	6d	6f
	Temeljnica - Basal-area (m^2/ha)				
1	21	30	18	19	27
2	22	20	20	20	20
3	23	15	26	17	19
4	26	24	17	26	11
5	23	25	20	24	17
6	20	31	23	23	20
7	28	27	20	19	40
8	17	27	18	25	16
9	22	22	22	27	18
10	22	28	19	25	18
11	14	20	19	20	18
12	18	19	27	20	30
13	24	21	23	23	28
14	27	23	25	24	22
15	19	24	25	25	27
16	27	26	20	22	15
17	22	25	23	25	19
18	26	17	19	32	26
19	19	24	25	21	22
20	24	22	14	21	32
21	18	19	21	21	19
22	28	29	29	23	21
23	29	23	18	28	25
24	22	25	29	23	26
25	21	21	26	23	24
26	23	27	23	34	25
27	25	25	20	29	23
28	20	25	22	28	21
29	21	23	25	22	22
30	23	26	19	22	20
n	30	30	30	30	30
$\bar{G}$	22.47	23.77	21.83	23.7	22.37
S_G	3.56	3.74	3.66	3.83	5.71
P_U	2.247	2.377	2.183	2.37	2.237
N_u	9.6	9.48	10.8	10.03	25.03

Iskolčavanje jedinica uzorka (ploha) i mjerenja na njima
Setting out the pattern units and their measurement

Jedinice uzorka (plohica) iskolčene su pomoću poludijagonala. Unutar pravca kretanja kroz sastojinu koji je određen azimutom i položen busolom razmak između dviju jedinica uzorka definiran je stranicom a_m. Krajnje točke stranice a_m čine centre dviju susjednih jedinica uzorka (plohice). Krećući se po pravcu definiranom azimutom i odmjeranjem dužine stranice a_m od centra prethodne jedinice uzorka, definira se centar sljedeće jedinice uzorka na koji se postavi trasirka. Od centralne tresirke na pravcu kretanja, prema naprijed i prema natrag se odmjere poludijagonale i na njihovim krjevima se postave trasirke. Potom se okomito na pravac kretanja, od centralne trasirke lijevo i desno odmjere poludijagonale i na njihovim krajevima se postave još dvije trasirke. Korištene su poludijagonale dužine 14.14 m za kvadrat stranice od 20 m i dužine 17,68 m za kvadrat stranice od 25 m. U većini slučajeva su iskolčavane plohice od 400 m^2, a manjim dijelom plohice od 625 m^2.

Kod PPS uzimanja uzoraka površina imaginarnog kruga kada se radi trakom 1 dobije se po formuli: $a_i = (d_i * 50)^2 * \Pi$

Kako se za istraživano područje državnih i privatnih šuma, srednji promjer *(d)* kreće oko 22 cm, površina imaginarnog kruga srednjeg promjera po navedenoj formuli iznosi:

$$a_d = (0.22 * 50)^2 * \Pi = 380.13 m^2$$

Iz toga se vidi da je odabrana površina primjerne plohice neznatno veća od površine imaginarnog kruga srednjeg promjera istraživanih šuma u slučaju da je primijenjena PPS metoda uzimanja uzoraka.

Na dijelovima gdje su poludijagonale položene na nagnutom terenu, puna dužina poludijagonale je svedena na horizontalu s *cos* kuta nagiba. Trasirke su se međusobno morale dogledati.

Kada je na opisan način iskolčen kvadrat, pristupilo se mjerenju prsnih promjera stabala koja su se po svom položaju nalazila unutar iskolčene površine. Podaci su se upisivali u manual odvojeno za svaku jedinicu uzorka.

Osim mjerenja prsnih promjera na svakoj jedinici uzorka uzimani su izvrci s bukovih stabala. Sustav uzimanja izvrtaka bio je takav da su se izvrci uzimali s dva ili tri bukova stabla koja su po svom položaju bila najbliža centralnoj trasirki. Izvrci koji su uzeti u odsjecima unutar jedne gospodarske jedinice (kategorije vlasništva) čine jedan uzorak izvrtaka za određivanje prirasta bukve unutar dotične kategorije vlasništva.

Radi konstrukcije visinske krivulje i lokalne tarife za pojedino istraživano područje šuma panjača (državne, privatne) mjerene su visine bukovih stabala. Na svakoj plohici unutar određenoga istraživanog područja za uzorak visina su mjerena 3 – 4 bukova stabla koja se po svom položaju nalaze na dijagonali kvadrata u smjeru kretanja po sastojini. Za kategoriju državne šume izmjereno je 178 visina, a za kategoriju privatne šume izmjereno je 213 visina. Visine su mjerene zrcalnim relaskopom.

Osim mjerenjem svaka primjerna plohica je obuhvaćena i opisom. Predmet opisa su bili: izgled i kvaliteta stabala, broj stabala iz sjemena, broj kvalitetnih stabala iz panja, sklop, horizontalna i vertikalna struktura, kvaliteta i stanje tla.

Obrada izmjerenih i snimljenih podataka
Processing the measured and surveyed data

Nakon obavljenih terenskih radova obrađeni su i obračunati izmjereni i snimljeni podaci.

Iz podataka dobivenih klupiranjem prsnih promjera obračunata je struktura po broju stabala, temeljnici i drvnoj zalihi po hektaru, po plohama, odsjecima i ukupno za istraživane šume.

Na temelju uzoraka izmjerenih visina računskim izjednačenjem po Mihajlovoj funkciji: $h = b_0 * e^{-\frac{b_1}{d}} + 1{,}30$ dobivene su visinske krivulje za bukvu za održavne šume panjače i za privatne šume panjače.

Lokalne tarife za bukvu, za državne i za privatne šume panjače, izračunate su iz parmetara (b_0, b_1) visinskih krivulja i prametara (A, B, C) dvoulaznih tablica, pomoću Schumacher – Hallove formule.

Drvna masa bukve obračunata je po konstruiranim lokalnim tarifama, a drvna masa ostalih vrsta drveća obračunata je po korištenim tarifama prilikom izrade programa za gospodarenje istraživanih šuma.

Analizirani su uzorci izvrtaka bukve za državne i za privatne šume panjače. Analiza izvrtaka se sastojala u mjerenju širine zadnjih 10 godova i brojanju godova na 1 cm širine od kore prema središtu. Prirast je određen *metodom postotka prirasta* i *meyerovom diferencijalnom metodom.*

REZULTATI RADA – RESULTS

U poglavlju će biti razmotreni i prikazani ovi elementi: visinske krivulje, lokalne tarife za bukvu, struktura po broju stabala, struktura po hektaru za jedinicu uzorka, struktura po hektaru za odsjeke, varijabilnost izmjerenih promjera unutar i između jedinica uzorka (plohica), konstrukcija normale po broju stabala za konkretnu šumu i prirast.

Visinske krivulje – Height curves

Uzimanje uzoraka visina je postavljeno tako da je svaki uzorak visina jedno od istraživanih područja šuma panjača (državne šume, privatne šume). Za istraživano područje državnih šuma panjača izmjereno je 178 visina, a za područje privatnih šuma panjača izmjereno je 213 visina bukovih stabala. Za svaki uzorak visina računski su izjednačene visine kao funkcija prsnog promjera po Mihajlovoj funkciji:

$H = b_0 * e^{-\frac{b_1}{d}} + 1{,}30$ gdje je:

H – visina za određeni prsni promjer
b_0 – regresijska konstanta
b_1 – regresijski koeficijent
d – prsni promjer stabla

Računskim izjednačenjem visina kao funkcija prsnog promjera dobiveni su prametri za:

– državna šuma: $b_0 = 28{,}3695$
$b_1 = 11{,}6924$

– privatna šuma: $b_0 = 28{,}5813$
$b_1 = 13{,}0589$

Budući da je uzorak visina unutar pojedine šume panjače uzet s cijele površine određene šume, dobivena visinska krivulja se ne može poistovjetiti sa sastojinskom visinskom krivuljom pojedine sastojine unutar regularne šume. Kako se pokazalo da su frekvencijske krivulje broja stabala padajuće ili kao prijelazni oblici između padajućih i zvonolikih krivulja (»preborna struktura«) unutar pojedinih odsjeka i ukupno za cijelu šumu, može se reći da dobivene visinske krivulje predstavljaju prosječne stanišne uvjete u istraživanim šumama.

Konstrukcija lokalnih tarifa
Structure of the local entry – tables

Iz parametara b_0 i b_1 dobivenih računskim izjednačenjem visina kao funkcija prsnog promjera i parametara A, B i C dvoulaznih tablica za bukvu, pomoću Schumacher – Hallove formule, konstruirane su lokalne tarife za državnu i privatnu šumu panjaču istraživanog područja.

$$V = Ad^B(b_0 e^{-\frac{b_1}{d}} + 1{,}30)^C \text{ gdje je:}$$

V – volumen stabla određenog promjera
d – prsni promjer stabla
A, B, C – parametri dvoulaznih tablica za bukvu
b_0, b_1 – parametri sastojinske visinske krivulje

Vrijednost parametara za dvoulazne tablice bukve (Špiranec 1975) je:
A – 0,0000332956
B – 1,024425
C – 1,032212

Uvrštavanjem debljinskih klasa (prsnih promjera) i parametara visinske krivulje i dvoulaznih tablica u Schumacher – Hallovu formulu dobivene su računskim putem lokalne tarife za istraživane šume. Te su tarife uspoređene s tarifama koje su korištene pri izradi programa za gospodarenje istraživanim šumama i »najbližim« tarifama po *Špirancu*.

Struktura po broju stabala i opis sastojina
The structure of the tree number and stand description

U modernom uzgajanju i uređivanju šuma struktura sastojine po broju stabala ispituje se pomoću frekvencijskih krivulja broja stabala. Frekvencijske krivulje konstruiraju se tako da se na apscisnu os koordinantnog sustava nanesu debljinske klase, a na ordinatnu os brojevi stabala (obično po hektaru) u određenim debljinskim klasama.

Postoje tri osnovna oblika frekvencijskih krivulja broja stabala koji izražavaju tri osnovne strukture sastojina po broju stabala:
– jednodobna sastojina je definirana u n i m o d a l n o m distribucijom prsnih promjera
– preborna sastojina je definirana p a d a j u ć o m distribucijom prsnih promjera
– sastojina nepravilne strukture je definirana prijelaznim oblicima između dviju navedenih distribucija prsnih promjera.

Jedinice uzorka (plohice) zbog svoje veličine (0,04 ha i 0,0625 ha) ne mogu pouzdano reprezentirati stvarnu strukturu po broju stabala po hektaru i zato je navedena struktura po jedinicama uzorka (plohicama), svedena na 1 ha, uglavnom nepravilna. Zato su sve plohice unutar pojedinog odsjeka sumirane u jednu primjernu površinu koja reprezentira određeni odsjek. Tako dobivena struktura po broju stabala, gdje je primjerna površina svedena na 1 ha, predstavlja strukturu po broju stabala za određeni odsjek.

Na *slikama 5.* i *6.* prikazane su strukture po broju stabala po odsjecima 4c, 8b, 12d, 13c i 14c i kumulativno za državnu šumu te 4c, 6a, 6b, 6d, 6f i kumulativno za privatnu šumu.

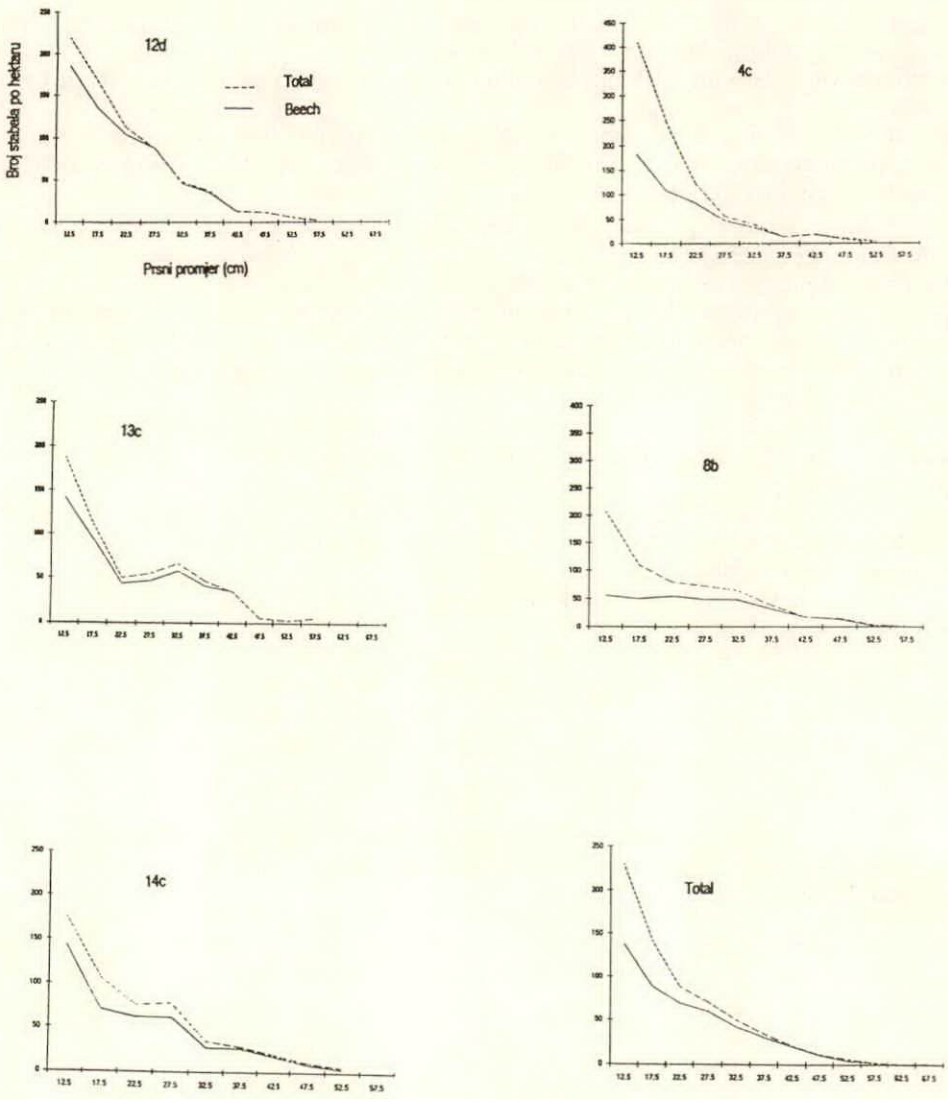
Radi jednostavnosti grafikona prikazane su samo frekvencijska krivulja broja stabala za bukvu kao istraživanu i najzastupljeniju vrstu i frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala.

U idućoj tablici daje se prikaz uzoraka plohica po odsjecima s površinama uzoraka i intenzitetima izmjere:

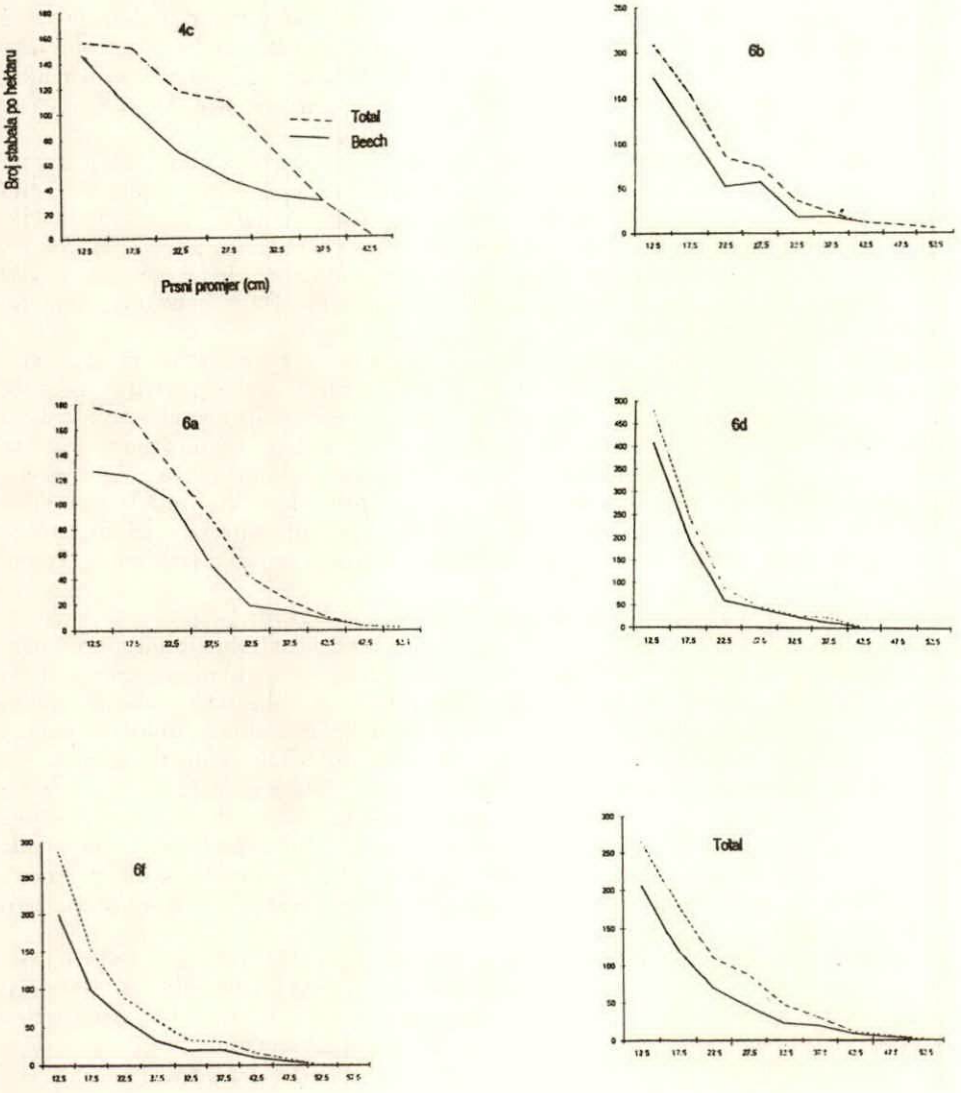
Odsjek	Površina odsj.	Broj plohica	Površina ploh.	Intenzitet izmjere
4c	2,97 ha	9	0,36 ha	12,1%
8b	14,70 ha	13	0,52 ha	3,5%
12d	10,35 ha	12	0,48 ha	4,6%
13c	2,72 ha	9	0,36 ha	13,2%
14c	13,30 ha	9	0,56 ha	4,2%
Drž. šume UKUPNO:	44,04 ha	52	2,28 ha	5,2%
4c	15,70 ha	10	0,40 ha	2,5%
6a	15,20 ha	12	0,48 ha	3,2%
6b	7,74 ha	11	0,44 ha	5,7%
6d	11,21 ha	10	0,40 ha	3,6%
6f	14,29 ha	25	1,00 ha	7,0%
Priv. šume UKUPNO:	64,14 ha	68	2,72 ha	4,2%

D r ž a v n a š u m a p a n j a č a – S t a t e s t u m p f o r e s t

Kada se promatra frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala kumulativno za državnu šumu panjaču, uočava se padajuća distribucija prsnih promjera sa slabo izraženim modom u području srednje deblih stabala. Krivulju karakterizira najjači debljinski stupanj od 57,5 cm i 236 stabala po hektaru u najnižem debljinskom stupnju.



Sl. - Fig. 5. Distribucija prsnih promjera - Državna šuma panjača
Distribution of breast height diameter - State stump forest



Sl. - Fig. 6. Distribucija prsnih promjera - Privatna šuma panjača
Distribution of breast height diameter - Private stump forest

Frekvencijska krivulja broja stabala za bukvu u području tankih stabala je dosta položita u odnosu na isti dio krivulje za ukupan broj stabala. To se može objasniti time što je u jednom dijelu 4c odsjeka prisutna kultura crnog bora u stadiju tankih stabala, kao i velikim brojem tankih stabala jasena iz panja i mukinje kojima je obrastao jedan dio 8b odsjeka.

4c odsjek – Kada se promatra ovaj odsjek, još jače je izražen velik udio tankih stabala ostalih vrsta. Tu se radi o kulturi crnog bora na određenoj površini odsjeka u stadiju tankih stabala. Frekvencijska krivulja bukve ima trend padajuće krivulje. Po odsjeku je raspoređen određeni broj srednje debelih stabala iz panja i sjemena s nekoliko (desetak) prezrelih stabala iz panja loše kvalitete. Međuprostore (u više etaža) popunjavaju tanja i tanka stabla iz panja i sjemena. Teren je nagnut na jednu stranu, a tlo je dobre kvalitete.

8b odsjek – Frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala ima trend padajuće krivulje s izraženim modom u području srednje debelih stabala. Ovdje se može govoriti o sastojini nepravilne strukture. Izrazita je frekvencija krivulja bukve, koja je bimodalna i upućuje na regularnu strukturu. Odsjek je po svom sastavu izrazito heterogen. Jedan dio je obrastao s dobro uzraslim stablima bukve iz sjemena regularne strukture, drugi dio su stabla bukve iz panja loše kvalitete i nepravilne debljinske strukture, treći dio je visoka regularna sastojina smreke s jelom, dok je četvrti dio težak i kamenit teren (rubovi vrtača), obrastao tankim stablima jasena iz panja i mukinje.

12d odsjek – Odsjek se sastoji uglavnom iz stabala bukve, gdje je frekvencijska krivulja broja stabala izrazito padajuća s neznatnom izbočinom u predjelu srednje debelih stabala. U odsjeku je zastupljen neznatan broj tankih stabala graba i otl. Jedan dio odsjeka je težak, strm i kamenit teren obrastao grabom, zrelim nekvalitetnim stablima bukve iz panja, te srednje debelim stablima bukve iz panja i sjemena. Drugi dio je blago nagnut teren s dubokim i kvalitetnim tlom, obrastao kvalitetnim stablima bukve iz sjemena. Bukova stabla dolaze u skupinama kao tanka i srednje debela iz sjemena, a na dijelovima gdje su raspoređena deblja i debela stabla bukve iz sjemena, u podstojnim etažama dolaze tanja i tanka stabla. Može se reći da u odsjeku ima mnogo više stabala čije je porijeklo iz sjemena, pa će postupak prevođenja ove sastojine u čistu sjemenjaču biti vrlo jednostavan. Važno je naglasiti da postoji obilan urod sjemena.

13c odsjek – Izraziti mod frekvencijske krivulje u području srednje debelih stabala upućuje na to da se jedna mlada jednodobna sastojina »smjestila« u prebornu sastojinu. To se može vidjeti i iz opisa sastojine. Pojedinačna stara krošnjata stabla iz panja, rjeđe iz sjemena, izmjenjuju se sa skupinama tanjih bukovih stabala jednoličnije strukture. Ispod debelih i srednje debelih stabala podstojno se javlja velik broj tankih stabala. Tlo je duboko i kvalitetno. Postoji urod sjemena bukve.

14c odsjek – I ovdje se uočava mod frekvencijske krivulje u području srednje debelih stabala, što upućuje na mlađu sastojinu jednoličnije strukture unutar sastojine preborne strukture. Jedan dio odsjeka je strm i kamenit teren s kojega se trajno odnosi listinac i gdje izbija mjestimično kamen u obliku stijena. Taj je dio obrastao bukovim stablima iz panja rjeđe iz sjemena, nejednolike dobne i debljinske strukture. Grab se javlja podstojno u skupinama iz panja. Zbog zaštitne uloge koju stabla imaju prema tlu u ovom dijelu odsjeka potreban je velik oprez prilikom izvođenja sječe radi pomlađivanja i prevođenja sastojine u čistu sjemenjaču. Drugi dio odsjeka je nešto boljih terenskih uvjeta gdje nema kamena ni odnošenja listinca, a tlo je dublje.

Među jednoliko raspoređenim debelim i srednje debelim stablima javljaju se pojedinačno i u skupinama tanja i tanka stabla iz panja i sjemena podstojno u nižim etažama. Postoji urod sjemena bukve.

Privatna šuma panjača – Private stump forest

Uočljiva je frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala kumulativno za privatnu šumu, koja je po obliku izrazito padajuća. Dimenzija najjačega debljinskog razreda je 52,5 cm, a broj stabala po hektaru u najnižem debljinskom razredu je 286. Ako se ova krivulja usporedi s frekvencijskom krivuljom za državne šume panjače, vidi se da je pomaknuta u lijevo za jedan debljinski stupanj i da ima za 50 stabala više u najnižem debljinskom razredu. Frekvencijska krivulja broja stabala za bukvu je gotovo paralelna s frekvencijskom krivuljom ukupnog broja stabala do debljinskog razreda 37,5 cm. Ako se struktura po broju stabala analizira po odsjecima i kroz opis sastojina, imamo sljedeće:

4c odsjek – Ako se uspoređuje frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala i frekvencijska krivulja broja stabala bukve, vidi se da su konkavne jedna prema drugoj. Kada se diferenciraju ordinate koje su definirane krivuljom ukupnog broja stabala i ordinate koje su definirane krivuljom broja stabala bukve, dobije se jednodobna struktura ostalih vrsta unutar preborne strukture bukve. Ostale vrste koje su zastupljene s oko 30% u odnosu na bukvu čine uglavnom skupine hrasta kitnjaka i skupine (sastojine) običnog bora jednolične dobne strukture. Na mjestima unutar odsjeka gdje je potpuno nestala bukva od prirode se javlja obični bor kao pionirska vrsta, tako da se u odsjeku nalaze lijepe srednjodobne sastojine običnog bora koji ovdašnje stanovništvo smatra korovom. Ispod stabala običnog bora javlja se pomladak, mladik i koljik bukve. Bukova sastojina se sastoji od manje ili više ravnomjerno po površini raspoređenih debelih i srednje debelih bukovih stabala iz panja dobre i srednje kvalitete, kao i manjeg broja stabala iz sjemena. Podstojno i u više etaža pojedinačno i u skupinama nalaze se tanja i tanka bukova stabla uglavnom iz panja. Javlja se obilan bukov pomladak i mladik iz žilja. Tlo je duboko i kvalitetno.

6a odsjek – Frekvencijske krivulje ukupnog broja stabala i broja bukovih stabala podsjećaju na desni krak unimodalne distribucije, odnosno čine jako asimetrične unimodalne distribucije. Kada se diferencijaciraju ordinate koje su definirane krivuljom ukupnog broja stabala i ordinate koje su definirane zamišljenom padajućom krivuljom, dobije se mlada sastojina jednolične strukture s srednjim promjerom oko 22,5 cm, koja se »smjestila« unutar sastojine preborne strukture. To se može uočiti iz opisa odsjeka. S obzirom na vrste drveća i prostorni raspored stabala, površina odsjeka je dosta heterogena. U nižim dijelovima ispod bukove sastojine iz panja dolazi grab grupimičnog rasporeda. U višim dijelovima dolazi hrast kitnjak i kesten u nadstojnoj etaži stablimično raspoređen. Ispod u više etaža dolazi bukva pretežno iz panja. Heterogenost se ogleda i u skupinama bukovih stabala različite dobi, pa tako ima vrlo gustih sastojina u stadiju koljika do starih, zrelih i nekvalitetnih stabala iz panja, rjeđe iz sjemena koja dolaze pojedinačno ili u manjim skupinama. Ispod debelih i srednje debelih bukovih stabala dolaze tanja i tanka bukova stabla. Ima bukovih panjeva iz kojih izbija po 2 ili više stabala. Tlo je duboko i kvalitetno. Mjestimično se javlja obilan bukov pomladak, mladik i koljik uglavnom iz žilja i panja, a na pojedinim mjestima ima bukova pomlatka generativnog porijekla.

6b odsjek – Na krivulji se uočava slabo izražen mod u području srednje debelih stabala. Unutar odsjeka postoje jednolične skupine srednje debelih stabala bukve iz sjemena dobre kvlitete. Padajuću frekvencijsku krivulju broja stabala bukve tvore skupine tankih bukovih stabala koja su se pojavila na progaljenim površinama, manje ili više jednolične skupine srednje debelih bukovih stabala u smjesi s hrastom i podstojnim grabom, kao i debela i zrela bukova stabla iz panja manje iz sjemena, pojedinačno raspoređena, ispod kojih u više etaže dolaze tanja i tanka stabla iz sjemena i panja. Tlo je pretežno duboko i kvlitetno. Mjestimično se javlja bukov pomladak i mladik iz žilja i sjemena.

6d odsjek – Frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala i broja bukovih stabala je karakterističnog oblika. Uočljiv je vrlo velik broj stabala po hektaru u najnižem debljinskom razredu (478), pa je lijevi dio krivulje jako strm i ima oblik pravca. Krivulja se gotovo lomi iznad debljinskog razreda 22,5 cm i prelazi u blago nagnutu krivulju odnosno gotovo pravac. To pokazuje nedostatak srednje debelih stabala (22,5; 27,5; 32,5) kada se ta krivulja uspoređuje s jednom pravilnom p a d a j u ć o m distribucijom prsnih promjera. Ako se ta frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala rastavi na dva dijela, dobiju se dvije krivulje. Prva predstavlja mladu sastojinu koja ima jako šiljatu *unimodalnu* distribuciju i kojoj nedostaje lijevi krak zbog taksacijske granice. Druga krivulja je izrazito spljoštena (velika varijabilnost promjera) i predstavlja jednu stariju sastojinu bukve. Takva interpretacija frekvencijske krivulje odgovara opisu sastojine. Po prostornom rasporedu stabala s obzirom na razvojni stadij i porijeklo stabala odsjek je heterogen i sastoji se od dva osnovna dijela. Na jednom dijelu površine nalazi se sastojina tankih stabala iz sjemena i kvalitetnih stabala iz panja. Drugi dio površine predstavlja sastojinu gdje su po površini pojedinačno raspoređena debela i srednje debela stabla, među kojima se nalaze tanja i tanka stabla pojedinačno i u skupinama. Najveći broj bukovih stabala je porijeklom iz sjemena, a stabla iz panja su kvlitetna. Mjestimično se javlja gusti koljik iz žilja i sjemena. Tlo je uglavnom duboko i kvalitetno.

6f odsjek – Oblik frekvencijskih krivulja za ukupan broj stabala i za broj bukovih stabala odgovara *padajućoj* krivulji i nema izraženih većih nepravilnosti. Ako se promatra struktura po jedinicama uzorka (plohicama), može se uočiti velika heterogenost površine koju obuhvaća ovaj odsjek. Tu se javljaju degradirane i progaljene površine, površine gusto obrasle bukovim mladikom i koljikom, jednolične skupine tankih do srednje debelih stabala, dobro uzrasle i kvalitetne srednjodobne bukove sastojine iz sjemena, pojedinačno raspoređena debela stabla loše kvlitete ispod kojih se nalaze tanja stabla iz sjemena i panja, crni bor u nadstojnoj etaži s podstojnom bukvom, te hrastove sastojine iz sjemena s podstojnom bukvom iz panja. Kada se cijeli odsjek promatra kao šuma, dobije se preborna struktura u kojoj je raspored stabala skupinast. Kvaliteta stabala iz panja se kreće od vrlo nekvalitetnih do stabala dobre kvalitete. Mjestimično postoje skupine stabala iz sjemena. Po površini se javlja obilan pomladak, mladik i koljik iz žilja, panja, mjestimično i iz sjemena. Za tlo se može reći da je dobre kvalitete.

Struktura po hektaru (broj stabala, temeljnica, drvna masa) po jedinicama uzorka ploha
The structure per hectare (tree number, basal area wood mass) per plot pattern unit

Svaka jedinica uzorka plohica reprezentira dio odsjeke na koji je »pala« po sistematski položenoj mreži. Obračunat je broj stabala po hektaru (N), temeljnica po hektaru (G) i drvna masa po hektaru (V). Zbog prostora struktura je prikazana samo ukupno po vrstama za svaku jedinicu uzorka plohica. Obračunata struktura po hektaru nje dovoljno pouzdana zbog male veličine primjerne površine svedene na 1 hektar, ali cilj prikaza strukture po hektaru po jedinicama uzorka plohica je da se uoči homogenost odnosno heterogenost pojedinih odsjeka (sastojina).

Unutar državne šume panjače imamo plohicu koja reprezentira temeljnicu po hektaru od 15,56 m^2 i drvnu masu po hektaru od 154,07 m^3 kao najniže vrijednosti, a plohica najveće vrijednosti reprezentira temeljnicu od 52,94 m^2/ha i drvnu masu od 511,21 m^3/ha.

Za privatnu šumu panjaču te ekstremne vrijednosti su nešto niže. Tako plohica najniže vrijednsoti reprezentira temeljnicu od 11,11 m^2/ha i drvnu masu od 84,61 m^3/ha, a plohica najveće vrijednosti reprezentira temeljnicu od 44,27 m^2/ha i drvnu masu od 434,05 m^3/ha.

Kada se sve plohice unutar određene šume panjače promatraju kao jedna primjerna površina, dobiju se srednje vrijednosti broja stabala, temeljnice i drvne mase po hektaru za određenu šumu panjaču.

Tako je za državnu šumu panjaču broj stabala po hektaru 667, temeljnica po hektaru 29,13 m^2 i drvna masa po hektaru 289,25 m^3.

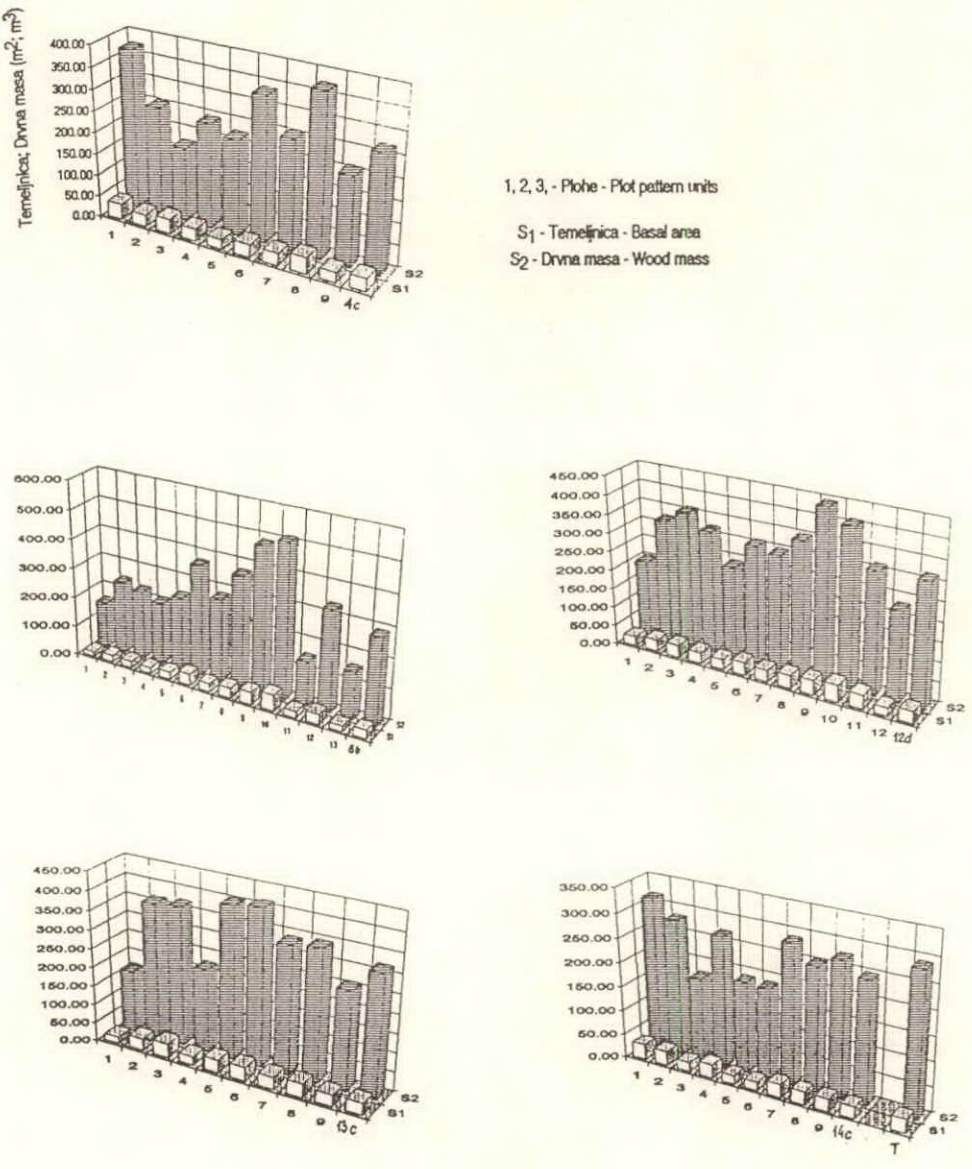
Za privatnu šumu panjaču broj stabala po hektaru je 692, temeljnica po hektaru 25,43 m^2 i drvna masa po hektaru 223,55 m^3 (sl. 7 i 8).

Statistički je analizirana varijabilnost drvne mase po hektaru između plohica unutar pojedinih odsjeka za državanu i privatnu šumu panjaču radi dobivanja uvida u heterogenost odsjeka. Rezultati analize su doneseni u sljedećoj tablici:

Iz prikazane tablice se uočava da je varijabilnost unutar odsjeka vrlo velika u obje istraživane šume panjače i da je veća u privatnoj šumi panjači. Unutar državne šume panjače 8b odsjek izrazito je heterogen u odnosu na ostala četiri odsjeka, koja su ispod prosjeka CV za državne šume panjače.

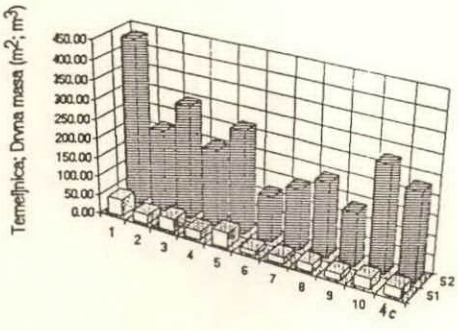
Kada se promatraju odsjeci unutar privatne šume panjače, situacija je obrnuta. Ovdje je jedan odsjek (6d) izrazito ispod prosjeka CV za privatnu šumu panjaču. Izrazita heterogenost odsjeka unutar privatne šume panjače može se objasniti činjenicom da odsjek obuhvaća 20 i više parcela različitih vlasnika koji su dosada gospodarili svaki sa svojom parcelom na svoj način.

Preciznost kojom je određen srednji volumen po hektaru u državnoj šumi panjači je 4,17%, a u privatnoj šumi panjači je 4,50%.



SL - Fig. 7. Prikaz drvne zalihe i temeljnice po hektaru po jedinicama uzorka ploha - Državna šuma panjača

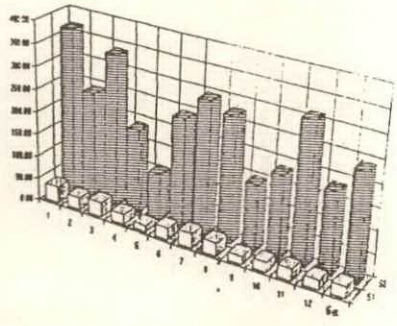
Wood mass and basal area per hectare per plot pattern unit - State stump forests

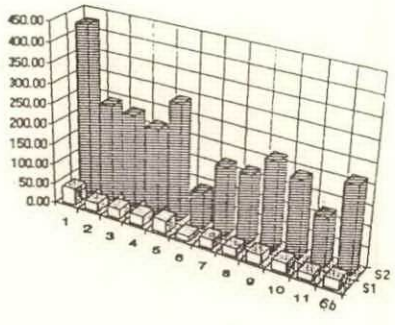


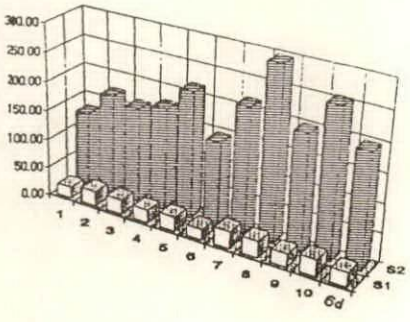
1, 2, 3, - Plohe - Plot pattern units

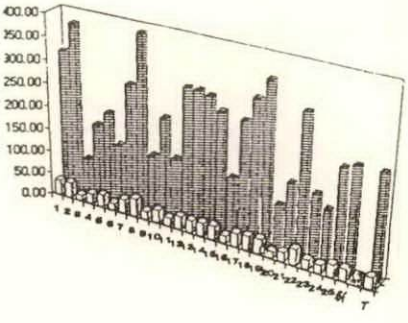
S_1 - Temeljnica - Basal area

S_2 - Drvna masa - Wood mass









Sl. - Fig. 8. Prikaz drvne zalihe i temeljnice po hektaru po jedinicama uzorka ploha - Privatna šuma panjača

Wood mass and basal area per hectare per plot pattern unit - Private stump forests

Odsjek	N	V(m^3/ha)	S_x(m_3/ha)	CV(%)	$S_{\bar{x}}$(m^3/ha)	CP(%)
4c	9	270,19	72,72	26,91	24,24	8,97
8b	13	286,36	119,83	41,85	33,23	11,61
12d	12	315,86	70,80	22,41	20,44	6,47
13c	9	319,13	85,12	26,67	28,37	8,89
14c	9	247,14	51,99	21,04	17,33	7,01
Drž. šume UKUPNO:	52	289,25	86,91	30,05	12,05	4,17
4c	10	230,21	93,25	40,51	29,49	12,81
6a	12	240,28	80,42	33,47	23,22	9,66
6b	11	215,77	89,84	41,64	27,09	12,55
6d	10	197,76	50,82	25,70	16,07	8,13
6f	25	266,71	90,72	40,02	18,14	6,80
Priv. šume UKUPNO:	68	223,59	83,06	37,15	10,07	4,5

N – broj jedinica uzorka plohica za odsjek i ukupno
V – aritmetička sredina drvne mase po ha za odsjeke i ukupno
S_x – standardna devijacija volumena po ha oko aritmetičke sredine za odsjeke i ukupno
CV – koeficijent varijacije (%)
$S_{\bar{x}}$ – standardna pogreška aritmetičke sredine
CP – standardna pogreška u postotku – preciznost

Struktura po hektaru (broj stabala, temeljnica, drvna masa) po odsjecima

Structure per hectare (tree number, basal area, wood mass) per sections

Na temelju uzorka plohica koji predstavlja primjernu površinu unutar pojedinog odsjeka i na kojoj je obavljena izmjera, obračunata je struktura po broju stabala (N_0), temeljnici (G_0) i volumenu (V_0) po hektaru za svaki odsjek. Struktura je obračunata po vrstama i debljinskim razredima. Zbog prostora donose se samo kumulativne vrijednosti za državnu i privatnu šumu panjaču u tablicama 5. i 6.

Ako se promatraju i uspoređuju ukupne drvne mase po hektaru (V_0) po odsjecima u privatnoj šumi panjači, može se vidjeti da su oni po drvnoj zalihi međusobno dosta homogeni, dok je to nešto manje izraženo u državnoj šumi panjači. To se može objasniti jače izraženom prebornom strukturom i većom heterogenošću u odsjecima u privatnoj šumi panjači sa jedne strane i po dobi različitim odsjecima u kojima je utvrđena manja varijabilnost unutar državne šume, s druge strane.

Iz statističkog obračuna varijabilnosti volumena po hektaru među odsjecima u pojedinoj istraživanoj šumi panjači vidi se ta razlika:

državna šuma panjača:
$n_D =$ 5
$VD =$ 286,42 m³/ha
$S_{VD} =$ 27,92 m³/ha
$CV_D =$ 9,7%
$S_{VD} =$ 12,49 m³/ha
$CP_D =$ 4,36%

privatna šuma panjača:
$np =$ 5
$V_P =$ 220,15 m³/ha
$S_{VP} =$ 17,11 m³/ha
$CV_P =$ 7,8%
$S_{VP} =$ 7,65 m³/ha
$CP_P =$ 3,48%

n_N, n_P – broj odsjeka obuhvaćenih mjerenjem unutar državne i privatne šume
V_D, V_P – aritmetička sredina drvne mase po hektaru za državnu i privatnu šumu
S_D S_P – standardna devijacija drvne mase oko aritmetičke sredine
CV_D, CV_P – koeficijent varijacije
S_{VD}, S_{VP} – standardna pogreška aritmetičke sredine za državnu i privatnu šumu panjaču
CP_D, CP_P – standardna pogreška u postotku – preciznost

Varijabilnost izmjerenih promjera unutar plohice i među plohicama
The variability of the measured diameters within the plots and between them

Prilikom izvođenja mjerenja na terenu, stječe se dojam da postoje homogene manje ili veće skupine stabala koje se međusobno razlikuju. To se odnosi i na područje privatnih i na područje državnih šuma panjača. S ciljem da se statistički ispita i argumentira ta činjenica, obavljena je jednostruka analiza varijance za svaki odsjek posebno i ukupno za državne i privatne šume panjače.

Ukupna varijabilnost izmjerenih promjera u odnosu na aritmetičku sredinu izmjerenih promjera u pojedinom odsjeku se rastavlja na varijabilnost promjera u jedinicama uzorka plohica i na varijabilnost promjera među jedinicama uzorka plohica u pojedinom odsjeku. U odsjeku »tretiranja« predstavljaju jedinice uzorka plohica (plohe na kojima su mjereni promjeri), a mjereni promjeri unutar plohice su njene eksperimentalne jedinice.

Tab. 6. Struktura po hektaru (broj stabala, temeljnica, drvna masa) - Državna šuma panjača
The structure per hectare (tree number, basal area, wood mass) - State stump forests

Promjer	Bukva - Beech			Hrast - Oak			Grab - Hornbeam			OTL - OHB			Bor - Pine			Smreka - Spruce			UKUPNO - TOTAL		
Diameter	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
12.5	138	1.69	10.35	4	0.05	0.3	14	0.17	1.12	60	0.74	3.60	14	0.17	0.56				230	2.82	15.95
17.5	89	2.14	16.82	6	0.14	1.2	16	0.38	2.88	20	0.48	3.20	11	0.26	1.32				142	3.41	25.42
22.5	70	2.78	25.41	1	0.04	0.4	4	0.16	1.32	9	0.36	2.79	3	0.12	0.75	2	0.08	0.64	89	3.54	31.28
27.5	60	3.56	35.82	3	0.18	1.8	1	0.06	0.54	5	0.30	2.65				2	0.12	1.06	71	4.21	41.90
32.5	42	3.48	37.42	2	0.17	1.8	1	0.09	0.71	4	0.33	3.28				1	0.08	0.81	50	4.15	44.06
37.5	30	3.31	37.41							2	0.22	2.24				2	0.22	2.30	34	3.75	41.95
42.5	20	2.84	33.3							1	0.14	1.64							21	2.98	34.94
47.5	10	1.77	21.46							1	0.18	2.18							11	1.95	23.64
52.5	4	0.87	10.75	1	0.22	3				1	0.22	2.63							6	1.30	16.56
57.5	2	0.52	6.59																2	0.52	6.59
62.5																					
67.5	1	0.36	4.68																1	0.36	4.68
UKUPNO TOTAL	466	23.32	240.01	17	0.79	8.5	36	0.86	6.57	103	2.96	24.41	28	0.56	2.63	7	0.50	4.81	657	28.99	286.9

Tab. 6. Struktura po hektaru (broj stabala, temeljnica, drvna masa) - Privatna šuma panjača
The structure per hectare (tree number, basal area, wood mass) - Private stump forests

Promjer	Bukva - Beech			Hrast - Oak			Grab - Hornbeam			OTL - OHB			Bor - Pine			UKUPNO - TOTAL		
Diameter	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
12.5	206	2.53	14.01	6	0.07	0.43	33	0.40	2.80	18	0.22	1.47	3	0.04	0.12	266	3.26	18.83
17.5	120	2.88	21.24	13	0.31	2.42	17	0.41	3.02	13	0.31	2.26	16	0.38	1.92	179	4.30	30.86
22.5	69	2.74	23.81	14	0.56	4.62	5	0.20	1.46	7	0.28	2.12	15	0.60	3.75	110	4.37	35.76
27.5	44	2.61	25.21	16	0.95	9.03	2	0.12	1.04	4	0.24	1.84	21	1.25	9.24	87	5.16	46.36
32.5	22	1.82	18.96	11	0.91	9.92		0.00		1	0.08	0.67	13	1.08	9.10	47	3.90	38.65
37.5	19	2.10	23.05	6	0.66	6.76		0.00			0.00		4	0.44	4.04	29	3.20	33.85
42.5	8	1.13	13.01	2	0.28	3.56		0.00			0.00		1	0.14	1.43	11	1.56	18.00
47.5	4	0.71	8.41	1	0.18	1.56		0.00			0.00		1	0.18	1.88	6	1.06	11.85
52.5	1	0.22	2.64	1	0.22	2.44		0.00			0.00			0.00		2	0.43	5.08
UKUPNO TOTAL	493	16.75	150.34	70	4.14	40.74	57	1.13	8.32	43	1.13	8.36	74	4.10	31.48	737	27.26	239.24

Svaki odsjek je »pokriven« mrežom sistemski postavljenih jedinica uzorka plohica. Pretpostavka je da je na taj način svaka plohica »pala« u dio odsjeka koji je homogen i kojeg ona reprezentira.

Ako je varijabilnost promjera u jedinicama uzorka plohica malena ili bitno manja od varijabilnosti promjera među tretiranjima, može se zaključiti da se radi o više ili manje homogenim skupinama stabala koje se međusobno razlikuju po svom srednjem promjeru.

Na temelju izračunate varijabilnosti izmjerenih promjera među jedinicama uzorka plohica i unutar njih provodi se F – test.

$F_i = \frac{s_i^2}{s_u^2}$ gdje je:

F_i – slučajna varijabila F – distribucije
s_i^2 – varijabilnost izmjerenih promjera između tretiranja
s_u^2 – varijabilnost izmjerenih promjera unutar tretiranja
F_t – tabelirana varijabla sa $k - 1$ i $k\ (n - 1)$ stupnjeva slobode

Ako je naš F_i veći od tabeliranog za 1% granicu signifikantnosti, nulta – hipoteza glasi:

H_0: $d_1 = d_2 = d_3 = ... = d_k$ nije se održala i može se reći da se srednji promjeri među jedinicama uzorka plohica signifikantno razlikuju.

Rezultati jednostruke analize varijance po odsjecima i ukupno za područje državne i privatne šume panjače prikazani su u tablici 7.

Iz tablice 7. se vidi da se nulta – hipoteza održala samo u slučaju odsjeka 14c unutar područja državnih šuma panjača. Ako se gleda ukupno za područje državnih šuma panjača, F – test pokazuje da postoje signifikantne razlike srednjih promjera među 52 postavljene jedinice uzorka plohica. Signifikantnost je još jače izražena u području privatnih šuma panjača.

Iz strukture po broju stabala se vidi da se u ovim šumama radi o strukturama koje imaju padajuću frekvencijsku krivulju broja stabala (»preborne strukture«). Na temelju jednostruke analize varijance može se još dodati da je raspored stabala u navedenim »prebornim strukturama« u manjim ili većim skupinama. Kod privatne šume panjače ti homogeni dijelovi odsjeka koji se međusobno razlikuju po srednjem promjeru predstavljaju parcele različitih vlasnika kojima je gospodareno na različit način.

Tab. 7. Varijabilnost izmjerenih promjera među i unutar tretiranja - Variability of the measured diameters between and within treatments

	n	k	d	TSK	SKT	SKP	k -- 1	k (n -- 1)	S	S	F	F	Opaska
4c	330	9	18.24	25340.60	1818.10	23523.40	8	321	227.30	73.30	3.10	2.51	* *
8b	315	13	22.20	33803.00	9580.50	24225.60	12	302	798.40	80.20	9.95	2.18	* *
12d	339	12	21.48	33628.60	7214.40	26418.30	11	327	655.90	80.80	8.12	2.25	* *
13c	206	9	22.97	27669.80	3007.00	24664.90	8	197	375.90	125.20	3.00	2.60	* *
14c	303	9	21.79	30826.50	1697.80	29127.20	8	294	212.20	99.10	2.14	2.51	
UKUPN. Drž šum. panj. TOTAL State stump for.	1493	52	21.18	155133.90	27301.00	127959.40	51	1441	535.30	88.80	6.03	1.52	* *
4c	254	10	21.50	14423.50	1625.90	12797.70	9	244	180.70	52.50	3.44	2.41	* *
6a	312	12	20.79	22578.90	4031.80	18547.00	11	300	366.50	61.80	5.93	2.25	* *
6b	267	11	20.33	21923.00	4568.90	17354.00	10	256	456.90	67.80	6.74	2.32	* *
6d	367	10	16.62	17696.80	5265.40	12432.00	9	357	585.00	34.80	16.80	2.41	* *
6f	681	25	19.45	57932.80	18735.20	39197.40	24	656	780.60	59.80	13.06	1.79	* *
UKUPN. Priv. šum. panj. TOTAL Priv. stump for.	1881	68	19.50	139581.50	37221.40	100328.20	67	1813	555.50	55.30	10.04	1.47	* *

n – broj izmjerenih promjera u odsjeku - the number of the measured diameters within the forest sections - experimental units

k – broj postavljenih plohica u odsjeku - tretiranja - the number of the laid plots within forest sections - treatments

d – aritmetička sredina izmjerenih promjera u odsjeku - arithmetic means of the measured diameters within forest sections

TSK – totalna suma kvadrata - total square sum

SKT – suma kvadrata među tretiranjima - square sum between treatmens

SKP – suma kvadrata unutar tretiranja - square sum within treatment

$k-1; k*(n-1)$ - broj stupnjeva slobode - No. of freedom degrees

$S_t; S_u$ – varijabilnost izmjerenih promjera među i u tretiranjima - variabilityof the measured diameters between and within treatments

$F_t; F_t$ – slučajna i tabelirana varijabla F-distribicije - random and table variable of F-distribution

Konstrukcija normala po broju stabala za konkretne šume

Norm structure per tree number of the real forests

Promatrajući frekvencijske krivulje broja stabala po odsjecima i ukupno za istraživane šume panjače, uočava se da one izražavaju »prebornu strukturu« i da postoji vrlo velik broj stabala u najtanjim debljinskim razredima. Tako, na primjer, u debljinskom razredu 12,5 cm, u 6d odsjeku – privatne šume nalazi se 480 stabala, a u 4c odsjeku – državne šume nalazi se 410 stabala.

Zbog toga bi bilo interesantno ove frekvencijske krivulje broja stabala usporediti sa nekakvim normalama koje će izražavati te konkretne istraživane šume panjače. Kako je u istaživanim šumama glavna vrsta bukva iz panja i sjemena, pretpostavka je da će u određenoj mjeri vrijediti Colettove relacije za bukove preborne šume.

$$k = \frac{4{,}54}{\sqrt[3]{\bar{H}}};\quad D = 2{,}33\bar{H};\quad G = 0{,}73\bar{H};\ \text{gdje je:}$$

k – koeficijent geometrijske progresije – coefficient of geometric progression
D – dimenzija zrelosti – ripeness size (ripeness diameter)
G – optimalna temeljnica po hektaru – optimal basal area per hectare
$\bar{H}$ – srednja visina dominantnih stabala – average height of the dominant trees

Iz uzorka od po 50 visina dominantnih stabala za državnu i za privatnu šumu izračunate su srednje visine dominantnih stabala. Za istraživano područje državne šume panjače srednja visina iznosi $\bar{H}_D = 26{,}40m$, a za područje privatne šume panjače srednja visina iznosi $\bar{H}_P = 24{,}83m$.

Pomoću Colettovih relacija i srednjih visina dominantnih stabala za svaku šumu su izračunati:

koeficijent geometrijske progresije *(k)* – coefficient of geometric progression
dimenzija zrelosti *(D)* – ripeness size (ripeness diameter)
normalni niz stabala – normal tree sequence
temeljnica normalnog niza stabala *(G_n)* – basal area of the normal tree sequence
optimalna temeljnica *(G_{opt})* – optimal basal area
odnos optimalne temeljnice i temeljnice normalnog niza stabala *(f)* – the relation of the optimal basal area and the one of the normal tree sequence
normalna drvna zaliha *(V_n)* – normal wood stock

Frekvencijske krivulje broja stabala za državnu i privatnu šumu panjaču te frekvencijske krivulje normalnog broja stabala prikazane su na slikama 9. i 10.

Prvo što se uočava je to da se na obje slike normala nalazi dosta ispod frekvencijske krivulje ukupnog broja stabala, pa čak i ispod frekvencijske krivulje broja bukovih stabala u području tankih i srednje debelih stabala. Krivulje se poklapaju tek u debljinskom razredu 42,5 cm za privatnu šumu panjaču i u debljinskom razredu 47,5 cm za državnu šumu panjaču.

Druga značajka je ta da i kod jedne i kod druge frekvencijske krivulje nedostaje zadnji debljinski razred, i to debljinski razared 57,5 cm za privatnu šumu panjaču i debljinski razred 62,5 cm za državnu šumu panjaču.

Normalna temeljnica po hektaru za privatnu šumu panjaču je 18,29 m^2 i manja je od konkretne za 8,97 m^2, a normalna drvna zaliha po hektaru je 175,76 m^3 i manja je od konkretne za 63,48 m^3.

Kod državne šume panjače ta je razlika još veća. Normalna temeljnica po hektaru je 18,99 m^2 i manja je od konkretne za 10,00 m^2, a normalna drvna zaliha po hektaru je 192,53 m^3 i manja je od konkretne za 94,44 m^3.

Iz slika se vidi da je taj »višak« temeljnica i drvne zalihe raspoređen na vrlo velik broj tankih i tanjih stabala. Može se reći da je velik dio temeljnice i drvne zalihe prenagomilan u području tanjih stabala, što otežava i usporava izlučivanje stabala budućnosti te umanjuje količinu i kvalitetu njihova prirasta.

Iz dobivenih rezultata se uočava izostanak bilo kakve njege čišćenjem i proredom u tim šumama panjačama.

Volumni prirast – Volume increment

Radi određivanja prirasta za bukvu kao glavnu vrstu i ukupno za istraživano područje državne i privatne šume panjače uzimani su izvrci sa bukovih stabala. Sustav uzimanja izvrtaka bio je takav da su se na svakoj jedinici uzorka plohica s dva ili tri bukova stabla koja su po svom položaju najbliža centralnoj trasirki (središtu plohe) uzimali izvrtci u prsnoj visini. Na taj su način dobivena dva uzorka izvrtaka. U državnoj šumi panjači izbušeno je 147 stabala, a u privatnoj šumi panjači izbušeno je 125 stabala.

Uzorci izvrtaka su analizirani tako da je na svakom izvrtku mjerena širina zadnjih 10 godova radi određivanja godišnjega debljinskog prirasta i brojeni su godovi na širini od 1 cm radi određivanja postotka prirasta. Na temelju izjednačenoga debljinskog prirasta i postotka prirasta te distribucije broja stabala po hektaru za dražvnu i privatnu šumu panjaču, obračunat je volumni prirast za istraživane šume panjače dvjema metodama:

– Meyerovom diferencijalnom metodom,
– metodom postotka prirasta.

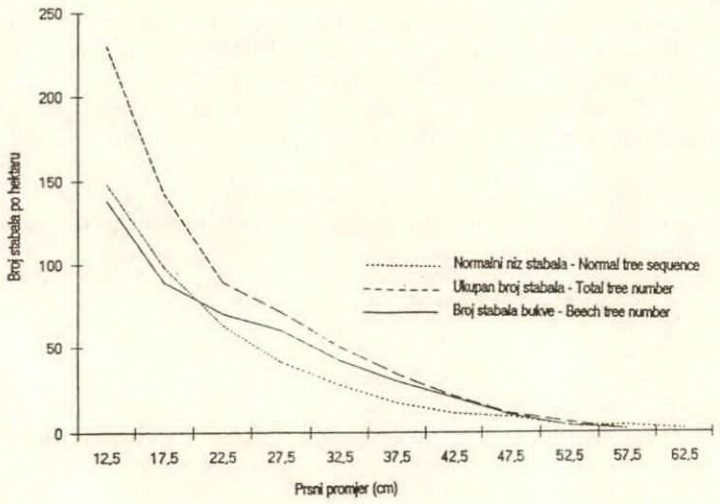
Pri obračunu metodom postotka prirasta upotrijebljena je Schneiderova formula za postotak prirasta:

$$p = \frac{K}{D} * \frac{1}{n}$$ gdje je:

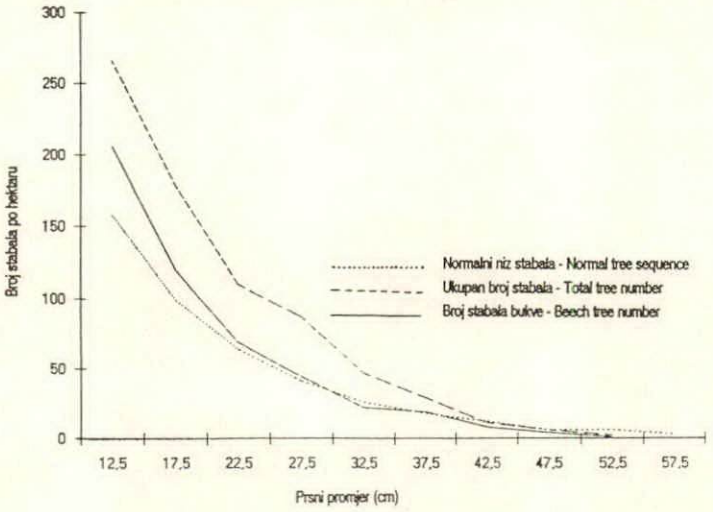
p – postotak volumnog prirasta
D – prsni promjer
n – broj godova na širini od 1 cm
K – konstanta ovisna o volumnom prirastu

U Schneiderovoj formuli za postotak plošnog prirasta K iznosi 400. Ta formula vrijedi i za postotak volumnog prirasta u starim sastojinama gdje nema oblikovisinskog prirasta. U srednje dobnim sastojinama uz pretpostavku da se oblični broj ne mijenja kroz kraće vremensko razdoblje, a gdje se visine na kraj (H) i početku (h) razdoblja odnose kao promjeri na kraju (D) i početku (d) razdoblja, postotak volumnog prirasta se računa po formuli gdje K iznosi 600. U mladim sastojinama gdje je pretpostavka da se visine na kraju i početku razdoblja odnose kao kvadrati promjera na kraju i početku razdoblja, primjenjuje se Schneiderova formula za postotak volumnog prirasta gdje K iznosi 800.

Sl. - Fig. 9. Normala po broju stabala - Državna šuma panjača
Norm structure per tree number - State stump forests



Sl. - Fig. 10. Normala po broju stabala - Privatna šuma panjača
Norm structure per tree number - Private stump forests



Postavlja se pitanje koja vrijednost koeficijenta K odgovara za istraživane šume panjače. Kako bi smo došlo do odgovarajuće vrijednosti koeficijenta K za pojedinu istraživanu šumu, upotrijebljen je obračun volumnog prirasta po debljinskim stupnjevima po Meyerovoj diferencijalnoj metodi na taj način da je postotak volumnog prirasta po debljinskim stupnjevima računat iz ukupnoga volumnog prirasta pojedinoga debljinskog stupnja i ukupnog volumena po hektaru odgovarajućega debljinskog stupnja:

$$p_D = \frac{i_{v_D}}{V_D} * 100$$

Na taj način dobiveni su postoci volumnog prirasta po debljinskim stupnjevima. Na temelju postotka volumnog prirasta (p_D), odgovarajućega debljinskog stupnja (D) i odgovarajućeg broja godova na 1 cm (n_D), iz formule:

$$p_D = \frac{K_D}{D} * \frac{1}{n}$$

dobiven je koeficijent K_D po debljinskim stupnjevima:

$$K_D = p_D * D * n_D * 1$$

Donosi se prikaz obračuna p_D i K_D po navedenim formulama za istraživanu državnu i privatnu šumu panjaču:

Drž. šuma panjača – State stump forest Priv. šuma panjača – Priv. stump forest

D	i_{v_D}	V_D	p_D	n_D	K_D	I_{v_D}	V_D	p_D	n_D	K_D
12,5	0,472	17,70	2,67	13	433,88	0,792	17,95	4,41	10	551,25
17,5	0,755	29,54	2,64	11	508,20	1,020	30,09	3,39	10	593,25
22,5	0,774	32,31	2,40	10	540,00	0,900	34,50	2,61	10	587,25
27,5	0,858	39,40	2,18	9	539,55	0,923	40,68	1,81	6,5	441,19
42,5	0,620	33,30	1,86	6	535,50	0,270	16,26	1,66	5,5	388,03
47,5	0,390	23,61	1,65	5,5	546,01	0,192	12,62	1,52	–	–
52,5	–	–	–	–	–	0,076	5,28	1,44	7	529,20
		$K_{drž} = 489$					$K_{priv} = 509$			

Iz dobivenih koeficijenata se vidi da je visinski prirast u ovim šumama neznatan i da je u opadanju. U privatnoj šumi panjači on je nešto veći jer se iz osnova gospodarenja vidi da su sastojine u prosjeku nešto mlađe u privatnoj šumi nego u državnoj.

Pri obračunu volumnog prirasta *metodom postotka prirasta* upotrijebljeni su na prikazani način izračunati koeficijenti za računanje postotka prirasta po debljinskim stupnjevima po formuli:

$$p = \frac{498}{D} * \frac{1}{n}$$ – za državnu šumu panjaču

$$p = \frac{509}{D} * \frac{1}{n}$$ – za privatnu šumu panjaču

Obračun volumnog prirasta po hektaru rađen je odvojeno za bukvu i ukupno na temelju distribucija broja stabala po hektaru za bukvu i ukupno. Treba napomenuti da je obračun ukupnoga volumnog prirasta rađen na temelju debljinskog prirasta i postotka prirasta koji je utvrđen za bukvu. Udio ostalih vrsta je ispod 30% i one nisu bile obuhvaćene uzimanjem izvrtaka. Zbog potrebe dobivanja uvida u ukupan približan prirast po hektaru primijenjeni su podaci debljinskog prirasta i postotka prirasta za bukvu na ostale vrste drveća.

Ukupan prirast u državnoj šumi panjači je oko 6,30 m^3/ha, a u privatnoj šumi panjači je oko 6,15 m^3/ha.

U državnoj šumi panjači bukva s udjelom drvne zalihe po hektaru od 82%, prirašćuje sa 5,08m^3/ha (80,1%), dok u privatnim šumama panjačama, bukva sa učešćem drvne zalihe po hektaru od 60%, prirašćuje 3,82 m^3/ha (62%). Ako se udio bukve u ukupnoj drvnoj zalihi svede na istu razinu za obje šume (70%), dobiva se podatak da je prirast bukve u privatnoj šumi panjači (4,46m^3/ha) neznatno veći nego u državnoj šumi panjači (4,34 m^3/ha).

RASPRAVA – DISCUSSION

Radi dobivanja uvida u osnovne strukturne elemente bukovih šuma panjača u Hrvatskom zagorju u državnom i privatnom vlasništvu, a kako bi se na temelju dobivenih spoznaja utvrdio cilj i način gospodarenja, obavljeno je istraživanje u državnoj i privatnoj šumi (G J Ravna gora – I i Ravna gora – II) unutar *uređajnog razreda bukva iz panja,* na području šumarije Ivanec.

Cilj je bio da se na temelju dobivenih spoznaja (struktura po hektaru, prirast, kvaliteta stabala, raspored i omjer stabala s obzirom na porijeklo) ustanove mogućnosti i načini prevođenja tih sastojina u kvalitetnije sastojine višega uzgojnog oblika te potencijalne proizvodne mogućnosti šumskog tla s obzirom na sadašnje stanje.

U tom smislu je primjenjena metoda rada i istraživanje postavljeno tako da su istraživane šume »pokrivene« kvadratičnom mrežom ploha na kojima je izvršena izmjera i opisi i na taj način su dobiveni »profili« (presjeci) unutar istraživane šume panjače. Na temelju izmjere na plohama dobivena je struktura po broju stabala po odsjecima, struktura po hektaru (broj stabala, temeljnica, drvna zaliha) po odsjecima i struktura po hektaru (broj stabala, temeljnica, drvna zaliha) po plohama.

Državna šuma panjača – State stump forest

Za istraživano područje državne šume panjače ukupno su postavljene i obrađene 52 plohe u 5 odsjeka.

Udio bukve po drvnoj zalihi je 83% pa su prikazane samo frekvencijske krivulje broja bukovih stabala i ukupnog broja stabala.

Iz frekvencijskih krivulja se vidi da se radi o nepravilnim, raznodobnim i prebornim strukturama, gdje je teško govoriti o dobi određene sastojine. Odsjeci 4c i 12d imaju vrlo izraženu prebornu strukturu, dok u odsjecima 8b, 13c i 14c se uočava nepravilna struktura kao različite kombinacije između regularne i preborne strukture. Kada se promatra istraživana državna šuma panjača u cijelosti, dobije se frekvencijska krivulja koja izražava prebornu strukturu. Karakteristično je to da se u najnižoj debljinskoj klasi nalazi vrlo velik broj stabala, bilo da se radi o

frekvencijskoj krivulji ukupnog broja stabala ili o frekvencijskoj krivuji broja bukovih stabala.

Radi daljnje analize neobično je važno uočiti kakav je raspored stabala u prostoru kada se promatra pojedini odsjek (sastojina) ili šuma u cjelini. Na temelju izvršenih mjerenja i opisa na kvadratičnoj mreži ploha može se reći da su istraživani odsjeci (sastojine) vrlo heterogeni. Na površini odsjeka (ili šume) mogu se naći površine s homogenim skupinama stabala po vrsti drveća (najčešće bukva) i po prsnom promjeru od stadija tankih stabala pa do debljih stabala, kao i površine gdje tanka i tanja stabla dolaze u skupinama ili pojedinačno ispod debljih i zrelih stabala u više etaža. Radi se o nizu različitih malih sastojina unutar pojedinog odsjeka (sastojine), pa su iz tog razloga i dobivene frekvencijske krivulje broja stabala koje upućuju na raznodobnu strukturu kada se promatra pojedini odsjek ili šuma u cijelosti.

Tako je iz izvršene jednostruke analize varijance izmjerenih promjera, gdje se ukupna varijabilnost izmjerenih promjera u odnosu na aritmetičku sredinu izmjerenih promjera unutar određenog odsjeka rastavlja na varijabilnost izmjerenih promjera unutar plohe i na varijabilnost izmjerenih promjera među plohama unutar određenog odsjeka, utvrđeno da se radi o rasporedu stabala u skupine jednodobne strukture za sve odsjeke, osim odsjeka 14c.

Kada se promatra drvna zaliha po hektaru po odsjecima, koja se kreće od 245,97 m^3/ha (14c) pa do 314,81 m^3/ha (13c) ili 286,42 m^3/ha za šumu u cijelosti, vide se da se tu ne radi o degradiranoj šumi po drvnoj zalihi.

Zato bi bilo interesantno ovu šumu usporediti s nekakvom normalnom šumom. Kako smo vidjeli, u ovoj šumi je izražena nepravilna do raznodobna struktura. Zbog tog razloga će za usporedbu poslužiti W i e d e r m a n n o v e prirasno – prihodne tablice za bukvu za umjerene prorede na III. bonitetnom razredu i konstruirane normale po broju stabala za preborne šume prema kojima će se usporediti istraživana državna šuma panjača.

Tako za dob od 65 godina (srednja dob istraživanih odsjeka u osnovi gospodarenje) normalna drvna zaliha iznosi 203 m^3/ha, a normalna temeljnica je 26,7 m^2/ha.

Kada se promatra normala za prebornu šumu (konstruirana na temelju srednje visine dominantnih stabala istraživane šume), te su vrijednosti još niže, pa tako normalna drvna zaliha iznosi 192,53 m^3/ha, a normalna temeljnica je 18,99 m^2/ha.

Konkretna drvna zaliha po hektaru za istraživanu šumu panjaču iznosi 286,97 m^3, a temeljnica je 28,99 m^2/ha.

Za svaku od 52 postavljene plohe u ovoj šumi izračunata je struktura po hektaru (broj stabala, temeljnica i drvna zaliha). Kada se promatraju temeljnice po plohama, može se izdvojiti 6 kategorija:

temeljnica (m^2/ha)	postotni udio broja ploha (%)
ispod 15	0
15 – 20	12
20 – 25	19
25 – 30	27
30 – 35	21
preko 35	21

Iz ovoga se vidi da nema dijela površine šume gdje je temeljnica ispod 15 m^2/ha, da samo 12% primjerne površine reprezentira temeljnicu ispod 20 m^2/ha, oko 46%

primjerne površine reprezentira temeljnicu između 20 i 30 m^2/ha i da preko 40% primjerne površine reprezentira temeljnicu koja je iznad 30 m^2/ha.

Iz svega iznesenoga se vidi da se drvna zaliha i temeljnica po hektaru nalazi znatno iznad normala za regularnu i za prebornu šumu koje smo odredili na temelju srednje dobi sastojina (podatak iz OG) i srednje visine dominantnih stabala, a koje se odnose na istraživanu državnu šumu panjaču. Bilo bi značajno utvrditi gdje se taj »višak« drvne zalihe i temeljnice akumulirao.

U tu svrhu bi bilo interesantno vidjeti kako je raspoređena drvna zaliha, temeljnica i broj stabala po hektaru na tanko, srednje debelo i debelo drvo:

		N	%	G	%	V	%
Tanko drvo	(12,5 – 27,5)	532	81	13,98	48	114,55	40
Srednje debelo drvo	(32,5 – 47,5)	116	18	18,83	44	144,59	50
Debelo drvo	(> 47,5)	9	1	2,18	8	27,83	10
		657	100	28,99	100	286,97	100

Kada se ti podaci usporede s Colettovim normama za bukove preborne šume, onda se vidi da je »višak« drvne zalihe i temeljnice nagomilan u području tankog i srednje debelog drva.

Colettove norme za bukove preborne šume

	N(%)	G(%)	V(%)
Tanko drvo	67	34	31
Srednjedebelo drvo	25	40	41
Debelo drvo	8	26	28

Ako se pretpostavi da konstruirana normala za preborne šume vrijedi za ovu šumu te ako se poslužimo frekvencijskom krivuljom normalnog niza stabala uspoređujući je s konkretnim frekvencijskim krivuljama za bukvu i ukupno, može se vidjeti sljedeće:

– u području tankih i srednje debelih stabala frekvencijske krivulje ukupnog broja stabala je znatno iznad frekvencijske krivulje normalnog niza stabala, odnosno radi se o »višku« stabala u tom području krivulje
– nedostaje zadnji debljinski razred u konkretnoj šumi

Iz toga možemo zaključiti da je ako istraživanu državnu šumu panjaču promatramo kao prebornu, »višak« drvne zalihe i temeljnice akumuliran na tankim i srednje debelim stablima.

Ako je pak promatramo kao niz malih jednodobnih sastojina (skupina) gdje je teško razlučiti etaže čak i na manjoj površini, možemo zaključiti da su sastojine u mlađim razvojnim stadijima zastupljenije i da su preguste.

Kako je došlo do pranagomilavanja drvne zalihe u toj šumi? Velik dio ovih šuma je pripadao zemljišnim zajednicama i imovnim općinama koje su poslije drugoga svjetskog rata prešle u društveno, danas u državno vlasništvo. Kada su nasljeđene poslije drugoga svjetskog rata te su šume bile dosta degradirane i u jako lošem stanju. Za razliku od privatnih šuma istaživanog područja, ova šuma zauzima po nadmorskoj visini više i po reljefu teže terene. Zbog teškog terena (erozija), nepristupačnosti i neotvorenosti šume, kao i drugih razloga, dogodilo se da se u nju

nije ulazilo ni s kakvim gospodarskim zahvatima (njega proredom, konverzija, introdukcija). Moglo bi se reći da je u takvoj šumi prepuštenoj samoj sebi, uspostavljena ravnoteža prirodnom sukcesijom kroz duži niz godina. Zato sada u istraživanoj šumi imamo stanje za koje bi se moglo reći da je vrlo slično prašumi. Površina je vrlo heterogena, gdje se nalaze stabla iz panja svih debljinskih klasa, velik broj stabala nastao iz sjemena zrelih stabala iz panja i sjemena u skupinama u različitim razvojnim stadijima ili pojedinačno, kao i pojedinačna i prezrela stabla iz panja i sjemena.

Kada se promatra godišnji tečajni prirast po hektaru koji iznosi oko 6,3 m^3/ha, vidi se da je za šumu panjaču po svojoj kvantiteti dosta visok što se ne bi moglo reći za njegovu kvalitetu s obzirom na to da je raspoređen na prevelik broj stabala, od kojeg je velik dio stabala iz panja i sjemena loše kalitete.

Preciznost s kojom je izmjeren volumen po hektaru unutar šume panjače je 4,17%, uz intenzitet izmjere od 5,2%, gdje je prilikom određivanja veličine uzorka plohica bila unaprijed zadana preciznost od 10% od aritmetički srednje temeljnice unutar pojedinog odsjeka izmjerene po *Bitterlichu*.

Ako s 95% sigurnosti možemo tvrditi da se stvarni volumen po hektaru nalazi u intervalu od 289,25 m^3/ha$\pm$1,96*$S_{\bar{x}}$, odnosno 289,25$\pm$23,62, vidi se da se donji interval nalazi znatno iznad prosječnog volumena po hektaru za istaživane odsjeke po osnovi gospodarenja, koji iznosi 226,28 m^3/ha.

Jedno takvo stanje šume otvara različte mogućnosti i daje širok prostor (u smislu »viška« drvne zalihe i temeljnice) pri izvođenju gospodarskih zahvata u cilju uređenja šume u izgospodareni i vredniji oblik.

Imajući na umu do sada izneseno u svezi s istraživanom državnom šumom panjačom, a u cilju njezina prevođenja u izgospodareni i viši uzgojni oblik, predlažu se ovi postupci i gospodarski zahvati:

– na cijeloj površini šume po odsjecima izabrati ravnomjerno raspoređena stabla iz sjemena i kvalitetna stabla iz panja koja dolaze pojedinačno ili u skupinama i prema kojima će biti usmjereni svi zahvati njege;

– tako izabrana stabla čine buduću regularnu sastojinu na kojoj će se akumulirati kvlitetan prirast do početka izvođenja oplodne sječe, kada će uroditi sjemenom i dati potomstvo generativnog porijekla;

– radi formiranja takve sastojine provoditi zahvate proreda postupno u više navrata vadeći nekvalitetna i prezrela stabla iz panja i sjemena, kao i sva nekvalitetna i suvišna tanka stabla prema kojima nisu usmjereni uzgojni zahvati u cilju formiranja sastojine koju želimo izgospodariti do kraja ophodnje;

– na kraju ophodnje imali bismo izgospodarenu sastojinu regularne strukture s ravnomjerno po površini raspoređenim kvalitetnijim stablima iz panja i velikim brojem stabala iz sjemena unutar svakoga pojedinog odsjeka;

– kada je sastojina urodila sjemenom, početi s oplodnom sječom tako da se cijela površina pojedinog odsjeka pomladi s biljkama generativnog porijekla;

– na površinama gdje je teren takav da postoji opasnost od erozije gospodariti tako da tlo neprestano bude zastrto šumskim drvećem, gdje bi se podržavala i uzgajala stabla iz sjemena, a postupno bi se uklanjala stabla iz panja.

– na dijelovima odsjeka gdje se nalaze veće homogene skupine mladih stabala (jednodobne strukture) koja ne mogu postići zrelost do kraja ophodnje »glavne sastojine« potrebno je njima gospodariti kao s posebnim jednodobnim sastojinama unutar pojedinog odsjeka, a koje će se u idućim ophodnim razdobljima izjednačiti s »glavnom sastojinom«.

Privatna šuma panjača – Private stump forest

Za istraživano područje privatne šume panjače ukupno je postavljeno i obrađeno 68 ploha u 5 odsjeka.

Udio bukve po drvnoj zalihi je manji nego kod državnih šuma panjača i iznosi 63%. U strukturi po broju stabala prikazane su samo frekvencijske krivulje broja bukovih stabala i ukupnog broja stabala.

Iz frekvencijskih krivulja broja stabala se vidi da je u ovoj šumi raznodobna struktura još izraženija nego u državnoj šumi panjači. Od raznodobne strukture odstupaju odsjeci 4c, gdje se unutar raznodobne strukture bukovih stabala »smjestila« jednodobna struktura ostalih vrsta drveća, 6a, gdje imamo jako asimetričnu zvonoliku distribuciju kojoj nedostaje lijevi krak. I za ovu šumu se može reći da ima vrlo velik broj stabala po hektaru u najnižim debljinskim razredima.

Da bi se jasnije predočila nekakva šuma nije dovoljna samo frekvencijska krivulja broja stabala, već je potreban opis i analiza prostornog rasporeda stabala. U tom smislu se može reći da je ova privatna šuma panjača izrazito heterogena. U istraživanoj šumi stabla se nalaze u skupinama podjednakih promjera u svim razvojnim stadijima, a osim stabala iz panja ima i velik broj stabala generativnog porijekla.

Na temelju izvršene jednostruke analize varijance izmjerenih promjera se vidi da su stabla raspoređena u homogene skupine u svim odsjecima kao i generalno za cijelu šumu.

Drvna zaliha po hektaru po odsjecima se kreće od 195,37 m^3/ha (6d) pa do 243,60 m^3/ha (6a) ili 239,24 m^3/ha za šumu u cijelosti. Vidi se da je drvna zaliha po hektaru niža nego što je u državnim šumama panjačama, ali se također ne može reći da se radi o degradiranoj šumi po drvnoj zalihi. U *Programu za gospodarenje* procijenjena je za ovu šumu panjaču srednja drvna zaliha po hektaru oko 110 m^3. Kada se taj podatak usporedi s podatkom dobivenim mjerenjem opisanom metodom rada, može se reći da je prilikom izrade *Programa za gospodarenje* privatnim šumama podcijenjena drvna zaliha. Narednim revizijama i dogradnjama *Programa za gospodarenje* vjerojatno će se dobiti podatak koji će izražavati stanje drvne zalihe koje je bliže stvarnomu.

Teško je govoriti o dobi ove šume s obzirom na raznodobnu strukturu. Međutim u *Programu za gospodarenje* srednja dob ove šume iznosi oko 50 godina. Za dob sastojine od 50 godina u Wiedemannovim prirasno – prihodnim tablicama za bukvu za umjerene prorede u III. bonitetnom razredu normalna drvna zaliha iznosi 116 m^3/ha, a normalna temeljnica je 22,6 m^2/ha.

Kada se promatra normala za prebornu šumu (konstruirana na temelju srednje visine dominantnih stabala istraživane privatne šume panjače), normalna drvna zaliha iznosi 175,76 m^3/ha, a normalna temeljnica je 18,29 m^2/ha.

Konkretna drvna zalha i temeljnica po hektaru su mnogo veće od navedenih normala.

Za svaku od 68 postavljenih ploha u ovoj šumi izračunata je struktura po hektaru (broj stabala, temeljnica i drvna zaliha). Prema veličini temeljnice po hektaru po plohama može se izdvojiti 6 kategorija:

temeljnica (m^2/ha)	postotni udio broja ploha (%)
ispod 15	9
15 – 20	19
20 – 25	26
25 – 30	24
30 – 35	15
preko 35	7

Samo 28% primjerne površine reprezentira temeljnicu ispod 20 m^2/ha, a 46% primjerne površine reprezentira temeljnicu koja je preko 25 m^2/ha i koja je iznad normalne temeljnice za ovu šumu.

Kao i kod državne šume panjače, na temelju iznesenoga se može reći da i u privatnoj šumi panjači postoji akumuliran »višak« drvne zalihe i temeljnice po hektaru.

Kad se promatra udio drvne zalihe, temeljnice i broja stabala po hektaru po debljinskim razredima tankog, srednje debelog i debelog drva, odstupanja od Colettovih normi za bukove preborne šume još su veća nego u državnoj šumi panjači u smislu njene prenagomilanosti u području tankih i srednje debelih stabala.

		N	%	G	%	V	%
Tanko drvo	(12,5 – 27,5)	642	87	17,09	63	131,81	55
Srednjedebelo drvo	(32,5 – 47,5)	93	12,7	9,72	35	102,35	43
Debelo drvo	(>47,5)	2	0,3	0,43	2	5,08	2
		737	100	27,26	100	239,24	100

Colettove norme za bukove preborne šume

	N(%)	G(%)	V(%)
Tanko drvo	67	34	31
Srednje debelo drvo	25	40	41
Debelo drvo	8	26	28

Uz pretpostavku da konstruirana normala za preborne šume vrijedi za ovu šumu, usporedbom frekvencijske krivulje normalnog niza stabala s konkretnim frekvencijskim krivuljama broja bukovih stabala i ukupnog broja stabala može se uočiti gdje je akumuliran taj »višak«.

Na slici 9. su uočljive dvije osnovne stvari:

– u području debljinskih klasa 12,5 – 32,5 cm frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala je po položaju znatno iznad frekvencijske krivulje normalnog niza stabala,

– nedostaje zadnja debljinska klasa.

Ako se cijela šuma promatra kao raznodobna šuma, zaključak je da je drvna zaliha prenagomilana u području tankih i tanjih stabala, odnosno može se reći da su skupine stabala jednodobne strukture u mlađim razvojnim stadijima preguste.

Godišnji tečajni prirast u ovoj privatnoj šumi panjači iznosi 6,15 m^3/ha i može se reći da je po količini za šumu panjaču dosta dobar prirast. Ako se razmišlja o kvaliteti tog prirasta, onda se ne može tvrditi da je to dobar prirast s obzirom na naprijed izneseno. Kao i kod državne šume panjače, i ovaj je prirast raspoređen na prevelik broj stabala, od kojega je velik dio suvišnih i nekvalitetnih stabala iz panja. Sigurno je da bi prirast po svojoj kvliteti i kvantiteti bio mnogo vredniji kada bi bio raspoređen samo na odabrana stabla budućnosti u jednom intenzivnijem gospodarenju šumom.

Preciznost s kojom je izmjeren volumen po hektaru u privatnoj šumi panjači je 4,50%, uz intenzitet izmjere od 4,2%, gdje je prilikom određivanja veličine uzorka plohica bila unprijed zadana preciznost od 10% od aritmetički srednje temeljnice unutar pojedinog odsjeka, izmjerene po Bitterlichovoj metodi.

Ako s 95% sigurnosti možemo tvrditi da se stvarni volumen po hektaru nalazi u intervalu od 223,59 $m^3/ha \pm 1,96*S_{\bar{x}}$, odnosno $223,59 \pm 19,74$, vidi se da se donji interval nalazi znatno iznad prosječnog volumena po hektaru za istraživane odsjeke po Programu za unapređenje šuma, koji iznosi 108,96 m^3/ha.

Kada imamo jedno takvo stanje u privatnoj šumi koje je rezultat dosadašnjega ekstenzivnog i nestručnog gospodarenje šumom i kada se razmišlja o njegovu saniranju, potrebno je imati na umu sve probleme koji su vezani uz ovaj oblik vlasništva i gopodarenja šumom.

Privatne šume su uglavnom nesuvisli kompleksi, okruženi drugim poljoprivrednim kulturama, rascjepkane i dislocirane. Ako i postoje veći kompleksi, jako su heterogene s obzirom na usitnjenost šumskih parcela i velik broj vlasnika koji različito gospodare svaki sa svojom parcelom. Ako uzmemo jedan odsjek površine 10 ha koji je izdvojen po sastojinskom kriteriju prilikom izrade programa za gospodarenje i ako je prosječna veličina parcele 0,2 ha, vidi se da u tom odsjeku ima oko 50 parcela s isto toliko ili nešto manje vlasnika. Sam taj podatak upućuje na vrlo veliku heterogenost izlučenih odsjeka (sastojina).

Zakonom o šumama 1983. preneseno je gospodarenje privatnim šumama na šumarije, izrađeni su programi za gospodarenje privatnim šumama. Samo provođenje programa nailazi na niz teškoća koje se najviše očituju u suprotnosti između stručnih kriterija (potreba za uvođenjem vremenskog i prostornog reda u gospodarenju privatnim šumama) s jedne strane i potreba, zahtjeva i prava velikog broja vlasnika koji ne žele mijenjati svoje navike, s druge strane. Nedostatak i neekipiranost stručnih kadrova, posebno na područjima gdje je udio privatnih šuma višestruko veći od državnih (Hrvatsko zagorje; 76,6% privatnih šuma i 23,4% državnih šuma po površini), problem je čije je rješenje pretpostavka početka provođenja programa za gospodarenje privatnim šumama. Radi uspostavljanja što uspješnije suradnje na relaciji struka – šumovlasnici i ostvarenja jedinstvenog gospodarenja unutar gospodarske jedinice, odjela ili odsjeka nužno je šumovlasnike organizirati u osnovne organizacije kooperanata, kako je navedeno u Zakonu, koje bi preko svojih predstavnika ostvarivale dužnosti, prava i obveze. Prema Križancu (1987.) osnovnu organizaciju kooperanata činili bi šumovlasnici jedne ili nekoliko općina ili šumovlasnici jedne ili više katastarskih općina, ovisno o broju šumovlasnika.

Pretpostavka jedinstvenoga gospodarenja unutar pojedinog odsjeka ili cijele privatne šume jest rješenje svih navedenih problema.

Klepac (1983.) ističe da načela uređivanja visoke regularne šume ne dolaze u obzir u privatnim šumama jer se radi o malom šumskom posjedu listopadnih šuma u kojima je gotovo nemoguće imati sve dobne razrede. U privatnim šumama je potrebno primijeniti druge gospodarske oblike, od kojih je i šuma preborno grupimične strukture.

Obavljenim istraživanjima u privatnoj šumi panjači ta je postavka i potvrđena, gdje je utvrđen raspored stabala u skupinama, ali s drvnom zalihom i temeljnicom koja je znatno iznad normalne.

Imajući na umu dosada izneseno o privatnoj šumi panjači, predlaže se gospodarenje skupinama stabala u visokom uzgojno obliku unutar svakoga pojedinog izdvojenog odsjeka.

Iz iznesenih rezultata se vidi da postoje formirane skupine stabala podjednakih dimenzija unutar pojedinog odsjeka, međutim one su preguste i sastavljene od velikog broja stabala iz panja. Pod pretpostavkom jedinstvenoga i stručnoga gospodarenja, koje treba uz sve napore i što prije uvesti u privatne šume, potrebno je sve uzgojne radove unutar svake pojedine skupine stabala usmjeriti ka postupnom uklanjanju stabala iz panja, a podržavati sva stabla iz sjemena, kao i kvlitetna stabla iz panja u slučajevima gdje je nedovoljan broj stabala iz sjemena. Takvim postupcima će se svaka skupina izgospodariti u malu sastojinu kvlitetnih po dobi i kvaliteti homogenih stabala, koja će na kraju ophodnje uroditi sjemenom i dati kvlitetno potomstvo generativnog porijekla.

U većini slučajeva svaka skupina stabala (sastojinica) poklapa se s parcelom pojedinog šumovlasnika unutar određenoga izdvojenog odsjeka. Kada šumovlasnik uvidi sve prednosti stručnijeg gospodarenja šumom, sve će više nestajati suprotnosti između želja, zahtjeva i potreba šumovlasnika s jedne strane i šumarske struke s druge strane.

Imajući na umu dobivene rezultate istraživanja u privatnoj šumi i činjenicu da je šumsko tlo vrlo kvalitetno u privatnim šumama, može se reći da su privatne šume skriveni i dosada slabo istraženi potencijal za koji treba postojati opći interes da se što prije privedu svom punom kapacitetu.

ZAKLJUČCI – CONCLUSIONS

Na temelju obavljenog istraživanja na konkretnim šumama panjačama bukve u državnom i privatnom vlasništvu u Hrvatskom zagorju, dobivenih rezultata i diskusije o dobivenim rezultatima može se izvući nekoliko zaključaka koji su vezani za problematiku uređivanja šuma panjača na istraživanom području Hrvatskoga zagorja ili općenito.

1. Na istraživanom području Hrvatskog zagorja nalazi se 48330 ha (76,6%) privatnih šuma i 14733 ha (23,4%) državnih šuma. U privatnim šumama nalazi se 25% panjača, a u državnim šumama udio panjača je nešto povoljniji i iznosi 14%. Radi se o ukupno 14158 ha šuma panjača s drvnom zalihom od 1 462 899 m^3. Može se reći da je to velik, slabo istražen i nedovoljno iskorišten potencijal.
2. Drvna zaliha po hektaru u privatnoj šumi panjači, iskazana u Programu za gospodarenje privatnim šumama (Sekcija za uređivanje šuma Varaždin 1986), u prosjeku je dvostruko niža od drvne zalihe po hekataru koja je dobivena na temelju mjerenja prilikom istraživanja u privatnoj šumi panjači. Taj podatak nameće pitanje nije li stvarna drvna zaliha općenito u privatnim šumama mnogo veća od drvne zalihe prikazane u programima za gospodarenje privatnim šumama.
3. Frekvencijske krivulje broja stabala (po hektaru) upućuju na to da istraživana državna i privatna šuma panjača imaju raznodobnu strukturu koja je kod privatne šume panjače izraženija. Kad se promatraju odsjeci unutar šume, ta je struktura manje izražena ili u pjedinim odsjecima postoje prijelazni oblici i kombinacije između jednodobne i raznodobne strukture.
4. U šumama koje pokazuju raznodobnu i prebornu strukturu, stabla su raspoređena u homogene (po vrsti drveća, kvliteti stabala i debljinskim razredima) skupine stabala (male sastojine), što je potvrđeno jednostrukom analizom varijance izmjerenih promjera.

5. Drvna zaliha i temeljnica po hektaru je veća u državnoj šumi panjači nego u privatnoj šumi panjači. Treba napomenuti da su stabla kvalitetnija i da je veći udio stabala iz sjemena u državnoj šumi.
6. Obje istaživane šume panjače su po drvnoj zalihi i temeljnici po hektaru znatno iznad normala po C o l e t t u i W i e d e m a n n u. Iz toga se može zaključiti da je došlo do akumuliranja i prenagomilavanja drvne zalihe u obje istraživane šume.
7. Prema rasporedu stabala iz frekvencijskih krivulja i normalnog niza stabala te C o l e t t o v i h normala za bukove preborne šume vidljivo je da je »višak« drvne zalihe i temeljnice raspoređen na tanka i srednje debela stabla. Može se reći da su skupine tankih i srednje debelih stabala dosta zastupljene i da su preguste.
8. Godišnji tečajni prirast koji u obje istraživane šume panjače iznosi preko 6 m^3/ha (državne šume panjače – 6,30 m^3/ha; privatne šume panjače – 6,15 m^3/ha) po svojoj količini zadovoljava. Međutim, može se reći da je kvaliteta toga prirasta niska s obzirom na to da je on raspoređen na velik broj stabala iz panja, nekvalitetnih stabala iz sjemena te na prevelik broj tankih stabala.
9. Višak drvne zalihe akumuliran na stablima u mlađim razvojnim stadijima upućuje na to da su u obje istraživane šume panjače izostali bilo kakvi uzgojni radovi njege koji bi bili usmjereni ka formiranju sastojine s odabranim i kvalitetnim stablima. U državnoj šumi panjači to se može objasniti time da je ta šuma stvarno bila degradirana po drvnoj zalihi, ali za dugi niz godina, kako se u nju nije ulazilo sa sječom, akumulirana je drvna masa. U privatnoj šumi panjači takvo stanje je objašnjivo samim načinom gospodarenja, koje je nestručno i ekstenzivno i koje se zasniva na prebiranju pjedinih stabala ili čistoj sječi na manjim površinama.
10. Unutar državne šume Ravna gora – I *uređajni razred bukve iz panja* dio je šume kojm se gospodari u visokom regularnom uzgojnom obliku, pa je u svezi s tim donesen zaključak da se istraživana panjača bukve izgospodari u visoki regularni uzgojni oblik na način kako je navedeno u raspravi, kako bi ona postala homogeni dio visoke regularne šume.
11. Zbog problematike i specifičnosti gospodarenja privatnom šumom gospodarenje skupinama stabala u visokom uzgojnom obliku je najprimjereniji oblik gospodarenja u privatnoj šumi. S tim u svezi je i predloženo da se istraživana privatna panjača bukve izgospodari u visoki uzgojni oblik, gdje bi se gospodarilo skupinama stabala kako je navedeno u raspravi.
12. Prilikom inventarizacije drvne mase na primjernim površinama pri izradi osnova gospodarenja procijenjeni parametar populacije (volumen unutar odsjeka) trebao bi biti opisan s određenom vjerojatnošću i pripadajućim opsegom (intervalom unutar kojeg se nalazi stvarni volumen populacije), dakle potrebno je odrediti varijabilnost izmjerenih parametara na jedinicama uzorka primjernih površina. Zato se predlaže izmjera na krugovima i plohicama, a ne na primjernim prugama, kako bi se primjerna površina sastojala od dovoljno velikog broja jedinica uzorka radi određivanja varijabilnosti mjerenih parametara.

Općenito se može reći da su privatne šume, a posebno šume panjače skriveni i slabo istraženi potencijal na koji treba usmjeriti opći interes da se on privede svom punom kapacitetu. Ovaj je rad bio samo mali pokušaj u nastojanju da se upoznaju skriveni šumski potencijali koje treba aktivirati i usmjeriti prema povećanoj produkciji općekorisnih funkcija šume i drvne tvari uz angažiranje šumarske struke.

U uređivanju šuma niskoga uzgojnog oblika bilo da su državne ili privatne prijeko je potrebno posvetiti više pažnje pri ocjeni stvarnog stanja tih šuma i propisima njihova tretmana.

LITERATURA - REFERENCES

Bertović, S., 1975; Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj. Acta biologica VII/2:89–215.

Benko M., 1988: Neki aspekti uređivanja privatnih šuma Varaždinsko-međimurskom šumskogospodarskom području, rkp.

Burlica, Č., & V. Stefanović, 1986: Neki ekološki problemi rekonstrucije degradiranih šuma. Naučni skup o rekonstrukciji degradiranih šuma, Sarajevo.

Cestar, D., 1968: Prilog definiciji sastojinskih oblika panjača, panjača sa stablima iz sjemena i šibljaka. Šumarski list, 7/8.

Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović & Z. Pelcer, 1982: Ekološko gospodarski tipovi šuma gorja Hrvatskog Zagorja. Radovi 48, Šumarski institut, Jastrebarsko.

Eškerica, V., 1986: Razmatranje otvaranja izdanačkih degradiranih šuma. Naučni skup Rekonstr. degradir. šuma, Sarajevo.

Fukarek, P., 1947: Melioracija šikara, šibljaka i zakržljalih ostataka šuma, I. Narodni šumar, 4: 102–105.

Gešvind, A., 1950: Tehnika resurekcionih sječa u zakržljalim ostacima lišćarskih šuma na kršu, IV. Narodni šumar 121–140.

Glavač, V., 1962: Prilog definiciji niske šume i tumačenje njenog postanka u našoj zemlji. Šumarski list 11/12, Zagreb.

Gračanin, M., 1942: Tipovi tala Hrvatskoga Zagorja. Polj. znan. sm. 6: 71–122.

Helles, F., 1981: Methods of identifyng and assenssing problems associated with small private forests, XVII IUFRO World Congress, 4 division; 41–50, Kyoto, Japan.

Hufnagl, Veseli & Miletić, 1926: Praktično uređivanje šuma. Zagreb.

Klepac, D., 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina. Zagreb.

Klepac, D., 1965: Uređivanje šuma. Zagreb.

Klepac, D., 1983: Prilog uređivanju privatnih listopadnih šuma bukve i hrasta kitnjaka (Preborno grupimično gospodarenje u šumama bukve i hrasta kitnjaka). Šumarski list, 3/4: 217–224.

Križanec, R., 1987: Uređivanje privatnih šuma u SR Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse, posebno izd. 3: 95 – 120, Zagreb.

Krstinić, A., 1986: Genetski aspekti rekonstrukcije degradiranih izdanačkih šuma. Naučni skup Rekonstr. degradiranih šuma, Sarajevo.

Levaković, A., 1918: O prirastu i postotku prirasta. Šumarski list 1/2: 279–348.

Lončar, I., 1960: Uzroci degradacije sastojina. Šumarski list 9/10, Zagreb.

Matić, S., 1987: Gospodarski zahvati u panjačama kao mjera povećanja produktivnosti i stabilnosti šuma. Šumarski list 3/4: 143–148.

Meštrović, Š.: 1978: Pravilnik o izradi Šumskoprivred. osnova, Osnova gospodarenja i Programa za unapređenje šuma u svjetlu šumarske znanosti. Šumarski list 8/10, Zagreb.

Mlinšek, D., 1986: Naučni skup Rekonstrukcija degrdiranih šuma, Sarajevo.

Nikolovski, T., 1963: Panjača (izdanačka šuma, niska šuma). Šumarska enciklopedija, II dio, Zagreb.

Omanović, S., 1947: Obnova šikara putem resurekcije, Narodni šumar: 115–117.

Pataki, Lj., 1951: Melioracija šikara – ključni problem šumarstva. Narodni šumar: 340–343.

Pavlič, J., 1986: Proizvodne i strukturne karakteristike izdanačkih šuma u BiH. Naučni skup Rekonstrukcija degradiranih šuma, Sarajevo.

Petračić, A., 1931: Uzgajanje šuma, II dio, Zagreb.

Pranjić, A., 1977: Dendrometrija. Zagreb.

Pranjić, A., 1986: Šumarska biometrika. Zagreb.

Pranjić, A., 1987: Pouzdanost rezultata izmjere šuma. Glas. šum. pokuse, posebno izd. 3: 161–176.

Šefer, J., 1962: Problem proizvodnosti panjače u eumedit. zoni Hrvatskog primorja. Šumarski list 3/4, Zagreb.

Šafer, J., 1963: Srednja šuma. Šumarska enciklopedija, II dio, Zagreb.

Špiranec, M., 1975: Drvno gromadne tablice. Poslovno udruženje šumskoprivrednih organizacija, Zagreb, pp 262.

Ziani, P., 1964: Uslovi rentabiliteta rekonstrukcije degradiranih, malovrijednih i slaboproizvodnih šuma na području SR Hrvatske. Šumrski list 5/6, Zagreb.

Čavlović, J.: Uređivanje šuma niskog uzgojnog oblika (panjača) na području Hrvatskog Zagorja.
Glas. šum. pokuse 30:143–192, Zagreb, 1994

JURO ČAVLOVIĆ

Original scientific paper

STUMP FOREST SILVICULTURE IN HRVATSKO ZAGORJE

Summary

With the disturbed forest ecosystems on the one hand and the increasing need for wood and other forest use on the other, the present and insufficiently exploited forest potentials should be explored. This primarily refers to the forest soils with various degraded forms of vegetation.

The research was carried out in the coppices (stump forests) in the Hrvatsko zagorje region totaling 63,063 ha, of which 76.6% are privately owned and 23.4% by the state. Twenty five percent of the private forests are coppices, while state forests have only 14%. The total area of coppice wood is 14,158 ha with a wood stock of 1,462,899 m^3.

The research and the survey were done in two management units of the mountain massif of Ravna gora in both state and private forests. Since the beech coppices prevail, sections within the management class of beech-fromstump were selected and measurements with descriptions carried out.

To make a survey in each selected section, adequate area was taken containing a plot pattern of 400 or 625 m^2. This was preceded by preliminary determined variability of the tree population by measuring the basal area after Bitterlich's method. According to the determined plot pattern size, which depends on the variability of tree population and section area, a network of systematically laid units of plot pattern was constructed. The setting out with poles of the plots was done from the centre by semi-diagonals. Diameters above 10 cm, beech tree heights and increment with stand description were measured.

The data of the survey were used to obtain the frequency curves of the tree number; these reveal the selected structure where the trees are distributed in homogeneous groups. The determined wood stock in the state-owned coppices was 289.25 m^3/ha and 223.59 m^3/ha in private ones. The comparison of the frequency curves of tree numbers and wood stock with corresponding norms reveals the surplus of the wood stock piles in the trees of lower diameter classes (thin wood), indicating that there is a lack of silvicultural care and selection in these forest. The current annual increment, which has for both forest types been determined as 6 m^3/ha, is good in terms of quantity but the quality of the increment is bad, considering that there is a great number of lowquality stump-grown trees.

Considering the results of the research and the specific issues in the management of both state and private forests, methods of management and transformation of these coppices into higher silvicultural forms have been suggested.

The evenly distributed good-quality seed-grown trees should be selected in the sections of state-owned forests and use them for adjusting all silvicultural measures; at the end of the rotation they would bear seed and regeneration felling would then result in young plants of generative origin.

Due to the specific management problems in private forests, the suggested method implies tree groups of high silvicultural forms within every section, where the stump trees would gradually, over a relatively long time period, be replaced by trees from seed, unique and expert management in private forests being a major condition.

Prpić, B., Seletković, Z., Žnidarić, G.: Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nizinskoj šumi Turopoljski lug. Glas. šum. pokuse 30:193–222, Zagreb, 1994

UDK 630*11*630*42:630*416.16]:582.632.2 Izvorni znanstveni članak

BRANIMIR PRPIĆ, ZVONIMIR SELETKOVIĆ, GORDANA ŽNIDARIĆ

EKOLOŠKI I BIOLOŠKI UZROCI PROPADANJA STABALA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) U NIZINSKOJ ŠUMI »TUROPOLJSKI LUG«

ÖKOLOGISHE UND BIOLOGISCHE URSACHEN FÜR DAS ABSTERBEN VON STIELEICHE (*Quercus robur* L.) IM AUENWALD TUROPOLJSKI LUG

Prispjelo: 22. 09. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

U šumi Turopoljski lug u nizini rijeke Save pokraj Zagreba došlo je do značajnoga sušenja hrasta lužnjaka. U desetljeću 1981–1990. osušilo se preko 100.000 m^3 lužnjakovih stabala. Prema stupnju oštećenosti u narednim godinama se očekuje sušenje oko 50% stabala hrasta lužnjaka.

Do propadanja stabala hrasta lužnjaka je došlo zbog pada razina podzemnih voda, kiselih kiša, pojave klimatskih ekscesa, poremetnje površinskoga otjecanja vode izgradnjom cesta i nasipa, uzgojnih mjera koje su težile stvaranju čistih hrastovih sastojina, fiziološkog slabljenja stabala i pojave bolesti i štetnika.

Predlaže se obnova šume unošenjem vrsta drveća koje pripadaju stojbini s time da sudjelovanje hrasta lužnjaka ne prelazi 60%.

Ključne riječi: sušenje hrasta lužnjaka, klimatski ekscesi, kisele kiše, promjena vodnih odnosa, obnova autohtonim vrstama drveća u biogrupama

UVOD – VORWORT

Nizinska šuma Turopoljski lug nalazi se u Odranskom polju, a zbog svoje ekološke i gospodarske vrijednosti te povijesnoga značenja povezanoga uz grad Zagreb i Turopolje zavređuje osobitu pozornost. U posljednje vrijeme u ovoj se šumi uvelike suši hrast lužnjak (*Quercus robur* L.). U pojedinim dijelovima šume propadaju čitave sastojine tako da pojava poprima značenje ekološke katastrofe. Ti su razlozi potaknuli znanost i šumarsku operativu da se podrobnije istraže uzroci ove pojave. S time u svezi zagrebački šumari su dogovorili sa Šumarskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu da se pitanje propadanja hrasta lužnjaka istraži u združenome radu više znanstvenih disciplina (ekologija šuma, uzgajanje šuma, šumarska fitocenologija, dendrokronologija, uređivanje šuma). Istovremeno je dogovoreno da Šumar-

ski istitut u Jastrebarskom obradi hidropedološki dio. Ekološka komponenta istraživana je do kraje vegetacijskog razdoblja 1991, a rezultate do kojih smo došli objavljujemo.

Izbor lokaliteta pokusnih ploha je obavljen zajednički uz nazočnost svih istraživača. Unaprijed je dogovoreno da se pokusne plohe izaberu u sastojinama različitih jakosti sušenja i različitih stojbina. Poslije podrobnog obilaska sastojina gospodarske jedinice »Turopoljski lug«, uz nazočnost upravitelja Šumarije Velika Gorica inž. Marijana Baruleka i prethodni dogovor na terenu sa šefom Odjela za uređivanje šuma inž. Anton Tustonjićem, ekipa istraživača se odlučila za 16 pokusnih površina, od kojih 8 ima trajno značenje.

Početak propadanja hrasta lužnjaka zabilježen je u Turopoljskom lugu 1983, što koincidira s istom pojavom u susjednoj nizinskoj šumi Kalje, na koju se ona naslanja u svome istočnom dijelu.

Sušenje hrasta u šumi Kalje ne može se poistovjetiti s onim u Turopoljskom lugu. Iako se zbiva u istome vremenskom razdoblju kao u šumi Kalje, uzroci su mu toliko drukčiji koliko su različite stojbine u te dvije šume. Mikroreljef Turopoljskog luga je izraženiji od onoga u šumi Kalje, a značajne su razlike u hidrološkim prilikama, premda se obje šume nalaze u Odranskom polju.

U Turopoljskom lugu osušilo se od 1982. do danas oko 100 000 m^3 stabala hrasta lužnjaka, što zajedno s osušenim hrastovim stablima u šumi Kalje iznosi oko 400 000 m^3 u posljednih 10 godina. To su najznačajnija lokalna sušenja u europskom arealu lužnjakovih šuma.

Radi daljeg praćenja propadanja, obnove i stabilnosti nizinske šume Turopoljski lug osnovali smo 8 trajnih pokusnih površina u kojima će se dalje istraživati.

Koristimo se prilikom da zahvalimo kolegama iz J. P. »Hrvatske šume«, diplomiranim inženjerima Mati Mihaniću, ravnatelju Uprave šuma Zagreb, Marijanu Baruleku, upravitelju Šumarije Velika Gorica, Anti Tustonjiću i Juri Paveliću iz zagrebačke Sekcije za uređivanje šuma, Maksimilijanu Udovču, revirniku istraživačkog područja te Dunji Marušić i Marku Mrazeku koji su svoje diplomske radove izradili u okviru ove problematike.

KLIMA – KLIMA

Kao i najveći dio zapadne Hrvatske, ovo područje pripada prema Köppenovoj podjeli u »toploumjerenu kišnu klimu«, a prema klimatskoj formuli toga autora u klimatski tip Cfwbx«.

Za šumsku vegetaciju je značajno da je raspored oborina ravnomjeran tijekom godine te da ih tijekom vegetacijskog razboblja (travanj-rujan) padne preko 50%. Zima je oborinama najsiromašnija.

Smatrali smo da je za prosudbu klime ovoga područja te njezina kolebanja mjerodavna meteorološka stanica na uzletištu Pleso pa donosimo njezine podatke. U prilogu dajemo tablice srednjih mjesečnih temperatura zraka, srednjih i apsolutnih, minimalnih i maksimalnih temperatura zraka i mjesečne količine oborina za razdoblje 1971–1989.

Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 10,2°C, najhladniji mjesec je siječanj (– 0,6 °C), najtopliji srpanj (20,5 °C), temperatura zraka vegetacijskog razdoblja iznosi 16,7 °C.

SREDNJE MJESEČNE TEMPERATURE ZRAKA (°C)
za razdoblje 1971–1989 godine
Mittlere monatliche Lufttemperaturen (°C)
für die Zeit 1971–1989

Tablica 1

godina	mjesec											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1971	-1.5	2.9	2.7	11.3	16.5	18.1	20.6	20.6	13.1	8.7	4.3	0.0
1972	-1.4	3.7	7.5	10.7	14.4	19.0	20.6	18.9	13.0	9.1	4.8	1.1
1973	-0.9	1.8	5.2	8.4	16.4	19.1	20.2	19.7	16.0	8.6	2.4	0.4
1974	1.1	6.1	7.7	9.7	14.2	17.3	20.2	21.1	16.1	7.0	6.1	2.7
1975	3.8	1.6	7.0	10.6	16.8	17.7	20.8	19.5	18.1	9.7	4.2	0.9
1976	0.4	0.5	1.7	10.6	15.4	18.3	21.1	16.8	14.5	10.4	7.0	0.5
1977	1.9	5.0	9.0	9.2	15.4	19.5	20.1	19.5	13.6	11.2	6.2	-0.4
1978	0.1	0.6	7.1	9.4	13.4	18.1	18.9	18.0	14.8	9.7	1.6	0.3
1979	-2.3	2.4	8.0	9.8	16.3	21.0	19.1	18.5	15.7	9.3	5.8	3.7
1980	-2.0	2.6	5.7	8.2	12.6	18.0	19.3	19.6	15.3	10.2	3.5	-1.7
1981	-2.9	-0.3	8.5	10.7	15.2	19.0	20.2	19.6	16.4	12.3	4.3	0.4
1982	-2.1	-0.9	5.2	8.2	15.9	20.1	21.3	19.6	18.3	11.4	5.5	4.2
1983	2.2	-1.4	6.7	13.0	17.0	18.8	22.7	20.4	15.9	10.3	2.4	0.3
1984	-0.7	-0.2	5.1	10.0	13.9	17.6	18.8	18.7	15.9	11.8	5.5	1.0
1985	-6.0	-4.4	4.9	10.6	16.6	17.0	21.0	20.3	16.1	9.7	3.2	4.4
1986	0.5	-3.5	2.9	11.4	18.2	17.8	19.7	20.8	15.2	9.6	5.3	-0.5
1987	-3.6	1.0	1.6	11.3	14.1	18.9	22.1	18.9	8.9	11.7	4.8	1.1
1988	3.7	3.8	5.7	10.2	15.9	18.3	22.4	20.6	16.0	10.1	0.7	0.5
1989	-1.1	3.9	9.3	11.9	14.8	17.2	21.2	20.2	15.7	10.1	*	*
$\bar{x}$												
				16,7								

MJESEČNE KOLIČINE OBORINA (mm)
za razdoblje 1971–1989 godine
Monatliche Niederschläge (mm)
für die Zeit 1971–1989)

Tablica 2

godina	mjesec											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1971	44	23	70	59	60	95	52	137	52	14	73	21
1972	53	54	38	153	122	36	193	112	80	24	138	19
1973	44	66	10	97	26	60	86	68	87	23	57	63
1974	54	41	38	40	185	135	65	117	117	245	69	34
1975	19	14	49	44	84	80	113	119	38	103	51	62
1976	27	25	50	96	53	92	88	83	107	96	100	130
1977	81	89	76	103	34	73	88	53	89	52	154	68
1978	53	44	74	78	119	60	95	73	82	74	25	68
1979	102	86	82	34	17	131	128	85	52	65	112	107
1980	40	26	59	91	88	127	78	55	102	190	163	91
1981	38	72	86	18	136	144	39	68	105	60	67	167
1982	21	7	75	63	44	93	73	104	61	125	49	163
1983	39	112	99	15	53	89	39	71	66	94	24	37
1984	179	54	50	68	120	64	103	21	149	74	72	27
1985	49	42	105	82	86	178	38	69	35	5	143	64
1986	78	100	76	72	72	162	111	76	33	119	14	42
1987	89	82	41	56	97	82	53	70	86	67	154	41
1988	54	99	103	44	56	75	42	95	113	94	33	39
1989	5	36	52	61	157	127	123	252	77	23	*	*
$\bar{x}$												
				508								

SREDNJI MINIMUMI, MAKSIMUMI I KOLEBANJE TEMPERATURE ZRAKA
za razdoblje 1971–1989 god.

Tablica 3

godina	srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca	apsolutni minimum temperature zraka	srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca	apsolutni maksimum temperature zraka	srednje kolebanje temperature zraka
1971	- 5.2	- 21.0	27.5	31.8	22.1
1972	- 3.2	- 10.3	26.0	33.6	22.0
1973	- 4.1	- 17.9	26.7	33.7	21.1
1974	- 1.1	- 6.2	27.7	33.7	20.0
1975	- 2.8	- 9.4	26.4	32.1	19.9
1976	- 4.7	- 17.8	27.0	33.6	20.7
1977	- 3.0	- 13.2	26.0	33.3	20.5
1978	- 3.6	- 21.9	24.8	32.1	18.8
1979	- 6.3	- 5.4	26.8	32.4	23.3
1980	- 5.9	- 17.4	25.8	32.6	21.6
1981	- 8.0	- 14.1	26.1	33.0	23.1
1982	- 4.9	- 10.7	26.8	31.3	23.4
1983	- 6.5	- 16.8	29.7	36.1	24.1
1984	- 3.9	- 15.6	25.1	34.0	19.5
1985	- 10.4	- 22.4	27.4	33.5	27.0
1986	- 6.5	- 21.3	27.4	32.8	24.3
1987	- 7.5	- 21.1	28.8	33.9	25.7
1988	- 3.4	- 15.8	29.1	35.0	21.9
1989	*	- 13.0	26.7	32.0	22.3

VRIJEDNOSTI VEGETACIJSKOG I ELLENBERGOVOG KVOCIJENTA
za razdoblje 1971–1989 god.
DER VEGETATIONS UND ELLENBERGQUOTIENT
FÜR DIE ZEIT 1971–1898

Tablica 4

godina	sred.god.temp. zraka (°C)	god. količina oborina (mm)	sred.srpanjske temper. (°C)	oborine u veget. per. IV–IX (mm)	vegetac. kvocijent	Elenbergov kvocijent
1971	9.8	700	20.6	455	45.27	29,43
1972	10.1	1022	20.6	696	29.60	20.16
1973	9.8	687	20.2	424	47.64	29.40
1974	10.8	1140	20.2	659	30.65	17.72
1975	10.9	776	20.8	478	43.51	26.80
1976	9.8	947	21.1	519	40.66	22.28
1977	10.8	960	20.1	440	45.68	20.94
1978	9.3	845	18.9	507	37.28	22.37
1979	10.6	1001	19.1	447	42.73	19.08
1980	9.3	1110	19.3	541	35.67	17.39
1981	10.3	1000	20.2	510	39.61	20.20
1982	10.6	878	21.3	438	48.63	24.26
1983	10.7	738	22.7	333	68.17	39.76
1984	9.8	818	18.8	525	35.81	22.98
1985	9.5	746	21.0	488	43.03	28.15
1986	9.8	955	19.7	526	37.45	20.63
1987	10.1	918	22.1	444	49.77	24.07
1988	10.7	847	22.4	425	52.70	26.45
1989	*	*	21.2	797	26.60	*
$\bar{x}$	10.2	894	20.5	508	42.13	23.51

POJAVA VRUĆIH I HLADNIH GODINA TE NADKRITIČNOG VEGETACIJSKOG KVOCIJENTA U ODRANSKOM POLJU

Tablica 5

GODINA	GODINE S RAZDOBLJEM VRUĆIM	HLADNIM	GODINA VEGET. KVOCIJENTA IZNAD PROSJEKA	n KOINCIDENCIJE
1971	+	-	+	2
1972	-	-	-	
1973	-	-	+	1
1974	+	-	-	1
1975	-	-	-	
1976	+	-	-	1
1977	-	-	+	1
1978	-	-	-	
1979	+	+	-	2
1980	+	+	-	2
1981	+	+	-	2
1982	-	-	+	1
1983	+	+	+	3
1984	-	-	-	
1985	+	+	+	3
1986	+	+	-	2
1987	+	+	+	3
1988	-	-	+	1

Prosječna godišnja količina oborina je 893 mm, a prosječna relativna vlaga iznosi 78,6%, Langov kišni faktor iznosi 87,5, što je obilježje humidne klime.

Držimo da je uz srednji minimum i maksimum za ocjenu klime značajno izračunati Ellenbergov i vegetacijski kvocijent. U prilogu dajemo tablicu tih podataka za promatrani godišnji niz. Ako raščlanimo one meteorološke podatke koji upućuju na eventualne klimatske ekscese, dolazimo do obavijesti o vrućim i hladnim godinama te do podataka za promatrani godišnji niz. Ako raščlanimo one meteorološke podatke koji upućuju na eventualne klimatske ekscese, dolazimo do obavijesti o vrućim i hladnim godinama te do podataka o onim godinama kad su vegetacijski i Ellenbergov kvocijent bili iznad prosječnih vrijednosti.

Ovo raščlanjenje koje dobivamo izračunavanjem srednjih vrijednosti godišnjeg niza 1971–1989. za srednju minimalnu i maksimalnu temperaturu zraka te za vegetacijski i Ellenbergov kvocijent pokazuje da su vruće godine bile 1971, 1974, 1976, 1985, 1985, 1986, 1987. i 1988, a da su hladne godine bile 1979, 1980, 1981, 1983, 1985, 1986. i 1987. (vidi tablice od 1–4).

Vegetacijski kvocijent bio je iznad prosjeka, što upozorava na vruće, a istovremeno i na suho vegetacijsko razdoblje, tijekom 1971, 1973, 1977, 1982, 1983, 1985, 1987. i 1988. godine.

Jako stresna stanja sa stajališta klimatskih ekscesa nastupila su u slučaju koincidencije svih triju spomenutih ekstrema: vruće godine, hladne godine (zimske studeni) i vegetacijskog kvocijenta iznad prosjeka, u godinama 1983, 1985. i 1987. (vidi tablicu 5).

Pojava stresnih stanja zbog istovremenih ljetnih vrućina i zimskih hladnoća slijede gotovo u neprekidnom nizu od 1979. do 1987, s iznimkom 1982. i 1984, dok vruće godine i vegetacijski kvocijent koincidiraju 1971. i 1988. (vidi priloženu tablicu).

GEOLOŠKO – LITOLOŠKE I PEDOLOŠKE ZNAČAJKE
GEOLOGISCH – LITHOLOGISCHE UND PADOLOGISCHE EIGENSCHALFTEN

Na području gornje Posavine, kojemu pripada i Odransko polje, najzastupljeniji su sedimenti kvartara. Kvartar je zastupljen različitim sedimentima pleistocenske i holocenske starosti. Kovačević i dr. (1972) navode da pleistocenska terasa obuhvaća zaravni 10–20 m iznad savske doline oko Buševca, Poljane i Žažine, naselja koja se nalaze neposredno uz odranske nizinske šume. To je područje gotovo ravnog reljefa, pa su tla prekomjerno vlažena površinskom vodom, bočno kretanje te vode praktično izostaje. Autori upozoravaju da su šljunkovite naslage od slovenske granice do linije Mraclin-Rugvica-Zagreb također pleistocenske starosti.

Pleistocenski sedimenti u dolini Save i njezinih pritoka imaju više litoloških članova potpuno različitih svojstava: šljunak, pijesak, ilovače, odnosno prapor i glinu. Ti su sedimenti odlagani preko jezerskih sedimenata, tercijarne starosti.

Nanosi pijeska i šljunka u zapadnom dijelu gornje Posavine vrlo su duboki, ponegdje od 10 do 14 m, a pokriveni su slojem od 0,3 m do 1,5 m pleistocenskih ilovača. Nizvodno od tih naselja rijeka Sava ima manju brzinu koja je nedovoljna za transport šljunkovitog materijala fluvijativnim putem.

* Podaci o geološkoj podlozi i tlu uzeti iz studije: Kovačević, P., Kalinić, M., Pavlić, V., i Bogunović, M.: Tla gornje Posavine, Zagreb 1972.

Pjeskovito-šljunkoviti zapadni dio gornje Posavine do granične linije Mraclin-Rugvica-Zagreb, na kojoj počinje zaravnjena terasa, prelazi nizvodno u kotlinu bazenskog oblika. U gornjim dijelovima toga bazena pretežito su sedimentirane gline (dijelovi šume Kalje), dok su na većoj dubini odloženi muljeviti pijesci i gline. Uz riječno korito rijeke Save formirana je uzdignuta aluvijalna greda 3–4 m viša od najnižih dijelova u središnjem inudacijskom dijelu presjeka doline (Kovačević i dr. 1972). Greda je građena od beskarbonatnih pleistocenskih ilovača i izluženog prapora. Autori nadalje navode da je Sava u protekle dvije tisuće godina, utjecajem okolnih bujičnih voda, odložila čvrste čestice tla koje su povisile holocensku terasu za 1–2 m. Zbog toga akumulacijska snaga pritoka Save opada pa one formiraju tok usporedo s koritom Save. Takav tok imaju Odra, Črnec i Lonja.

GLEJNA, EPIGLEJNA, MINERALNA, NEKARBONATNA TLA

Ova tla razvijala su se u uvjetima čestih, ali umjerenih poplava, na perifernom rubu relativno povišenih pozicija za oko 50 do 100 cm viših u odnosu na najjače vlažene – najniže topografske pozicije.

Ako promatramo rasprostranjenost glejnih tala kao najniže površine poplavnih zona doline Save, u prosjeku se u tim tlima nalazi najveći sadržaj čestica gline, kao i duboke naslage gline. Zahvaljujući opisanim uvjetima sedimentacije, sadržaj gline nešto je manji, a naslage su osrednje duboke do duboke u odnosu na niže topografske pozicije.

Prema endomorfologiji, odnosno slijedu, debljini i izraženosti horizonata tala, možemo zaključiti da na procese prekomjernog vlaženja dominantan utjecaj ima gornja, oborinska i poplavna voda, ali postoji i stanovit utjecaj podzemne vode, napose ako su glinoviti, teksturno teži sedimenti manje dubine ili se u njima javljaju proslojci lakše teksture koji funkcioniraju kao vodonosni slojevi podzemne vode.

Fizikalne značajke ovih tala su nepovoljne. Tekstura gornjih, težih horizonata kreće se od glinaste do ilovasto-glinaste teksture s rijetkim odstupanjima od tih vrijednosti. Sadržaj higroskopne vode u ovim tlima veoma je visok. Tla su porozna, ali je retencijski kapacitet za vodu velik, a vrlo nizak kapacitet za zrak, često već u površinskim horizontima. Propusnost ovih tala za vodu u prosjeku je malena, a nešto je povećana za vrijeme dugih suhih razdoblja u jako razvijenim pukotinama. Naime, ova su tla zbog visokog sadržaja gline sklona bubrenju u mokrom, a kontrakciji u suhom stanju. Indeks plasticiteta je visok, što je uz težak mehanički sastav, slabu propusnost i visok sadržaj mrtve vlage glavno obilježje ovih tala koje uzrokuju najveća ograničenja za rast i razvoj šumske vegetacije. Makroagregati su najčešće stabilni u dva gornja horizonta, u kojima se razvija najveća masa korijena.

Kemijske značajke su povoljnije. Reakcija glejnih tala u gornjim je horizontima pretežno kisela do slabo kisela, a ponegdje i jako kisela, ukoliko se na površini tala javljaju beskarbonatni pleistocenski sedimenti – pleistocenske ilovače. Sadržaj karbonata u pravilu ne pokazuje porast s dubinom, što se može dovesti u vezu i s jačom hidrogenizacijom ovih tala pod utjecajem podzemne vode koja priječi ispiranje. Po sadržaju humusa tla su jako humozna, a u gornjim horizontima profila nekih tala i vrlo jako humozna. I dublji horizonti dosta su humozni, a tek na približno 40 cm horizonti su slabo humozni. Zahvaljujući visokom sadržaju humusa, opskrbljenost ovih tala ukupnim dušikom je bogata.

Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa je osrednji za nekarbonatne gornje horizonte, a može biti i nizak ako se u površinskom sloju javljaju pleistocenske ilovače, koje su izvorno nekarbonatne i koje sadrže malo baza.

Biljci pristupačan fosfor u prosjeku se nalazi u vrlo malim količinama, a opskrbljenost kalijem najčešće je osrednja, što se može protumačiti visokim sadržajem ilitnih glinenih minerala ili sezonskom dinamikom, koja je odgovarala mobilizaciji kalija (kiše nakon jačeg isušivanja tla).

GLEJNA, HIPOGLEJNA I AMFIGLEJNA, MINERALNA TLA
GLEY, HYPOGLEY UND AMPHIGLEY, MINERALBÖDEN

Geneza glejnih, hipoglejnih i amfiglejnih tala vezana je uz najniže topografske pozicije poplavnog područja, u kojima je trajanje poplava najdulje, a prekomjerno vlaženje poslije poplave najdugotrajnije. Zbog toga je morfološki proces oglejavanja najjače izražen.

Na rubnim dijelovima prema semiglejnim tlima nalazimo manje površine glejnih tala s hidromorfnim procesima manjeg intenziteta. Veće površine ovih tala nalazimo u većim depresijama, kao što su predjeli jugozapadno od Crne Mlake u Pokuplju; sjeveroistočno od Lekenika i sjeverno od sela Grede i Stupno u Odranskom polju; između aluvijalnih tala kod Martinske Vesi i sela Okoli; južno od sela Okoli; sjeverno i sjeveroistočno od šume Žutice prema autocesti; u dolini Glogovnice; južno od sela Grabrić s jednim prekidom do sela Mostari; u dolini potoka Černec, između sela Gostović i Potočec; jedan veći areal 2–3 km istočno od Lupoglava u Šumi Čret.

Tekstura glejnih, hipoglejnih i amfiglejnih tala pretežno je glinovita ili ilovasta glina do najmanje 60–90 cm od površine, ali se po sadržaju gline bitno razlikuju pojedini lokaliteti. Ta bi činjenica opravdala detaljniju klasifikaciju, što treba preporučiti kod vrlo detaljnih pedoloških snimanja, napose za potrebe ekološke valorizacije ovih tala za pojedine važnije šumske vrste.

Fizikalne značajke. Sadržaj higroskopne vode je visok, pa je i količina nepristupačne vode velika, napose kod debljih naslaga gline. Zbog teške teksture povoljna mrvičasta struktura formirana je samo u površinskom, humusnom horizontu, premda i u tom horizontu može biti grudasta i oštrobridna. Kapacitet tla za vodu je velik, a za zrak vrlo nizak već u humusnom horizontu ispod minimuma, te je takvim vodno-zračnim uvjetima prilagođena samo močvarna vegetacija, koja preferira dominantno anaerobne uvjete u tlu. Vodopropusnost ovih tala je vrlo mala. Indeks plasticiteta vrlo je velik, mnogo veći nego kod ostalih hidromorfnih tala u porječju Save. Makroagregati su u gornjim horizontima stabilni ili dosta stabilni.

Kemijske značajke. Reakcija je u gornjim horizontima kisela do slabo kisela do oko 50–60 cm, a u dubljim horizontima neutralna do slabo alkalna. Od 60–100 cm i u dubljim horizontiam ovo tlo sadrži vapno, koje na nekim lokalitetima pokazuje tendenciju porasta s povećanjem dubine, što upućuje na ispiranje karbonata, premda je moguće i njihovo vraćanje u više horizonte ascedentnim dizanjem vode za vrijeme većih ljetnih suša. Sadržaj humusa u površinskom horizontu kreće se u uskom

rasponu između 5–7%, ne pokazuje pravilnost u odnosu na debljinu glinastih naslaga. U pravilu postotak humusa već u sljedećem horizontu opada za 50% i više. Sadržaj ukupnog dušika je velik, ali je najveći dio u oblicima nepristupačnima za biljku – vezan u organske spojeve. Stupanj zasićenosti bazama u gornjim je horizontima visok, a maksimalni kapacitet adsorpcije osrednji.

Silikatna analiza u ukupnom tlu dopušta pretpostavku da su u prošlosti ova tla prošla i stanovit stupanj procesa podzolizacije, koji je prekinut intenzivnom hidrogenizacijom vlastitim i poplavnim vodama. Pogoršanje hidroloških prilika dijelom bi moglo biti posljedica spuštanja zavale središnje Hrvatske, kao i povećanog pritjecanja većih količina vode s okolnog brežuljkasto-brdovitog područja poslije uništavanja trajnoga šumskog vegetacijskog pokrova, odnosno prenamjene u korištenju. S druge pak strane, krčenje šuma u samoj zavali ima za izravnu posljedicu značajno smanjenu evapotranspiraciju.

Biljci pristupačnim fosforom ova su tla u pravilu slabo opskrbljena, a opskrbljenost kalijem je slaba do osrednja.

LESIVIRANO – PSEUDOGLEJNO TLO I PSEUDOGLEJ – GLEJ
SEMIGLEY-PSEUDOGLEY UND PSEUDOGLEY-GLEY

Ova kartografska jedinica je s obzirom na zastupljenost pedosistematskih jedinica dosta heterogena. Međutim, na najvećem dijelu ovih površina dominiraju lesivirana-pseudoglejna tla na pleistocenskim ilovačama, odnosno praporu, mnogo su manje zastupljena pseudoglej-glejna tla na karbonatnim ilovačama – praporu, dok su lesivirana tla na nekarbonatnim ilovačama – izluženom praporu, kao i na karbonatnim pjeskovitim ilovačama – karbonatnom praporu zastupljena samo ponegdje.

Geneza tala u ovoj kartografskoj jedinici vezana je pretežno na makrouzvisine (grede) dolinskog reljefa s karbonatnim ilovačama, manjim dijelom s nekarbonatnim ilovačama, odnosno praporom. To je dakle toposekvenca u kojoj je dominantan utjecaj gornje vode i procesa eluvijacije, ali i znatan utjecaj podzemne vode, zahvaljujući ponajviše ilovastoj teksturnoj građi, koja omogućuje formiranje vodonosnog sloja – akvifera.

Tekstura ovih tala je praškasto-ilovasta do praškasto-glinasto – ilovasta, a samo izuzetno glinasto-ilovasta.

Fizikalne značajke ovih tala dosta su nepovoljne. Struktura je nestabilna, tla sklona formiranju pokorice, vodopropusnost je mala, a jako je nizak kapacitet tla za zrak. Indeks plasticiteta površinskih horizonata je nizak, ili je na granici prema osrednjoj plastičnosti. Makroagregati su u površinskom horizontu stabilni, a u dubljim potpuno nestabilni.

Kemijske značajke tala u ovoj kartografskoj jedinici su jako heterogene. Reakcija tla u eluvijalnom horizontu kisela je do jako kisela, a u slojevima karbonatnih ilovača neutralna do alkalna. Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa je osrednji, a pod šumskom vegetacijom i vrlo nizak, što se može protumačiti utjecajem huminskih kiselina šumskih otpadaka i većom mogućnošću eluvijacije pod šumskom vegetacijom u kojoj je razina podzemne vode mnogo niža. Tomu nasuprot, zbog

podizanja razine podzemne vode, na oranicama dolazi do ublaživanja ispiranja i acidifikacije. Ova su tla u gornjem horizontu slabo do dosta humozna. Silikatna analiza u frakciji gline ne upućuje na recentni proces podzolizacije. Međutim, silikatna analiza u ukupnom tlu upućuje na izrazit proces podzolizacije ovih tala.

Studija Kovačevića i dr. (1972.), kojom smo se koristili za opis tala šume Turopoljski lug, sadrži stare nazive kartografskih jedinica tala koje smo izmijenili sukladno aktualnoj klasifikaciji tala (Škorić i dr. 1985).

Osobitu zahvalnost dugujemo prof. dr. Ferdi Bašiću, koji je ovaj tekst ispravio i prilagodio suvremenim pogledima tloznanstva.

HIDROLOŠKE PRILIKE I RELJEF
HYDROLOGISCHE UMSTANDE UND RELIEF

Vodni odnosi ove šume ovise neposredno o rijeci Odri koja se nalazi na njezinu sjeveroistočnom obodu. U reljefnom smislu to je najniži dio nizine u kojoj leži šuma Turopoljski lug, a nekoliko potoka prolazi kroz šumu i utječe u Odru. To su potoci Korovec, Vranić, Pešćenjak, Lekenik, Lomnica i Buna, od kojih su dva zadnja regulirana.

U šumi se redovito pojavljuju poplave koje su rijetko izazvane bujanjem voda u slivu rijeke Odre. Poplave se zbijaju kada nabujaju rijeke Kupa i Sava i vrate vodu u rijeku Odru. Te poplave redovito se događaju u proljeće, a česte su tijekom vegetacijskog razdoblja, odnosno od početka travnja pa dalje do početka ljeta.

Osnovni činitelj rasporeda vode je mikroreljef i vodotoci. Poznato je da je mikroreljef nizina označen mikrouzvisinama, mikroudubinama i da su prvospomenute zbog veće nadmorske visine izvan domašaja poplave. Takvih površina ima i u Turopoljskom lugu oko 30% (oko 1 300 ha otpada na grede).

Razlika između najviših i najnižih dijelova šume iznosi oko 10 m. Viši dijelovi se nalaze pretežno u zapadnim dijelovima gospodarske jedinice.

Kako su izuzetne hidrološke prilike koje vladaju u riječnim nizinama preduvjet za uspijevanje higrofita od kojih se sastoje nizinske šume, ponajprije hrasta lužnjaka, poljskog jasena, crne johe, domaćih topola i vrba, uz poplave i oborine značajnu ulogu ima podzemna voda. Njezina stalnost je u posljednje vrijeme značajno narušena. Razine podzemnih voda su zadnjih godina značajno opale, što se može povezati s promjenom klimatskih prilika (sušna razdoblja), ali i s iskopom odteretnog kanala Odra-Sava koji prolazi zapadnim dijelom šume Turopoljski lug.

Do promjena vodnih odnosa došlo je i zbog izgradnje cesta kojom prilikom se nije pazilo da se ne poremete prirodni tokovi površinskih, ali i podzemnih voda.

Usprkos nedostatku vode u posljednjih sedam godina u nekim dijelovima šume je došlo do zamočvarenja, što je izazvalo sastojinska sušenja hrasta lužnjaka (odjeli 20, 38 i 43), a što se može objasniti novoizgrađenom cestom koja je poremetila površinsko otjecanje u mikroreljefu.

Prpić, B., Seletković, Z., Žnidarić, G.: Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nizinskoj šumi Turopoljski lug. Glas. šum. pokuse 30:193–222, Zagreb, 1994

ZAKORJENJIVANJE HRASTA LUŽNJAKA I NJEGOV ODNOS PREMA PODZEMNOJ VODI U PRILIKAMA ŠUME TUROPOLJSKI LUG

VERWURZELUNG DER STIELEICHE UND DESSEN VERHÄLTNIS ZUM GRUNDWÄSSER IN DEN UMSTANDEN DES WALDES TUROPOLJSKI LUG

Hrast lužnjak oblikuje korijenski sustav sa žilom srčanicom u čemu se značajno razlikuje od ostalih vrsta drveća nizinskih šuma. Tako obični grab, malolisna lipa, crna joha i klen oblikuju korijensku mrežu čupava oblika (srcolika korijenska mreža), dok poljski jasen, domaće topole i bijela vrba oblikuju plitki korijenski sustav s poniručim korijenjem (Prpić 1966, 1969, 1971). U kasnijoj dobi žila srčanica se gubi uz pojavu više sličnog poniručeg korijenja (pasrčanice), pa korijenska mreža hrasta lužnjaka poprima čupav oblik. To se, u najviše slučajeva, zbiva u razvojnom stadiju letvika.

Veći dio korijenskog sustava hrasta lužnjaka se nalazi u akumulacijskim horizontima hidromorfnih tala.

Što je minimalna razina podzemne vode bliža površini tla, to je korijenska mreža hrasta lužnjaka plića. Ako je tlo jako zaglejano i ako tijekom vegetacijskog razdoblja dolazi do manjka kisika u tlu, ne nalazi hrast lužnjak uvjete za svoje uspijevanje.

Hrast lužnjak razvija korijensku mrežu koja se odlikuje jakim postranim korijenjem. U glejnim tlima ima postrano korijenje eliptičan presjek i što je lužnjakova korijenska mreža plića, to je eliptičan presjek postranog korijena izraziti.

Vodoravna korijenska mreža hrasta lužnjaka nalazi se u stojbinama nizinskih šuma dublje položena od vodoravnog korijenja ostalih vrsta drveća nizinskih šuma. Ona je značajnije dublja od korijenja poljskog jasena, topola, bijele vrbe, zatim običnoga graba, klena i malolisne lipe.

Konkurencija između korijenja hrasta lužnjaka i drugih vrsta drveća nizinskih šuma se zbiva u prvih pol metra tla. Ispod te dubine je korijenje hrasta lužnjaka gotovo bez konkurencije drugih vrsta drveća. Takav položaj korijenskog sustava u profilu tla nizinskih šuma ima hrast lužnjak zbog sposobnosti prodiranja korijenja kroz glinovite horizonte tla (pseudoglej, glejna tla).

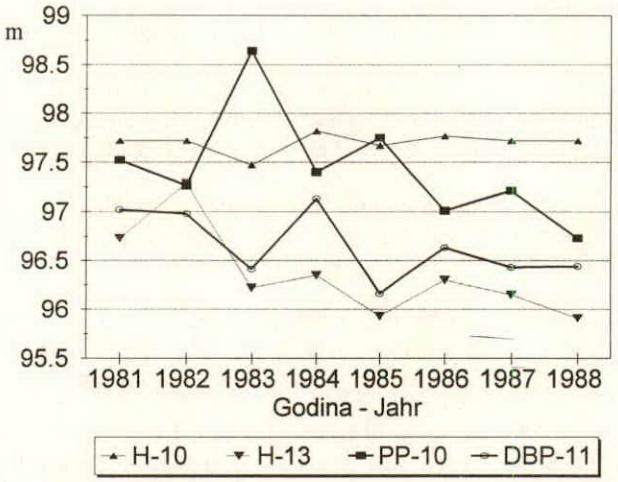
Zbog velikih potreba za vodom okomito korijenje hrasta lužnjaka prodire duboko u ekološki profil močvarnih tala. Količina kiše koja padne tijekom vegetacijskog razdoblja te zaliha vode u tlu koja potječe iz izvanvegetacijskog razbolja nije obično dovoljna za velike potrebe za vodom koje ima nizinska šuma. Gubitak intercepcijom, transpiracijom i evaporacijom obično je veći od ukupne godišnje količine oborina pa je higrofitima nizinskih šuma prijeko potrebna podzemna voda. Potreba za vodom je osobito velika tijekom srpnja i kolovoza kada nastupaju sušna razdoblja i kada se razina podzemnih voda najniže spušta. Dio poniručeg korijenja prodire do ljeti mokrih slojeva matičnog supstrata (močvarni prapor) koji se ovisno o reljefu i slojanju nalaze u dubini od 2–3 m.

Padnu li minimalne razine podzemnih voda u nizinskoj šumi značajno u odnosu na višegodišnji prosjek, korijenje starijih stabala hrasta lužnjaka teško se prilagođuje. Smatra se *(Vajda)* da trajniji pad razina podzemne vode koji iznosi više od 0,5 m dovodi do sušenja stabala.

Kako u šumi Turopoljski lug ima više mjernih mjesta u kojima se pomoću pijezometara mjere razine podzemnih voda, uočili smo da se one snižavaju.

U odjelu 97, pijezometar H 13, pala je razina podzemne vode u razdoblju 1981 – 1988 za 82 cm i u odjelu 113, pijezometri PP 10 i DBP 11, pala je razina podzemne vode za 89 cm i 58 cm. Tu se radi o minimalnim razinama podzemnih voda koje su za život šumskog drveća najznačanije.

U prilogu dajemo nivograme podzemnih voda za pijezometre u šumi (H–13, PP 10 i DBP 11) te za pijezometar H–10 koji se nalazi izvan šume između sela Kuče i Rakitovci. Taj pijezometar ne pokazuje pad minimalnih razina podzemne vode, nego pad srednjih godišnjih vrijednosti, što za razdoblje 1981–1988 iznosi 24 cm. Kako šuma zbog povoljne strukture tla ujedno i uravnotežuje ukupnu godišnju bilancu vode, pad srednje godišnje razine podzemne vode je manji negoli kod minimalnih razina, dok je u polju stanje drukčije. (vidi graf. 1).



Grafikon 1. Nivogramo prosječnih godišnjih minimalnih razina podzemne vode u šumi Turopoljski lug (H–13, PP–10 i DBP–11) te u otvorenome polju okolice šume (H–10).

Kako bismo ustanovili dubinu zakorjenjivanja hrasta lužnjaka u šumi Turopoljski lug, kopali smo, uz hrastova stabla starosti oko 100 godina, profile korijenja. Iskop smo obavili uz lužnjakova stabla u pokusnim plohama broj 2, odjel 9a, broj 4, odjel 20, broj 7, odjel 84 i broj 8, odjel 90. Prva dva profila kopali smo u pseudoglejno-semiglejnom tlu, stablo broj 3 u pseudogleju na zaravni, a stablo broj 4 u močvarno-amfiglejnom teškom glinaskom tlu.

Stabla broj 1, 2 i 4 se nalaze u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom, odjel 9a i 20 je subasocijacija s puno grmlja, a u odjelu 90 s običnim grabom, dok je u odjelu 84 tipična šuma hrasta lužnjaka s običnim grabom.

U prilogu dajemo tablicu 6 s podacima o trenutačnoj vlazi u tlu u momentu kopanja profila.

TRENUTNA VLAŽNOST TLA
AUGENBLICHE BODENFEUCHTIGKEIT

ŠUMARIJA: VELIKA GORICA — TUROPOLJSKI LUG

Tablica 6

H R A S T 1 pokusna ploha · 2		H R A S T 2 pokusna ploha 4		H R A S T 3 pokusna ploha 7		H R A S T 4 pokusna ploha 8	
Uzorak uzet s dubine	Težinski postotak trenutne vlažnosti tla	Uzorak uzet s dubine	Težinski postotak trenutne vlažnosti tla	Uzorak uzet s dubine	Težinski postotak trenutne vlažnosti tla	Uzorak uzet s dubine	Težinski postotak trenutne vlažnosti tla
c m	%	c m	%	c m	%	c m	%
10	86	5	29	2	79	10	34
30	25	25	19	22	28	30	30
50	27	45	19	42	25	50	21
70	24	65	20	62	23	70	20
90	24	85	22	82	18	90	16
110	24	105	22	102	23	110	18
130	27	125	21	122	23	130	23
150	21	145	25	142	26	150	21
170	22	165	29	162	17	170	21
190	29	185	35	182	17	190	22
210	32	205	31	202	17	210	23
230	36	225	32	222	19	230	16
250	33	245	31	242	14	250	18
		265	32	262	29	270	20
		285	31	282	29	290	23

11. IX 1990.

Iskop korijenja hrasta lužnjaka je pokazao da kod svih hrastovih stabala određen broj korijenja dopire do vlažnih i mokrih slojeva ekološkog profila tla, odnosno od 250 do 290 cm dubine, što se posredno vidi iz podataka o trenutačnoj vlazi u tlu, koja je utvrđena u slojevima od po 20 cm (tab 6)

Kod pokusnog stabla broj 2 u odjelu 20, gdje se suši hrast lužnjak, očito je zbog pjeskovitog sloja koji se pojavljuje u dubini ispod 2 m prekinuta kapilarnost uz najvjerojatniji pad podzemne vode, što uz površinsko zamočvarenje uvjetuje pojavu sušenja.

U sva četiri iskopana profila utvrdili smo u dubljim slojevima tla veću vlažnost tla, što upućuje na opskrbu korijenja podzemnom vodom.

SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA
ABSTERBEN DER STIELEICHE

Tijekom posljednjeg desetljeća, a osobito u razdoblju od 1983. do 1988. osušilo se u šumi Turopoljski lug oko 100 000 m^3 stabala hrasta lužnjaka. Već prvi pregledi šumskih sastojina u kojima se zbilo propadanje hrasta pokazali su da će uzroke trebati potražiti u nepovoljnom utjecaju na ukupan ekosustav ove šume uz analizu biotskih i abiotskih čimbenika koji tu vladaju.

Zanimalo nas je, nadalje, kakvim intenzitetom sušenja je pogođena ukupna šuma. Koristeći se dogovorenom međunarodnom metodom, utvrdili smo stupanj oštećenja svih stabala u 10 pokusnih površina veličine po 1 ha. Stupanj oštećenja utvrđen je u pokusnim površinama broj 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 i 15 na 4093 stabala.

Procjenu oštećenosti su obavili u kolovozu 1990. godine inž. Milan Ivkov i apslolvent šumarstva Marko Mrazek, a upute za rad dali su prof. dr. B. Prpić i doc. dr. Z. Seletković.

Rezultati te procjene nalaze se u priloženim tablicama i histogramima. Oštećenost stabala se utvrđuje s više značajki tako da osutost stabala služi za donošenje ocjene o zdravstvenom stanju vrste, a odumiranje (nekroza vegtacijskih organa) i požutjelost asimilacijske površine potvrđuju procjenu osutosti. Osutost je postotak nedostatka lišća ili iglica u krošnji drveta u usporedbi sa zdravom, potpuno obraslom krošnjom. Prema dogovoru u Komisiji za uzgajanje šuma Europske zajednice (EZ) stupnjevi osutosti su ovi:

Broj	OCJENA OSUTOSTI	
	u postocima	opisno
0	10%	zdravo
1	11 – 25%	malo oštećeno
2	26 – 60%	oštećeno
3	61%	jako oštećeno
4		suho

Radi intenzivnije procjene stupnjeve oštećenja smo podijelili dalje:

2a 26 – 40%
2b 41 – 60%
3a 61 – 80%
3b 81 – 99%

Iz priloženih tablica 7. i 8. i grafikona 2. i 3. vidi se da je šuma Turopoljski lug u velikoj mjeri oštećena. Kako je motritelj u dogovoru s voditeljem projekta

TUROPOLJSKI LUG
SVE POKUSNE PLOHE - ALLE FLÄCHEN
GODINA - JAHR: 1990
OSUTOST - SCHÜTTE

Tablica 7

VRSTA DRVEĆA BAUMART	STUPANJ OŠTEĆENJA - SCHADSTUFE 0	1	2A	2B	3A	3B	4	N
Quercus robur	0.00	0.68	10.54	53.70	29.65	3.51	1.91	1622
Fraxinus oxycarpa	0.00	0.00	3.07	75.46	20.86	0.61	0.00	163
Alnus glutinosa	0.00	0.10	4.25	62.65	31.62	0.59	0.79	1012
Carpinus betulus	0.00	0.09	26.58	63.10	8.46	0.37	1.39	1076
Fagus sylvatica	0.00	0.00	10.26	79.49	10.26	0.00	0.00	39
Ulmus carpinifolia	0.00	0.00	4.69	71.88	14.06	4.69	4.69	64
Acer campestre	0.00	0.00	30.61	51.02	12.24	2.04	4.08	49
Pirus piraster	0.00	1.52	34.85	48.48	15.15	0.00	0.00	66
Malus silvestris	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
UKUPNO - INSGESAMT	0.00	0.39	13.44	59.64	23.33	1.76	1.44	4093

POŽUTJELOST - GELBFÄRBUNG

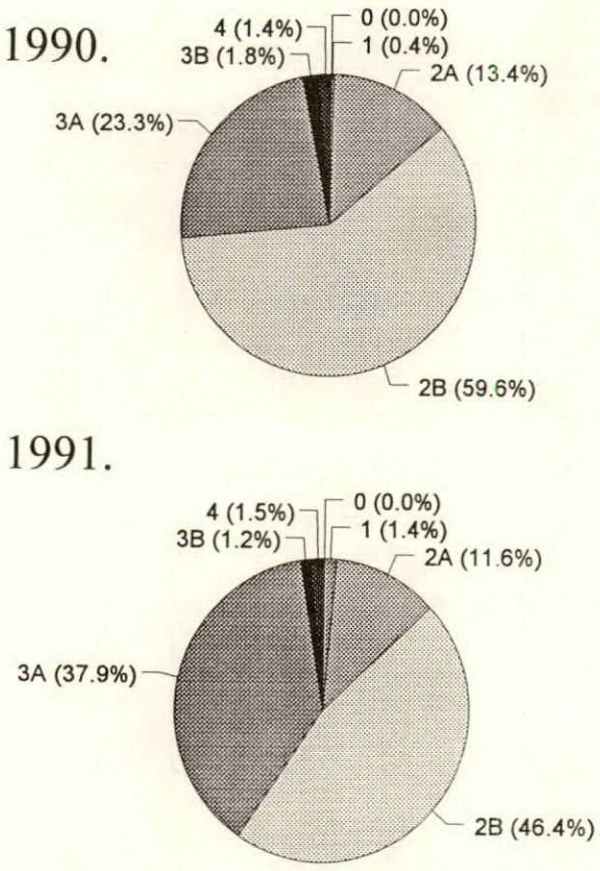
VRSTA DRVEĆA BAUMART	STUPANJ OŠTEĆENJA - SCHADSTUFE 0	1	2	3	N
Quercus robur	0.99	80.64	15.41	2.96	1622
Fraxinus oxycarpa	0.00	99.39	0.61	0.00	163
Alnus glutinosa	0.69	98.22	1.09	0.00	1012
Carpinus betulus	1.30	97.68	0.93	0.09	1076
Fagus sylvatica	0.00	100.00	0.00	0.00	39
Ulmus carpinifolia	4.69	93.75	1.56	0.00	64
Acer campestre	0.00	95.92	4.08	0.00	49
Pirus piraster	0.00	93.94	4.54	1.51	66
Malus silvestris	0.00	100.00	0.00	0.00	2
UKUPNO - INSGESAMT	0.98	91.01	6.79	1.22	4093

poštovao oštrije kriterije procjene, što se osobito odnosilo na zdrava stabla (manje od 10% osutosti), ni jedno stablo u deset pokusnih površina nije svrstano u tu kategoriju.

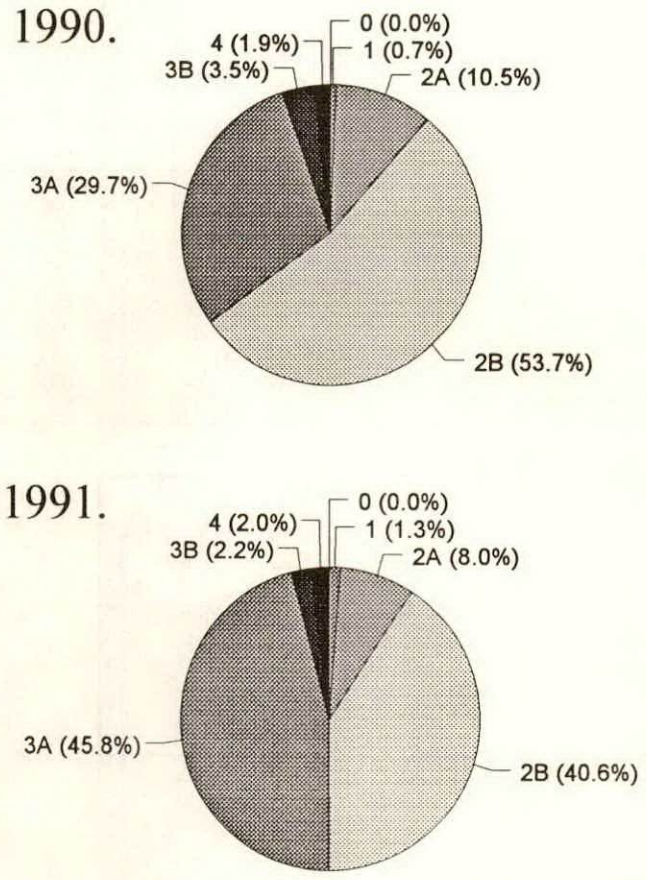
Ukupno su obuhvaćena 4093 stabla, od kojih na hrast lužnjak otpada 1622 odnosno 40%, a dalje su značajnije zastupljena crna joha s 1012 stabala (25%) i obično grab s 1076 stabala (26%). Preostali 9% se odnosi na poljski jasen (4%), bukvu, vez, klen, divlju krušku i divlju jabuku.

Oštećenost asimilacijske površine zahvatilo je u šumi Turopoljski lug velik broj stabala. Nema ni jedne pokusne površine u kojoj osutost krošnje nije značajna. Osim hrasta lužnjaka oštećene su i ostale vrste drveća, koja se, međutim, ne suše.

Radi utvrđivanja zdravstvenog stanja drveća u pojedinim pokusnim plohama, koje se između sebe razlikuju po biotopu i šumskoj zajednici, koristili smo se kombinacijom stupnjeva osutosti. Kako u gotovo ni jednom slučaju nemamo potpuno zdravih stabala, pretpostavili smo da oštećenja u stupnjevima 1 i 2a pokazuju zadovoljavajuće stanje, a da će stabla s većim oštećenjem od 40% prije ili kasnije propasti. Takva stabla neće doživjeti kraj ophodnje, odnosno pripremni sijek i bit će posječena u sanitarnoj sječi.



Grafikon 2. Sudjelovanje različitih stupnjeva oštećenosti svih vrsta drveća u šumi Turopoljski lug tijekom 1990. i 1991.



Grafikon 3. Sudjelovanje različitih stupnjeva oštećenosti hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) u šumi Turopoljski lug tijekom 1990. i 1991.

TUROPOLJSKI LUG
SVE POKUSNE PLOHE - ALLE FLÄCHEN
GODINA - JAHR: 1991
OSUTOST - SCHUTTE

Tablica 8

VRSTA DRVEĆA / BAUMART	STUPANJ OŠTEĆENJA - SCHADSTUFE 0	1	2A	2B	3A	3B	4	N
Quercus robur	0.00	1.29	7.99	40.65	45.83	2.23	2.01	1390
Fraxinus oxycarpa	0.00	0.00	4.55	56.82	38.64	0.00	0.00	88
Alnus glutinosa	0.00	0.20	4.27	46.33	47.72	0.50	0.89	1008
Carpinus betulus	0.00	2.60	22.30	52.42	20.91	0.37	1.39	1076
Fagus sylvatica	0.00	0.00	10.26	66.67	23.08	0.00	0.00	39
Ulmus carpinifolia	0.00	0.00	7.89	52.63	26.32	5.26	7.89	38
Acer campestre	0.00	0.00	26.30	46.94	20.41	2.04	4.08	49
Pirus piraster	0.00	3.77	32.08	41.51	22.64	0.00	0.00	53
Malus silvestris	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
UKUPNO - INSGESAMT	0.00	1.39	11.62	46.41	37.88	1.15	1.52	3743

POŽUTJELOST - GELBFÄRBUNG

VRSTA DRVEĆA / BAUMART	STUPANJ OŠTEĆENJA - SCHADSTUFE 0	1	2	3	N
Quercus robur	2.45	78.2	17.05	2.3	1390
Fraxinus oxycarpa	0	92.05	7.95	0	88
Alnus glutinosa	1.39	94.15	4.46	0	1008
Carpinus betulus	4.83	92.47	2.6	0.09	1076
Fagus sylvatica	0	100	0	0	39
Ulmus carpinifolia	7.89	84.21	7.89	0	38
Acer campestre	0	93.88	6.12	0	49
Pirus piraster	1.89	90.57	7.55	0	53
Malus silvestris	0	100	0	0	2
UKUPNO - INSGESAMT	2.78	87.61	8.73	0.88	3743

U prosjeku ima stabala koja će se oporaviti samo 14%, dok je onih koja će se brzo osušiti ili su već suha 26% (stupnjevi 3 i 4). Najviše je onih stabala koja će se u dogledno vrijeme osušiti (60%).

Gledamo li izdvojeno hrast lužnjak koji je najzastupljeniji u šumi Turopoljski lug, stanje je još nepovoljnije. Stabala koja će se oporaviti ima 13%, dok je onih koja će se brzo osušiti (33%). Rasčlanimo li stanje po pokusnim plohama, vidimo da postoje razlike. U kulturi kasnog hrasta lužnjaka u plohi 1, odjel 8, u čistoj hrastovoj sastjini 101 stablo od ukupno 198 ubrzo će se osušiti ili su već suha (48%), dok stabala s izgledom za oporavak ima 19%. Spomenuta sastojina se nalazi u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom u subasocijaciji s kupinom. I u drugim pokusnim plohama koje su izabrane u istoj asocijaciji nije stanje bolje. Nešto bolje stanje imamo u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba (pokusne plohe 7 i 10) te u šumi hrasta lužnjaka i velike žutilovke s običnim grabom (pokusna ploha broj 8).

Najlošije stanje uz velik udio polusuhih stabala i malen broj stabala koja bi se mogla oporaviti imamo u pokusnim plohama 11 i 15 u odjelu koji se naslanja na šumu Kalje gdje su se zbila katastrofalna sušenja hrasta lužnjaka.

Oporavak stabala u šumi Turopoljski lug je moguć, ali uz uvjet da dođe do poboljšanja klimatskih prilika i vodnih odnosa. Na klimatske prilike nemožemo

IMISIJSKA ACIDIFIKACIJA UTVRĐENA METODOM MIKROSTANIŠTA U ŠUMI TUROPOLJSKI LUG

Tablica 9

	Of - horizont				Ah - horizont			
	pH (H2O)		pH (KCl)		pH (H2O)		pH (KCl)	
	PRIDANAK BAUMFUS	KONTROLA VERGLEICH	PRIDANAK BAUMFUS	KONTROLA VERGLEICH	PRIDANAK BAUMFUS	KONTROLA VERGLEICH	PRIDANAK BAUMFUS	KONTROLA VERGLEICH
Bu 1	4.8	5.3	4.6	4.8	4.0	4.5	3.2	3.7
Bu 2	5.0	5.0	4.5	4.7	4.2	4.5	3.4	3.7
Bu 3	4.5	5.1	4.0	4.7	4.1	4.3	3.3	3.7
Bu 4	5.0	5.0	4.7	4.6	4.2	4.7	3.5	3.9
Bu 5	5.0	4.9	4.5	4.5	4.1	4.8	3.4	3.9
Bu 6	5.0	5.2	4.5	4.9	4.1	4.6	3.3	3.8
Bu 7	4.7	5.2	4.2	4.8	4.0	5.1	3.3	4.2
Bu 8	4.8	5.1	4.3	4.9	3.9	4.3	3.3	3.6
Bu 9	5.1	5.3	4.7	5.0	4.0	4.7	3.2	3.8
Bu 10	5.1	5.2	4.7	4.8	4.2	4.4	3.5	3.7
x	4.90	5.13	4.47	4.77	4.08	4.59	3.34	3.80
Sign.	**		**		**		**	

** - razlika je signifikantna sa 99% pouzdanosti,
Razlike su testirane Kolmogoroff-Smirnovim testom.

značajnije utjecati, uz iznimku podržavanja povoljne sastojinske mikroklime, koja je zbog prekinutog sklopa i neprirodnog omjera smjese drveća potpuno narušena. Na vodni režim danas je vrlo teško utjecati jer se vodotehnički zahvati, nažalost, događaju bez dogovora sa šumarstvom.

Propadanje hrasta lužnjaka je u svezi s utjecajem više nepovoljnih ekoloških čimbenika u sinergetskom smislu. Uz promjenu klime (ponavljanje suše, ljetnih vrućina, zimskih studeni, smanjenje zračne vlage) tu su važni biotski utjecaji s vrlo naglašenim antropogenim. Uz čestu pojavu bolesti i štetne šumske entomofaune kao posljedice slabljenja drveća zbog čestih stresnih stanja, velike teškoće prilikom obnove šuma izaziva divljač, a još veće žirenje i šumska paša. Vrlo nepovoljan utjecaj je u naslijeđenom načinu gospodarenja koji se sastoji u potpunom davanju prednosti hrastu lužnjaku uz zanemarivanje ostalih vrsta drveća. Stvaranjem čistih hrastovih sastojina mijenja se klima šume i u stojbini su češće pesimalne vrijednosti vladajućih ekoloških čimbenika (voda, toplina, svjetlost).

Onečišćenje zraka, vode i tla je očito ona skupina kemijskih utjecaja koja utječe na sve dijelove šumskih ekosustava od mikroflore i faune šumskog tla do drveća.

Na osnovi mikrostanišne metode utvrdili smo u odjelu 79 Turopoljskog luga mokro i suho taloženje kiselina, što, dakako, upućuje na opterećenje hrastova Odranskog polja i Vukomeričkih gorica imisijom. To je posljedica zagrebačke i sisačke industrije, automobilskog prometa, daljinskog transporta, korištenja pesticida i dr. (vidi priloženu tablicu 9.)

Za naših istraživanja uzroka propadanja šume Kalje ustanovili smo vrlo nepovoljan sastav poplavne vode koja iz nabujalih rijeka Save i Kupe ulazi u Odru i poplavljuje prostore odranskog polja. U vodi smo ustanovili nedostatak kisika, teške metale, mineralna ulja, fenol i dr.

Kako se šuma Turopoljski lug nalazi svojim južnim dijelom u poplavnom području, utjecaj onečišćene poplavne vode je zasigurno nepovoljan. Unatoč vrućim i sušnim godinama tijekom vegetacijskog razdoblja pojavljuju se ekscesne količine kiše koje mogu izazvati površinsko zamočvarenje šumskih tala. Dodamo li toj pojavi šumske ceste koje djeluju kao nasipi i koje sprečavaju otjecanje površinskih voda, zamočvarenje može imati vrlo nepovoljnu ulogu u obliku stresa, što uz pad razina podzemnih voda izaziva fiziološko slabljenje hrastovih stabala te ih približava ugibanju.

Da je razina ljetnih podzemnih voda u ovoj šumi značajno pala, vidi se iz priloženih nivograma (vidi graf.1) podzemnih voda pijezometara s oznakom H 13 u odjelu 97 te PP 10 i DBP 11 u odjelu 113. Iz tih podataka se vidi da je podzemna voda pala gotovo 1 m usporedimo li 1981. i 1989. godinu.

Kako je voda presudna za opstanak nizinskih šuma, i to upravo podzemna i poplavna voda kao dodatak oborinskoj vodi i zračnoj vlazi uvjetovanom lokalnom klimom, očito je poremećaj u vodnim odnosima vrlo značajan razlog današnjega lošeg stanja šuma u Turopoljskom lugu. Svakako da taj čimbenik treba gledati sinergetski.

POJAVA ŠTETNE ŠUMSKE ENTOMOFAUNE I BOLESTI
SCHÄDLICHE WALDENTOMOFAUNA UND KRANKHEITEN

Tijekom desetljeća 1981–1990, koje je presudno za propadanje hrasta lužnjaka u Turopoljskom lugu, došlo je tijekom 1983. i 1984. do globrsta hrastovih krošanja. Golobrst su izazvali mrazovci (*Hibernia defoliaria* Cl. i *Operopftera brumata* L.), a u manjoj mjeri gubar *(Limantria dispar)* i drugi štetni leptiri.

U spomenutom razdoblju uočena je i pojava pepelnice *(Microsphaera aephitoides)*, i to osobito 1990. Kod suhih stabala uočeni su potkornjaci i gljiva *Armillariella melea*. 1985. sastojine su tretirane insekticidom (decis).

Smatramo da je pojava štetne šumske entomofaune i bolesti na hrastu posljedica stresnih stanja uzrokovanih ponajprije promjenom vodnih odnosa, ali u velikoj mjeri i neprirodnim sastavom šume zbog davanja isključive prednosti hrastu lužnjaku (čiste sastojine). Mješovite sastojine koje odgovaraju biotopu su najbolja mjera za sprečavanje šteta od bolesti i štetne šumske entomofaune.

Prilikom korištenja represivnih mjera (insekticidi, fungicidi) potrebno je primjeniti biološke preparate, a upotreba otrova (klorirani ugljikovodici i naftaleni, organski fosforni spojevi) u šumi još više oštećuje ekosustav.

IZBOR VRSTA DRVEĆA
BAUARTWAHL

Turopoljski lug je nizinska šuma u kojoj su okviri izbora vrsta drveća već zadani. Klimatogena šumska zajednica ovoga područja, šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris* Anić 1949 emend. Rauš 1969) jedini je šumski ekosustav ovoga područja koje mimoilaze presudne sekularne hidrološke promjene što značajno utječu na promjenu stojbine. Njezin sastav ovisi o posebnim klimatskim prilikama riječnih dolina uz koje se uzdižu humlje, brda i gore.

Stojbina ove šume je uz posebne klimatske prilike značajna po višim položajima nizinskog mikroreljefa u koje nikada ili vrlo rijetko dolazi poplavna voda (mikrouzvisine ili grede). Ekološki profil tla ove šume je dubok, a šumsko drveće je manje ovisno o podzemnoj vodi, i to ponajprije zbog velike dubine tla u kojemu korijenje higrofita nalazi dovoljno fiziološki aktivne vode. Što je, međutim, podzemna voda u ovoj šumi bliža površini tla, to je prirast šumskog drveća veći.

Ostale stojbine nizinskih šuma podložne su, i to osobito u posljednje vrijeme, čestim promjenama vodnih odnosa koji ovise o klimi, ali još više o antropogenom utjecaju gdje vodotehnički zahvati imaju presudnu ulogu.

Današnje stojbine šume Turopoljski lug su dosta izmijenjene u odnosu na stojbinske prilike za vrijeme prošle obnove šume. U proteklih 25 godina kroz šumu su iskopani kanali, podignuti nasipi, sagrađene ceste, snižene su presudno ljetne minimalne razine podzemne vode, a zrak i poplavna voda su opterećeni otrovima. Uz takve promjene propadanje šuma je uzelo maha.

Prema našim podacima iz 1990. veći dio šume Turopoljski lug trebat će obnoviti. 26% stabala je već suho ili će se ubrzo osušiti, svega 14% stabala je u razmjerno dobrom stanju, dok je najveći udio srednje oštećenih stabala koja ne mogu nositi gospodarsku i ekološku funkciju šume. Najveći dio oštećenih stabala se odnosi na hrast lužnjak.

Držimo da će uz takvo stanje šume trebati obnoviti godišnje oko 5% površine (oko 200 ha), što će dakako kolebati ovisno o klimi i vodnim odnosima, s time da je odmah potrebno obnoviti 18 odjela u kojima sastojinski propada hrast lužnjak.

Kako je najugroženiji ekosustav šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke potrebno je načiniti program njezine obnove. S obzirom na veliku mozaičnost propadanja hrasta lužnjaka koje se zbiva s manjim i većim intenzitetom na gotovo čitavoj površini šume, obnovu treba obaviti na puno mjesta. U već spomenutim odjelima 9, 13, 20, 32, 38, 43, 45, 59, 60, 61, 62, 63, 74, 75, 76, 77, 81, 82 sušenje hrasta odvija se na većim površinama, dok se u drugim dijelovima šume zbiva u skupinama.

Procjenu obnove potrebno je temeljiti na:

1. stupnju oštećenosti sastojine,
2. stupnju promjene biotopa u odnosu na mogućnost opstanka sadašnje šumske zajednice,
3. mogućnosti sprečavanja utjecaja koji uzrokuju sušenje.

Izbor vrsta drveća obavit ćemo na osnovi procjene budućeg biotopa i u svezi s tim budućeg sastava sastojine koji će jamčiti stabilnost šume i dobru kvalitetu

tehničkog drva, dakako uz pretpostavku da isplativim postupcima nismo u stanju održati sadašnju sastojinu. Obnovu treba obaviti prirodnim i umjetnim putem. S obzirom na sastav šume prirodno ćemo obnoviti hrast lužnjak, crnu johu, domaće topole, bijelu vrbu i obični grab, dok je umjetna obnova potrebna s poljskim jasenom (sjeverni dio gosp. jedinice), klenom, malolisnom lipom i vezom.

Umjetnu obnovu spomenutih vrsta potrebno je obaviti u manjim skupinama ravnomjerno raspoređenima u sastojini uz prethodno uklanjanje kupine (*Genisto elatae – Quercetum roboris rubetosum*) ili uz površinsku odvodnju (*Genisto elatae – Quercetum roboris juncetosum effusi*).

Obnovu treba obaviti u svim šumskim čistinama te u plješinama većim od 1 000 m^2, a ako su kružnog oblika, u onima čiji je promjer jednak ili veći od gornje visine postojeće šumske sastojine.

U progalama s nedovoljno prirodnog pomlatka treba pošumiti vrstama koje podnose zasjenu (klen, joha, lipa, grab), s time da se u sredini progale osnuje biogrupa hrasta ili jasena.

Za svaki odsjek potrebno je napraviti šumskouzgojni plan koji ima sve posebnosti stojbine i sastojine te prijedlog realizacije obnove po mikrostojbinama.

Što će ostati u sastojini poslije uspješne prirodne i umjetne obnove, odlučuje uzgajivač reguliranjem omjera smjese, i to prije postizanja sastojinskog sklopa. U slavonskoj šumi hrasta lužnjaka udio hrasta ne smije prijeći 60% procijenjeno po temeljnici.

Kako danas ne znamo pouzdano u kojemu će smjeru krenuti pojedini biotopi šume Turopoljski lug, potrebno je održavati što veću raznolikost vrsta uz prilagodbu stručnih postupaka u korist uspješnijih u sastojini, s time da se prirodni odabir ispravi primjenom znanja o ekološkoj konstituciji vrste.

S obzirom na današnje stanje i sigurna predviđanja u budućnosti možemo očekivati nešto toplije i suše prilike, što će uzrokovati dalji pad razina podzemne vode, manje poplava i promjenu stojbine u korist klimatogene zajednice nizinskih šuma. Značajnu ulogu u promjeni odigrat će tu učinak »staklenika atmosfere«.

Na osnovi šumarskih ekoloških istraživanja u šumi Turopoljski lug, u kojoj je hrast lužnjak zahvaćen sušenjem različite jakosti u pojedinim dijelovima šume, i to najjače u razdoblju 1983 – 1987, donosimo sa šumskouzgojno-ekološkog stajališta ove

ZAKLJUČKE

1. Vegetacijski sastav šume, struktura sastojina, a napose oštećenost krošanja stabala hrasta lužnjaka i ostalih vrsta drveća, upućuje na **ozbiljno narušenu ekološku ravnotežu** u šumskim ekosustavima ove šume. U velikom dijelu šumske površine ne postoji čvrst odnos između biotopa i sloja drveća. Etiologija današnjeg stanja šume je vrlo složena, uzroci su posljedica sekularnih promjena biotopa i biocena, a u posljednje vrijeme došlo je do inteziviranja i koincidencije pojava nepovoljnih ekoloških utjecaja u biotskom i abiotskom dijelu ekosustava.

2. Nizinske šume uspijevaju u **određenim hidrološkim prilikama** koje vladaju samo u riječnim dolinama. Uvjet njihova opstanka je obilje vode, a njezini su izvori oborine, poplave, podzemna voda i rijeke s vodostajem u smislu vodnog gradijenta.

Raspored vode određuju mikroreljef i gravitacija te vodonosni slojevi.

Dotok vode do korijenja drveća ovisi o propusnosti i slojanju ekološkog profila tla, o razini podzemne vode te o mehaničkom sastavu tla koji određuje kapilarni uspon vode.

Stresovi i fiziološko slabljenje higrofita uzrokovani vodom nastupaju kad količina istranspirirane i evaporirane vode premaše količine ekološke vode okoliša ili kad je previše vode na površini tla za vrijeme vegetacije. To se može dogoditi kad je zaliha vode u tlu malena (sušne godine), kad padne razina podzemne vode ili kad se tlo zamočvari (nedostatak kisika, višak CO_2).

Voda je bez dvojbe presudan ekološki čimbenik u funkcioniranju nizinske šume, a osobito onih šumskih zajednica u kojima prevladava hrast lužnjak.

3. **Klima** je u posljednjih 20 godina obilovala ekscesima, i to vrućim, hladnim i sušnim godinama. Vruće godine su bile 1971, 1974, 1976, 1979, 1980, 1981, 1983, 1985, 1986, 1987. Hladne godine su bile 1979, 1980, 1981, 1983, 1985, 1986, 1987, dok su sušne godine bile 1971, 1973, 1977, 1982, 1983, 1985, 1987, 1988.

Klimatski su vrlo nepovoljne koincidencije vrućih, studenih i sušnih godina, što se zbilo 1983, 1985. i 1987. Ti su ekscesi osobito nepovoljno utjecali na vodne odnose u nizinskoj šumi.

4. Tijekom vegetacije, a posebno u ljetnim mjesecima opada razina **podzemnih voda,** i to od 1983. Pad vode tijekom vegetacijskog razdoblja zapažen je kod pijezometara koji se nalaze u šumi i utvrđen je s vrijednostima većim od 50 cm (65, 84 i 93 cm), što izaziva sušenje hrasta srednjodobnih i starijih sastojina. Razina podzemne vode je značajno pala uz odteretni kanal Sava-Odra, na što upućuje pad vode u okolnim bunarima.

5. Hrast lužnjak **zakorjenjuje se** u profilima tla šume Turopoljski lug slično kao u drugim nizinskim šumama. U prvih 20 do 30 godina lužnjak ima žilu srčanicu koja se poslije gubi pa korijenski sustav poprima čupav (srcolik) oblik.

Veći dio njegova korijenja nalazimo do dubine od 0,5 m, dok manji broj poniruće korijenja prodire do razine podzemne vode, kakva je tijekom ljeta (oko 3 m) te iz te dubine opskrbljuje drvo podzemnom vodom.

Isti slučaj utvrdili smo u šumi Repaš i šumi Kalje. Kada padne razina podzemne vode tijekom vegetacije, korijenje starih stabala, kao što su ona u šumi Turopoljski lug, ne može se produžiti, pa stablo ostaje bez prijeko potrebne podzemne vode. To uzrokuje stres, a potraje li dulje, i fiziološko slabljenje te na kraju sušenje stabla.

6. **Oštećenost** hrastovih stabala upozorava na današnje teško stanje u sastojinama ove šume. Ni jedno od 1622 stabla nije ušlo u kategoriju zdravih, a tek 13% stabala bi se u popravljenim ekološkim uvjetima moglo oporaviti. 48% lužnjakovih stabala će se osušiti u nekoliko narednih godina, a 39% neće dočekati kraj ophodnje. Loše zdravstvstveno stanje je u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka *(Genisto elatae-Quercetum roboris)* i u svim njezinim subasocijacijama i varijantama, dok je nešto bolje stanje u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba *(Carpino betuli-Quercetum roboris)* uključujući i subasocijaciju slavonske šume hrasta lužnjaka s grabom.

7. Prema uzgojnim istraživanjima pomlađuju se sastojine u svim pokusnim plohama, što pokazuje da šumska tla Turopoljskog luga još nisu degradirana. Ovaj osjetljivi biološki indikator dokazuje da se ova šuma može uspješno pomlađivati.

8. Odnos između stojbine i šumskog drveća narušen je u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka u **vodnim i svjetlosnim prilikama** pa je ustanovljeno više **novih šumskih zajednica** koje to potvrđuju.

Genisto elatae-Quercetum roboris juncetosum effusi i caricetosum riparia upućuju na površinsko zamočvarenje, dok je *Genisto elatae-Quercetum roboris rubetosum fruticose* posljedica osnivanja čiste kulture hrasta lužnjaka i prejakih zahvata u četvrtom dobnom razredu, a varijanta te iste šume s glogom *Genisto elatae-Quercetum roboris subass caricetosum remotae var. Crataegus oxiacantha* nastala je zbog sušenja brijesta.

9. **Izbor vrsta drveća** potrebno je temeljiti na:

1. stupnju oštećenosti sastojine,
2. stupnju promjene biotopa u odnosu na mogućnost opstanka sadašnje šumske sastojine,
3. mogućnosti sprečavanja utjecaja koji uzrokuje sušenje.

Prirodnu obnovu spomenutim vrstama potrebno je obaviti u manjim skupinama ravnomjerno raspoređenima u sastojini uz prethodno ukljanjanje kupine u šumskoj zajednici *Genisto elatae-Quercetum roboris rubetosum* ili uz površinsku odvodnju u *Genisto elatae-Quercetum roboris juncetosum effusi.*

Obnovu treba obaviti u svim šumskim čistinama te u plješinama većim od 1 000 m^2, a ako su kružnog oblika, u onima čiji je promjer jednak ili veći od gornje visine postojeće šumske sastojine.

U progale s nedovoljno prirodnog pomlatka treba pošumiti s vrstama koje podnose zasjenu (klen, joha, lipa, grab, **prema ekološkim zahtjevima stojbine**), **s time da se u sredini progale osnuju biogrupe hrasta i jasena.** Sudjelovanje hrasta lužnjaka ne smije prelaziti 60%.

Za svaki odsjek potrebno je načiniti šumskouzgojni plan koji ima sve posebnosti stojbine i sastojine te prijedlog realizacije obnove po mikrostojbinama.

LITERATURA – LITERATUR

Dister, E., 1986: Hochwasserschutzmassnahmen am Oberrhei, Geowissenschaften in unserer Zeit, Nr. 6.

Kovačević, P., i dr., 1972: Tla gornje Posavine, Zagreb.

Matić, S., 1989: Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka, Glas. za šumske pokuse, Vol. XXV, Zagreb.

Mayer, B., 1989: Istraživanje režima podzemnih i površinskih voda na području G. j. »Turopoljski lug«, (rukopis), Jastrebarsko.

Prpić, B., i dr., 1986: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici »Kalje« Šumskoga gospodarstva Sisak, (rukopis), Zagreb.

Prpić, B. i dr., 1987: Studija hidrološke sanacije šume Repaš, (rukopis), Zagreb.

Prpić, B., 1989: Sušenje hrasta lužnjaka *(Quercus robur L.)* u Hrvatskoj u svjetlu ekološke konstitucije vrste, Glas. za Šumske pokuse XXV: 1–24.

Prpić, B., & Đ. Rauš, 1987: Stieleichensterben in Kroatien im Licht ökologischer und vegetationskundlicher Untersuchungen, OEST. FC 3/87.

Prpić, B., Z. Seletković, & M. Ivkov, 1991: Propadanje šuma u Hrvatskoj i odnos pojave prema biotskim i abiotskim činiteljima danas i u prošlosti, Šumarski list br. 3–5, Zagreb.

Schneider-Jacoby, M-Ern, H. 1990: Save-Auen Vielfalt durch Uberschwemmung, Stiftung europäisches Naturerbe, Radolfzell.

Vukelić, J. i Đ. Rauš, 1993: Fitocenološki aspekt sušenja šuma u Turopoljskom lugu. Glasnik za šumske pokuse Val. 29, 275–294, Zagreb.

Prpić, B., Seletković, Z., Žnidarić, G.: Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nizinskoj šumi Turopoljski lug. Glas. šum. pokuse 30:193–222, Zagreb, 1994

Original wissenschaftliche Arbeit

BRANIMIR PRPIĆ, ZVONIMIR SELETKOVIĆ, GORDANA ŽNIDARIĆ

ÖKOLOGISHE UND BIOLOGISCHE URSACHEN FÜR DAS ABSTERBEN VON STIELEICHE (*Quercus robur* L.) IM AUENWALD TUROPOLJSKI LUG

Zusammenfassung

1. Die vegetative Beschaffenheit des Waldes, die Bestandesstruktur, und besonders die Baumkronenbeschädigung der der Stieleiche und anderer Baumarten wiesen auf stark gestörtes Gleichgewicht der Waldökosysteme dieser Wälder hin. Die Etiologie des jetzigen des Waldes ist sehr verwickelt. Dabei sind die ursachen eine Folge der sekulären Änderungen der Biotope un Biozöne. In der letzten Zeit kam es zur Intensivierung und Koinzidenzerscheinungen der ungünstigen ökologischen Einflüsse im biotischen und abiotischen Teil des Ökosystems.

2. Die Flachlandwälder gedeihen in bestimmten hydrologischen Bedingungen die nur in Flußebenen herrschen. Die Hauptbedingug für deren Fortdauern ist eine Abundanz des Wassers aus Niederschlägen, Überflutungen, Grundwasser und Flüssen mit einem Wasserstand im Sinne des Wassergradients. Die Wasserverteilung wird durch Mikrorelief und Gravitation sowie Wasserschichten bestimmt.

Der Wasserzufluß zu Baumwurzeln hängt von Durchläßigkeit und Beschichtung des ökologischen Bodenprofils ab, sowie von dem Wasserstand des Grundwassers und der den kapilaren Wasseraufstieg bestimmenden mechanischen Bodenstruktur.

Verschiedene vom Wasser verursachten Stressarten und physiologische Schwächen der Hygrophyte erscheinen wenn die transpirierten und evaporierten Wassermengen die ökologischen Wassermengen der Umwelt übertreffen. Dies geschieht wenn die Wasserreserven im Boden niedrig sind (Dürre), wenn der Grundwasserstand fällt, oder bei Versumpfung des Bodens (Sauerstoffmangel, Überfluß von Co_2).

Das Wasser ist ohne weiteres der entscheidende ökologische Faktor in der Funktoonierung des Flachlandwaldes und ganz besonders der Waldgesellschaften in welchen die Stieleiche überwiegt.

3. Das Klima in den letzten 20 Jahren zeigte zahlreiche Exzesse von heißen, kalten und dürren Jahren. Die heißen Jahren waren 1971, 74, 76, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87; die kalten: 1979, 80, 81, 83, 85, 86, 87, und die dürren: 1971, 73, 77, 82, 85, 87, 88.

Klimatisch ist sehr ungünstig die Koinzidenz der heißen, kalten und dürren Jahren wie z. b. in 1983, 85. Diese Exzesse waren besonders ungünstig für die Wasserverhältnisse in Flachlandwäldern.

4. Während der Vegetation, besonders in Sommermonaten, fällt der Grundwasserstand seit 1983. Dies wurde bei den im Wald befindenden Piezometern bemerkt, wo di Werte größer als 50 cm (65, 84 u. 93 cm) festgestellt wurden. Es führt zum

Absterben der Eiche in Mittel- und Altbeständen. Der Grundwasserstand fiel bedeutend entlang des Save-Odra Kanals, und dasselbe sieht man in den Brunnen der Umgebung.

5. Die Stieleiche wurzelt in Bodenprofilen des Waldes Turopoljski Lug ähnlich wie in aderen Flachlandwäldern. In den ersten 20 oder 30 Jahren hat die Stieleiche eine Pfahlwurzel die später verschwindet und das Wurzelsystem eine struppige Herzform bekommt.

Der Hauptteil ihrer Wurzeln finden wir bis zu einer Tiefe von 0.5 m; der kleine Teil der Tiefwurzeln dringt bis zum Grundwasserstand, so wie er im Sommer ist (ca 3 m), womit der Baum mit Grundwasser versorgt wird.

Dies war der Fall in den Wältern Repaš und Kalje. nachdem der Grundwasserstand während der Vegetation gefalen ist, die Wurzeln der alten Bäume, wie diejenigen im Wald Turopoljski Lug, können nicht verlängert werden, so daß der Baum ohne das lebenswichtige Grundwasser bleibt. Die Folge ist Stress und, falls dieser Zustand länger daurert, physiologische Schwäche und Baumabsterben.

6. Die Beschädigung der Eichenbäume warnt vor den schweren Zustand in der Beständen dieses Waldes. Nicht einer von den 1622 Bäumen zählt man in die Kategorie der gesunden; nur 13% der Bäume könnten in verbesserten ökologischen Bedingungen erholt werden. In den kommenden Jahren werden 48% der Stieleichenbäume absterben und 39% werden nicht das Ende des Umlauf erleben. Der schlechte gesundheitliche Zustand herrscht im slavonischen Wald der Stieleiche *(Genisto elatae-Quercetum roboris)* und in allen seinen Subassoziationen un Varianten; etwas besser ist der Zustand in Wald der Stieleiche und Hainbuche *(Carpino betuli-Quercetum roboris)* als auch in der Subassoziation des slavonischen Stieleichenwald mit Hainbuche.

7. Verjüngung der Bestände geschieht auf allen Versuchsflr†chen und es heißt, daß die Waldböden von Turopoljski Lug noch nicht degradiert sind. Dieser empfindliche biologische Indikator beweist, daß diesere Wald erfolgreich verjüngt sein kann.

8. Das Verhältnis zwischen dem Bestand Waldbäume bezüglich der Wasser-und Lichtbedingungen ist im slavonischen Stieleichenwald gestört. Deshalb wurden mehrere darauf hinweisende neue Waldgesellschaften festgestellt.

Genisto elatae-Quercetum roboris juncetosum effusi i caricetosum riparia weisen auf die oberflächliche Versumpfung, während *Genisto elatae-Quercetum roboris rubetosum fruticose* die Folge der Gründung der reinen stieleichenkultur sowie der alzu starken Eingriffe in der vierten Altersklasse ist; die Variante desselben Waldes mit Weißdorn, *Genisto elatae-Quercetum roboris subass. caricetosum remotae var. Cratageus oxiacantha* enstand als Folge des Ulmabsterbens.

9. Die Wahl der Baumarten soll auf folgendes begründet sein:

1. Schadensgrad des Bestandes;
2. Änderungsgrad des Biotops im Verhältnis mit der Bestehensmöglickeit des heutigen Waldbestandes;
3. Möglichkeiten für Verhinderung der Einflüsse die zum Absterben führen.

Die natürliche Verjüngung mit den erwähnten Arten soll man in kleineren Gruppen und im Bestand gleichmäßig verteilt durchführen, wobei vorher die Brombeersträuche beseitigt sein sollen, im Waldgesellschaft *Genisto elatae-Quercetum roboris rubetosum*, oder mit oberflächlichen Entwässerung in *Genisto elatae-Quercetum roboris juncetosum effusi.*

Die Verjüngung soll in allen Waldlichtungen größer als 1000 m^2 durchführen; falls diese runde Form haben, deren Durchmesser muß gleich oder größer als die Höhe des bestehenden Waldbestand sein.

Wo ungenügend and natürlichen Jungbäumen ist, aufforstet man mit den Arten die Schatten ertragen: Feldahorn, Erle, Linde, Hainbuche, – nach ökologischen Bedürfnissen des Bestandes), mit Biogruppen der Eiche und der Esche in der Mitte der durchgeforsteten Fläche.

Für jeden Abschnitt muß man einen waldbaulichen Plan zusammenstellen mit allen Egenschaften des Bestandes, sowie mit einem Vorschlag für die Realisation der Verjüngung nach Mikrostandorten.

Tomašević, A.: Meliorativni utjecaj kulture alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) i pinije (*Pinus pinea* Endl.) na degradirano stanište hrasta medunca (*Querco pubescentis – Carpinetum orientalis* H-ić Anić 1959) u zadarskom području. Glas. šum. pokuse 30:223–298, Zagreb, 1994

UDK 630*237.5:582.475

Izvorni znanstveni članak

ANTE TOMAŠEVIĆ

MELIORATIVNI UTJECAJ KULTURE ALEPSKOG BORA (*Pinus halepensis* Mill.) I PINIJE (*Pinus pinea* Endl.) NA DEGRADIRANO STANIŠTE HRASTA MEDUNCA (*Querco pubescentis-Carpinetum orientalis* H-ić, Anić 1959) U ZADARSKOM PODRUČJU

A MELIORATIVE IMPACT OF ALEPPO PINE (*Pinus halepensis* Mill.) AND STONE PINE (*Pinus pinea* Endl.) UPON DEGRADATED HABITAT OF THE PUBESCENT OAK (*Querco pubescentis-Carpinetum orientalis* H-ić, Anić 1959) IN THE REGION OF ZADAR

Prispjelo: 13. 09. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

Istraživanja koja sam proveo pod gornjim naslovom pokazala su da alohtone vrste primorskih borova već u četrdesetim godinama starosti imaju značajan utjecaj na poboljšanje tla. Naime, proces degradacije tla je zaustavljen, osobito proces »okršavanja« tla je usporen i ima tendenciju popravka temeljnih svojstava tla, bitnih za uspješni pridolazak i povratak autohtonih vrsta drveća i grmlja, kao najstabilnijih elemenata šumskog ekosustava istraživanog područja. Nadalje sam utvrdio da se u tlu pod borovim kulturama formira i održava uočljiv stabilan humusni horizont, u kojem se odvija transformacija organske tvari, čime se povećava biološka aktivnost tla u odnosu na tla bez borovih kultura. Dokazano je da kulture primorskih borova postižu i veće učinke u stvaranju nove energije u obliku drvne tvari u odnosu na devastirane sastojine medunca i bijeloga graba. Također je utvrđeno da se pinija uspješno uzgaja u šumskim kulturama na tipičnom kršu i izvan svog prirodnog areala, što u smislu proširenja pinije za pošumljivanje krša ima veliku važnost.

Ključne riječi: alepski bor, pinija, primorski bor, cedar, medunac, cer, sladun, zelenika, vapnenac, crvenica, kalkokambisol, okršavanje, krš, humus, podneblje, visinski prirast, debljinski prirast.

UVOD I PROBLEMI ISTRAŽIVANJA
INTRODUCTION AND PROBLEMS OF THE RESEARCH

Riječ 'melioracija' dolazi od latinskoga pridjeva *bonus, melior, optimus*, a znači dobar, bolji, najbolji. Pod šumskim melioracijama razumijeva se poboljšanje pogoršanih, degradiranih šumskih tala, staništa. Kada govorimo o poboljšanju šumskih terena, staništa, znamo da se to postiže najbolje, a često i jedino moguće biološkim putem, dakle biljkama koje vračaju tlu organsku materiju koja se mineralizira. Time se tlo obogaćuje biogenim mikroelementima i makroelementima. Drugim riječima, osiromašeno, degradirano tlo obogaćuje se mineralima i tako mu se popravljaju kemijska i strukturna svojstva. Na taj način zahvaljujući biljkama degradirano tlo postaje ponovno sposobno za uzgoj onih vrsta drveća i grmlja koje su siromašenjem, degradacijom tla nestale ili su pak životarile u devestiranom i krŽljavom obliku.

Šuma hrasta medunca i bijeloga graba *(Querceto-'Carpinetum orientalis* H-ić, Anić 1959) veoma je raširena biljna zajednica u Hrvatskoj, a i u Europi u njezinu mediteranskom području. Šumu hrasta medunca susrećemo i dublje u kontinentalnom dijelu Europe, na nižim nadmorskim visinama i južnim ekspozicijama. Šuma hrasta medunca i bijeloga graba na području krša Republike Hrvatske, pa i šire u mediteranskim zemljama Europe zauzima veoma veliko prostranstvo. Za naše prilike pok. akademik M i l a n A n i ć u ekološkom smislu razdijelio je tu biljnu zajednicu u tri ekološke varijante: toplu, umjerenu i hladnu. Naša istraživanja obavili smo u toplijoj varijanti šume hrasta medunca i bijeloga graba na području Šumarije Zadar, u šumskim predjelima Musapstan i Zlokobnica.

Istraživanja smo započeli s namjerom da utvrdimo melioracijski utjecaj pionirskih vrsta borova na poboljšanje staništa i da utvrdimo proizvodne mogućnosti staništa pod pionirskim vrstama borova i pod prirodnom devastiranom šumom hrasta medunca i njegovih pratilaca.

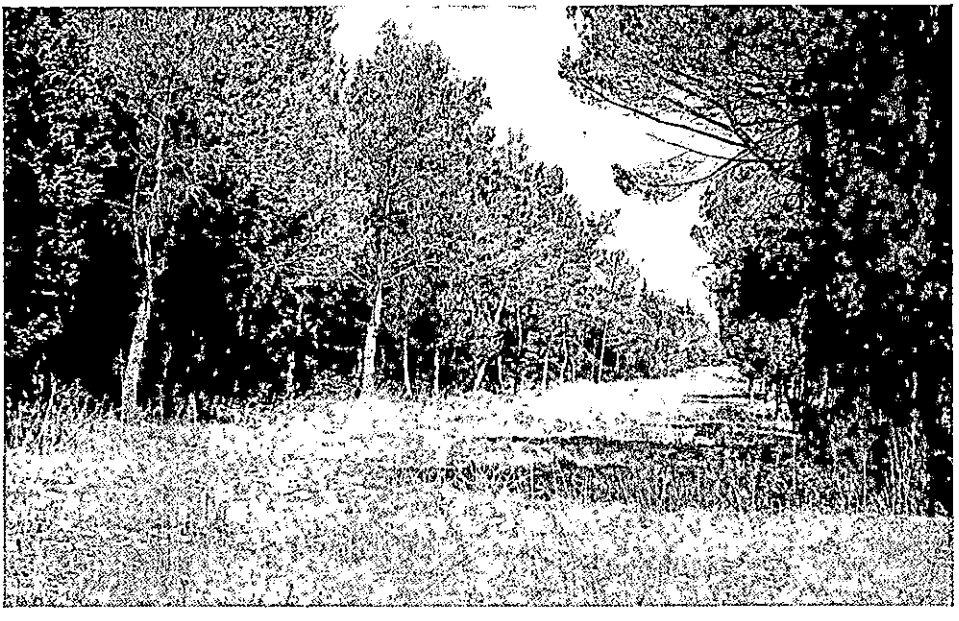
S aspekta šumarstva istraživano područje je veoma zanimljivo, jer je prirodna vegetacija mahom devastirana, a tla su degradirana. Nije potrebno napominjati da tu prevladavaju kamenjare, kamene pustinje, koje mogu ponovo postati produktivne samo onda ako se na njima podigne šuma. Šuma ili šumska kultura na takvim staništima ima ponajprije zadaću da zaustavi napredovanje degradacije tla te da poboljša stanišne prilike i stvori uvjete da se na ta staništa ponovno vrati prirodna šuma kao najstabilniji šumski ekosustav.

Dakako, ni ova proizvodnja koja nastaje podizanjem borovih kultura nije zanemarljiva. Na degradiranim staništima krša, kamenjarama, kamenim pustinjama samo je šuma u stanju iskoristiti potencijalne mogućnosti postojećega degradiranog tla i Sunčevu energiju putem fotosinteze pretvoriti u novu vrijednost, novu energiju u svojstvu drvne tvari.

To je jedan od aspekata korisne uloge pošumljavanja kraških kamenjara. Zar treba posebno naglašavati i druge korisne funkcije koje nam daje šuma? Smatramo da je potrebno, jer se upravo te druge koristi najčešće zanemaruju, iako su one za čovjeka neusporedivo vrednije od proizvodne uloge šuma. Šumski ekosustavi štite nas od akvatične i eolske erozije, čuvaju i štite prometnice, poljoprivredna zemljišta, naselja i dr. od bujica i poplava. Povoljno utječu na vodni režim, reguliraju izvore pitke vode, hidroenergetski sustav je stabilniji, štite poljoprivredna zemljišta i poljoprivrednu proizvodnju, imaju velik utjecaj na klimu, proizvode potrebni kisik



Sl. 1. Panoramski snimak borovih kultura na lokalitetu Musapstan Panoramic view of pine cultures in Musapstan



Sl. 2. Kulture mediteranskih borova na lokalitetu Musapstan Mediterranean pine culture in Musapstan



Sl. 3. Devastirana šuma hrasta medunca na lokalitetu Zlokobnica Devastated forest of pubescent oak in Zlokobnica



Sl. 4. Zakorjenjivanje alepskog bora na vapnencu
Rooting of the Aleppo pine on karst.

i smanjuju ugljični dioksid u atmosferi, uljepšavaju krajolike, stvaraju uvjete za uspješno liječenje, oporavak, odmor i rekreaciju. Šume su važne za razvoj lova, lovnog turizma, turizma u širem smislu i naravno za općenarodnu obranu od agresije.

Možemo kazati da je uloga šume u životu čovjeka nezamjenjiva. Bez šuma nema opstanka života na Zemlji. Pa zar to nije pravi i dovoljan razlog da čuvamo i sačuvamo postojeće šume i da na apsolutno šumskim staništima, kakav je naš krš, podižemo šume?

Odlučili smo obraditi toplu zonu medunčeve šume u Ravnim kotarima, jer smo na tom lokalitetu imali mogućnost obaviti istraživanja u postojećim borovim kulturama i devastiranoj šumi hrasta medunca i bijeloga graba te utjecaja borovih kultura na poboljšanje tla (slika 1, 2, 3. i 4).

OPĆI PODACI ISTRAŽIVANJA LOKALITETA
GENERAL DATA ON THE LOCATIONS

Zadarsko područje čini dio sjeverne Dalmacije. Općina Zadar s kopnene strane graniči s općinama Gospić, Obrovac, Benkovac i Biograd na moru, dok s morske strane graniči s bivšim općinama Lošinj-Cres, Pag i Šibenik. Šumarija Zadar stere se na kopnenom dijelu Ravnih kotara i na otocima zadarskog ahripelaga. Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta, prema još nepotpunim podacima, iznosi oko 56950 ha. Prema društvenom dogovoru o utvrđivanju užih područja krša Šumarija Zadar gospodari s 52% ili 29614 ha površina šuma i šumskog zemljišta. Oko 12000 ha površine šuma i šumskog zemljišta također su društvena imovina pod upravom Nacionalnog parka Paklenica (300 ha), 9000 ha zauzimaju hotelsko-turistička područja, poljoprivredna dobra i dr. Na privatne šume i šumska zemljišta otpada oko 15336 ha. Zadarsko uže područje krša po strukturi šuma ima:

Visoke šume High forests	1218 ha	4,1 %
Niske šume Coppice	7614 ha	25,6 %
Makije Maquis	5923 ha	20,0 %
Šikare Brushwood	4790 ha	16,3 %
Neobraslo i neplodno Bare and barren	10069 ha	34,0 %
Ukupno Total:	29614 ha	100,0 %

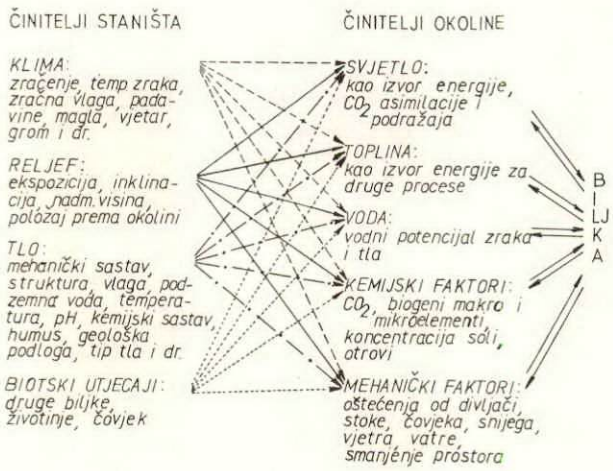
Ti su podaci približni, a uzeli smo ih iz Programa gospodarenja šumama i šumskim zemljištima zadarskog užeg područja krša za razdoblje 1982–1991. godine. Iako uočavamo da je struktura šuma i šumskih zemljišta vrlo nepovoljna s privrednog stajališta, ali i s gledišta općekorisnih funkcija šuma. Kopneni dio šuma i šumskih zemljišta pod upravom Šumarije Zadar ima približno 24485 ha, dok na otoke otpada 5129 ha. Na kopnenom dijelu gole površine zauzimaju 8887 ha ili 26,30 %, dok na otocima gole površine zauzimaju 1142 ha ili 22,30 %, što znači da je izvan produkcije golem prostor zemljišta, koji je k tomu izložen daljnjoj degradaciji i koji je sve dalje od privođenja za šumsku proizvodnju.

EKOLOŠKA OBILJEŽJA
ECOLOGICAL CHARACTERISTICS

Za razvoj života uopće, pa tako i šume, ekologija je važan činilac koji utječe na životnu sredinu svakog područja. E r n e s t H a e c k e l je još 1886. godine napisao: *»Pod ekologijom podrazumijevamo cjelokupnu znanost međusobnih odnosa organizama i njihova okoliša, u što se u širokom smislu mogu ubrojiti svi životni uvjeti.« Danas se ekologija definira kao znanost o međusobnim utjecajima živih bića i njihova okoliša, kao znanost o strukturama i funkcijama prirode, kao učenje o životnim zajednicama i njihovim stojbinama, kao biologija okoliša.*

Pod okolišem u užem smislu razumijevaju se vanjski činioci koji neposredno djeluju na život organizma, fiziološki okoliš, a to su svjetlo, toplina, voda, vjetrovi, hranjive tvari i dr. U širem smislu pod okolišem se shvaća cjelokupna životna sredina nekog organizma ili životne zajednice, ukupnost biotskih činilaca. Radi boljeg uočavanja važnosti ekologije za šume donosimo prikaz činilaca staništa i okoliša i njihov utjecaj na biljku te utjecaj biljke na njih.

Prikaz je pojasnio međusobne odnose posrednih i neposrednih ekoloških činilaca. Iz njega se vidi da svaki činilac stojbine utječe na sve činioce okoliša o kojima ovisi život biljke te da biljka povratno utječe na neposredne ekološke činioce, odnosno na činioce okoliša. To je osobito značajno u aridnim područjima gdje odnos biljke i vode dolazi do posebnog izražaja.



1968. god. po ELLENBERGU

ZEMLJOPISNA OBILJEŽJA I RELJEF
GEOGRAPHIC CHARACTERISTICS AND RELIEF

Istraživanja za ovaj rad obavljena su na području Šumarije Zadar u šumskom predjelu Musaptan i Zlokobnica. Istraživano područje nalazi se neposredno uz grad Zadar, s njegove sjeverne strane, te uz magistralnu cestu Zadar Maslenica (karta br. 1). Područje našega rada nalazi se dakle u južnom dijelu Ravnih kotara i čini specifičnu geomorfološku i geološko-litološku cjelinu. Osnovna obilježja tom području daju grebeni i doline što se protežu u pravcu sjeverozapad-jugoistok. Grebeni rijetko prelaze visinu od 200 m, dok su doline zaravnjene i široke. Nekadašnja jezera Bokanjačko i Nadinsko danas su isušena i služe za poljoprivrednu proizvodnju, nekada su tijekom cijele godine bila pod vodom. Posebno značenje za šumsku proizvodnju imaju koluvijalne naslage koje nalazimo na nižim kotama terena. U makroreljefnom smislu položaj terena istraživanog područja je zaravan, dok je u mikroreljefnom pogledu teren ispunjen kamenim blokovima vapnenaca koji izbijaju na površinu i do 0,5 m. To je tipičan kras karakteriziran kraškim fenomenima. Nadmorska visina kreće se od 70 do 100 m. Inklinacija terena je blaga i ne prelazi gotovo nigdje 8 %. Ekspozicija je sjeverna i izložena je jakom utjecaju bure.

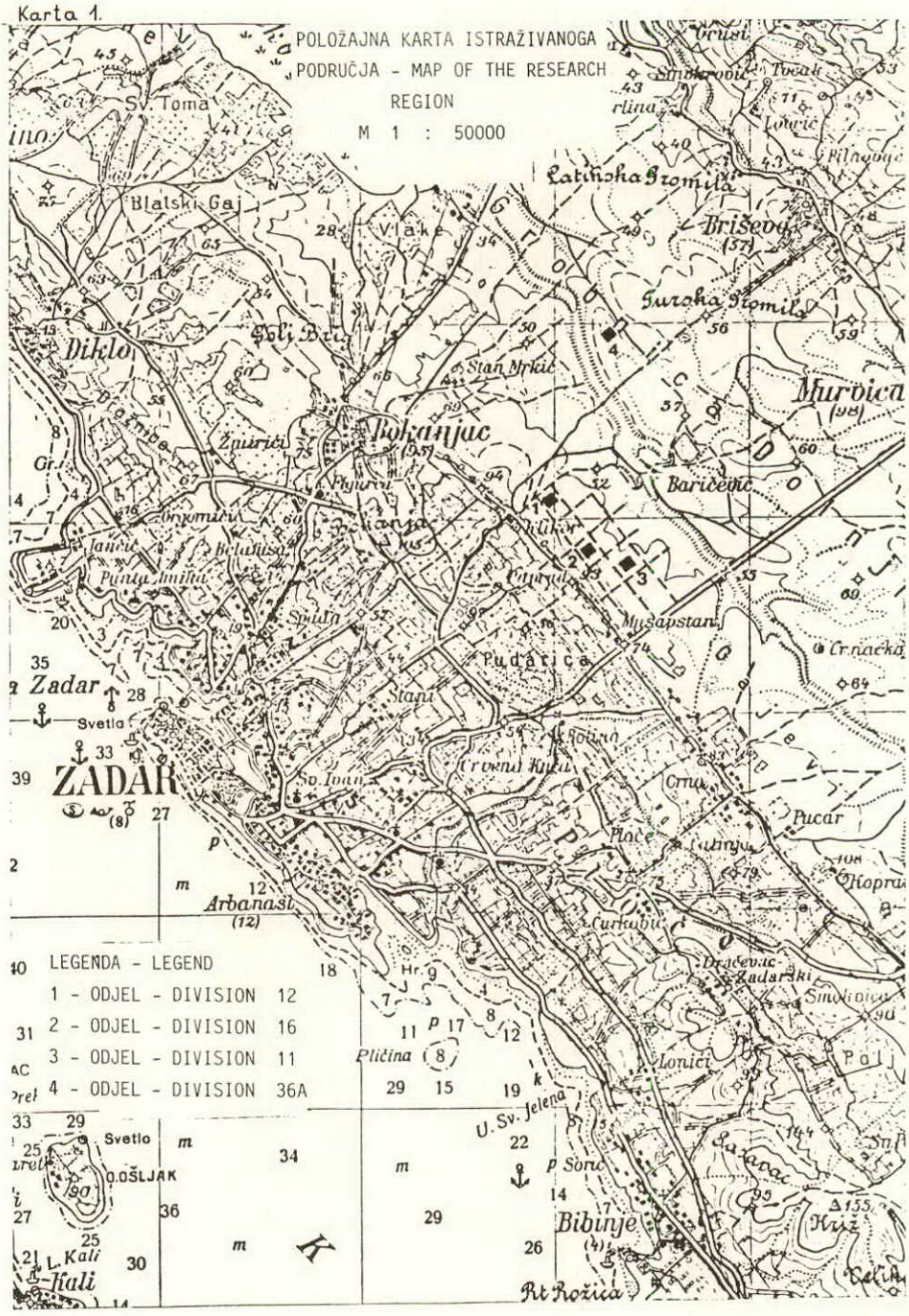
GEOLOŠKE I GEOMORFOLŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA
GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE REGION

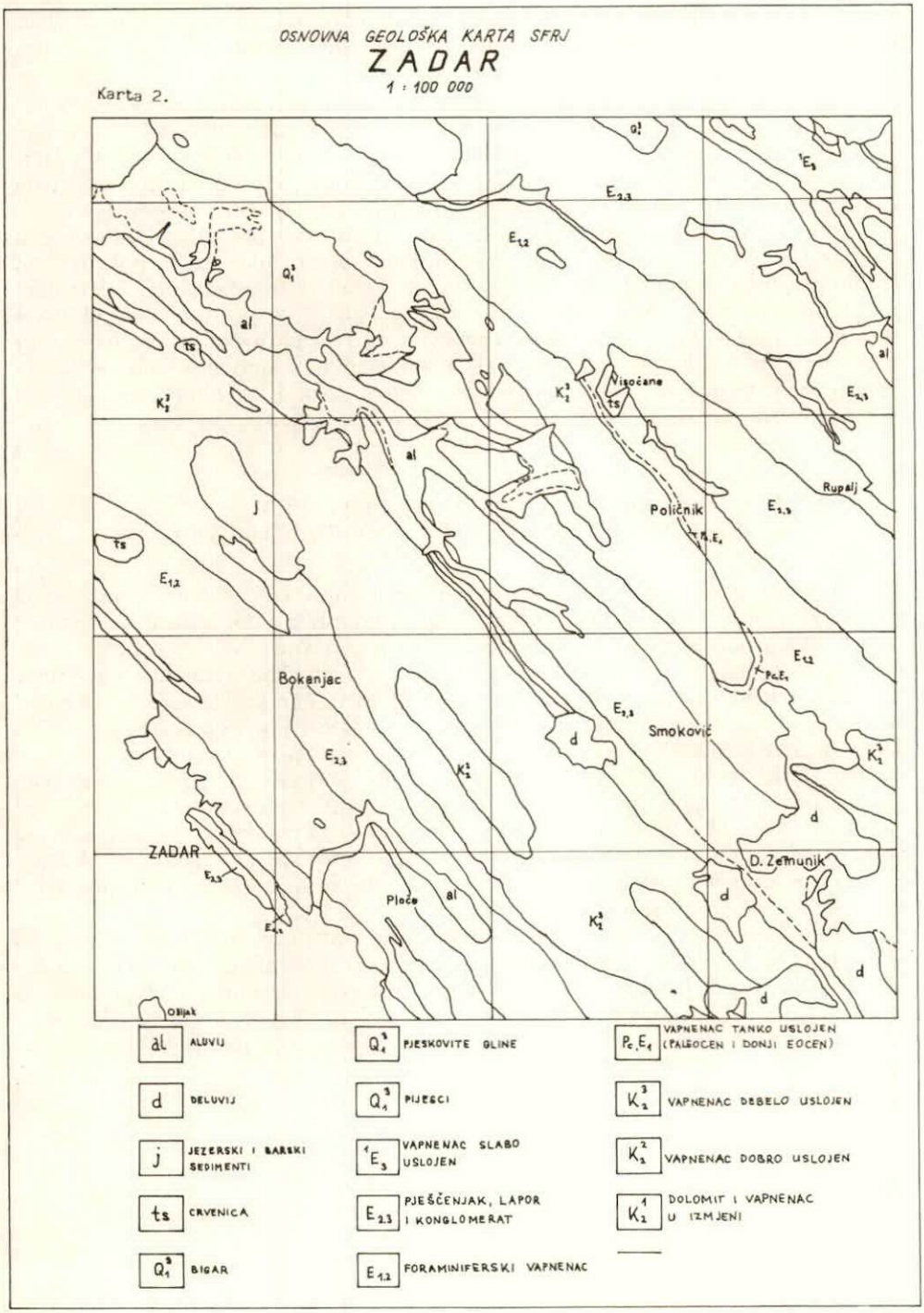
Geološke prilike istraživanog područja obrađene su na osnovi podataka koje navode M a j c e n i sur. (1967) u okviru projekta Osnovne geološke karte (OKG), mjerila 1:100.000 (karta br. 2).

Istraživano područje nalazi se na južnom dijelu Ravnih kotara. Ravni kotari čine specifičnu geomorfološku i geološko-litološku cjelinu. Osnovno obilježje geomorfologiji daju grebeni i doline s tzv. »dinarskim smjerom« pružanja u pravcu sjeverozapad-jugoistok. Grebeni su zaobljena oblika i rijetko prelaze 200 m nadmorske visine, dok su doline u pravilu široke i zaravnjene, a preko zime plavljene. Poznate su doline bivših jezera Bokanjačko i Nadinsko blato, koja su cijele godine zadržavala vodu, a danas su isušena i obrađena.

Geološka, odnosno geološko-litološka građa toga područja veoma je raznovrsna, što se vidi i na priloženoj geološkoj karti. Najstarije su stijene **dolomiti i vapnenci donje krede,** odnosno vapneničko-dolomitne breče. Slijede zatim tercijarni **vapnenci paleogena** različitih litoloških i litostratigrafskih svojstava: tanko uslojeni vapnenci, foraminiferski vapnenci, slabo uslojeni i pločasti vapnenci, konglomerati i vapnene breče. Posebnu litološku cjelinu čini **eocenski fliš,** čije su komponente pješčenjaci i lapori. I konačno, značajnu zastupljenost na tom području imaju **kvartarni sedimenti.** I oni imaju različite litološke karakteristike, debljinu i zastupljenost. Od sedimenata **pleistocenske starosti** veliku zastupljenost i s velikim variranjem u debljini i dubini ima **terra rossa crvenica.** Od **halocenskih sedimenata** posebno. značenje za šumarsku i poljoprivrednu proizvodnju imaju koluvijalne naslage, koje nalazimo na topografski nižim dijelovima terena brojnim krškim dolinama, a u dolinama uz povremene vodotoke nalaze se još i **aluvijalni nanosi.**

Karta 1.


POLOŽAJNA KARTA ISTRAŽIVANOGA
PODRUČJA - MAP OF THE RESEARCH
REGION
M 1 : 50000
LEGENDA - LEGEND
1 - ODJEL - DIVISION 12
2 - ODJEL - DIVISION 16
3 - ODJEL - DIVISION 11
4 - ODJEL - DIVISION 36A
Sv. Toma
Blatski Gaj
Diklo
Bokanjac
Murvica
Zadar
ZADAR
Arbanasi
Pudarica
Bibinje
Kali
Pucar
Pliđina
U. Sv. Jelena
Svetlo
O. OŠLJAK


OSNOVNA GEOLOŠKA KARTA SFRJ
ZADAR
1 : 100 000
Karta 2.
Visoćane
Poličnik
Rupalj
Bokanjac
Smoković
ZADAR
D. Zemunik
Ploče
al ALUVIJ
d DELUVIJ
j JEZERSKI I BARSKI SEDIMENTI
ts CRVENICA
Q_1^3 BIGAR
Q_4^3 PJESKOVITE GLINE
Q_1^3 PIJESCI
$^1E_3$ VAPNENAC SLABO USLOJEN
$E_{2,3}$ PJEŠČENJAK, LAPOR I KONGLOMERAT
$E_{1,2}$ FORAMINIFERSKI VAPNENAC
$P_c.E_1$ VAPNENAC TANKO USLOJEN (PALEOCEN I DONJI EOCEN)
K_2^3 VAPNENAC DEBELO USLOJEN
K_2^2 VAPNENAC DOBRO USLOJEN
K_2^1 DOLOMIT I VAPNENAC U IZMJENI

Zajednička karakteristika holocenskih sedimenata je velika heterogenost materijala i nepravilna uslojenost, odnosno različita debljina pojedinih slojeva kao posljedica različitih uvjeta sedimentacije.

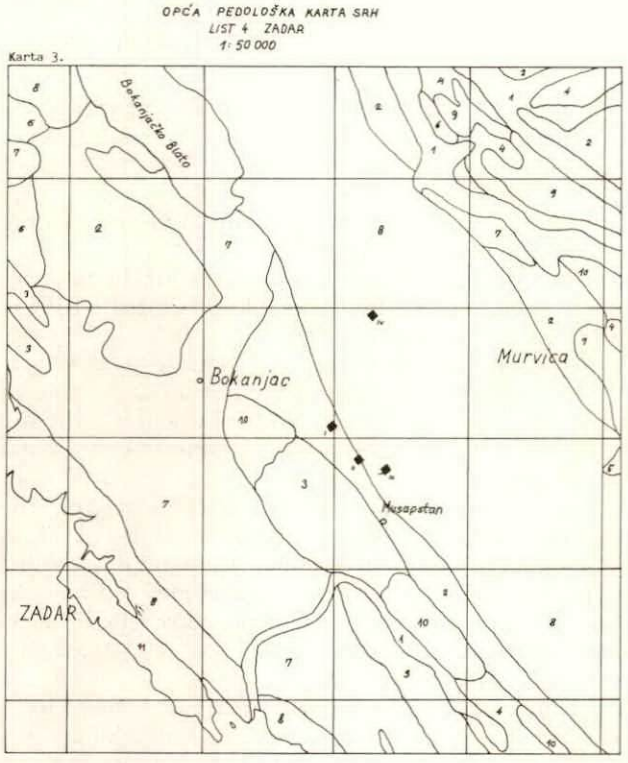
Istraživni lokaliteti nalaze se na kontaktu eocenskih (foraminiferskih vapnenaca) i debelo uslojenih vapnenaca donje krede. To su sivosmeđi rudistni vapnenci, koji se mjestimično cijepaju u tanke ploče, a ulomci imaju školjkasti lom. Opća je karakteristika tih vapnenačkih naslaga velika čistoća, odnosno malo netopivog ostatka (rezidija) iz kojega se pedogenezom formira serija tala na vapnencu.

Kako je pedogeneza na tom materijalu veoma spor proces, geomorfologiju karakterizira vrlo živa i razvijena površinska plastika, tako da je pokrov koji formiraju plitka, skeletoidna ili skeletna tla isprekidan većim ulomcima skeleta ili iz njega mjestimično izbijaju fregmenti masivne stijene veoma različitih oblika i dimenzija. Budući da je i podzemni reljef čvrst, netrošena stijena, to se i na malom prostoru javljaju nakupine tla, ulomci kršja izmiješanoga s tlom ili pak čistog skeleta veoma različite dubine. Taj materijal heterogenog sastava i debljine daje naravno veoma heterogene uvjete za razvoj korijena šumske vegetacije.

PEDOLOŠKA OBILJEŽJA
PEDOLOGICAL CHARACTERISTICS

U našoj pedološkoj literaturi općenito nalazimo veoma malo podataka o pedološkim prilikama područja Zadra i njegova kontinentalnog zaleđa u kojem se nalaze istraživani lokaliteti. U pedološkoj karti Jugoslavije (Nejgebauer i sur. 1959), sitnog mjerila 1:1000000, područje je označeno kao »goli krš s pjegama crvenice« i rendzina, a u Škorićevoj (1977) karti, mjerila 1:1000000, područje je označeno kao »goli krš s pjegama crvenice« i rendzina, a u Škorićevoj (1977) karti, mjerila 1:2000000, kao »goli krš s pjegama crvenice, smeđeg tla i litosola.« Ti su nam izvori poslužili samo za grubu orijentaciju. Za detaljniju obradu pedoloških prilika toga područja koristili smo se stoga rukopisnim materijalom pedološke karte mjerila 1:50000 za sekciju Zadar 4. Rukopisni podaci za ovu kartu stavljeni su nam na uvid zahvaljujući razumijevanju koje je pokazao autor karte dr. Bošku Miloš iz Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša Split. Na osnovi tih podataka izrađena je priložena pedološka karta br. 3.

Obilaskom terena i iskopom pedoloških profila identificirane su pedosistematske jedinice na istraživanim površinama. Pedosistematske jedinice identificirao je dr. Ferdo Bašić s Fakulteta poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Na osnovi morfologije, odnosno vrste i slijeda genetskih horizonata utvrđene pedosistematske jedinice klasificirane su po kriterijima klasifikacije tala bivše Jugoslavije (Škorić, Filipovski, Ćirić 1973).



TUMAČ LEGENDE – LEGEND
OPĆA PEDOLOŠKA KARTA HRVATSKE
GENERAL PEDOLOGICAL MAP OF CROATIA
LIST 4 ZADAR
1:50.000

1. Koluvijal, aluvijalno-koluvijalni, oglejan-rendzina na koluviju (60:40) – Colluvial soils, colluvial/alluvial, eugleyic redzina on colluvial soils (60:40)
2. Vapnenačko-dolomitna crnica, posmeđena smeđa na vapnencu, tipična plitka (60:40) – Brown dolomite calcocambisols brown on limestones, typical, shallow (60:40)
3. Rendzina na flišu regosol (sirozem) na flišu (80:20)
4. Rendzina, antropogenizirana aluvijalno-karbonatna, oglejana (70:30) – Rendzina, anthropogenized alluvial/carbonate, gleyic (70:30)
5. Eutrično smeđe, antropogenizirano-koluvij, neoglejan (60:40) – Eutric cambisols, anthropogenized colluvial, nongleyic (60:40)
6. Smeđe na vapnencu, plitko vapnenačko-dolomitna crnica (80:20) – Calcocambisols, shallow, limestone/dolomite humus (80:20)
7. Smeđe na vapnencu, plitko antropogenizirano-vapnenačko-dolomitna crnica (60:40) – Calcambisols, shallow, anthropogenized, limestone/dolomite humus (60:40)
8. Crvenica, tipična, lesivirana smeđa na vapnencu, plitka (50:50) – Red clay, typical, luvic calcocambisols, shallow (50:50)
9. Vinogradsko tlo (vitosol) rendzina na flišu (70:30) – Vitisol rendzina on fliss (7::30)
10. Vinogradarsko tlo (vitosol) rendzina na flišu (60:40) – Vitisol rendzina on fliss (60:40)
11. Antropogena tla (gradske površine) – Anthropogeneous soils (urban areas)

PODNEBLJE ZADRA
CLIMATE OF ZADAR REGION

Za ovaj rad koristili smo se meteorološkim podacima stanice Zadar, koje nam je ustupio Hidrometeorološki zavod u Zagrebu. Iz priloženih tablica mogu se uočiti osnovne karakteristike podneblja na području Zadra u 28-godišnjem razdoblju (1984-1975. god.) motrenja.

Iz navedenog razdoblja prikazani su ovi klimatski elementi i pojave, koji se za razvoj biljnog svijeta smatraju najvažnijim.

Meteorološka postaja Zadar bila je smještena na lokalitetu Arbanasa (H 17 m) do 1948. godine. Od 1948. god. nalazi se u gradu (H 2m), a od 1965. god. do danas stanica je na području Puntamika (H 3,5 m).

U tablici 1. donosimo srednje mjesečne i godišnje geotemperature u °C za 5 godina (1970-1975) te srednje vrijednosti geotemperatura po godišnjim dobima na 2, 5, 10, 20, 30 i 50 cm dubine. Vidi se da temperatura ni u jednom profilu tijekom godine nije pala ispod 6,0 °C, što pretpostavlja nesmetan rast i razvoj korijenskoga sustava tijekom cijele godine.

Podaci iz tablice 2. pokazuju da je srednja godišnja stvarna temperatura zraka 14,7 °C, srednja maksimalna 18,8 °C, srednja minimalna 11,0 °C te da poprečno kolebanje iznosi 7 °C. Apsolutni maksimum temperature, zabilježen 3.07.1963. god., iznosio je 35,7 °C, dok je apsolutni minimum temperature – 9,1 °C zabilježen 23.01.1963. godine. Godišnje apsolutno kolebanje iznosi na području Zadra 44,0 °C. Apsolutne minimalne temperature zraka ispod 0 ° C zabilježene su u I, II, III, XI. i XII. mjesecu (– 9,1, – 8,6, – 2,6, – 6,0 C).

Analizirajući tablicu 3. vidi se da tijekom cijele godine nema ledenih ni studenih dana. Hladnih dana bilo je u siječnju 5,1, veljači, 4,7, ožujku 2,3, u studenom 0,3 i u prosincu 2,1, tj. ukupno tijekom cijele godine 14,5 hladnih dana. Topli dani javljaju se od travnja do listopada i njihov godišnji srednjak iznosi 86,5 dana. Vrući dani javljaju se od svibnja do rujna, a njihovi godišnji zbroj 14,6 dana. Tople noći zabilježene su između lipnja i rujna, uključivši i rujan, i njihov je godišnji srednjak 26,2 dana.

U tablici 4. dani su podaci o srednjoj mjesečnoj i godišnjoj relativnoj vlažnosti zraka u %. Relativna vlažnost zraka kreće se u granicama između dosta niske (66 %) u srpnju i nadsrednje (75 % u listopadu), a u godišnjem je prosjeku osrednja (72 %). Srednji mjesečni i godišnji broj dana s relativnom vlagom zraka u 14 h kreće se od 0,1 (svibanj) do 0,8 (veljača) ili godišnje 4,7 dana. Srednja mjesečna i godišnja relativna vlaga zraka kreće se od 0,7 (srpanj) do 7,9 (prosinac) ili godišnje 49,1 dan.

Srednja mjesečna i godišnja naoblaka (0,10) prikazana je u tablici 5. Vidimo da se stvarna naoblaka kreće u rasponu od 2,6 (srpanj) do 6,2 (prosinac), odnosno godišnji srednjak iznosi 4,7 stupnjeva naoblake. Godišnji srednjak vedrih dana je 112,4, a oblačnih dana 83,0.

Tablica 6. sadrži podatke o insolaciji u razdoblju 1966-1971. godine. Sijanje sunca na području Zadra iznosi u prosjeku godišnje 2458,4 sati. Mjesečne granične vrijednosti sijanja sunca u prosjeku su od 100,7 sati (prosinac) do 341,5 sati (srpanj) ili u prosjeku 6,74 sata.

U tablici 7. su podaci o količini oborina. Oni pokazuju da je godišnji prosjek 927 mm. Poprečno kretanje oborina po mjesecima iznosi od 34,4 mm (srpanj) do 132,8 mm (studeni). Najmanje oborina padne ljeti (144 mm), a najviše u jesen (351,2

Tab. 1.

Srednje mjesečne i godišnje geotemperature (°C), 1970–1975.

Po dubinama, cm	Mjesec i												Srednja godišnja
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2	7,1	7,6	9,7	13,4	18,6	23,0	25,5	25,0	20,8	14,4	10,7	7,2	15,3
5	7,0	7,4	9,6	12,9	18,5	22,6	25,0	24,9	20,8	14,7	10,8	7,3	15,1
10	6,9	7,3	9,2	13,2	18,1	22,2	24,6	24,7	20,9	14,9	10,9	7,3	15,0
20	7,3	7,7	9,7	13,0	17,7	21,7	24,1	24,5	21,1	15,5	11,4	8,0	15,1
30	8,2	8,4	9,7	13,2	17,3	21,2	23,9	24,6	21,7	16,6	12,7	9,2	15,6
50	8,7	8,8	9,7	13,0	16,8	20,5	23,1	24,2	21,8	17,2	13,4	10,0	15,6

Srednje vrijednosti geotemperatura (°C) po godišnjim dobima, 1970–1975.

Po dubinama, cm	Godišnja doba			
	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen
2	7,3	13,9	24,5	15,3
5	7,2	13,7	24,2	15,4
10	7,2	13,5	23,8	15,6
20	7,7	13,5	23,4	16,0
30	8,6	13,4	23,2	17,0
50	9,2	13,2	22,6	17,5

Tab. 2.

Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka (°C), 1948–1975.

Meteorološki elementi	Mjesec i												Srednja godišnja
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Srednja stvarna	6,7	7,2	9,1	13,0	17,5	21,2	23,6	23,2	20,0	15,4	11,6	8,3	14,7
Srednja maksimalna	10,4	11,0	13,2	17,0	21,2	25,1	27,9	27,7	24,5	19,9	15,5	11,9	18,8
Srednja minimalna	3,5	3,9	5,5	9,3	13,1	16,9	19,0	18,9	16,1	11,9	8,4	5,2	11,0
Srednje kolebanje	6,9	7,1	7,7	7,7	8,1	8,2	8,9	8,8	8,4	8,0	7,1	6,7	7,0
Apsolutna maksimalna	16,6	17,2	20,8	27,0	31,4	33,7	35,7	35,6	31,3	27,0	21,3	18,6	God. aps. max. 36,7 (3.07.1952)
Apsolutna minimalna	- 9,1	- 8,6	- 6,8	0,4	3,4	8,2	11,7	11,0	7,8	2,9	- 2,6	- 6,0	God. aps. min. - 9,1 (23.01.1963)
Apsolutno kolebanje	25,7	25,8	27,6	26,6	28,0	25,5	24,0	24,6	23,5	24,1	23,9	24,6	God. aps. kolebanje 44,8

Srednje temperature zraka po godišnjim dobima (°C), 1948–1975.

Meteorološki elementi	Godišnja doba			
	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen
Srednja stvarna	7,4	13,2	22,7	15,7

Tab. 3.

Srednji mjesečni i godišnji broj dana s temperaturom zraka (°C), 1948–1975.

Elementi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednji zbroj	Opaska
Ledenih dana minimum ≤ -10,0														nije bilo slučaja
Studenih dana maksimum ≤ -0,0														nije bilo slučaja
Hladnih dana minimum ≤ -0,0	5,1	4,7	2,3								0,3	2,1	14,5	
Toplih dana maksimum ≥ 25,0				0,1	2,4	15,9	27,1	27,1	13,3	0,6			86,5	
Vrućih dana maksimum ≥ 30,0					0,1	1,1	6,8	6,2	0,4				14,6	
Toplih noći maksimum ≥ 20,0						3,1	11,7	10,2	1,2				26,2	

Tab. 4.

Srednja mjesečna i godišnja relativna zračna vlaga (u %), 1948–1975.

Meteorološki elementi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednja godišnja
Srednja stvarna	72	72	71	72	73	71	66	69	73	73	75	74	72
Srednje vrijednosti po godišnjim dobima	zima = 73			proljeće = 72			ljeto = 69			jesen = 74			

Srednji mjesečni i godišnji broj dana s relativnom vlagom zraka

Količina vlage (u 1 m³)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnji zbroj
≦ 30 %	0,4	0,8	0,7	0,3	0,1	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	4,7
≧ 80 %	7,6	6,1	4,8	3,3	2,9	1,9	0,7	0,8	2,3	4,1	6,7	7,9	49,1

Tab. 5.

Srednja mjesečna i godišnja naoblaka (0–10)

Meteorološki elementi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednja godišnja	Godišnji zbroj
Srednja stvarna	5,8	5,6	5,3	5,1	4,8	4,8	2,6	2,7	3,6	4,4	6,1	6,2	4,7	
Srednje vrijednosti po godišnjim dobima	zima = 5,9			proljeće = 5,1			ljeto = 3,1			jesen = 4,7				
Vedrih dana (< 2,0)	6,6	6,5	7,7	7,2	7,8	9,9	16,6	16,1	12,9	10,5	4,9	5,7		112,4
Oblačnih dana (> 8,0)	10,4	8,8	9,1	8,1	6,1	4,1	1,4	1,9	4,1	6,3	10,8	11,9		83,0

Tab. 6.

Ukupno trajanje – mjesečni i godišnji zbroj sati sijanja sunca – „insolacija" – (1966–1975.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnji zbroj
Srednji zbroj sati	106,1	117,3	170,7	201,6	273,8	289,8	341,5	304,2	233,8	199,4	119,5	100,7	2.458,4

Tab. 7.

Srednja mjesečna i godišnja količina oborine, mm (1948–1975.)

	M	j	e	s	e	c	i				Godišnji zbroj
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Srednji zbroj	85,6	65,8	62,7	60,1	57,3	55,3	34,4	54,3	90,1	128,3	132,8	100,3	927,0
	Najveća dnevna količina zabilježena je 7. 10. 1958. 209,4 mm												
Srednji zbroj po godišnjim dobima	zima = 251,7			proljeće = 180,1			ljeto = 144,0			jesen = 351,2			
Srednji broj dana s količinom oborine, mm													
≧ 0,1 mm	10,9	9,9	9,5	9,6	9,2	7,9	5,3	6,1	8,0	9,3	12,4	12,7	110,8
≧ 10,0 mm	3,1	2,2	2,1	2,4	2,0	1,9	1,0	2,0	2,8	3,3	4,4	3,4	30,6
≧ 20,0 mm	0,9	0,6	0,7	0,5	0,6	0,8	0,4	0,9	1,5	1,9	2,0	1,1	11,9
Srednji broj dana oborine koja je dala ≧ 0,1 mm													
sa kišom (• ✱ ▲ △)	10,7	9,6	9,4	9,6	9,2	7,9	5,3	6,1	8,0	9,3	12,4	12,5	110,0
sa snijegom (✱ ✳ ⛆ ⛆)	0,6	0,7	0,4								0,1	0,5	2,3

Tab. 8.

Srednji broj dana s atmosferskim pojavama (1948–1975.)

Meteorološke pojave i elementi	M	j	e	s	e	c	i					God.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
s tučom (△ ▲)	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1	0,1		0,1		0,3	0,2	0,5	2,5
s snježnim pokrivačem (⛆ ≧ 1 cm)	0,5	1,0	0,1									0,3	1,9
s grmljavinom (ϟ T)	1,4	1,3	1,3	2,1	2,9	4,1	3,9	4,4	3,9	3,7	3,9	1,8	34,7
s maglom (≡ ≡ ≡)	0,5	0,7	1,1	0,2	0,2			0,3	0,8	1,4	0,4	0,5	6,1
s rosom (⩍)	2,8	4,3	7,0	8,9	10,0	6,1	4,3	7,5	12,1	11,6	5,5	4,8	84,9
s mrazom (⌴)	3,5	3,0	2,4	0,1							1,2	3,0	13,2
s jakim vjetrom (≡ 6-7 bofora)	1,5	2,0	1,5	2,1	0,5	0,6	0,7	0,6	1,0	1,2	2,0	1,5	15,2
s olujnim vjetrom (≡ 8 ili više bofora)	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1			0,1		0,3	0,1	1,5

Tab. 9.

Čestina (ruža) vjetra (1948–1975.)

	Tišina	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Σ
	%									
na 8 smjerova	28,4	4,8	11,0	12,0	18,2	3,9	0,8	3,5	17,4	100,0
na 4 smjera	28,4	19,0		26,6		13,4		12,6		100,0

mm), što upućuje na maritimne karakteristike klime. U toj tablici vide se srednjaci mjesečnih i godišnjih karakterističnih vrijednosti oborina.

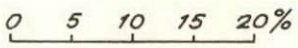
Tablica 8. daje pregled atmosferskih pojava. Možemo zaključiti da su pojave tuče i snježnog pokrivača vrlo rijetke. Za šumarstvo, a i inače, ekološki je važna pojava rose. Njezin je godišnji prosjek 84,9 dana, a tijekom cijele godine rosa se javlja u granicama od 2,8 dana (u siječnju) do 12,1 dan (u rujnu). Mrazova ima 12,2 dana godišnje, od studenoga do travnja, što je također važan podatak u šumarstvu.

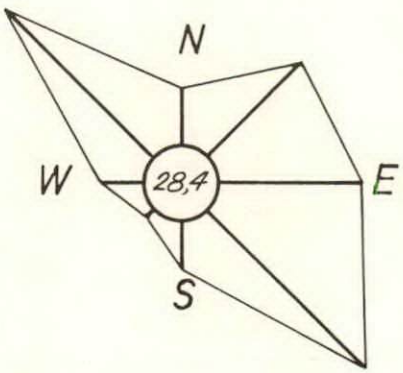
Ruža vjetrova i tišina

Meteorološka stanica Zadar
(razdoblje: 1948-1975.)

Tab. 9.

C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
28,4	4,8	11,0	12,0	18,2	3,9	0,8	3,5	17,4
28,4	19,0	-	26,6	-	13,4	-	12,6	-





Tablica 9. donosi podatke o ruži vjetrova i tišina.
Klimatski kvocijent i pripadnost prema različitim autorima:

Lang:

$$I = \frac{P}{T} = \frac{927}{14,7} = 63,1$$ Područje pripada semihumidnoj klimi.

De Martonne:

$$I = \frac{P}{T+10} = \frac{927}{14,7+10} = \frac{927}{24,7} = 37,5$$ Područje pripada humidnoj klimi.

Koeppen:

$$f = \frac{M}{m} = \frac{100,3}{34,4} = 2,92$$ Područje pripada mediteranskoj klimi.

Glacobb:

$$f = \frac{O}{t} = \frac{144}{35,7} = 4,03$$ Područje pripada mediteranskoj klimi.

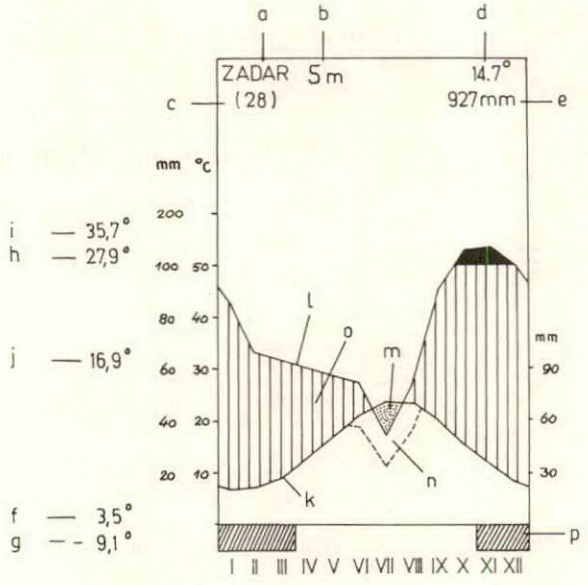
Emberger:

$$Q = \frac{100 \times p}{M\,m} = \frac{100 \times 927}{27,9 \quad 3,5} = 121$$

Prema Embergovu pluviometričkom kvocjentu i prosjeku minimalnih temperatura najhladnijeg mjeseca (m) područje pripada mediteranskoj klimi.

O = srednja količina oborina mjeseca s najmanje oborina u ljetu – mean procipitation of the month with rainfall in summer
P = srednja količina oborina tijekom godine – mean precipitation throughout the year
T = srednja godišnja temperatura zraka °C – mean annual air temperature in °C
O = ljetne oborine (lipanj, srpanj, kolovoz) – summer precipitation (june, july, august)
t = maksimalne temperature zraka najtoplijeg mjeseca u °C – warmest month maximal air temperature in °C.
M = srednjak dnevnih maksimalnih temperatura zraka najtoplijeg mjeseca u °C – mean daily air temperature of the warmest month in °C
m = srednjak dnevnih minimalnih temperatura zraka najhladnijeg mjeseca u °C – mean daily minimum air temperature of the coldest month in °C
O = srednja količina oborina mjeseca s najviše oborina u zimi – mean precipitation of the month whit highest rainfall in wintertime

KLIMATSKI DIJAGRAM PREMA H. WALTERU
CLIMATE DIAGRAM ACCORDING TO H. WALTER



a) Stanica – Station
b) Nadmorska visina stanice – Station altitude above sea level
c) Broj godina motrenja – Number of observation years
d) Srednja godišnja temperatura zraka (°C) – Average yearly air temperature (°C)
e) Srednja godišnja količina oborina (mm) – Average yearly precipitation (mm)
f) Srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca – Average minimum of the coldest month air temperature
g) Apsolutni minimum temperature zraka – Absolute minimum air temperatures
h) Srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca – Average maximum air temperatures of the warmest month
i) Apsolutni maksimum temperature zraka – Absolute maximum of air temperature
j) Srednja kolebanja temperature zraka – Average oscillations of air temperature.
k) Srednje mjesečne temperature zraka – Average monthly air temperatures
l) Srednje mjesečne količine oborina (mm) – Average monthy precipitation (mm)
m) Sušno razdoblje – Drought period
n) Razdoblje suhoće – Dry period
o) Vlažno razdoblje – Humid period
p) Mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0 ° C – Months with minimum air temperatures below 0 °C

MJESEČNI KIŠNI FAKTOR PREMA M. GRAČANINU ZADAR

Godina	Srednje mjesečne oborine u mm	Srednja mjesečna temp. u °C	Mjesečni kišni faktor	Klimatska oznaka po Gračaninu
Siječanj	85,6	6,7	12,78	humidna
Veljača	65,6	7,2	9,14	humidna
Ožujak	62,7	9,1	6,89	semihumidna
Travanj	60,1	13,0	4.62	semihumidna
Svibanj	57,3	17,5	3,27	semihumidna
Lipanj	55,3	21,2	2,61	aridna
Srpanj	34,4	23,6	1,46	aridna
Kolovoz	54,3	23,2	2,34	aridna
Rujan	90,1	20,0	4,51	semihumidna
Listopad	128,3	15,4	8,33	humidna
Studeni	132,8	11,6	11,45	humidna
Prosinac	100,3	8,3	12,08	humidna

Prema Gračaninu podneblje se mijenja po mjesecima.
Siječanj, veljača, listopda, studeni i prosinac imaju karakter humidne klime.
Ožujak, travanj, svibanj i rujan imaju karakter semihudne klime.
Lipanj, srpanj, kolovoz imaju karakter aridne klime.

FITOCENOLOŠKA PRIPADNOST
PHYTOCENOLOGICAL CLASSIFICATION

Područje Musapstan i Zlokobnica u fitocenološkom pogledu pripada biljnoj zajednici hrasta medunca i bijelog graba *Querco-Carpinetum orientalis*. To je klimatogena zajednica polusredozemnih područja. U nas se šuma hrasta medunca i bijeloga graba nalazi u Istri, Kvarneru, kopnenom području Hrvatskog primorja i Dalmacije. To je kserofilna zajednica u ljetnim mjesecima kada vlada suša i toplina, dok u zimskim mjesecima hladnoća sprečava pridolazak termofilnih vrsta drveća i grmlja te isključuje mogućnost uspijevanja najvećeg dijela zimzelenih vrsta.

Šuma medunca i bijeloga graba nadovezuje se vertikalno na šume hrasta crnike te u našim prostorima seže i do 500-900 m. U našem jadranskom području razvijeno je nekoliko subasocijacija i degradacijskih stadija te šume, što za šumarstvo ima veliku važnost, jer pri pošumljavanju devastiranih i degradiranih područja te biljne zajednice moramo voditi računa da u njezinu toplijem dijelu forsiramo mediteranske vrste borova (alepski, brucijski, primorski, piniju), a i druge vrste: čemprese, cedrove te posebno grčku jelu.

Fitocenološka pripadnost istraživanog područja prikazana je u tablici 10. radi lakšega objašnjenja poglavlja 5.3. vegetacijska obilježja.

Tab. 10. BIOTOP MUSAPSTANA NA PODRUČJU ŠUMARIJE ZADAR
MUSAPSTAN BIOTOPE IN ZADAR FOREST MANAGEMENT

KULTURA - *CULTURE*: PINUS HALEPENSIS,PINUS PINEA I PINUS HALEPENSIS

POTENCIJALNA FITOCENOZA - *Potential phytocoenosis*	*Querco-Carpinetum orientalis* H-ić 1939.															TUPAJ UDJELA - DEGRE OF PROPORTION
ODJEL/PLOHA - *Div./plot*	16/1	16/2	16/3	16/4	16/5	12/1	12/2	12/3	12/4	12/5	11/1	11/2	11/3	11/4	11/5	
DATUM SNIMANJA - *Date of survey*	10.V., 5.VII., & 6. VI 1987.															
Vel. plohe - *Plot size* m²	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	
Matična podloga - *Parent soil*	V A P N E N A C - *l i m e s t o n e*															
Tlo - *Soil*	VAPNENAČKO DOLOMITNA CRNICA,POSMEĐENA - SMEĐE NA VAPNENCU TIPIČNO, PLITKO (60:40) *Calcocambisol on limestone typical, shallow (60:40)*															
Ekspozicija - *Exposition*	R a v n o - *f l a t*															
Inklinacija - *Inclination*	R a v n o - *f l a t*															
Kultura - *Silviculture*	*P. halepensis & P. pinea*					*P i n u s p i n e a*										
Starost kulture - *Age of culture*	40 godina - *40 years*															
Srednji promjer - *Mean dbh*	Alep. bor - *Aleppo pine* 27.4 cm					Pinj - *Stone pine* - 22,5 cm										
Srednja visina - *Mean height*	Alep. bor - *Aleppo pine* 16,4 m					Pinj - *Stone pine* - 10,8 m										
Pokrovnost sloja drveća (%) *Tree layer density (%)*	90	75	90	85	90	90	90	90	90	80	90	90	75	75	90	
Pokrovnost sloja grmlja *Brush layer density*	15	10	10	10	5	20	15	35	25	25	25	20	25	25	20	
Pokrovnost sloja prizemnog rašća *Undergrowth layer density*	80	90	70	70	60	60	60	60	60	70	60	60	60	80	60	
Pokrovnost sloja mahova *Moss layer density*	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	10	5	10	
Ukupna pokrovnost u % Total density (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

FLORISTIČKI SASTAV - *Floral composition*

I SLOJ DRVEĆA (Cult.) - *Tree layer (Cult.)*

Pinus pinea L.	2.3	2.3	2.3	2.3	3.3	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	V
Pinus halepensis Mill.	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.4	2.3	3.3	4.3	3.3	.	.	R	.	+	IV
Cupressus sempervirens L. v.b.	1.1	+	+	1.1	+	+	+	1.1	+	+	.	.	.	.	.	IV
Cupressus sempervirens L. v.p.	1.1	.	.	.	.	.	1.1	.	+	1.1	.	.	.	.	.	II
Cedrus deodara Laws.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	I
Pinus nigra Arnold.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Pinus pinaster Sol.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Quercus ilex L.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

II SLOJ GRMLJA - *Brush layer*

Juniperus oxycedrus	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.3	3.3	3.3	V
Phillyrea media L.	1.2	+	2.3	1.2	1.2	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	V
Paliurus aculeatus	1.2	.	1.2	+	.	+	1.2	+	+	.	+	+	.	.	+	IV
Rubus discolor	+	.	.	.	+	1.2	+	+	+	+	+	+	.	+	+	IV
Quercus pubescens Thuill.	+	+	+	.	+	.	.	+	.	+	+	+	.	+	.	III
Cupressus sempervirens L. v.p.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	R	.	.	.	R	III
Rosa sempervirens L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	+	.	.	R	II
Prunus mahaleb L.	R	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	II
Lonicera etrusca	R	+	.	.	.	.	.	.	.	.	(R)	.	.	+	.	II

Quercus ilex L.	1.2	R	1.2	2.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Acer monspessulanum L.	.	.	R	.	R	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Quercus cerris L.	+	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Cedrus deodara Laws.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	R	.	.	.	.	.	I
Crataegus transalpina	.	.	.	.	.	.	.	.	R	+	.	.	.	.	.	I
Rhamnus intermedia	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
Pinus pinea L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I
Fraxinus ornus L.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Viburnum tinus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	I
Osyris alba L.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ligustrum vulgare L.	R	.	R	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ostrya carpinifolia Scop.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sorbus domestica L.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Prunus avium L.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Acer obtusatum Kit.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

III SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA – *Undergrowth layer*

Asparagus acutifolius L.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
Hieracium pillosela	+	+	+	.	+	+2	+	+	+	+	+	+	+	.	+2	V
Rubus discolor Wh.N.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	1.2	1.2	+	+	+	V
Teucrium polium L.	+2	+2	+2	+2	+2	+2	1.2	+2	1.2	+	+	+2	+2	+2	+	V

Sesleria autumnalis (Scop.)Fr.Schultz.	+2	1.2	+2	1.3	2.3	3.4	2.3	+2	2.3	+2	2.3	1.3	1.3	1.3	+2	V
Asphodelus microcarpus Salzm.Viv.	+	+	+	1.1	.	1.1	+	1.2	+	+	+2	+	+	+	+	V
Stachys pratensis L. Hampe.	+	+	+	+	.	+	R	+	+	.	+	+	+	R	+	V
Potentilla erecta L. Hampe.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	V
Clematis flammula L.	+	+	+	+	+	+	+	.	R	R	+	R	R	R	.	V
Teucrium chamaedrys L.	+2	R	+2	+2	+2	+2	.	+2	+	+2	+2	+2	.	+2	+2	V
Rhamnus intermedia	+2	+	+2	+2	+	1.2	1.2	1.2	+	+2	.	+2	+2	+2	R	V
Euphorbia fragifera	+	R	.	+	+	+	R	R	+	+	R	+	1.2	+2	1.2	V
Crepis paludosa (L.) Mch.	+	+	+	+	+	+	R	+	.	+	+	+	+	+	+	V
Carex distachya Desf.	+2	R	+2	+2	+2	+2	.	+2	+	+2	+2	+2	.	+2	+2	V
Helianthemum ovatum (Vir.) Jun.	+2	+	+2	+2	+	1.2	1.2	1.2	+	+2	.	+2	+2	+2	R	V
Chalimus hyspanicus	+	+	+	+	+	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	+	+	+	+	1.1	V
Quercus pubescens Willd.	+	+	+	+	1.2	.	1.2	+	+	+	1.2	+	+	+	+	V
Pinus halepensis Mill.	+	1.1	1.2	1.2	1.1	+	1.1	1.1	+	1.1	.	.	.	.	.	IV
Thymus serpyllum L.	.	+	.	+	.	+2	+2	1.2	+	+2	.	R	.	R	+	IV
Phyllirea media L.	+	+	+	+	.	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+	IV
Sanguisorba minor Scop.	.	.	.	+	R	R	+	+	+2	+	R	+	1.2	1.2	1.2	IV

Eryngium amethystinum L.	.	.	+	+	+	+	+	R	.	R	R	R	+	R	+	IV
Galium lucidum All.	.	.	.	R	.	+	+	+	+	R	+	+	R	+	+	IV
Bromus erectus Huds.	.	R	R	+2	+2	+	.	+2	+2	+2	+2	+2	1.2	2.2	.	IV
Cephalaria leuchanta	+	R	+	+	+	R	.	.	.	R	+	+	+	+	+	IV
Filipendula hexapetala	+	+	+	+	+	.	+	+	.	+	1.2	1.2	.	+	+	IV
Rosa sempervirens L.	.	+	.	+	.	+	.	R	+	.	+	.	.	.	R	III
Rubia peregrina L.	R	+	R	.	+	R	.	.	+	.	+	+	.	R	.	III
Trifolium pratense L.	R	.	.	.	.	R	.	R	+	R	.	.	R	R	.	III
Cupresus sempervirens L.	1.2	+	+	+	1.2	R	+	+	.	+	.	.	.	.	.	III
Astragalus sp.	.	+2	+	R	R	R	.	R	+	+	R	.	.	.	.	III
Dorycnium germanicum (Gremli.)Rony.	+	+	.	.	+	+2	+	.	.	R	R	+	.	.	+	III
Cardus pycnocephalus L.	.	.	.	R	.	R	R	R	R	R	R	R	.	R	.	III
Dorycnium hirsutum (L.) Ser.	.	+	.	+	.	.	.	R	R	R	+	.	+	.	.	III
Prunus mahaleb L.	.	.	R	+	+	.	.	.	R	+	+	.	+	+	+	III
Verbascum flomoides L.	.	.	R	R	R	R	R	R	R	R	R	.	.	.	.	III
Pinus pinea L.	1.1	1.1	+	.	+	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	III
Festuca heterophylla Lam.	.	+2	+2	2.2	1.2	.	.	.	.	.	1.2	1.2	1.2	2.2	.	III
Prunella laciniata L.	R	.	+	+	.	.	1.2	+	+	+	.	+	.	.	+	III
Echynops ritro L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	III
Oryganum majorana	.	R	.	.	.	R	.	.	.	.	R	.	.	+	.	III
Tamus communis L.	+	.	.	R	.	+	.	.	.	+	R	.	.	.	.	III

Smilax aspera L.	+	.	.	.	.	R	.	.	.	R	+	.	.	R	.	II
Ligustrum vulgare L.	.	.	.	.	R	R	.	.	R	.	.	(+)	R	.	.	II
Laurus nobilis L.	.	.	.	.	.	R	R	R	.	R	R	.	.	.	.	II
Celtis australis L.	.	.	.	.	.	R	R	.	R	+	R	.	.	.	.	II
Juniperus oxycedrus L.	.	1.2	.	.	.	+	.	.	+	.	+	1.2	.	.	.	II
Hedera helix L.	(1.2)	.	.	+	R	.	.	R	R	.	.	R	.	.	.	II
Geranium valentianum	.	.	.	.	+	.	R	.	.	.	.	+	+	+	+	II
Fraxinus ornus L.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	R	R	.	+	II
Pistacia lentiscus L.	.	.	.	R	.	.	R	.	.	.	R	R	R	.	.	II
Sedum acre L.	.	.	R	.	.	.	+2	+2	.	.	.	+2	+2	+	.	II
Helichrysum italicum (Roth.) Dovn.	.	.	.	.	.	R	.	R	+2	R	.	.	+	.	.	II
Acer monspessulanum L.	.	.	.	R	R	.	R	.	.	.	.	R	.	.	.	II
Brachypodium pinnatum (L.) Beauv.	.	R	.	.	.	.	1.2	1.3	.	+2	.	.	.	.	.	II
Quercus ilex L.	.	.	+	+	+	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Osyris alba L.	+	R	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Centaurea montana L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	+	+	+	.	II

Osim navedenih biljaka našli smo i sljedeće biljke u pojedinim snimcima koje su se javile s udjelom R - Besides listed plants other spec. that occred with R:
Cornus sanguinea L., *Daucus carota* L., *Inula conyza*, *Cyclamen repandum s.s.*, *Taracsacum officinale* Wigg., *Ruscus aculeatus* L., *Salvia officinalis* L., *Arum italicum* Mill., *Paliurus aculeatus* Lam., *Crataegus transalpina*, *Argilobium tenuifolium*, *Viola hirta*, *Ulmus procera*, *Peucedanum oreoselinum*, *Hypericum veronense*, *Viburnum tinus*, *Ostrya carpinifolia*, *Aremonia agrimonoides*, *Lathyrus apacha*, *Dactylis glomerata*, *Plantago latifolia*, *Satureja montana*, *Cypripedium calceolus*, *Ruscus aculeatus*, *Lythospermum purpuro-coeruleum*, *Lonicera etrusca*, *Cephalantera alba*, *Myrtus communis*.

OPĆI PODACI O ALEPSKOM BORU, PRIMORSKOM BORU, PINIJI, ČEMPRESU, MEDUNCU I CERU
GENERAL DATA ON THE ALEPPO PINE, MARTIME PINE, STONE PINE, CYPRESS, PUBESCENT OAK AND BITTER OAK

Alepski bor – *Pinus halepensis* Mill.
Aleppo pine

Syn: *Pinus halepensis* Poir., *Pinus genuensis* Cooc., *Pinus hierosolimitana* Duham., *Pinus maritima* Desf.

Alepski bor ili bijeli bor, bor, borika, meki bor, morski bor, primorski bor, sosna.

Prirodno pridolaženje alepskog bora vezano je uz submediteransku klimu. Smatra se da je porijeklom iz istočnoga mediteranskog područja, a da je u doba Rimljana prenesen u zapadni Mediteran (Vukičević 1971).

Prema Walteru coor. nalazimo u Maloj Aziji, sjevernoj Africi, Portugalu, Španjolskoj, Francuskoj, Italiji, Grčkoj, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori i Albaniji i u istočnim područjima Crnog mora. Čini se da je svoje ime alepski bor dobio po sirijskom gradu Alepu, u čijoj su neposrednoj blizini nekada rasle prostrane šume toga bora.

U našoj domovini alepski bor se prirodno rasprostire uz obalu Jadranskog mora, kopnom južnije od Splita, a na otocima južnije od Šibenika (Anić 1946). Vrlo lijepe sastojine alepskog bora susrećemo na otocima Mljetu, Lastovu, Hvaru, Šipanu, Lopudu, Lokrumu itd., za koje možemo reći da žive u svom optimumu. Taj bor, introduciran izvan njegova prirodna areala, susrećemo diljem naše obale u Hrvatskom primorju, Istri i bližoj unutrašnjosti, gdje također dobro uspijeva, a što je vjerojatno uvjetovano edafskim i klimatskim činiocima toga staništa.

Naraste 16–20 m u visinu. Deblo i grane su mu nepravilno razvijene, krivudaste. U starijoj dobi ima široko zaobljenu krošnju, dok je u mladih primjeraka krošnja piramidalno razvijena. Iglice žive redovito dvije godine, no mogu doživjeti i tri do četiri godine, nakon čega požute i otpadaju. Mlade iglice brzo zamjenjuju otpale stare i na taj način se održava postojeća biološka ravnoteža u krošnji stabla. Alepski bor je jednodomna biljka.

Oplodnja alepskog bora odvija se uz pomoć vjetra, i to u toplijem regijama već u veljači, a u nešto hladnijim zonama u ožujku i travnju.

Češer je drvenast, duguljasto-jajolikog oblika, na dugačkoj, 1–2 cm savijenoj stapci visi prema dolje. Mogu biti do tri češera zajedno. Sazrijeva početkom treće godine, kada se češer otvara i sjeme pada na tlo. Otvoreni češeri ostaju na stablu i do pet godina te, gledano iz daljine, podsjećaju kao da se na stablu nalazi veće jato ptica. Sjemenke su okriljene, tamnorđaste boje, piknjaste, do 6 mm duge, velike klijavosti i preko 70%, koju zadrže 3–5 godina. Obilno rađa sjemenom svake godine. Pri klijanju klica ima više kotiledona (4–15).

Žilni sustav alepskog bora snažno je i bogato razvijen, a obično se razvija u dva osnovna oblika koji su uvjetovani sastavom podloge na kojoj raste. No u oba slučaja je karakteristično da se obilno razvija generativno korijenje, s mnogobrojnim korjenčićima brojnih redova (Matković 1970).

U aridnoj klimi i na tlima oskudnim hranivima alepski bor zahvaljuje svoj opstanak upravo korijenskom sustavu.

Na čvrstoj vapnenoj podlozi alepski bor razvija glavni korijen u obliku žile srčanice, koja može dosegnuti dužinu i veću od dva metra. Srčanica prodire u dublje slojeve tla kroz pukotine u matičnoj podlozi u čijoj dubini biljka nalazi potrebne količine hraniva i vode za svoj razvoj (sl. 1). Korijenski sustav ima i mehaničku ulogu učvršćenja biljke protiv snažnih vjetrova, bure i juga koji se često javljaju u prirodnim arealu alepskog bora.

Alepski bor je izraziti kserofit i heliofit. Za svoje uspijevanje traži svjetla i topline. Prema M a t k o v i ć u (1970) otporan je na niske temperature zraka, ako ne traju dugo, te izdrži i do – 20 °C, što možemo potkrijepiti činjenicom da su kulture alepskog bora u okolici Sinja preživjele kratkotrajni minimum temperature zraka, koji je iznosio 6. siječnja 1947. godine u Sinju – 26 °C, bez znatnijih oštećenja.

Odlično uspijeva u aridnoj klimi gdje se ponaša kao kserofitna biljka, no uspijeva i na tlima obilno opskrbljenim vodom, pa ga možemo označiti kao »kseromorfni higrofit«. Ipak, alepskom boru najbolje odgovara umjerena vlaga u zraku i tlu.

Alepski bor pokazuje veliku prilagodljivost na sušne uvjete, što govori u prilog njegovoj sadnji s obloženim korijenjem i za vrijeme ljeta. On pokazuje, usto, i veliku regenerativnu sposobnost ako mu poslije dugog razdoblja suše dodamo vodu 56 dana poslije zadnjeg vlaženja. Dakle, u uvjetima velike suše, alepskom boru je dodana voda i to omogućuje njegov oporavak i dalji razvoj još 121 dan (P r p i ć 1986).

Što se tiče zahtjeva prema tlu, alepski bor je vrlo plastičan. Uspijeva na tlima dobre proizvodne sposobnosti, na tlima slabog boniteta i na potpuno degradiranim tlima krša koja su vrlo siromašna hranivima i koja nose obilježja aridnosti. Pionirsko svojstvo i odnos prema tlu alepskog bora stručna literatura tumači prilično uopćeno. Tako P a r d e (1957) kaže: »*Alepski bor (1946-1954) privikava se na sve terene silikatne i vapnene... upravo je savršen za pošumljivanje ravnica na vapnenoj podlozi.*« Smatra se da su za uspijevanje alepskog bora i za njegovu kvalitetu i vitalnost, uz klimu, prilike tla odlučujuće, osobito u zonama izvan njegova prirodnog areala. Uspijeva na svim ekspozicijama. U nas dolazi do 400 m, (u Alžiru i Maroku do preko 1.500 m) što je prema V u k i č e v i ć u, nešto više od visinskog pridolaženja masline (*Olea europaea* L. var. *europaea Fiore.*). Pojavljuje se na svim mogućim nagibima, ali najbolje podnosi brežuljkaste terene. Vrlo je otporan na vjetrove i ostale klimatske nepogode. Podnosi vrlo dobro pososlicu, čak štoviše, uspijeva uz neposrednu morsku obalu, gdje mu korijen dolazi izravno u dodir s morskom vodom, što nema negativnih posljedica na njegov razvitak. Vrlo dobro podnosi zagađenost atmosfere raznim plinovima i prašinom (M a t k o v i ć 1970). U našim pedoklimatskim uvjetima prirodnog pridolaženja alepskog bora možemo ustvrditi da je ta vrsta vrlo plastična i da se prilagođava svim terenima te je vrlo teško pronaći kulturu šire ekološke valencije koja bi mu se mogla suprotstaviti. Izvan prirodnog areala traži južnije ekspozicije i zaštićenije položaje, plodnije tlo, što mu osigurava povoljnije uvjete razvitka.

Primorski bor – *Pinus pinaster* Ait.

Maritime pine

(*P. maritima* Mill., *P. gomerata* Salisb., *P. hamiltonii* Tenore, *P. mesogeensis* Fiesch et Gaussen)

Naraste i do 30 m visoko, a krošnja mu je široko zaobljena. U nas ne dolazi od prirode, ali ga nalazimo po parkovima i nasadima diljem naše obale, kao i u šumskim kulturama. Dobro se može uzgajati i u području tople zone medunčeve šume. Uspijeva u Španjolskoj, Portugalu, južnoj Francuskoj, južnoj Engleskoj, te u Italiji, Tunisu, Alžiru, Maroku. Kao kultura mnogo je sađen u području atlantske obale Francuske i Španjolske.

Na niske temperature nešto je otporniji od alepskog bora. Velikih je zahtijeva prema svjetlu, a u mladosti je osjetljiv na sušu. Vrlo brzo raste u mladosti, a u pogledu tla stavlja nešto veće zahtjeve od ostalih borova. Popravlja tlo, a najbolje uspijeva na rastresitim i dubljim tlima (pjeskovita, silikatna tla) te traži više zračne vlage od drugih borova.

Za primorski bor prevladava mišljenje da je acidofilna vrsta. P a v a r i (1954) iznosi mišljenje da postoje dvije vrste primorskog bora, tzv. atlantska ili kalcifobna vrsta i mediteranska kalcifilna vrsta. Prema istom autoru atlantska varijanta ili silikatna varijanta može uspijevati na tlima koja ne sadrže više od 50% vapna. U mladosti raste veoma brzo, tako da u 10. godini života dosegne visinu i preko 4 m (H o r v a t 1965).

Počinje rađati sjemenom već u 10–15. godini, čija je klijavost 75–80%. Puni urod javlja se između 3. i 5. godine. U 1 kg ima oko 20000 sjemenki. U našem primorskom dijelu krša veoma se dobro podižu kulture sjetvom sjemena (područje Zadra i Šibenika).

Pinija – *Pinus pinea* L. (1753)

Stone pine

(*Pinus fustuosa* Salisb., *P. maderensis* Tenore., *P. sativa* Lamarck)

Talijani ga nazivaju Pino domestico, ali u talijanskim provincijama nosi ove nazive: Piemont: Pin domestich, Lombardija: Pigna, Pignuel, Venecija: Pignoler, Toscana: Pino mansu. U njemačkom jeziku naziv mu je Pinie, u francuskom Pin pinier, Pin parasol, Španjolskom Pino pinonero i u engleskom Stone Pine.

Stablo je visoko 20–25 m i debelo 1,5 m. Krošnja je spljošteno zaobljena ili košobranasta. Kora starijih stabala je uzdužno ispucala, crvenkastosmeđa ili sivosmeđa, 2–10 cm debela. Donje grane su horizontalno otklonjene, a gornje su nešto povinute prema gore. Iglice dolaze po dvije u čuperku, otpadaju treće ili četvrte godine. Cvjeta od travnja do lipnja. Češer dozrijeva u jesen druge godine, a otvara se u trećoj godini. Sjeme se zove pinjol. U jednom češeru ima prosječno 100 sjemenki. U kologramu ima 1000–1600 sjemenki. Kotiledona ima 12 dužine do 6 cm.

Prirodno dolazi u područje Sredozemnog mora od Portugala do Turske i Libanona. U nas prirodno dolazi na Mljetu (saplunare). Unesen je u parkove i nasade na području Zadra u šumskoj kulturi Musapstan. U svom prirodnom arealu penje se i do 100 m. Uzgaja se najviše zbog dekorativnog izgleda i zbog plodova, pinjola,

koji se koriste u proizvodnji kolača, slastica, ulja, a služi i za jelo kao npr. badem. Pinija najbolje uspijeva u području mediteranske klime. Obično prati maslinu. Heliofilna je vrsta koja dobro uspijeva na pješčanim, vapnenastim i silikatnim tlima. Izraziti je kserofit. Može doživjeti starost 200–250 godina.

Poznato je da se pinija uzgaja i za proizvodnju sjemenki pinjola. Prema iskustvima u Italiji u 12. godini života ne smije biti više od 800 biljaka po hektaru, u 20. godini na jednom hektaru treba biti oko 400 biljaka, a već u 27. godini svega 100 biljaka na jedan hektar. Dakako, ovdje se podrazumijeva i podjednak prostorni raspored biljaka, što znači da u 27. godini razmak biljaka i redova treba iznositi 10 × 10 m.

Obični čempres – *Cupresus sempervirens* L.
Cypress

Prema podacima iz literature čempres je vrsta koja dolazi iz Irana, a u Europu je došao davno. U svojoj domovini naraste i do 50 m visoko, a u promjeru čak i do 3 m, a doživi starost i do 1000 godina. U Hrvatskoj raste na otocima i u priobalju. Vrlo je cijenjena vrsta u zemljama Mediterana, jer stavlja male zahtjeve na tlo, vrlo je otporan na visoke temperature i dužu sušu. Prema Tucakoviću (1954) čempres može izdržati i temperature od – 20 °C. Osim u našem priobalju i na otocima ta vrsta ide i dublje u kopno te se pojedinačna stabla ili skupine stabala susreću kod Sinja, Knina, Obrovca, Stoca, Mostara, a ima ga još kod Cetinja i Skoplja (topliji submediteran). Vrlo je otporan na zračne struje pa se koristi u vjetrobranim pojasima. Otporan je na prašinu i plinove i na posolicu. Uspijeva dobro na kiselim i bazičnim tlima. Ne podnosi pjeskovita i vlažnija tla.

Cvjeta u ožujku-travnju, a plod češer dozrijeva u rujnu druge godine, kada se češeri i otresaju. Sjemenom rađa obilno svake godine. Sjeme ima dobru energiju klijavosti, koja traje više godina. U 1 kg ima 150000 sjemenki.

U našem primorju i na otocima uzgaja se kao dekorativna vrsta. Nalazimo ga po parkovima, grobljima, drvoredima, vrtovima i alejama. Javlja se i u borovim kulturama kao vrsta koja je malo zastupljena. Smatramo da toj vrsti treba posvetiti više pažnje i da je treba unositi na krš zajedno s drugim vrstama borova jer je pokazala dobre rezultate na površinama gdje je unesena (područje Dubrovnika, Splita, Zadra i dr.).

Drvo čempresa je crvenkaste boje. Dugotrajno je i može koristiti za razne potrebe u životu čovjeka. Za kraške prilike najveća je njegova vrijednost u zaštitnoj, estetskoj i meliorativnoj ulozi koju ta vrsta posjeduje.

Poznata su dva tipična varijeteta:

var. *sempervirens* (= *C.s. fastigiata* Hansen, *C.s.* var. *pyramidalis* Nyman *C.s.* var. *stricata* Ait., *C. pyramidalis* Targ.–Tozz.), habitus stupolik ili usko čunjast sa širokom varijabilnosti toga svojstva;

var. *horizonatlis* (Mill.) Gord. (= *C. horizonatlis* Mill.), grane široko otklonjene, a krošnja široka čunjasta. Varijatet je prikladan za vjetrozaštitne pojase.

Medunac, sitna grančica ili magaričar
Quercus pubescens Wild.
Pubescent oak

Syn: *Q. lanuginosa* Thuill.

To je drvo južne Europe i zapadne Azije. Raste na kišovitim, plitkim i suhim zemljištima s prisojne strane. Svjetloljubiva je vrsta, nepravilnog uzrasta. U promjeru može doseći i do 100 cm, a u visinu i do 20 m. Dugovječna je vrsta koja može doživjeti i više od 600 godina. U nas dolazi u najtermofilnijim, najtoplijim hrastovim šumama, u klimatogenoj submediteranskoj šumi medunca i bijeloga graba, te medunca, cera, crnog jasena i crnoga graba. U našem primorju penje se i preko 750 m. U Europi dopire do Rajne, Češke i Slovačke, a nalazimo ga na Krimu i Kavkazu. Unutar vrste postoji više svojti (klimatske rase i dr.).

Kora mu je sivopepeljasta, debela i duboko ispucala. Mlade grančice i pupoljci gusto su maljavi, pupovi su sivosmeđi.

Cvjeta u travnju i svibnju. Plod je eliptičnog oblika, 20–25 mm dug, sjedi na vrlo kratkoj, gotovo neprimjetnoj dršci. Žir dozrijeva u prvoj godini. Vrlo je ukusan kao krmivo, pa mu odatle i ime »medunac«.

Otporan je na sušu, a dobro se obnavlja iz panja. Danas gotovo da i nemamo na kršu šuma iz sjemena, izuzev pojedinačna stabla i menje skupine stabala. Medunčeve šume su na kršu devastirane, a tlo je degradirano te u proizvodnji drveta ne predstavljaju značajnije resurse. Uglavnom medunac služi za ogrijev, i to nažalost čistim sječama u ophodnjama od 15 do 20 godina. Takav način gospodarenja još više pogoršava i slabi postojeće niske šume i šikare medunca i na mnogim površinama sastojine se ne obnavljaju iz panja, što dovodi do ogoljena tla, njegove dalje degradacije i brzoga pretvaranja u goli krš.

Za poboljšanje medučevih niskih šuma, panjača i šikara bilo bi nužno pristupiti meliorativnim zahvatima radi privođenja medunčevih šuma u vredniji gospodarski oblik srednje i visoke šume. Na jako devastiranim i degradiranim površinama uz standardne mjere meliorativnih zahvata i zabranu pašarenja, sječe i odnošenja listinca trebalo bi unositi odgovarajuće vrste borova koji bi rasli zajedno s postojeećim autohtonim elementima medunčeve šume, što bi svakako poboljšalo tlo, a time bi se stvorili uvjeti za razvoj medunca i vrsta koje ga prate u najstabilniji šumski ekosustav na kraškim površinama submediterana.

Cer – *Quercus cerris* L.
Bitter oak

Cer je drvo južne Europe, a posebno je raširen u jugoistočnoj Europi, osobito na Balkanskom i Apeninskom poluotoku. Manje ga srećemo u ostalim krajevima južne Europe (Španjolska, Francuska). Na sjeveru dolazi od Švicarske i Austrije te do Moravske. Raste u termofilnim šumama u Srbiji (*Carpinetum ericetalis serbicum* Rud.) s kitnjakom, običnim grabom, bukvom i crnim grabom. Nalazimo ga i s lužnjakom, a u hrvatskom priobalnom pojasu s meduncem. Može činiti i manje čiste sastojine. U planinama seže i do 900 m. Može rasti na vapnenoj i silikatnoj podlozi.

Naraste i do 35 m visine i do 1 m u promjeru. Doživi nešto preko 200 godina. Listovi su kožasti, duguljasti, ostaju na stablu do narednog proljeća. Krošnja mu je široka piramidalna, a jednogodišnje grančice su maljave i malo uglaste. Cvjeta u svibnju i lipnju. Žir dozrijeva druge godine u rujnu i listopadu. Krupnog je izgleda, izduženoga, jajastog oblika, na vrhu malo spljošten, uzduž fino izbrazdan.

Na kršu nemamo čistu sastojinu cera. Kako smo rekli, dolazi u medunčevim šumama te se tretira kao i medunac. Podnosi sušu, a dobro se regenerira iz panja. Što se tiče poboljšanja uzgoja te vrste, vrijedi sve ono što smo kazali za medunac, zato što cer na kršu dolazi kao pratilac medunčevih staništa.

VLASTITA ISTRAŽIVANJA
MY OWN RESEARCH

Izabrali smo Ravne kotare za istraživanja na području Šumarije Zadar zato što se na tom području nalaze kulture primorskih borova u suvislom kompleksu od oko 250 ha. Tako velika površina borovih kultura na kršu nije svakidašnja i predstavlja jednu veću oazu pošumljivanja kraških goleti, pa je stoga i interesantna za ova istraživanja.

U momentu naših mjerenja i opservacija kultura je imala oko 40 godina. Točan podatak nastanka kulture nismo pronašli u podacima Šumarije Zadar, a prema obavijestima šumarskih stručnjaka i starijih žitelja Zadra kultura je podizana u vrijeme talijanske okupacije Zadra i dijela njegove okolice od godine 1932. do 1939. sadnjom biljaka primorskih vrsta borova (alepski, pinija i primorski bor, te nešto čempresa, a kasnijih godina i nešto atlantskog cedra).

Vrijeme od četrdesetak godina možemo reći da je i prekratko, a možda i dostatno da se mogu izvući određeni zaključci o utjecaju kulture na poboljšanje stanišnih prilika i na vraćanje staništa prirodnih biljnoj zajednici, te o produkcijskoj mogućnosti borovih sastojina na degradiranim i devastiranim staništima krša.

Kultura je podignuta u biljnoj zajednici hrasta medunca i bijeloga graba (*Querco pubescentis-Carpinetum orientalis*). Tu se sreću veliki prostori devastiranih i degradiranih područja medunčeve šume u obliku šikara, panjača i kraških kamenjara. Ta činjenica omogućava praćenje i usporedbu poboljšanja tla i proizvodnje drvne tvari na istim staništima, borovim kulturama i devastiranim oblicima medunčeve šume u njezinoj toplijoj ekološkoj varijanti.

Metoda rada – Work methods

Ova su istraživanja provedena u toplijoj zoni šume hrasta medunca i bijeloga graba (*Querco-Carpinetum orientalis*) na području Šumarije Zadar. Sastojine smo odabrali u šumskim predjelima Musapstan i Zlokobnica.

Naša istraživanja i izmjere obuhvatile su kulture alepskog bora i pinije u dobi od 40 godina te prirodnu, devastiranu sastojinu panjaču hrasta medunca iste dobi. U istraživanim sastojinama postavili smo pokusne plohe veličine 1 ha (100 × 100). Ukupno smo postavili četiri pokusne plohe (karta 1).

Terenski rad – Field work

Na izabranim pokusnim plohama odredili smo strukturne elemente (broj stabala, temeljnicu...). Na istraživanim plohama klupirali smo sva stabla od 9 cm prsnog promjera naviše (u kulturama četinjača), dok smo u medunčevoj panjači mjerili sva stabla od 2 cm naviše. Prsni promjeri mjereni su zaokružbenom promjerkom Aldenbruck-Bohmerleove konstrukcije. Visine smo mjerili kod alepskog bora, pinije, čempresa i primorskog bora s Blume-Leissovim visinomjerom, dok smo kod medunca i cera visine mjerili izravno letvom .

Na temelju rezultata strukturne analize odabrali smo primjerna stabla (srednje sastojinsko stablo) za totalnu analizu. Detaljno smo snimili stabla pinije, alepskog bora, čempresa i medunca te smo uzeli kolutove, kao što je uobičajeno pri svakoj totalnoj analizi stabla. Ukupan uzorak iznosio je 20 stabala, a od svake vrste po pet (5) stabala.

Također smo obavili mikroklimatska mjerenja najvažnijih klimatskih elemenata i pojava u šumskim kulturama i na otvorenom prostoru (slika 5. i 6.). Obavili smo i fitocenološka istraživanja po metodi Ciriško-monpelješkee škole.

Obrada podataka – Data processing

Na temelju dobivenih podataka terenske izmjerke obračunali smo za svaku plohu strukturu sastojina (N, G, V) te grafički prikazali distribuciju prsnih promjera po 2 cm i sastojinske visinske krivulje (tab. 11, 12, 13. i 14, graf. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. i 8).

Laboratorijski smo analizirali uzorke za totalnu analizu stabala. Podatke analize obradili smo programom KANASTA (kompletna analiza stabala) (Pranjić, Hitrec 1976).

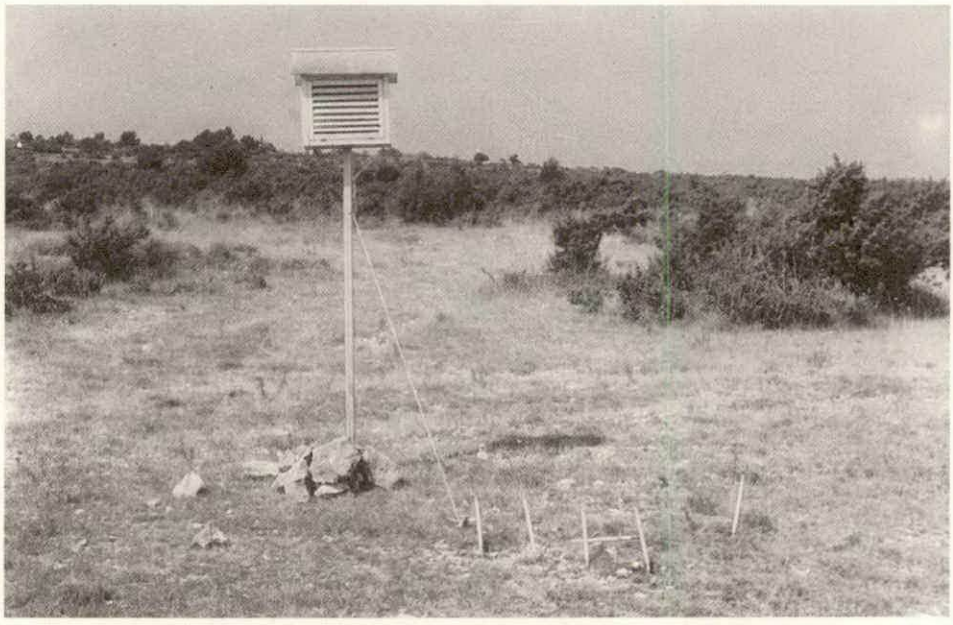
Dobivene rezultate totalne analize zbog obilja podataka gotovo je nemoguće u potpunosti prikazati te smo za dalji rad dali najbitnije rezultate totalne analize (vidi str. 279–286 tab. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21. i 22).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA
RESEARCH RESULTS

Na istraživanim plohama nakon obavljenih terenskih radova laboratorijski smo obradili podatke koje ćemo pokazati u ovom odjeljku.

TLO – SOIL

Na genezu i svojstva tla istraživanoga područja utječe više činilaca, među kojima geomorfološke i litološke prilike dolaze na prvo mjesto. Istraživano područje je tipična zaravan, zaravnjena kraška, ploča, s veoma razvijenom površinskom plastikom, izlomljenim brojnim stijenama što izbijaju na samo površinu i tvore tipičan kraški pejzaž.



Sl. 5. Mikroklimatska mjerenja na otvorenom prostoru na lokalitetu Musapstan



Sl. 6. Mikroklimatska mjerenja u borovoj kulturi na lokalitetu Musapstan

Tab. 11.

STRUKTURA PO HEKTARU
Structure per ha

ŠUMARIJA ZADAR
Zadar forestry
GOSP. JEDINICA: MUSAPSTAN
Management unit: Musapstan

ODJEL: 11
Division: 11
POVRŠINA PLOHE: 1 ha
Plot area: 1 ha

VRSTA DRVEĆA *Tree species*	PINIJA *Stone pine*			ČEMPRES *Cypress*			ALEPSKI BOR *Aleppo pine*			PRIMORSKI BOR *Maritime pine*			UKUPNO *Total*		
DEBLJINSKI RAZREDI *Dbh class*	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
10 - 20	79	1.93	9.2	4	.05	.2	5	.12	.5	1	.02	.1	89	2.12	10.0
21 - 30	294	15.38	98.5	1	.04	.3				4	.21	1.2	299	15.63	100.0
31 - 40	124	11.14	61.4				2	.19	1.1	4	.34	1.2	130	11.67	63.7
41 - 50	9	1.39	8.2										9	1.39	8.2
51 - 60	1	.22	1.4										1	.22	1.4
UKUPNO *Total*	507	30.06	178.7	5	.09	.5	7	.31	1.6	9	.57	2.5	528	31.03	183.3

N - broj stabala - *number of trees*
G - temeljnica - *basal area*
V - volumen - *volume*

Tab. 12.

STRUKTURA PO HEKTARU
Structure per ha

ŠUMARIJA ZADAR
Zadar forestry
GOSP. JEDINICA: MUSAPSTAN
Management unit: Musapstan

ODJEL: 12
Division: 12
POVRŠINA PLOHE: 1 ha
Plot area: 1 ha

VRSTA DRVEĆA *Tree species*	ALEPSKI BOR *Aleppo pine*			PINIJA *Stone pine*			ČEMPRES *Cypress*			CEDAR *Cedrus*			UKUPNO *Total*		
DEBLJINSKI RAZREDI *Dbh class*	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
5 - 10				1	.0003	.02	17	.01	.50	2	.01	.03	20	.02	.55
11 - 20	58	1.36	9.2	59	1.42	8.0	38	.66	3.80	1	.01		156	3.45	21.00
21 - 30	219	11.40	88.0	72	3.51	22.1	4	.18	1.30				295	15.09	111.40
31 - 40	90	8.29	69.3	7	.62	4.1	1	.08	.60				98	8.99	74.00
41 - 50	6	.89	7.8										6	.89	7.80
UKUPNO *Total*	373	21.94	174.3	139	5.55	34.2	60	.93	6.2	3	.02	.03	575	28.44	214.8

N - broj stabala - *number of trees*
G - temeljnica - *basal area*
V - volumen - *volume*

Tab. 13.

STRUKTURA PO HEKTARU
Structure per ha

ŠUMARIJA ZADAR
Zadar forestry
GOSP. JEDINICA: MUSAPSTAN
Management unit: Musapstan

ODJEL: 16
Division: 16
POVRŠINA PLOHE: 1 ha
Plot area: 1 ha

VRSTA DRVEĆA *Tree species*	PINIJA *Stone pine*			ALEPSKI BOR *Aleppo pine*			PRIMORSKI BOR *Maritime pine*			ČEMPRES *Cypress*			UKUPNO *Total*		
DEBLJINSKI RAZREDI *Dbh class*	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
5 - 10							1	.0002	.02	13	.05	.4	14	.05	.42
11 - 20	56	1.43	8.1	8	.23	1.3	15	.28	1.4	91	1.71	10.7	170	3.65	21.5
21 - 30	189	9.69	59.5	37	2.10	13.8	5	.31	2.1	8	.29	2.1	239	12.39	77.5
31 - 40	73	6.55	41.5	51	4.98	36.3	4	.34	2.3				128	11.87	80.1
41 - 50	1	.13	.9	19	2.79	21.7							20	2.92	22.6
51 - 60				2	.42	3.5							2	.42	3.5
UKUPNO *Total*	319	17.80	110.0	117	10.52	76.6	25	.93	5.8	112	2.05	13.20	573	31.30	205.6

N - broj stabala - *number of trees*
G - temeljnica - *basal area*
V - volumen - *volume*

Tab. 14.

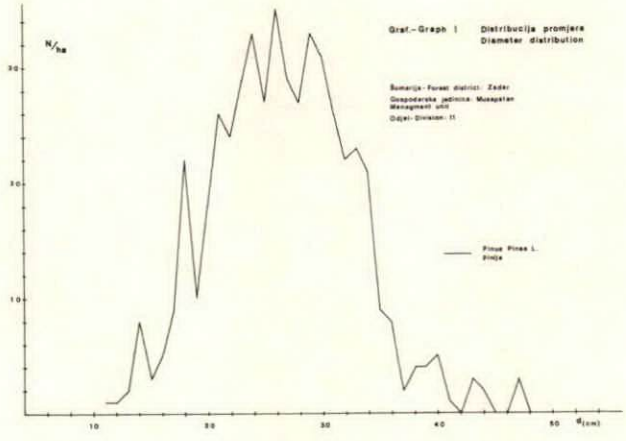
STRUKTURA PO HEKTARU
Structure per ha

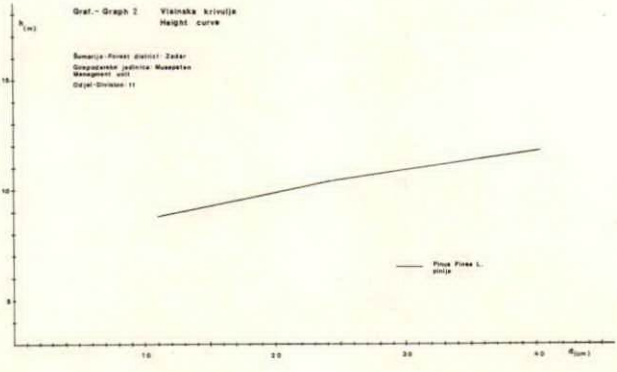
SUMARIJA ZADAR
Zadar forestry
GOSP. JEDINICA: ZLOKOBNICA
Management unit: Zlokobnica

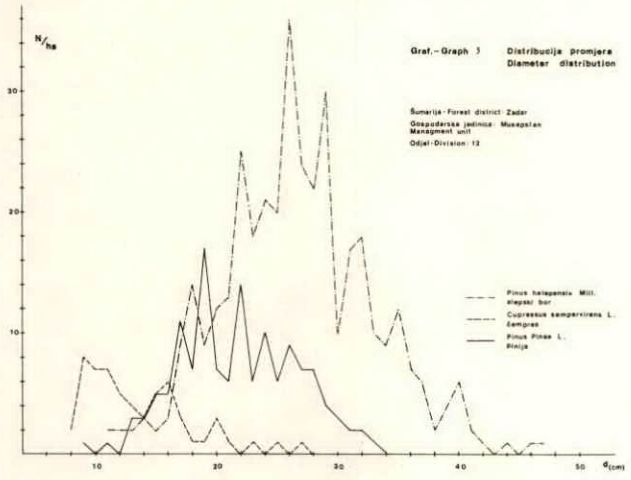
ODJEL: 36a
Division: 36a
POVRŠINA PLOHE: 1 ha
Plot area: 1 ha

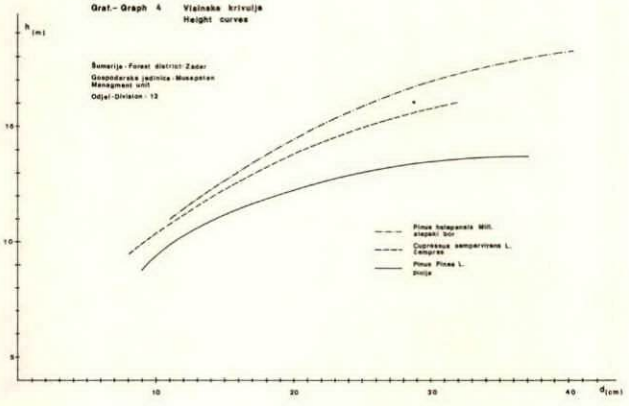
VRSTA DRVEĆA *Tree species*	MEDUNAC *Pubescent oak*			CER *Bitter oak*			SLADUN *Adriatic oak*			OTL *Other hardwoods*			UKUPNO *Total*		
DEBLJINSKI RAZREDI *Dbh class*	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
2 - 10	1004	3.23	4.9	106	.36	.7	9	.05	.1	200	.09	.2	1319	3.73	5.9
11 - 20	90	1.06	3.2	40	.56	2.1	3	.03	.1				133	1.65	5.5
21 - 30				44	.17	.9							4	.17	.9
31 - 40				1	.08	.4							1	.08	.4
UKUPNO *Total*	1094	4.29	8.1	191	1.17	4.1	12	.08	.2	200	.09	.2	1457	5.63	12.7

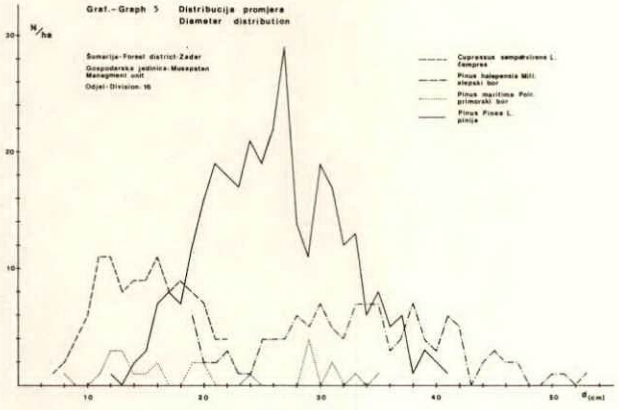
N - broj stabala - *number of trees*
G - temeljnica - *basal area*
V - volumen - *volume*

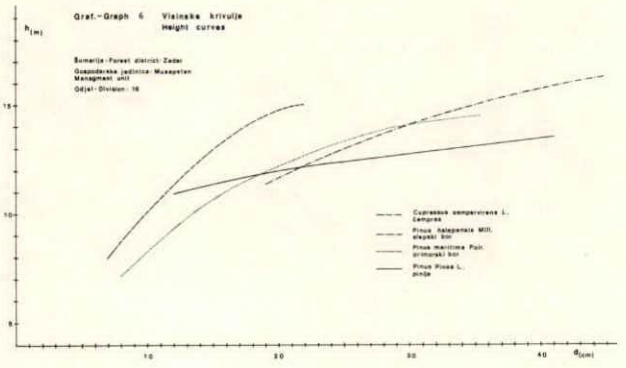


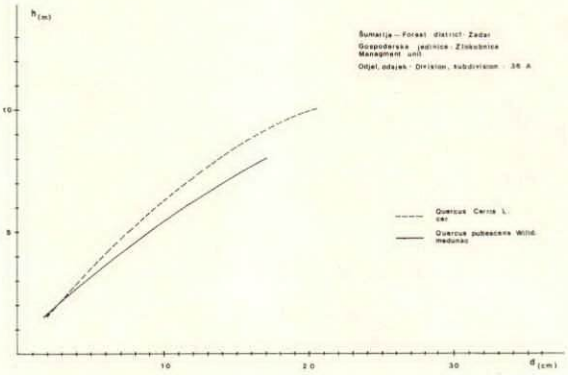


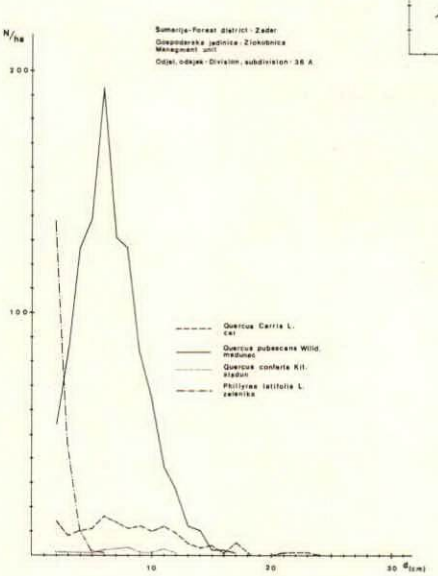

N/ha
Graf.– Graph 3
Distribucija promjera
Diameter distribution
Šumarija - Forest district: Zadar
Gospodarska jednica - Management unit
Odjel - Division: 12
Pinus halepensis Mill.
alepski bor
Cupressus sempervirens L.
čempres
Pinus Pinea L.
pinija
d(cm)


Graf.– Graph 4
Visinska krivulja
Height curves
h (m)
Šumarija - Forest district: Zadar
Gospodarska jednica - Management unit
Odjel - Division: 12
Pinus halepensis Mill.
alepski bor
Cupressus sempervirens L.
čempres
Pinus Pinea L.
pinija
d(cm)


Graf.– Graph 5
Distribucija promjera
Diameter distribution
N/ha
Šumarija - Forest district: Zadar
Gospodarska jednica - Management unit
Odjel - Division: 16
Cupressus sempervirens L.
čempres
Pinus halepensis Mill.
alepski bor
Pinus maritima Poir.
primorski bor
Pinus Pinea L.
pinija
d(cm)


Graf.-Graph 6 Visinske krivulje
Height curves
h(m)
Šumarija-Forest district: Zadar
Gospodarska jedinica: Musapetan
Management unit
Odjel-Division: 16
15
10
5
10
20
30
40
d(cm)
Cupressus sempervirens L.
Pinus halepensis Mill.
Pinus maritima Poir.
Pinus Pinea L.


Graf.-Graph 8 Visinske krivulje
Height curves
h(m)
Šumarija-Forest district: Zadar
Gospodarska jedinica: Zlokolnica
Management unit
Odjel, odsjek-Division, subdivision: 36 A
10
5
10
20
30
d(cm)
Quercus Cerris L.
Quercus pubescens Willd.


Graf.-Graph 7 Distribucija promjera
Diameter distribution
N/ha
Šumarija-Forest district: Zadar
Gospodarska jedinica: Zlokolnica
Management unit
Odjel, odsjek-Division, subdivision: 36 A
200
100
10
20
30
d(cm)
Quercus Cerris L.
Quercus pubescens Willd.
Quercus conferta Kit.
Phillyrea latifolia L.

Područje je, kako se i vidi iz priložene geološke karte lista Zadar, građeno iz krednih i eocenskih vapnenaca. Karakteristika je tih stijena velika kemijska čistoća. Sastoje se od 98% CaCo i svega 2% tzv. netopivog ostatka reziduuma, iz kojega se formira mineralni dio tala. Ima ovdje geomorfoloških fenomena karakterističnih za vapnenački krš pukotine, škrape, plitke i razvijene krške depresije i polja. Tvrdi, masivni kredni i eocenski vapnenac veoma se sporo troši, i to otapanjem, pa mala količina netopivog ostatka ostaje u nasljeđu tla. Netopivi ostatak nakuplja se dakle veoma sporo tako da su tla na vapnencu poligenetske tvorevine. U toku dugotrajne geneze zemljišni materijal je prolazio kroz različite bioklimatske prilike. Veoma snažan agens translokacije zemljišnog materijala u geološkoj prošlosti i danas je akvatična i eolska erozija. Vodenom erozijom materijal se površinski translocira u pravcu pada terena i akumulira u depresijama, odnosno u škrapama i pukotinama, kao tipičnim fenomenima krške morfologije. Na tim je mjestima sačuvan zemljišni materijal stare pedosfere. Djelotvorna je na suvremenu distribuciju tala toga područja za krš karakteristična tzv. krška ili vertikalna erozija. Poniranjem vode kroz razlomljenu i raspucalu vapnenačku masu u istom se pravcu prenosi i zemljišni materijal pedosfere i tako se pune pukotine, škrape i »džepovi«. Taj je materijal isključen od utjecaja suvremenih pedodinamskih procesa na površini tla, pa funkcionira kao fosilno tlo. Posljedica površinske akvatične i eolske erozije jest ogoljavanje terena i njegova degradacija u pravcu povećanja površine pod golim stijenama, povećane skeletnosti površine tla i postotnog udjela kamenjara litosola, kao pedosistematskih jedinica karakterističnih za inicijalne procese pedogeneze. Stjenovitost i kamenitost površine i skeletnost tla indicira intenzitet akvatične površinske erozije i učinak toga procesa u geološkoj prošlosti do danas. Važno je naglasiti da vapnenci s primjesama dolomita ostavljaju specifična morfološka obilježja na površini tla. Brže se otapa dolomitna komponenta pa na površini strši goli kamen oštrih bridova. Sve to pokazuje veoma živu površinsku plastiku terena.

Eolskom erozijom u geološkoj prošlosti, posebno u razdoblju pleistocena, ali i u recentnim uvjetima na već formirana tla nanošen je plići ili dublji sloj teksturno lakšeg materijala svjetlije boje koji, izmiješan s izvornim materijalom, daje horizontima u kojima se javlja svjetliju boju i karakteristike eluvijalnog horizonta, odnosno stratigrafiju profila karakterističnu za lesivirano tlo.

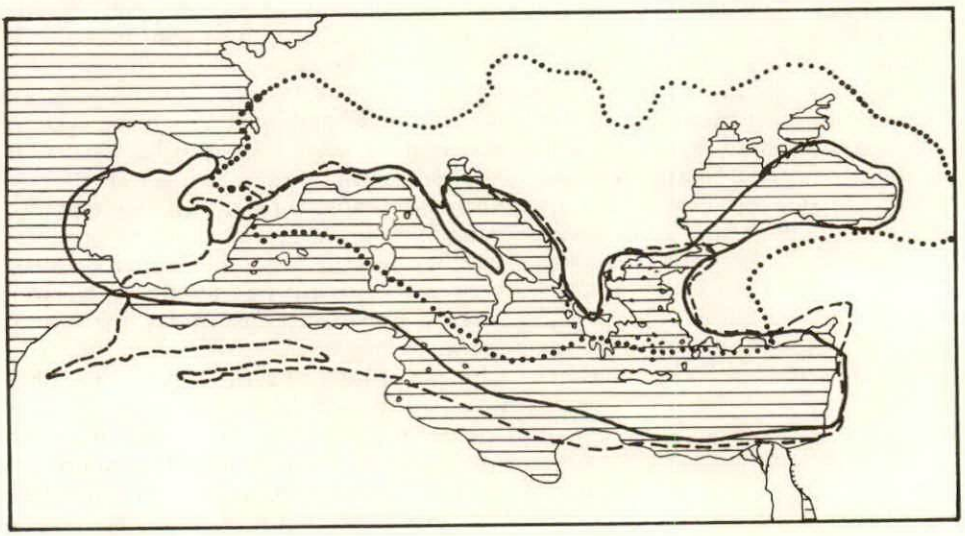
Pedološki se po stratigrafiji, dubini i ekološkim prilikama razlikuju zone s kojih se zemljišni materijal odnosi erozijom od onih na kojima se taj materijal akumulira. Ta je diferencijacija izražena i na vrlo malom prostoru, što ima za posljedicu mozaičnu građu pedološkog pokrova kao opću karakteristiku distribucije pedoisistematskih jedinica u zoni krša.

PEDOLOŠKE PRILIKE
PEDOLOGICAL CONDITIONS

Pedološke prilike istraživanog područja prikazane su na priloženoj pedološkoj karti br. 3. Na istraživanom području izdvojene su dvije kartografske jedinice. U jednoj jedinici javlja se vapnenačko-dolomitna crnica, posmeđena, sa 60% udjela, i smeđe tlo na vapnencu, tipično plitko, s 40% udjela. U drugoj kartografskoj jedinici javlja se crvenica, tipična i lesivirana, s 50% udjela i smeđe tlo na vapnencu, s 50%

AREAL HRASTA MEDUNCA, ALEPSKOG BORA I PINIJA
THE AREAE OF PUBESCENT OAK, ALEPPO PINE AND STONE PINE

Karta 4.



Legenda:

..... Quercus pubescens Willd.

– – – – Pinus halepensis Mill.

——— Pinus pinea L.

udjela u strukturi pedološkog pokrova.

Zone s kojih se zemljišni materijal odnosi pokazuju veću stjenovitost i kamenitost površine. To su u pravilu povišeni i ponešto nagnuti položaji. Na njima je utvrđeno smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), tipično, najčešće plitko i srednje duboko, a duboki varijeteti javljaju se samo u većim i dubljim pukotinama. To je tlo rezultat uvjeta pedogeneze. U dubljim škrapama, ispod kambičnog (B) horizonta, javlja se crvenični materijal te se tako formiraju dvoslojni profili. Gornji kat je rezultat recentne pedogeneze, a donji ostatak iz prošlosti. U zoni akumulacije zadržan je dubok materijal crvenice izmiješan sa skeletom, a stjenovitost površine je u profilu manja.

Na strukturu pedološkog pokrova važan, čak presudan utjecaj ima i podzemni reljef matične podloge, supstrata. On određuje dubinu tla, a preko toga utječe na pravac i tok evolucije, učinak erozije i, naravno, na ekološka svojstva tih tala, odnosno dubinu zakorjenjivanja.

Veoma važan, a na nekim lokalitetima i presudan utjecaj na pedološki pokrov, njegovu građu, strukturu i diferencijaciju ima šumska vegetacija. Prirodna zajednica tog lokaliteta jest šuma hrasta medunca i bijeloga graba *(Querco-Carpinetum orientalis).* Dio površine čini, međutim, kultura pinije *(Pinus pinea)* i alepskog bora *(Pinus halepensis).*

Utjecaj vegetacije ogleda se očito na smanjivanju ili potpunom sprečavanju horizontalne površinske akvatične erozije zahvaljujući proraštanju mase tla gustim spletom korijena šumske vegetacije. Na isti se način tlo štiti i od vertikalne erozije »spiranja« zemljišnog materijala.

Na istraživanom lokalitetu u pokusnim plohama iskopano je i opisano ukupno 6 pedoloških profila. Donosimo njihov kratak opis, stratigrafiju i slijed genetskih horizonata kao elemente koji su nam poslužili za njihovu identifikaciju. Označili smo horizonte i identificirali pedosistematske jedinice po kriterijima klasifikacije tala bivše Jugoslavije (Škorić, Filipovski, Ćirić 1973). Izbor lokaliteta izvršen je na osnovi zastupljenosti šumskih vrsta odnosno strukture sastojina.

Za proučavanje melioracijskog učinka bilo je potrebno izabrati tlo izazvan šumske vegetacije, dakle na čistini, na goleti, tlo u mješovitim kulturama pinije i alepskog bora, te u čistoj kulturi pinije, kao i u devastiranoj sastojini hrasta medunca.

Kontrolna ploha tlo izvan šumske vegetacije, na goleti, čistini

Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol)

To je tlo po svemu sudeći recentna tvorevina na području Ravnih kotara. Utvrdili smo ga kao dominantnu pedosistematsku jedinicu na prostranoj krškoj zaravni istraživanih lokaliteta i kontrolnoj plohi. Tu se inače javljaju svi podtipovi i varijeteti tog tla, u skladu s geološko-litološkim reljefnim i drugim prirodnim uvjetima. Pretežno je vezano za prirodne biljne zajednice područja šuma hrasta medunca i bijeloga graba *(Querco-Carpinetum orientalis).* Istraživanjem su utvrđena dva varijeteta: tipično tlo (profil 6) na zaravni istraživanih lokaliteta, koje predstavlja zone odnošenja materijala erozijom i u odnosu na varijetet koluvijalnog tla mnogo je pliće. Koluvijalno je tlo dublje, ima dublji fiziološki aktivni sloj i nalazi se u zoni recentne akumulacije materijala snešenog erozijom. U tom tlu nismo našli znakove procesa lesivaže, kao što je to slučaj u crvenici.

Profil 6.

Smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol) ima profil: $A^{oh} - (B)_{rz,t} - R$ Horizont listinca izostaje, dok je humusno akumulativni horizont ohričkog tipa i mnogo dublji u odnosu na crvenicu, odnosno sva šumska tla. Za karakterizaciju toga tipa tla donosimo opis profila br. 6..

Lokalitet: Kontrolna ploha, donja trećina blage padine. Istočna ekspozicija, pokrovnost kamenom 80%.
Supstrat: masivni kredni vapnenci.
Vegetacija: Čistina a okolo devastirani stadij medunčeve šume s bijelim grabom, rijetki garig s grmolikim oblicima medunca i grmovi borovice *(Juniperus oxicedrus),*

Tabela 23

Mehanički sastav u Na-pirofosfatu - *Mehanical composition in Na-pyrophosphate*

Oznaka pedosistematske jedinice *Pedosystematic unit*	broj profila i odjela *number of profiles and departments*	Genetski horizont *Genetic horizon*		2.0–0.2 mm	0.2–0.02 mm	0.02–0.002 mm	0.002 mm	Teksturna oznaka *texture class*
		oznaka horizonta *horizon*	dubina (cm) *depth (cm)*					
crvenica lesivirana koluvijalna glinasta *red clay luvisols coluvial clayey*	1 odjel 11		-	ne	može can't be	se determinate	odrediti	
		Ol	0–3	3,2	14,8	35,4	46,6	teška glina
			3–19	1,2	5,1	24,7	69,0	*heavy clay*
		Oh	19–50	1,0	21,1	8,6	69,3	
	2 odjel 12		-	ne	može can't be	se determinate	odrediti	
		Aoh	0–3	4,6	35,1	6,3	54,0	teška glina
			3–19	1,7	9,7	24,7	63,9	*heavy clay*
		E	19–50	1,6	35,3	17,3	45,8	
	3 odjel 16	(B)rz,t	-	ne	može can't be	se determinate	odrediti	
			0–3	3,7	15,1	25,5	55,7	teška glina
		R	3–19	0,1	31,6	0,9	67,4	*heavy clay*
			19–50	2,7	42,6	4,3	50,4	
smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol) *calcocambisols*	6 čistina *clearing*	Aoh	0–3	1,7	0,0	50,7	49,7	
			3–19	2,1	17,2	35,7	45,0	teška glina
		(B)rz,t	19–50	3,7	30,5	17,0	48,8	*heavy clay*
	4 odjel 36 A/1		0–19	1,0	9,8	36,9	53,3	teška glina
		R	19–50	1,6	34,4	6,1	57,9	*heavy clay*
crvenica lesivirana duboka *red clay luvisols deep*	5 odjel 36 A	Ol	0–3	1,8	30,2	23,0	45,0	
		Aoh	3–19	0,3	32,4	20,1	47,2	teška glina
		E	19–40	0,4	0,0	24,4	78,0	*heavy clay*
		E/(B)rz,t	40–110	1,7	0,0	19,3	84,0	
		(B)rz,t						

te ostalim pratiocima medunčeve šume kao npr. *Rhamnus intermedia, Paliurus aculeatus, Rossa sempervirens, Rubus discolor, Asparagus acutifolius, Heracli pilosela, Teucrium polium, Sesleria automnalis, Euphorbia fragife, Timus serpilum, Smilax aspera, Hiracium italicum* i dr.

A_{oh} (0–20 cm) Praškasto-glinasta ilovača svjetlosmeđe boje, krupnomrvičaste strukture, s oko 80% nesortiranog skelata vapnenca, dosta je humozna i nekarbonatna. Postepeno prelazi u

$(B)_{rz,t}$(20–75 cm) Glinasta ilovača crvenkastosmeđe boje s oko 90% skeleta, poliedrične jako izražene strukture. Oštro prelazi u:

R (preko 75 cm) Kompaktna vapnenasta stijena s crvenicnim zemljišnim materijalom s džepovima i pukotinama.

Komparacijom svih svojstava tala pod šumskom vegetacijom s ovim tlom moguće je utvrditi promjene melioracijski učinak šumske vegetacije. Ova vegetacija predstavlja rijetki garig s grmolikim oblicima medunca i grmova.U istraživanim sastojinama utvrđene su dvije pedosistematske jedinice: **smeđe na vapnencu (kalkokambisol), koluvijalno,** reprezentira ga profil broj 6 u odjelu 36 **crvenica lesivirana duboka** reprezentirana profilom broj 5 u odjelu 36/A.

Za razliku od tala na kontrolnoj plohi na ovim se tlima javlja listinac odnosno organični humusni horizont O_h. Ispod njega slijedi plitki (svega 3 cm) ohrični humusni horizont. Dakako, listinac ima značajan utjecaj na dinamiku tla i sva njegova svojstva.

Tabela 24

Fizikalne značajke tla - *Physical properties of the soil*

Oznaka pedosistematske jedinice *Pedosystematic unit*	Broj profila i odjela *Number of profiles and departments*	Genetski horizont . Genetic horizon		Retencijski kapacitet tla za vodu (Kv) *Water capacity*		Specifična težina na volumenu *voluminal specific weight*	Prava specifična težina *real specific weight*	Porozitet (P) Total porosity		Kapacitet za zrak (Kz) *total air capacity*	Propusnost permeability	
		oznaka horiz. *horizon*	dubina (cm) *depth (cm)*	u volumenu %	ocjena *mark*			u volumenu %	ocjena *mark*		koeficijent *coefficient*	ocjena *mark*
crvenica lesivirana koluvijalna glinasta	1 odjel 11	Ol	3-19	36,74	osrednji *medium*	0,90	3,22	72,05	vrlo porozno *very porous*	35,31	vrlo velik *very high*	
	2 odjel 12	Oh Aoh E	3-19	29,90	mali *low*	0,94	2,63	64,26	vrlo porozno *very porous*	34,36	vrlo velik	
			19-50	17,48	vrlo mali *very low*	0,87	2,50	65,20	vrlo porozno *very porous*	47,72	*very high*	
red clay luvisols colluvial clayey	3 odjel 16	(B)rz,t R	3-19	25,91	mali *low*	1,03	2,77	62,82	vrlo porozno *very porous*	36,91	vrlo velik *very high*	
			19-50	43,51	osrednji *medium*	1,22	2,77	54,15	porozno *porous*	10,64	umjereno mali *medium*	
smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol)	6 čistina clearing	Aoh (B)rz,t R	0-3	-	-	-	-	-	-	-	-	
			3-19	43,51	osrednji *medium*	1,22	2,28	57,20	porozno *porous*	15,37	umjereno mali *medium*	
			19-50	-		-	-	-		-		
calcocambisols	4 odjel 36A/1		0-19	44,74	osrednji *medium*	1,17	2,77	57,76	porozno *porous*	13,02	umjereno mali *medium*	
			19-50	39,67	osrednji *medium*	1,23	2,70	45,45	porozno *porous*	5,78	mali *low*	
crvenica lesivirana duboka *red clay luvisols deep*	5 odjel 36A	Ol Aoh E E(B)rz,t (B)rz,t	3-19	31,30	vrlo malen *very low*	1,32	2,57	48,63	malo porozno *little porous*	17,33	umjereno velik	
			19-40	35,28	osrednji *medium*	1,37	2,54	46,06	porozno *porous*	10,78	umjereno mali *medium*	
			40-110	24,59	malen *low*	1,39	2,51	44,63	porozno *porous*	20,04	velik *high*	

Crvenica, lesivirana, duboka

Tu smo pedosistematsku jedinicu utvrdili na području s prirodnom vegetacijom šume hrasta medunca i bijeloga graba i pojedinačnim grmovima na sredini veće depresije. U neposrednoj okolici profila nema stijena, a na okolnim dosta blagim nagibima, koji zatvaraju depresiju, stjenovitost je oko 60% ukupne površine. Za razliku od koluvijalne crvenice u profilu tog tla nema skeleta, eluvijalni horizont je plići i slabije izražen. Donosimo opis profila broj 5.

Profil 5

Lokalitet: reljefna depresija zapunjena crvenićnim materijalom. Oko profila nema stijena, a na okolnom terenu koji zatvara depresiju pokrovnost kamenom iznosi oko 60%.
Supstrat: masivni kredni vapnenci.
Vegetacija: devastirana šuma hrasta medunca i bijeloga graba, gdje susrećemo i nešto sladuna i drugih tvrdih listača (tab. 26)

Tabela 25

KEMIJSKE ZNACAJKE TLA - chemical properties of the soil

Oznaka pedosistematske jedinice *pedosystematic unit*	Broj profila i odjela *Number of profiles and departments*	Genetski horizont *Genetic horizon*		pH		Humus %	Ukupni N % *total N %*	C : N	P_2O_5	K_2O
		oznaka horizonta *horizon*	dubina (cm) *depth (cm)*	u H_2O *in H2O*	u n-KCl *in n-KC*				mg/100gl Al metoda	
crvenica lesivirana koluvijalna glinasta *red clay luvisols colluvial clayey*	1 odjel 11		–	5,3	4,5	60,23	0,98	35,73	12,1	35,1
		O1	0-3	5,9	5,3	29,20	0,59	28,78	1,4	43,1
		Oh	3-19	6,7	5,5	3,68	0,12	17,83	0,3	33,6
			19-50	6,8	5,5	2,13	0,09	13,78	0,0	10,5
	2 odjel 12		–	6,0	5,4	54,05	1,35	23,27	9,1	35,1
		Aoh	0-3	6,9	6,2	10,60	0,31	19,87	0,6	39,0
		E	3-19	7,3	6,6	3,42	0,15	13,27	0,3	26,1
			19-50	7,5	6,9	3,72	0,15	14,40	0,5	24,6
	3 odjel 16	(B)rz,t	–	5,6	4,8	54,39	1,07	29,55	7,0	40,2
			0-3	7,0	6,2	15,06	0,31	28,26	0,0	48,0
		R	3-19	7,4	6,8	4,92	0,22	13,00	0,3	36,6
			19-50	7,3	6,6	4,40	0,14	18,29	0,0	42,0
smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol)	6 čistina *clearing*	Aoh	0-3	7,3	6,7	4,16	0,28	8,64	0,6	39,6
			3-19	7,4	6,8	4,37	0,29	87,6	0,4	27,9
		(B)rz,t	19-50	7,6	7,0	3,72	0,22	9,82	0,0	14,4
calcocambisols	4 odjel 36 A/1		0-19	7,4	6,6	4,05	0,19	12,37	0,8	11,1
		R	19-50	7,3	6,4	3,19	0,16	11,56	0,0	9,0
crvenica lesivirana duboka *red clay luvisols deep*	5 odjel 36 A	O1	0-3	6,3	5,3	4,86	0,22	12,86	0,0	34,5
		Aoh	3-19	5,9	4,4	1,80	0,10	10,50	0,0	13,5
		E	19-40	5,6	4,1	1,46	0,9	9,44	0,5	15,0
		E/(B)rz,t	40-110	5,7	4,3	1,47	0,08	10,63	0,0	12,6
		(B)rz,t								

Tabela 26

ADSORPCIJSKI KOMPLEKS PO KEPPENU - *Adsorptive complex by Keppen*

Oznaka pedosistematske jedinice *pedosystematic unit*	Broj profila i odjela *Number of profiles and departments*	Genetski horizont Genetic horizon		Y_1	S	T	T-S	V%
		oznaka horizonta horizon	dubina (cm) depth (cm)					
crvenica lesivirana koluvijalna glinasta *red clay luvisols colluvial clayey*	1 odjel 11		–	ne	može can't	se be	odrediti determinate	
		O1	0-3	35,80	54,05	77,31	23,27	69,90
		Oh	3-19	70,80	25,40	30,47	5,07	83,36
			19-50	6,55	23,80	28,06	4,26	84,82
	2 odjel 12		–	ne	može can't	se be	odrediti determinate	
		Aoh	0-3	11,10	44,76	51,98	7,22	86,11
		E	3-19					
			19-50					
	3 odjel 16	(B)rz,t	–	ne	može can't	se be	odrediti determinate	
		R	0-3					
			3-19					
			19-50					
smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol)	6 čistina *clearing*	Aoh	0-3					
			3-19					
		(B)rz,t	19-50					
calcocambisols	4 odjel 36 A/1		0-19					
		R	19-50					
crvenica lesivirana duboka *red clay luvisols deep*	5 odjel 36 A	O1	0-3	14,10	19,36	28,53	9,17	67,86
		Aoh	3-19	13,35	12,12	20,90	8,68	57,99
		E	19-40	13,60	15,72	24,56	8,84	64,01
		E/(B)rz,t	40-110	11,10	16,52	23,74	7,22	69,59
		(B)rz,t						

O (1–0 cm) Nerazgrađeni listinac, uglavnom od hrasta medunca.

A_{oh} (1 – 3 cm) Praškasta ilovača, smeđe boje, u suhom stanju neizražene strukture, vrlo gusto zakorijenjena sitnijim korjenčićima prizemnog rašća. Potpuno prelazi u:

E (3 – 16 cm) Praškasto-glinasta ilovača žutocrvenkaste boje, grudaste strukture, zbijena, slabo porozna, osim velikih pukotina (bez skeleta).

E(B) (16 – 35 cm) Prijelazni horizont nešto teži od prethodnoga. Glinasta ilovača crvenkaste boje, bez skeleta. Horizont je gusto zakorjenjen i bez skeleta.

$(B)_{rz}$ (35 – 110 cm) Ilovasta glina, crvene boje, poliedrične strukture, s koloidnim opnama na površini agregata. Na površini strukturnih agregata vrlo rijetko crne mazotine, horizont je dosta zbijen, zakorjenjivanje je rijetko s pojedinačnim korijenjem.

Mješovite sastojine alepskog bora i pinije nalazimo u odjelima 12 i 16, dok u odjelu 11 nalazimo čistu kulturu pinije. Omjer smjese pinije i alepskog bora u odjelu 12 iznosi 30:70, a u odjelu 16 omjer iznosi 53:38 u korist pinije. U odjelu 11 imamo čistu kulturu pinije. Osim navedenih glavnih vrsta u kulturama susrećemo ponešto primorskog bora, čempresa i cedra, te druge biljne vrste, karakteristične za biljnu zajednicu hrasta medunca i bijeloga graba (vidi tablice 10, 11, 12, 13).

U istraživanim borovim kulturama u odjelu 11, 12, 16, utvrdili smo samo jednu pedosistematsku jedinicu i to:

Crvenica, lesivirana, koluvijalna, glinasta

Tlo ima profil: $O_1 - O_h - AE(B) - R$

Organični, humusni O horizont sastoji se od dva pothorizonta: O_1 u kojem se javlja nerazgrađeni listinac koji se sastoji od iglica i O_h horizont u kojem je mikrobiološka transformacija zahvatila listinac do te mjere da se u njemu ne može utvrditi karakter ishodišnog materijala. Tamne je boje, horizontalno se lomi u veće fragmente organske mase, vidljiva je proraslost cijele mase tog horizonta micelijem gljiva plijesni. Obično humusno akumulativni horizont u profilu je slabo razvijen, dubina mu iznosi 3–5 cm. Javlja se dakle u obliku tankoga, tamnoga površinskog sloja koji je u suhom stanju rastresit, praškast i neizražene strukture. Veoma je gusto prorašten finim korjenčićima vegetacije prizemnog rašća. Na tamni humusno akumulativni horizont postupno se nastavlja blijedocrveni inicijalni eluvijalni horizont, čija dubina doseže do 20 cm. Nastao je eluvijalnom migracijom gline iz tog horizonta. Ima indicija da se u njemu nalaze i primjese alohtonog tzv. lesolikog materijala kakve za područja Istre navodi Škorić (1979). Horizont postupno prelazi u (B) horizont, u kojem opne akumuliranih koloida upućuju na iluvijalni proces. Ta pedosistematska jedinica zauzima u profilu reljefno najniže dijelove slabo izraženih mikrodepresija tanjurastog oblika. Opća je karakteristika tih geomorfoloških tvorevina mala stjenovitost najnižih dijelova i postupan porast stjenovitosti prema rubu tih depresija.

Profil 2

Donosimo opis profila broj 2 koji prezentira ovu pedosistematsku jedinicu (crvenica, lesivirana, koluvijalna, glinasta), koju smo pronašli u borovim kulturama u odjelima 11, 12, 16. Profil je iskopan u odjelu 16 na manjoj zaravni. Stjenovitost

površine oko profila je 40%, a prema rubnim dijelovima zaravni raste i penje se do 90% površine.
Supstrat: masivni vapnenac donje krede.
Vegetacija: mješovita kultura pinije i alepskog bora, uz pridolazak i nešto primorskog bora i čempresa (tab. 13). Pinija je zastupljena po masi s 53%, alepski bor 37%, dok na primorski bor otpada 4%, a na čemprese 6%.

O_l (3 – 1 cm) Nerazgrađeni listinac borove iglice, bez znakova razgradnje.
O_h (1 – 0 cm) Tanki sloj humificiranog listinca borovih iglica, tamne boje, povezan micelijima plijesni. Otkida se u veće horizontalne ulomke poput krpe.
A_{oh} (O – 3 cm) Praškasta bezstrukturna ilovača s oko 30% skeleta vapnenca, tamnosmeđe boje u suhom stanju, vrlo gusto prorašten korjenčićima prizemnog rašća, jako humozan, porozan i rastresit, zemljišna masa nekarbonatna. Difuzan prelaz u:
E (3 – 19 cm) Praškasto-glinasta ilovača, svjetlocrvenkaste boje, krupnomrvičaste do sitnogrudaste strukture. Sadrži oko 70% skeleta. Zakorjenjivanje je vrlo gusto. Postupno prelazi u:
$(B)_{rz,t}$ (19 – 50 cm) Glinasta ilovača do ilovasta glina, crvene boje. Ima karakterističnu poliedričnu strukturu. Vidljive su tanke svijetle opne na površini strukturnih agregata, dosta gusto zakorjenjivanje. Oštro prelazi u:
R (preko 50 cm) Masivna kompaktna stijena, vapnenac.

KOMPARATIVNI PRIKAZ OSNOVNIH ZNAČAJKI TLA
COMPARATION BETWEEN BASIC SOIL PROPERTIES

Fizikalne značajke – Physical properties of the soil

U tablici 23 prikazan je mehanički sastav tala u analiziranim šumskim sastojinama. Sva su istraživana tla, i to u svim horizontima po mehaničkom sastavu teška glina. Druga je značajka relativno visok sadržaj frakcija praha. U komparaciji s tlom na čistini sva tla pod šumskim sastojinama pokazuju viši postotni sadržaj frakcija gline. Najviše gline sadrži dublji, iluvijalni horizont duboke lesivirane crvenice pod šikarom medunca. Slijedi zatim tlo u sastojinama čiste pinije i mješovitim sastojinama alepskog bora i pinije. Uočljiv je nadalje relativno visok sadržaj frakcije krupnog pijeska u dubokoj lesiviranoj crvenici. Taj je sadržaj najmanji u lesiviranoj crvenici u čistoj kulturi pinije. Te se razlike po našem mišljenju ne mogu tu objasniti utjecajem vegetacije. Inače je sasvim jasna razlika u teksturi između inicijalnog aluvijalnog i iluvijalnog horizonta. Uzimajući u obzir opisane značajke mehaničkog sastava, može se ponajprije konstatirati da se te značajke kreću u granicama karakterističnim za utvrđene i opisane pedosistematske jedinice. Nadalje, nemamo pouzdanih znakova na osnovi kojih bi se inače utvrđene razlike mogle pripisati utjecaju vegetacije. Mislimo da su one u prvom redu posljedica topografskih i litoloških karakteristika, odnosno procesa površinske i vertikalne erozije zemljišnog matičnjaka. Inače je poznato da je mehanički sastav tla jedna od značajki koja najmanje podliježe promjenama.

Ostale fizikalne značajke istraživanih tala prikazane su u tablici 24. Tu su razlike znatno uočljivije. Pada u oči da je najmanji poroznost, dakle najveća zbijenost utvrđena u tlu na čistini bez šumske vegetacije. Šumska vegetacija popravlja poroznost, a samim time i vodozračne odnose. U šikari medunca, poroznost je

povećana u odnosu na čistinu, da bi se ukupna poroznost još više povećala u mješovitojo kulturi alepskog bora i pinije, a najviša vrijednost utvrđena je u čistoj kulturi pinije. Slični su odnosi i u pogledu kapaciteta tla za vodu i zrak.

Kemijske značajke tla – Chemical properties of the soil

Osnovne kemijske značajke istraživanih tala prikazane su u tablici broj 25.

Prije interpretacije tih rezultata smatramo vrlo značajnim upozoriti na teškoće pri uzimanju uzoraka na svim pedosistematskim jedinicama s visokim sadržajem skeleta vapnenca. Teško je pri uzimanju uzoraka izbjeći ulomke skeleta, koji naravno utječu na sve rezultate kemijskih svojstava.

Reakcija u smeđem tlu na vapnencu (profil broj 6) na čistini izvan utjecaja šumske vegetacije je praktično neutralna. pH-vrijednost s dubinom postupno pravilno raste. U tlu sa šikarom medunca (odjel 36/A profil broj 5) pH-vrijednost nešto je niža, što ukazuje na pojačane procese ispiranja tla i progresija evolucije tla pod ovom vegetacijom. Još je veći pad pH-vrijednosti u profilu broj 2 u lesiviranoj crvenici. Progresija pedogeneze u pravcu lesivaže koja prati pad pH u dubokoj crvenici (profil broj 5) ne može se pripisati samo vegetaciji šumi medunca. Ona je bez sumnje posljedica reljefne pozicije koja pogoduje intenzivnom ispiranju tla. U odnosu na tlo na čistini indikativno je da mješovita sastojina alepskog bora i pinije, zahvaljujući svojoj zaštitnoj ulozi, uzrokuje pad pH-vrijednosti.

Korijen šumske vegetacije intenzivira descedentno otjecanje vode u tlu. Tome zahvaljujući dolazi do ispiranja, acidifikacije, a zatim i lesivaže tla. Nije isključeno da je proces lesivaže potpomognut i organskim spojevima što se oslobađaju u procesu humifikacije organske tvari iz biljnih ostataka četinjača. U prilog toj pretpostavci govori činjenica da pH-vrijednost pravilno pada s povećanjem zastupljenosti pinije. U čistoj kulturi pinije ta je vrijednost najmanja, premda razlike nisu jako velike.

U pogledu sadržaja humusa također se javljaju pravilnosti. S progresijom šumskog pokrova raste sadržaj humusa u površinskom horizontu. Najmanji je na čistini (profil broj 6, smeđe na vapnencu, tipično). Slijede profili tla broj 5 obraslog šikarom hrasta medunca (odjel 36/A) zatim profili s mješovitom šumom alepskog bora i pinije, a najveći je sadržaj humusa u šumi s čistom sastojinom pinije. Što se tiče sadržaja dušika također se javljaju razlike. Dušika je mnogo manje na tlu sa šikarom medunca, vrlo bogato u obje mješovite sastojine alepskog bora i pinije, dok je naglašen najveći sadržaj dušika i naravno vrlo bogata opskrbljenost utvrđena u čistoj sastojini pinije. Ta je pojavva posljedica specifične stratigrafije profila u kojoj se ispod listinca i ograničenoga humusnog horizonta javlja jedan horizont bogat humusom visokog stupnja humuficiranosti.

Velika je i nedvojbeno utvrđena pravilnost odnosa C:N u istraživanim tlima. Optimalni odnos C:N iznosi 10, 12:1 i karakterističan je za tla semihumidne i aridne klime, neutralne i slabo alkalne reakcije (A n t i ć i dr. 1980, Š k o r i ć 1982, Č i r i ć). Takav humus nastaje pod utjecajem humifikacije bakterija iz biljnog materijala bogatijeg bazama. Širi odnos C:N označava odstupanje od navedenih uvjeta.

Na istraživanim tlima najniži odnos C:N (8, 6, 4) utvrđen je na tlu bez šumske vegetacije, na čistini, što se moglo i očekivati. Naime, pritjecanje organske tvari iz škrte prirodne vegetacije vrlo je skromno, a te tvari podliježu relativno brzoj humifikaciji čiji je krajnji rezultat relativno zreli humus. Odnos C:N nešto je širi na

oba profila sa šikarom medunca i bijeloga graba, gdje iznosi 11,6 i 12,9. Odnos se proširuje s povećanjem zastupljenosti crnogoričnih vrsta u obje mješovite sastojine pinije i alepskog bora, mnogo je širi i iznosi 19,9, odnosno 28,3, kao i u čistoj kulturi pinije, gdje iznosi 35,7. Odnos C:N u svim se tlima snižava s povečanjem dubine.

U tablici broj 26 prikazana su svojstva adsorpcijskoga kompleksa. U profilu tla izvan šumske vegetacije na čistini reakcija je neutralna. Adsorpcijski kompleks u tom tlu zasićen je u potpunosti bazama, zasigurno ponajprije ionima kalcija i magnezija. Samo je u crvenici lesiviranoj proces acidifikacije dostigao značajniji intenzitet. Vrijednosti hidrolitske kiselosti relativno su niske u sastojini medunca i graba, te u mješovitoj šumi pinije i alepskog bora, a najveća je kiselost u čistoj kulturi pinije. Koncentraciju hranjiva u listincu prikazujemo u tablici 27.

Tabela 27

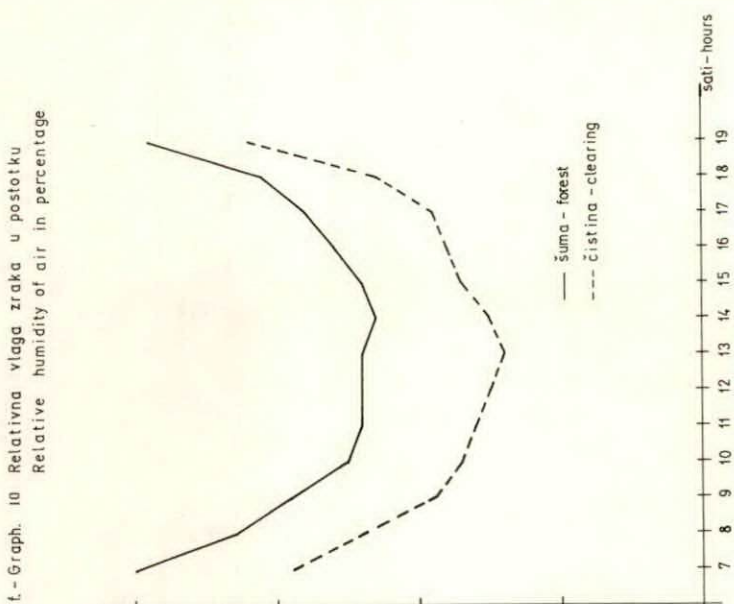
KONCENTRACIJA HRANJIVA U LISTINCU – Concentration of the nutrient in the litter

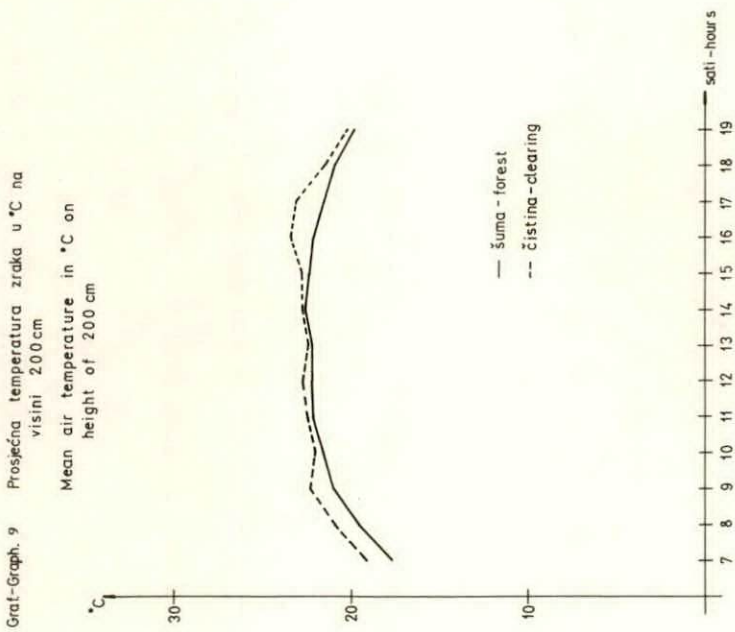
Oznaka pedosistematske jedinice *pedosystematic unit*	Broj profila i odjela *Number of profiles and departments*	Genetski horizont Genetic horizon: oznaka horizonta *horizon*	Genetski horizont Genetic horizon: dubina (cm) *depth (cm)*	Listinac *litter*	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
					%					µg/g ppm		
crvenica lesivirana koluvijalna glinasta *red clay luvisols colluvial clayey*	2 odjel 11	Ol	3-1	nerazgrađeni *composed*	0,39	0,028	0,13	0,82	0,172	239	48	13
		Oh	1-0	razgrađeni *decomposed*	0,53	0,045	0,08	1,03	0,129	466	48	30
	2 odjel 12	Aoh	0-3	nerazgrađeni *composed*	0,33	0,035	0,17	1,34	0,117	239	40	12
		E	3-19	razgrađeni *decomposed*	0,60	0,045	0,07	1,63	0,100	538	52	30
	2 odjel 16	(B)rz,t	19-50	nerazgrađeni *composed*	0,45	0,035	0,17	0,90	0,176	254	32	20
		R	> 50	razgrađeni *decomposed*	0,67	0,049	0,10	1,06	0,139	239	52	33
smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol) *calcocambisols*	6 čistina *clearing*	Aoh	0-20									
		(B)rz,t	20-75									
		R	>75									
crvenica lesivirana duboka *red clay luvisols deep*	5 odjel 36 A	Ol	1-0									
		Aoh	1-3	nerazgrađeni *composed*	1,43	0,094	0,15	1,90	5,320	509	928	45
		E	3-16									
		E/(B)rz,t	16-35									
		(B)rz,t	35-110									

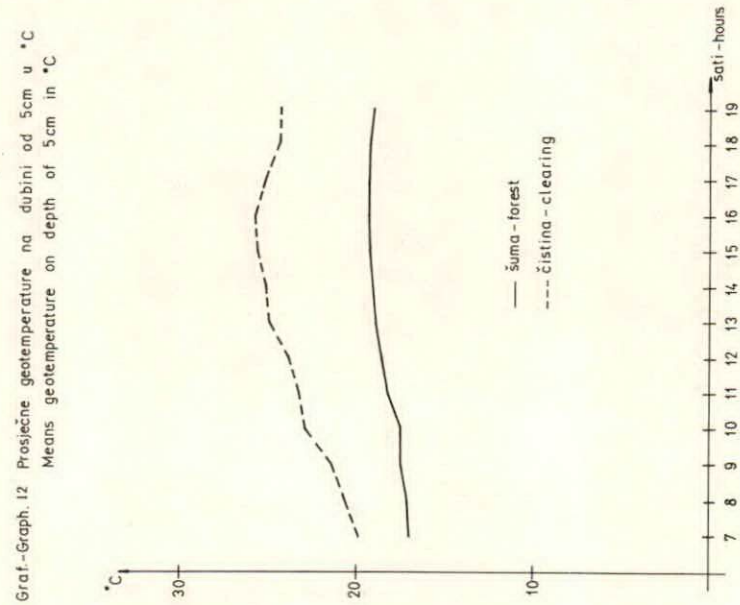
MIKROKLIMA – MICROCLIMATE

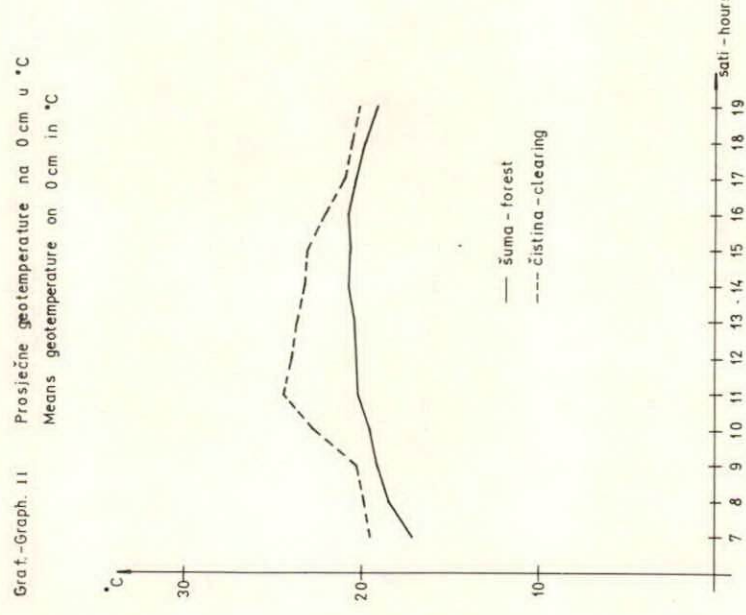
Na istraživanom području obavili smo i mikroklimatska mjerenja najvažnijih klimatskih elemenata i pojava u šumskim kulturama i na otvorenom prostoru (tab. 28 i 29). Osim toga mjerili smo i relativno užitno svjetlo u kulturama i na taj način ustanovili vrijednost relativnog užitnog svjetla u istraživanim kulturama. Rezultati mjerenja pokazuju da vrijednost užitnog svjetla u kulturi čiste pinije iznosi 17,80%. Srednja visina pinije iznosi 10,8 m, a srednji promjer stabla je 27,5 cm. Broj stabala je 528/ha (odjel 11). U odjelu 12, gdje imamo mješovitu kulturu: alepski bor, pinija, čempres i atlantski cedar, koji su zastupljeni po temeljnici sa 77,14%, 19,51%, 3,27% i 0,08%, relativno užitno svjetlo iznosi 19,15%. Srednji promjer sastojinskog stabla je za alepski bor 27,4 cm, a srednja visina 16,4 m.

U odjelu 16 relativno užitno svjetlo iznosi 14,26%, gdje su vrste po temeljnici zastupane sa: pinija 56,87%, alepski bor 33, 61% primorski bor 2,97% i čempres 6,55%. Srednja visina pinije iznosi 12,60 m, a srednji promjer pinije je 26,6 cm.

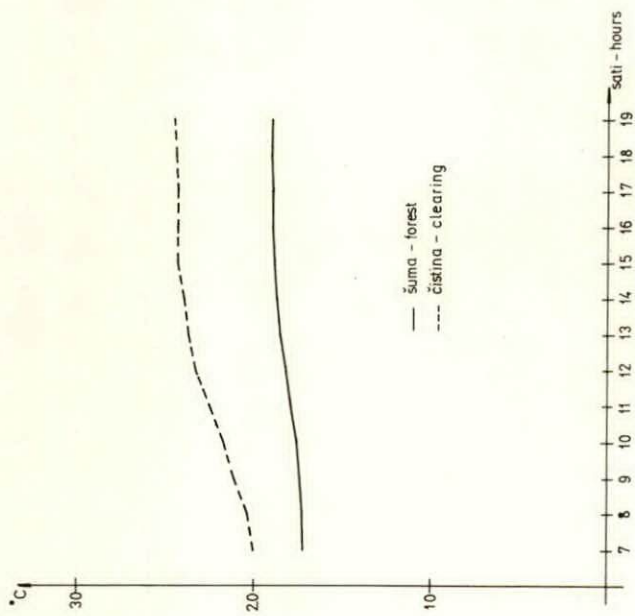

Grat.-Graph. 10 Relativna vlaga zraka u postotku
Relative humidity of air in percentage
%
90
80
70
60
šuma - forest
čistina - clearing
sati - hours
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19


Grat-Graph. 9 Prosječna temperatura zraka u °C na visini 200 cm
Mean air temperature in °C on height of 200 cm
°C
30
20
10
— šuma - forest
-- čistina-clearing
sati - hours
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

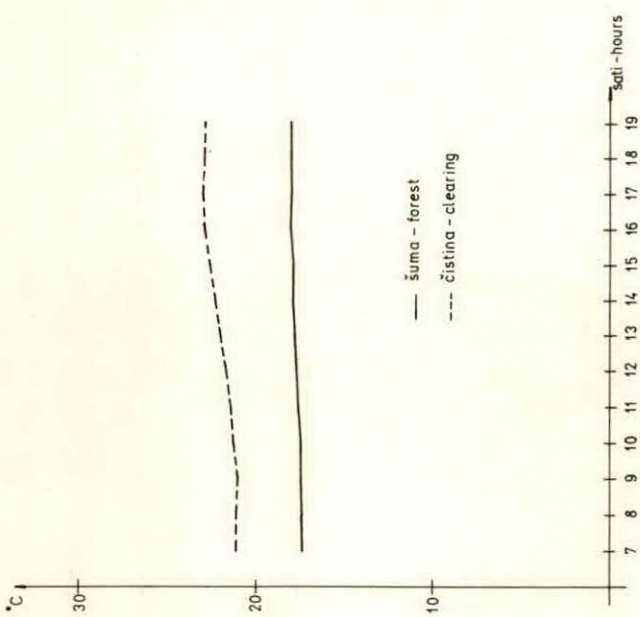

Graf.-Graph. 12 Prosječne geotemperature na dubini od 5cm u °C
Means geotemperature on depth of 5cm in °C
°C
30
20
10
— šuma - forest
--- čistina - clearing
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Sati - hours

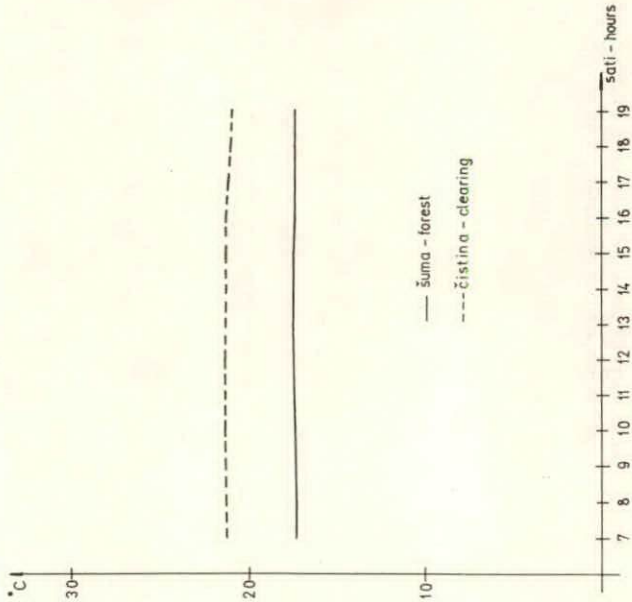

Graf.-Graph. 11 Prosječne geotemperature na 0 cm u °C
Means geotemperature on 0 cm in °C
°C
30
20
10
— šuma - forest
--- čistina - clearing
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Sati - hours

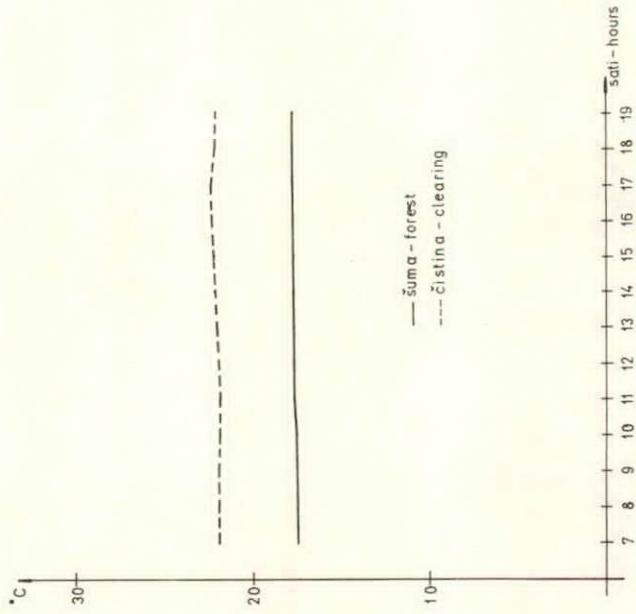
Graf.-Graph. 13 Prosječne geotemperature na dubini od 10cm u °C
Means geotemperature on depth of 10cm in °C



Graf.-Graph. 14 Prosječne geotemperature na dubini od 20cm u °C
Means geotemperature on depth of 20cm in °C




Graf.-Graph. 16 Prosječne geotemperature na dubini od 50cm u °C
Mean geotemperature on depth of 50cm in °C
°C
30
20
10
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Sati - hours
šuma - forest
čistina - clearing


Graf.-Graph. 15 Prosječne geotemperature na dubini od 30cm u °C
Mean geotemperature on depth of 30cm in °C
°C
30
20
10
7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Sati - hours
šuma - forest
čistina - clearing

Tab. 28

Sumarija - Forest enterprise: ZADAR
Gosp. jedinica - Management unit: MUSTAPAN

PROSJEČNE TEMPERATURE ZRAKA U °C NA VISINI 200 cm - AVERAGE AIR TEMPERATURES IN °C AT 200 cm HEIGHT

VRIJEME MJERENJA MEASUREMENT HOURS	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SUMA - FOREST	17,71	19.60	21.00	21.60	22.10	22.20	22.20	22.60	22.30	22.10	21.50	20.90	19.80
ČISTINA - CLEARING	19.10	20.90	22.30	22.00	22.40	22.70	22.40	22.70	22.70	23.40	23.10	21.50	20.20

Tab. 29
RELATIVNA VLAGA ZRAKA - RELATIVE AIR TEMPERATURE

VRIJEME MJERENJA MEASUREMENT HOURS	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SUMA - FOREST	90	83	79	75	74	74	74	73	74	76	78	81	89
ČISTINA - CLEARING	79	74	69	67	66	65	64	64	67	68	69	73	82

Temperature zraka mjerili smo tijekom dana od 7,00 sati do 19,00 sati, i to u pune sate na čistini i u šumi. Nakon obračuna dobili smo podatke da su se temperature kretale u šumi od 17,71 C do 22,60 C, dok se čistini temperature kretala od 19,10 C do 22,70 C. Relativna vlaga zraka bila je u šumi od 73% do 90%, a na čistini od 64% do 82%. Mjerili smo geotermometrima u šumi i na čistini i dobili smo ove rezultate: tab. 30, 31, 32, 33, 34 i 35. Opseg kretanja temperatura tla tijekom dana od 7,00 do 19,00 sati u °C donosimo u tablici 30A, 30B.

OPSEZI GEOTEMPERATURA

Tablica 30.

dubina	šuma		čistina	
termometra u cm	od	do	od	do
0,00	17,08	20,74	19,60	23,70
5,00	16,98	19,28	19,85	25,70
10,00	17,22	18,98	20,03	24,33
20,00	17,38	18,03	21,13	22,95
30,00	17,45	17,74	21,90	22,23
50,00	17,36	17,48	21,20	21,38

Sve navedene parametre mjerili smo u prvoj polovici srpnja (za vrijeme anticiklone), dakle u vegetacijskom razdoblju, a i u sušnom razdoblju koji vlada u mediteranskom području u to vrijeme.

Dobivene razultate izmjere prosječne temperature zraka, relativne vlage zraka i prosječne geotemperature od 0,00 cm do 50,00 cm prikazali smo u tablicama 30-36 i grafički u graf. 9 do 16.

VEGETACIJSKA OBILJEŽJA
VEGETATION PROPERTIES

Na svim dostupnim vegetacijskim kartama čiji su autori Horvat (1950), Horvatić (1957), Bertović (1975), Bertović & Lovrić (1985) i grupa autora (1986) šire područje Musapstana i Zlokobnice karakterizirano je u vegetacijskom smislu šumskom fitocenozom hrasta medunca i bijeloga graba (*Querco-Carpinetum orientalis* H-ić 1939). Premda u istraživanom području i njegovoj okolici

Tab. 31.

Šumarija - Forest enterprise: ZADAR
Gosp. jedinica - Management unit: MUSTAPAN

PROSJEČNE GEOTEMPERATURE NA 0 cm U °C - AVERAGE TEMPERATURE S AT 0 cm (°C)

VRIJEME MJERENJA MEASUREMENT HOURS	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ŠUMA - FOREST	17.08	18.47	19.16	19.55	20.22	20.37	20.42	20.74	20.62	20.75	20.36	19.78	19.14
ČISTINA - CLEARING	19.60	19.85	20.35	22.83	24.45	24	23.70	23.25	23.10	22.10	21.00	20.65	20.18

Tab. 32.
PROSJEČNE GEOTEMPERATURE NA DUBINI OD 5 cm U °C - AVERAGE TEMPERATURES AT 5 cm DEPTH (°C)

VRIJEME MJERENJA MEASUREMENT HOURS	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ŠUMA - FOREST	16.98	17.17	17.48	17.48	18.18	18.57	18.87	19.12	19.26	19.28	19.28	19.22	18.93
ČISTINA - CLEARING	19.85	20.65	21.38	22.87	23.20	23.80	24.85	25.13	25.55	25.70	25.13	24.35	23.68

Tab. 33

Šumarija - Forest enterprise: ZADAR
Gosp. jedinica - Management unit: MUSAPSTAN

PROSJEČNE GEOTEMPERATURE NA DUBINI OD 10 cm U °C - AVERAGE TEMPERATURE AT 10 cm DEPTH (°C)

VRIJEME MJERENJA MEASUREMENT HOURS	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ŠUMA - FOREST	17.22	17.24	17.40	17.58	17.91	18.17	18.47	18.72	18.80	18.87	18.94	18.98	18.94
ČISTINA - CLEARING	20.03	20.37	21.10	21.68	22.45	23.30	23.75	23.95	24.32	24.33	24.30	23.90	23.55

Tab. 34
PROSJEČNE GEOTEMPERATURE NA DUBINI OD 20 cm U °C - AVERAGE TEMPERATURE AT 20 cm DEPTH (°C)

VRIJEME MJERENJA MEASUREMENT HOURS	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ŠUMA - FOREST	17.38	17.41	17.45	17.46	17.61	17.67	17.82	17.89	17.95	18.03	17.99	18.03	18.02
ČISTINA - CLEARING	21.13	21.15	21.07	21.33	21.42	21.75	22.00	22.32	22.63	22.95	23.02	22.93	22.90

Tab. 35

Šumarija - Forest enterprise: ZADAR
Gosp. jedinica - Management unit: MUSAPSTAN

PROSJEČNE GEOTEMPERATURE NA DUBINI OD 30 cm U °C - AVERAGE TEMPERATURE AT 30 cm DEPTH (°C)

VRIJEME MJERENJA MEASUREMENT HOURS	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ŠUMA - FOREST	17.45	17.46	17.50	17.53	17.64	17.67	17.68	17.68	17.70	17.72	17.73	17.74	17.73
ČISTINA - CLEARING	21.90	21.95	21.98	21.93	21.88	21.97	22.00	22.10	22.18	22.22	22.23	22.17	22.08

Tab. 36
PROSJEČNE GEOTEMPERATURE NA DUBINI OD 30 cm U °C - AVERAGE TEMPERATURE AT 30 cm DEPTH (°C)

VRIJEME MJERENJA MEASUREMENT HOURS	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ŠUMA - FOREST	17.36	17.36	17.37	17.40	17.44	17.48	17.48	17.48	17.48	17.41	17.40	17.40	17.39
ČISTINA - CLEARING	21.20	21.23	21.30	21.30	21.35	21.38	21.35	21.30	21.28	21.27	21.13	21.02	20.95

nalazimo često samo različite degradacijske stadije iskonske vegetacije (najčešće šikare i kamenjare), i takvo stanje omogućava rekonstrukciju nekadašnjeg pridolaska i punog razvoja spomenute šumske zajednice. Prema H o r v a t u (1950) šuma hrasta medunca i bijeloga graba kao klimatogena zajednica pokriva velike površine Istre, Krka, Cresa, kopnenog područja Hrvatske, Hercegovine i Crne Gore. Vegetacijski je vrlo raščlanjena, a naseljava uglavnom crvenice i smeđa primorska tla vapnenačke podloge, a nerijetko je zbog degradacije nalazimo na kamenjarama s vrlo malo tla u pukotinama. Klimatske karakteristike areala te zajednice su velike suše i topline u ljetnim mjesecima, koje uzrokuju izrazito kserofitski značaj njezinih sastavnih

članova, a dosta oštre zime isključuju život najvećeg dijela zimzelenog drveća i grmlja. Zajednica *Querco-Carpinetum orientalis* nadovezuje se u vertikalnom smislu na šume hrasta crnike i crnog jasena (*Orno-Quercetum ilicis* H-ić 1958) te u našim prostorima seže i do 500 (900) m.

Osnovno glavno obilježje šume hrasta medunca i bijeloga graba daju uz te dvije vrste još maklen (*Acer monspesulatum*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), smrdljika (*Pistacia terebinthus*), pucalina (*Colutea arborescens*), krunica (*Coronila emeroides*), rašeljka (*Prunus mahaleb*), šmrika (*Juniperus oxycedrus*), ruj (*Cotinus coggygria*), a u sloju prizemnog rašća *Sesleria autumnalis, Asparagus acutifolius, Teucrium chamaedrys, Ruscus aculeatus* i druge vrste.

Rauš (1987) ističe da je poznavanje i izučavanje te zajednice od velike praktične važnosti za šumarstvo našega krša. U njezinu arealu može se uspješno pošumljavati dalmatinskim crnim borom, alepskim i brucijskom borom, bademom, a zaslužuje pažnju i smokva jer je tu samoniklo razmnožena. Vrlo uspješne kulture alepskog bora imamo u pojasu te zajednice u južnom dijelu Istre, u Dalmaciji i drugdje. Također je važno istaknuti da u toplijem dijelu zajednice vrlo dobro mogu spijevati i kulture drugih vrsta, u prvom redu primarskog bora, pinije, čempresa, cedrova te posebno grčke jele.

Za područje Musapstana donosimo u tablici 10. florni sastav iz kojega je vidljiva točnija fitocenološka pripadnost, a na priloženoj vegetacijskoj karti ističe se karakter prirodne potencijalne vegetacije istraživanog i susjednih područja (grupa autora 1986) (karta 5).

STRUKTURA I PRIRAST ISTRAŽIVANIH SASTOJINA
STRUCTURE AND INCREMENT OF THE INVESTIGATED STANDS

Rezultati istraživanja odnose se na kulture alepskog bora i pinije te na devastiranu šumu hrasta medunca i bijeloga graba u pojasu klimatskozonalnih šuma Mediterana na području Šumarije Zadar. Dobivene rezultate donosimo po strukturnim elementima sastojina u daljem prikazu.

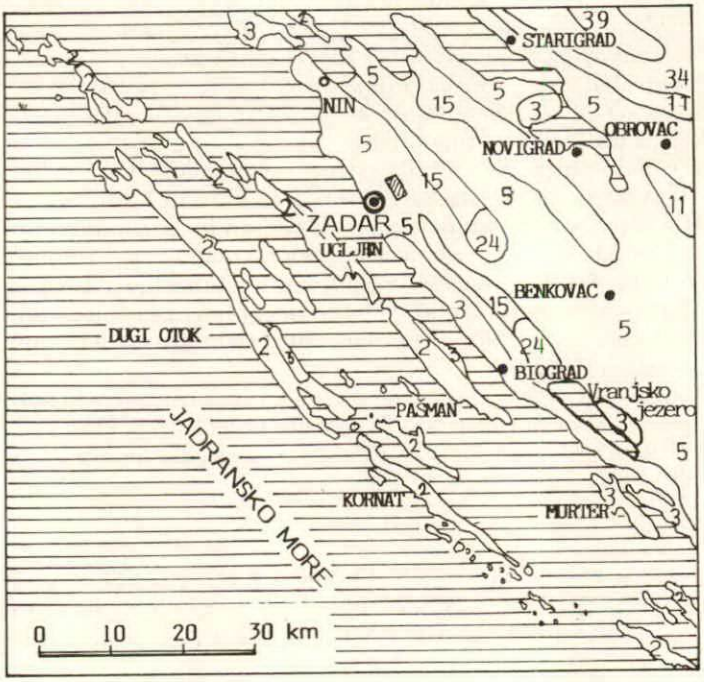
Distribucija prsnih promjera i visinske krivulje
Breast height diameter distribution and height curves

Prema obliku distribucije prsnih promjera (d > 2cm) možemo kazati da su u svim sastojinama distribucije unimodalne desne asimetrije (graf. 1, 3, 5. i 7), što je karakteristika mladih jednodobnih sastojina. Prsni promjer srednjega plošnog stabla u kulturama se kreće u rasponu od 22,5 do 27,5 za piniju, dok je za alepski bor taj raspon u granicama od 27,4 do 33,8 cm. U devastiranoj sastojini hrasta medunca distribucija prsnih promjera je također unimodalna i desne asimetrije, ali zbog velikog broja stabala od 2 do 10 cm promjer srednjega plošnog stabla je manji (d = 7,1 cm).

Broj stabala po hektaru u odjelima s kulturama je podjednak (tab. 11, 12. i 13), dok je u prirodnoj devastiranoj sastojini hrasta medunca i bijeloga graba velik broj tanjih stabala do 10 cm (tab. 14).

VEGETACIJSKA KARTA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Karta 5.



2	ČISTE JADRANSKE ČESMINOVE ŠUME I MAKIJA (Quercetum ilicis adriaprovinciale)
3	ČESMINOVE ŠUME I MAKIJA S CRNIM JASENOM (Orno-Quercetum ilicis)
5	ŠUME HRASTA MEDUNCA I BJELOGRABIĆA (Querco-Carpinetum orientalis)
11	ŠUMA MEDUNCA I CRNOG GRABA (Ostryo-Querctum pubescentis)
15	JADRANSKA ŠUMA HRASTA SLADUNA (Quercetum frainetto adriaticum)
24	ŠUMA LUŽNJAKA I POLJSKOG JASENA (Fraxino-Quercetum roboris s. lat.)
34	ŠUMA BUKVE I JESENJE ŠAŠIKE (Seslerio-Fagetum s. lat.)
39	SUBALPINSKA ŠUMA BUKVE (Fagetum subalpinum s. lat.)
▨	Pokusne plohe

U istraživanim sastojinama visinske krivulje su različitog oblika i položaja, što upućuje na izgled distribucije prsnih promjera i njihovu asimetričnost. Također na pomak visinske krivulje, osim oblika distribucije, važan utjecaj ima visinski prirast (graf. 2, 4, 6. i 8).

Temeljnica na istraživanim plohama u kulturama je veća zbog raspona prsnih promjera i samog oblika njihove distribucije. U devastiranoj šumi hrasta medunca i bijeloga graba zbog udjela velikog broja tanjih stabala je manja.

Volumen se također ponaša kao temeljnica. Sve to pokazuje da sastojine žive pod raznim uvjetima koji utječu na visinski i debljinski prirast pojedinih vrsta.

Na osnovi temeljnica odredili smo omjer smjese, pa možemo reći da su sastojine u odjelu 11 čiste sastojine pinije, jer je pinija zastupljena s 0,97.

Odjel 12 je mješovita kultura pinije (0,19) i alepskog bora (0,77).

U odjelu 16 imamo također mješovite sastojine pinije (0,57) i alepskog bora (0,33).

Sastojine u odjelu 36 A su mješovite sastojine hrasta medunca i cera (0,76 i 0,21).

Debljinski i visinski rast i prirast
Diameter and height growth and increment

Na osnovi provedene totalne analize stabala prikazali smo grafički rast i prirast u visinu i debljinu pojedinih glavnih vrsta za svaku plohu (graf. 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23. i 24). Osim toga smo, kao što smo već rekli, najbitnije rezultate prikazali u tablicama 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21. i 22. Sumarne podatke dali smo u tablicama 37 i 38, koje ćemo detaljno obrazložiti jer su bitne za objašnjenje meliorativnog utjecaja.

Kulminacija visinskog prirasta – Culmination of height increment

Analizirajući istraživana primjerna stabla, kulminacija tečajnoga godišnjeg visinskog prirasta (i_h) nastupa prosječno za pojedine vrste:

za piniju u 14. godini kod promjera 11 cm i visine 5,4 m,
za čempres u 16. godini kod promjera 7 cm i visine 6,5 m,
za alepski bor u 13. godini kod promjera 12 cm i visine 6,6 m,
za medunac u 15. godini kod promjera 3 cm i visine 2,8 m.

Kulminacija prosječnog visinskog prirasta ($_ih$) nastupa:

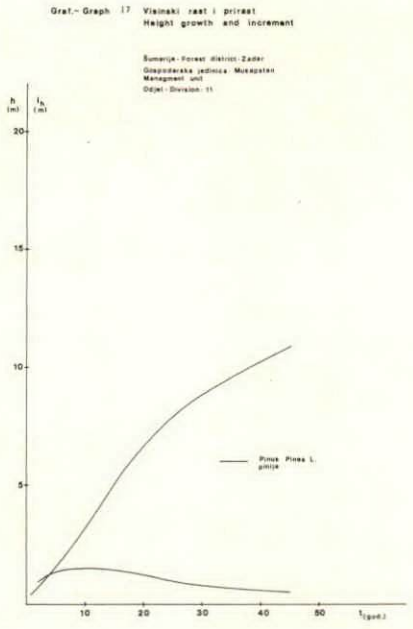
za piniju u 20. godini kod promjera 15 cm i visine 7,6 m,
za čempres u 23. godini kod promjera 11 cm i visine 10,1 m,
za alepski bor u 24. godini kod promjera 21 cm i visine 11,4 m,
za medunac u 24. godini kod promjera 3 cm i visine 4,5 m.

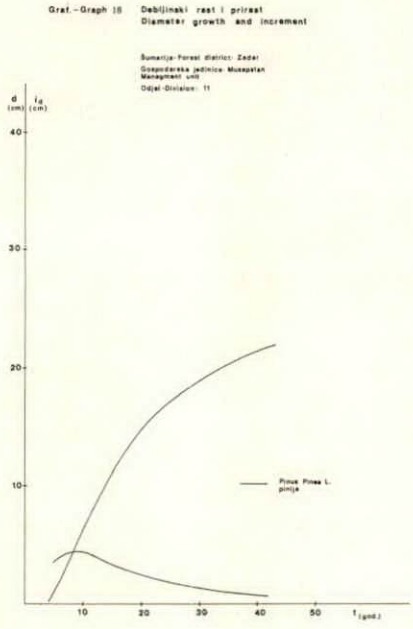
Možemo uočiti da je vrijeme kulminacije tečajnoga godišnjeg visinskog prirasta u svih istraživanih vrsta negdje oko 14. godine, a prosječnoga oko 23. godine (tab. 37 i 38).

Na temelju totalnih analiza stabala pinije, alepskog bora i čempresa u istraživanim sastojinama (odijeli 11, 12 i 16) testirali smo tečajni visinski prirast desetogodišnjega perioda. Primijenili smo test testirajući srednje vrijednosti (i_{h10})

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s^2} \qquad s^2 = s_{x1}^2 + s_{x2}^2$$

	$\bar{i}_{h10}$	$s_{\bar{h}}$	$t_{izr.}$	$t_{tab.}$		
Pinija						
Odjel 11	0,352	0,007	5,435	2,306	(5%)	sig
			5,692	3,355	(1%)	sig
Odjel 12	0,477	0,022	2,125			
Odjel 16	0,426	0,011				
Alepski bor						
Odjel 12	0,673	0,023	6,333	2,306	(5 %)	sig
Odjel 16	0,464	0,024		3,355	(1%)	
Čempres						
Odjel 12	0,512	0,024	1,407	2,306	(5%)	sig
Odjel 16	0,474	0,012		3,355	(1%)	





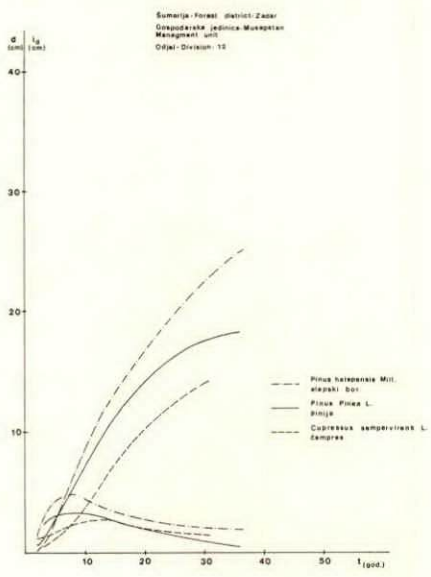
Kulminacija debljinskog prirasta
Culmination of diameter increment

Kulminacija debljinskoga tečajnog prirasta (id_{10}) nastupa prosječno:
za piniju u 15. godini kod promjera 13 cm i visine 6 m,
za čempres u 17. godini kod promjera 7 cm i visine 6,5 m,

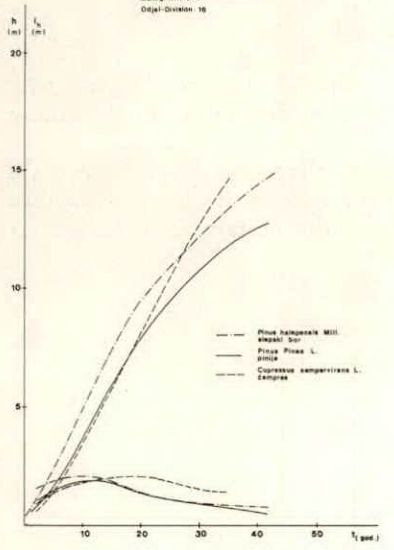
Graf.–Graph 19 Visinski rast i prirast
Height growth and increment



Graf.– Graph 20 Debljinski rast i prirast
Diameter growth and increment

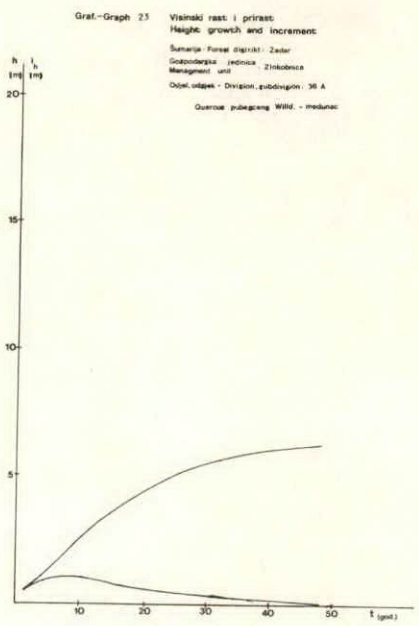


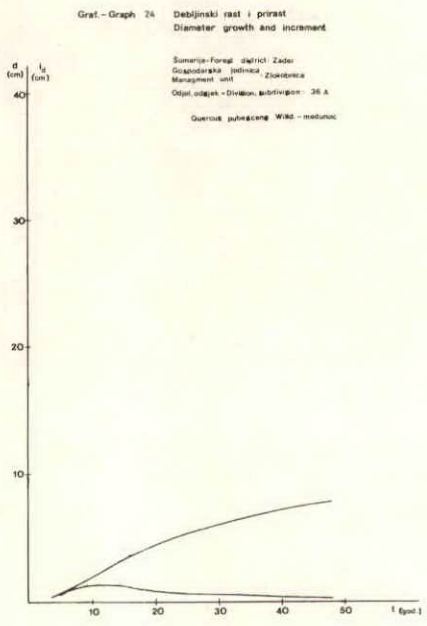
Graf.– Graph 21 Visinski rast i prirast
Height growth and increment



Graf.– Graph 22 Debljinski rast i prirast
Diameter growth and increment







za alepski bor u 14. godini kod promjera 13 cm i visine 7,2 m,
za medunac u 15 godini kod promjera 3 cm i visine 3 m.

Prosječni debljinski prirast kulminira:

za piniju u 24. godini kod promjera 16 cm i visine 6,3 m,
za čempres u 24. godini kod promjera 11 cm i visine 10,6 m,
za alepski bor u 15. godini kod promjera 20 cm i visine 11,3 m,
za medunac u 15. godini kod prsnog promjera 3 cm i visine 3 m. U svih vrsta kulminacija debljinskog prirasta nastupa u 15. godini, a prosječni prirast u 22. godini (tab. 37. i 38.)
Koristeći se rezultatima totalne analize stabala pinije, alepskog bora i čempresa u istraživanim sastojinama (odijel 11, 12 i 16), proveli smo testiranje tečajnoga debljinskog prirasta desetogodišnjega perioda. Primijenili smo također t test testirajući srednje vrijednosti (i).

Tab. 15. VISINSKI I DEBLJINSKI PRIRAST PINIJE
HEIGHT AND DIAMETER INCREMENT OF STONE PINE

Šumarija - *Forest enterprise*: ZADAR
Gosp. jedinica - *Management unit*: MUSAPSTAN
Odjel - *Department*: 11

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF CURRENT INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije - *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{h10}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{d10}$	$\bar{f}$
	15.4	11.7	5.2	.352	.530	15.4	11.7	5.2	.891	.530
standardna devijacija (s) *standard deviation*	1.625	1.346	.720	.015	.040	1.625	1.346	.720	.196	.040
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	.727	.602	.322	.007	.018	.727	.602	.322	.088	.018

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF AVERAGE INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{hp}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{dp}$	$\bar{f}$
	21.4	15.5	7.1	.332	.498	21.4	15.5	7.1	.727	.498
standardna devijacija (s) *standard deviation*	2.417	1.356	.949	.014	.016	2.417	1.356	.949	.059	.016
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	1.081	.606	.425	.006	.007	1.081	.606	.425	.026	.007

$\bar{t}$ - prosječno vrijeme kulminacije prirasta - average time of increment culmination
$\bar{d}$ - prosječni promjer u vrijeme kulminacije - average dbh in time of culmination
$\bar{h}$ - prosječna visina u vrijeme kulminacije - average height in time of culmination
$\bar{i}_{h10}$ - prosječni tečajni visinski prirast 10-god. perioda - average current height increment of 10-year-period
$\bar{f}$ - prosječni obličnI broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination
$\bar{i}_{d10}$ - prosječni tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - average current dbh increment of 10-year-period
$\bar{i}_{hp}$ - srednji prosječni visinski prirast - mean average height increment
$\bar{i}_{dp}$ - srednji prosječni debljinski prirast - mean average dbh increment

Tab. 16. VISINSKI I DEBLJINSKI PRIRAST ALEPSKOG BORA
HEIGHT AND DIAMETER INCREMENT OF ALEPPO PINE

Šumarija - *Forest enterprise*: ZADAR
Gosp. jedinica - *Management unit*: NUSAPSTAN
Odjel - *Department*: 12

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF CURRENT INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije - *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{h10}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{d10}$	$\bar{f}$
	11.4	9.5	6.3	.673	.569	11.4	10.0	6.6	1.048	.542
standardna devijacija (s) *standard deviation*	4.923	3.221	2.378	.052	.066	3.499	3.034	1.986	.175	.061
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	2.202	1.440	1.064	.023	.029	1.565	1.357	.888	.078	.027

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF AVERAGE INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{hp}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{dp}$	$\bar{f}$
	17.4	14.8	10.5	.609	.445	19.4	16.3	10.9	.850	.491
standardna devijacija (s) *standard deviation*	4.630	2.194	2.264	.032	.022	4.883	3.264	2.099	.061	.041
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	2.071	.981	1.012	.014	.010	2.183	1.460	.939	.027	.018

$\bar{t}$ - prosječno vrijeme kulminacije prirasta - average time of increment culmination
$\bar{d}$ - prosječni promjer u vrijeme kulminacije - average dbh in time of culmination
$\bar{h}$ - prosječna visina u vrijeme kulminacije - average height in time of culmination
$\bar{i}_{h10}$ - prosječni tečajni visinski prirast 10-god. perioda - average current height increment of 10-year-period
$\bar{f}$ - prosječni obličnI broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination
$\bar{i}_{d10}$ - prosječni tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - average current dbh increment of 10-year-period
$\bar{i}_{hp}$ - srednji prosječni visinski prirast - mean average height increment
$\bar{i}_{dp}$ - srednji prosječni debljinski prirast - mean average dbh increment

Tab. 17. VISINSKI I DEBLJINSKI PRIRAST PINIJE
HEIGHT AND DIAMETER INCREMENT OF STONE PINE

Šumarija - *Forest enterprise*: ZADAR
Gosp. jedinica - *Management unit*: MUSAPSTAN
Odjel - *Department*: 12

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF CURRENT INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije - *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{h10}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{d10}$	$\bar{f}$
	11.6	7.7	4.8	.477	.674	15.6	11.1	6.6	.673	.572
standardna devijacija (s) *standard deviation*	4.224	3.419	2.075	.049	.169	3.001	2.824	1.754	.141	.062
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	1.889	1.529	.928	.022	.075	1.345	1.263	.785	.063	.028

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF AVERAGE INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{hp}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{dp}$	$\bar{f}$
	18.6	12.7	7.9	.432	.555	26.6	15.8	10.4	.591	.555
standardna devijacija (s) *standard deviation*	5.238	2.826	2.063	.040	.053	6.151	2.911	2.393	.054	.028
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	2.343	1.264	.923	.018	.023	2.751	1.302	1.070	.024	.013

$\bar{t}$ - prosječno vrijeme kulminacije prirasta - average time of increment culmination
$\bar{d}$ - prosječni promjer u vrijeme kulminacije - average dbh in time of culmination
$\bar{h}$ - prosječna visina u vrijeme kulminacije - average height in time of culmination
$\bar{i}_{h10}$ - prosječni tečajni visinski prirast 10-god. perioda - average current height increment of 10-year-period
$\bar{f}$ - prosječni oblični broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination
$\bar{i}_{d10}$ - prosječni tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - average current dbh increment of 10-year-period
$\bar{i}_{hp}$ - srednji prosječni visinski prirast - mean average height increment
$\bar{i}_{dp}$ - srednji prosječni debljinski prirast - mean average dbh increment

Tab. 18. VISINSKI I DEBLJINSKI PRIRAST ČEMPRESA
HEIGHT AND DIAMETER INCREMENT OF CYPRESS

Šumarija - *Forest enterprise*: ZADAR
Gosp. jedinica - *Management unit*: MUSAPSTAN
Odjel - *Department*: 12

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF CURRENT INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije - *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{h10}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{d10}$	$\bar{f}$
	14.8	7.2	6.6	.512	.459	14.8	7.2	5.2	.617	.459
standardna devijacija (s) *standard deviation*	1.166	1.189	.838	.053	.026	1.166	1.189	.838	.066	.026
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	.521	.532	.375	.024	.012	.521	.532	.375	.030	.012

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF AVERAGE INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{hp}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{dp}$	$\bar{f}$
	21.8	10.9	10.0	.457	.437	22.8	11.5	10.5	.505	.433
standardna devijacija (s) *standard deviation*	2.040	1.429	1.945	.067	.025	1.600	1.195	1.660	.043	.026
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	.912	.639	.870	.030	.011	.715	.534	.742	.019	.012

$\bar{t}$ - prosječno vrijeme kulminacije prirasta - average time of increment culmination
$\bar{d}$ - prosječni promjer u vrijeme kulminacije - average dbh in time of culmination
$\bar{h}$ - prosječna visina u vrijeme kulminacije - average height in time of culmination
$\bar{i}_{h10}$ - prosječni tečajni visinski prirast 10-god. perioda - average current height increment of 10-year-period
$\bar{f}$ - prosječni obličnI broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination
$\bar{i}_{d10}$ - prosječni tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - average current dbh increment of 10-year-period
$\bar{i}_{hp}$ - srednji prosječni visinski prirast - mean average height increment
$\bar{i}_{dp}$ - srednji prosječni debljinski prirast - mean average dbh increment

Tab. 19. VISINSKI I DEBLJINSKI PRIRAST ALEPSKOG BORA
HEIGHT AND DIAMETER INCREMENT OF ALEPPO PINE

Šumarija - *Forest enterprise*: ZADAR
Gosp. jedinica - *Management unit*: MUSAPSTAN
Odjel - *Department*: 16

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF CURRENT INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije - *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{h10}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{d10}$	$\bar{f}$
	13.8	13.9	6.9	.464	.506	15.8	16.0	7.9	.870	.460
standardna devijacija (s) *standard deviation*	3.970	4.132	1.692	.053	.129	.748	1.146	.637	.123	.058
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	.159	1.848	.757	.024	.058	.334	.512	.285	.055	.026

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF AVERAGE INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{hp}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{dp}$	$\bar{f}$
	30.8	27.6	12.3	.406	.500	29.8	23.3	11.8	.804	.503
standardna devijacija (s) *standard deviation*	6.210	3.165	1.863	.041	.034	7.626	4.373	2.387	.087	.035
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	2.777	1.415	.833	.018	.015	3.410	1.956	1.068	.039	.016

$\bar{t}$ - prosječno vrijeme kulminacije prirasta - average time of increment culmination
$\bar{d}$ - prosječni promjer u vrijeme kulminacije - average dbh in time of culmination
$\bar{h}$ - prosječna visina u vrijeme kulminacije - average height in time of culmination
$\bar{i}_{h10}$ - prosječni tečajni visinski prirast 10-god. perioda - average current height increment of 10-year-period
$\bar{f}$ - prosječni obličnI broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination
$\bar{i}_{d10}$ - prosječni tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - average current dbh increment of 10-year-period
$\bar{i}_{hp}$ - srednji prosječni visinski prirast - mean average height increment
$\bar{i}_{dp}$ - srednji prosječni debljinski prirast - mean average dbh increment

Tab. 20. VISINSKI I DEBLJINSKI PRIRAST PINIJE
HEIGHT AND DIAMETER INCREMENT OF STONE PINE

Šumarija - *Forest enterprise*: ZADAR
Gosp. jedinica - *Management unit*: MUSAPSTAN
Odjel - *Department*: 16

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF CURRENT INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije - *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{h10}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{d10}$	$\bar{f}$
	15.2	12.8	6.1	.426	.537	15.2	12.8	6.1	.857	.537
standardna devijacija (s) *standard deviation*	.400	1.746	.697	.025	.043	.400	1.746	.697	.116	.043
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	.179	.781	.312	.011	.019	.179	.781	.312	.025	.019

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF AVERAGE INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{hp}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{dp}$	$\bar{f}$
	20.2	15.9	8.0	.396	.528	23.2	16.7	8.8	.743	.538
standardna devijacija (s) *standard deviation*	.400	1.256	.702	.027	.033	6.400	2.312	2.163	.103	.034
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	.179	.562	.314	.012	.015	2.862	1.034	.967	.046	.015

$\bar{t}$ - prosječno vrijeme kulminacije prirasta - average time of increment culmination
$\bar{d}$ - prosječni promjer u vrijeme kulminacije - average dbh in time of culmination
$\bar{h}$ - prosječna visina u vrijeme kulminacije - average height in time of culmination
$\bar{i}_{h10}$ - prosječni tečajni visinski prirast 10-god. perioda - average current height increment of 10-year-period
$\bar{f}$ - prosječni obličnI broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination
$\bar{i}_{d10}$ - prosječni tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - average current dbh increment of 10-year-period
$\bar{i}_{hp}$ - srednji prosječni visinski prirast - mean average height increment
$\bar{i}_{dp}$ - srednji prosječni debljinski prirast - mean average dbh increment

Tab. 21. VISINSKI I DEBLJINSKI PRIRAST ČEMPRESA
HEIGHT AND DIAMETER INCREMENT OF CYPRESS

Šumarija - *Forest enterprise*: ZADAR
Gosp. jedinica - *Management unit*: MUSAPSTAN
Odjel - *Department*: 16

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF CURRENT INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije - *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{h10}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{d10}$	$\bar{f}$
	16.4	6.7	6.4	.474	.488	16.4	6.7	6.4	.567	.488
standardna devijacija (s) *standard deviation*	2.498	1.246	.995	.026	.053	2.498	1.246	.995	.073	.053
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	1.117	.557	.445	.012	.024	1.117	.557	.445	.033	.024

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF AVERAGE INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{hp}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{dp}$	$\bar{f}$
	24.4	11.0	10.3	.423	.453	25.4	11.4	10.7	.452	.469
standardna devijacija (s) *standard deviation*	2.417	.781	1.304	.044	.037	3.007	.652	1.068	.035	.019
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	1.081	.349	.583	.019	.017	1.345	.292	.477	.016	.009

$\bar{t}$ - prosječno vrijeme kulminacije prirasta - average time of increment culmination
$\bar{d}$ - prosječni promjer u vrijeme kulminacije - average dbh in time of culmination
$\bar{h}$ - prosječna visina u vrijeme kulminacije - average height in time of culmination
$\bar{i}_{h10}$ - prosječni tečajni visinski prirast 10-god. perioda - average current height increment of 10-year-period
$\bar{f}$ - prosječni obličnI broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination
$\bar{i}_{d10}$ - prosječni tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - average current dbh increment of 10-year-period
$\bar{i}_{hp}$ - srednji prosječni visinski prirast - mean average height increment
$\bar{i}_{dp}$ - srednji prosječni debljinski prirast - mean average dbh increment

Tab. 22. VISINSKI I DEBLJINSKI PRIRAST MEDUNCA
HEIGHT AND DIAMETER INCREMENT OF PUBESCENT OAK

Šumarija - *Forest enterprise*: ZADAR
Gosp. jedinica - *Management unit*: MUSAPSTAN
Odjel - *Department*: 36a

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF CURRENT INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije - *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{h10}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{d10}$	$\bar{f}$
	14.8	3.1	2.8	.225	.790	14.8	3.2	3.0	.280	.788
standardna devijacija (s) *standard deviation*	9.261	1.454	.660	.077	.098	5.456	1.165	1.060	.048	.119
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	4.141	.650	.295	.034	.044	2.440	.521	.474	.021	.053

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA - *CULMINATION OF AVERAGE INCREMENT*

	Visinski prirast - *Height increment*					Debljinski prirast - *Dbh increment*				
Prosječne dimenzije stabla u vrijeme kulminacije *average dimensions of trunk during culmination*	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{hp}$	$\bar{f}$	$\bar{t}$	$\bar{d}$	$\bar{h}$	$\bar{i}_{dp}$	$\bar{f}$
	23.8	5.1	4.5	.313	.551	23.8	5.1	4.6	.224	.687
standardna devijacija (s) *standard deviation*	7.833	.755	.746	.255	.155	6.585	1.063	1.326	.035	.139
standardna pogreška ($s_{\bar{x}}$) *standard error*	3.503	.346	.334	.114	.069	2.945	.475	.593	.016	.062

$\bar{t}$ - prosječno vrijeme kulminacije prirasta - average time of increment culmination
$\bar{d}$ - prosječni promjer u vrijeme kulminacije - average dbh in time of culmination
$\bar{h}$ - prosječna visina u vrijeme kulminacije - average height in time of culmination
$\bar{i}_{h10}$ - prosječni tečajni visinski prirast 10-god. perioda - average current height increment of 10-year-period
$\bar{f}$ - prosječni obličnI broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination
$\bar{i}_{d10}$ - prosječni tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - average current dbh increment of 10-year-period
$\bar{i}_{hp}$ - srednji prosječni visinski prirast - mean average height increment
$\bar{i}_{dp}$ - srednji prosječni debljinski prirast - mean average dbh increment

Tab. 37

KULMINACIJA TEČAJNOG PRIRASTA ISTRAŽIVANIH VRSTA
Current increment culmination of the investigated species

SUMARIJA ZADAR
Zadar forestry
GOSP. JEDINICA: MUSAPSTAN
Management unit: Musapstan

Odjel *Division*	Vrsta drveća *Tree species*	VISINSKI PRIRAST *Height increment* t	d	h	i_{h10}	f	DEBLJINSKI PRIRAST *Diameter increment* t	d	h	i_{d10}	f
11	Pinija *Stone pine*	15.4	11.7	5.2	.352	.530	15.4	11.7	5.2	.891	.530
12	Alepski bor *Aleppo pine*	11.4	9.5	6.3	.673	.569	11.4	10.0	6.6	1.048	.542
	Pinija *Stone pine*	11.6	7.7	4.8	.477	.674	15.6	11.1	6.6	.673	.572
	Čempres *Cypress*	14.8	7.2	6.6	.512	.459	14.8	7.2	6.6	.617	.459
16	Alepski bor *Aleppo pine*	13.8	13.9	6.9	.464	.506	15.8	16.0	7.9	.870	.460
	Pinija *Stone pine*	15.2	12.8	6.1	.426	.537	15.2	12.8	6.1	.857	.537
	Čempres *Cypress*	16.4	6.7	6.4	.474	.488	16.4	6.7	6.4	.567	.488
36A	Medunac *Pubescent oak*	14.8	3.1	2.8	.225	.790	14.8	3.2	3.0	.280	.788

t - vrijeme kulminacije prirasta - culmination time of increment
d - prsni promjer u vrijeme kulminacije - dbh in time of culmination
h - visina u vrijeme kulminacije - height in time of culmination
i_{h10} - tečajni visinski prirast 10-god. perioda - current height increment of 10-year-period
i_{d10} - tečajni debljinski prirast 10-god. perioda - current dbh increment of 10-year-period
f - oblični broj u vrijeme kulminacije - form-factor in time of culmination

Tab. 38

KULMINACIJA PROSJEČNOG PRIRASTA ISTRAŽIVANIH VRSTA
Average increment culmination of the investigated species

SUMARIJA ZADAR
Zadar forestry
GOSP. JEDINICA: MUSAPSTAN
Management unit: Musapstan

Odjel *Division*	Vrsta drveća *Tree species*	VISINSKI PRIRAST *Height increment* t	d	h	i_{hp}	f	DEBLJINSKI PRIRAST *Diameter increment* t	d	h	i_{dp}	f
11	Pinija *Stone pine*	21.4	15.5	7.1	.332	.498	21.4	15.5	7.1	.727	.498
12	Alepski bor *Aleppo pine*	17.4	14.8	10.5	.609	.445	19.4	16.3	10.9	.850	.491
	Pinija *Stone pine*	18.6	12.7	7.9	.432	.555	26.6	15.8	10.4	.591	.555
	Čempres *Cypress*	21.8	10.9	10.0	.457	.437	22.8	11.5	10.5	.505	.433
16	Alepski bor *Aleppo pine*	30.8	27.6	12.3	.406	.500	29.8	23.3	11.8	.804	.503
	Pinija *Stone pine*	20.2	15.9	8.0	.396	.528	23.2	16.7	8.8	.743	.538
	Čempres *Cypress*	24.4	11.0	10.3	.423	.453	25.4	11.4	10.7	.452	.469
36A	Medunac *Pubescent oak*	23.8	5.1	4.5	.313	.551	23.8	5.1	4.6	.024	.687

t - vrijeme kulminacije prirasta - culmination time of increment
d - prsni promjer u vrijeme kulminacije - dbh in time of culmination
h - visina u vrijeme kulminacije - height in time of culmination
i_{hp} - prosječni visinski prirast - average height increment
i_{dp} - prosječni debljinski prirast - average dbh increment
f - prosječni oblični broj u vrijeme kulminacije - average form-factor in time of culmination

	$\bar{id}_{10}$	$s\bar{d}$	$t_{izr.}$	$t_{tab.}$		
Pinija						
Odjel 11	0,891	0,088	2,018	2,306	(5%)	sig
			0,374	3,355	(1%)	
Odjel 12	0,673	0,063	2,706			
Odjel 16	0,857	0,025				
Alepski bor						
Odjel 12	1,048	0,078	1,874	2,306	(5 %)	
Odjel 16	0,870		0,055	3,355	(1%)	
Čempres						
Odjel 12	0,617	0,030	1,136	2,306	(5%)	
Odjel 16	0,567	0,033		3,355	(0%)	

RASPRAVA – DISCUSSION

Na temelju naših istraživanja i dobivenih rezultata nesumljivo je da je područje Musapstana i Zlokobnice s vegetacijskog aspekta devastirano, a s pedološkog aspekta degradirano. Šumarskoj stručnoj javnosti, pa i šire, jasno je da je istraživano područje potencijalno sposobno za šumsku biljnu proizvodnju, dakle za proizvodnju putem šumskih vrsta drveća pionirskog karaktera. Naime, pionirske vrste drveća imaju u prvom redu zadaću da meliorativno utječu na poboljšanje tla, drugim riječima, to znači da degradirano, osiromašeno tlo obogate makrobiogenim i mikrobiogenim elementima, a istovremeno i da poprave fizička svojstva tla. Na taj način pionirske vrste drveća osposobljavaju osiromašena tla da na njima rastu autohtone vrste drveća i grmlja, koje vrste na degradiranim tlima susrećemo u devastiranom i kržljavom obliku ili ih uopće nema.

Naravno, ni estetski, općekorisni i proizvodni moment koji postižu pionirske vrste na degradiranim tlima nije zanemariv. Na taj način uloga pionirskih vrsta postoje višestruko korisna. One u prvoj ophodnji (negdje će biti potrebna druga i treća ophodnja) meliorativno utječu na tlo i pružaju sve one općekorisne funkcije koje šuma inače daje. Pošumljavanjem kraških kamenjara postižemo dakle višestruke koristi, pa je posve prirodno nastojati da se degradirana tla i devastirani oblici šuma meliorativnim zahvatima privedu korisnoj funkciji za dobrobit čovjeka.

Kulture koje podižemo s alohtonim vrstama drveća ipak imaju najvažniju zadaću da stvore sve potrebne preduvjete za povrat autohtonih biljnih vrsta drveća i grmlja, tj. prirodne biljne šumske zajednice kao najstabilnijega šumskog ekosustava.

Način izvođenja meliorativnih zahvata ovisi o stanju sastojine koju kanimo meliorirati. U praksi se najčešće koristimo ovim metodama meliorativnih zahvata:

Melioracije zabranom paše, sječe i odnošenje listinca. Ta je meliorativna mjera integralni dio bilo kojega meliorativnog zahvata. Ponekad će biti i sama dovoljna da se zaustavi proces regresije vegetacije i postigne progresivni razvoj sastojine.

Resurekcijska sječa, sječa na panj, sječa počepica provodi se kod vrsta drveća i grmlja koje imaju sposobnost regeneracije biljke nakon sječe nadzemnog dijela. Moramo kazati da je sječa na panj uvjetovana starošću panja i bonitetom tla. Poznato je da regeneracija izbojaka iz panja nije vječna. U jednom momentu ni panj više ne

regenerira nove izbojke, a tada nestaje vegetacijskog pokrova i na kršu se javlja golet, kamena pustoš. Zbog toga i pomladnu sječu treba provoditi samo u izuzetnim slučajevima i pod strogim stručnim nadzorom. Možemo kazati da je obnova vegetacije uopće ovom metodom prevladana. Taj stari način »gospodarenja šumama« i »obnove šuma« mora se zamijeniti uzgojnim mjerama koje poznaje suvremeno šumarstvo. Uzgojni zahvati u devastiranim sastojinama imaju za cilj da se devastirane i malo produktivne sastojine prevedu u vrednije gospodarske oblike. Na taj način najviše doprinosimo očuvanju biljnog pokrova, a isto tako i u gospodarskom obliku povećavamo njegovu vrijednost.

Unošenjem novih vrsta drveća i grmlja, pošumljavanjem sjetvom sjemena i sadnjom biljaka, bilo autohtonih ili alohtonih biljnih vrsta, danas je najčešći način meliorativnih zahvata. Na degradiranim staništima nužno je u prvoj fazi meliorativnih radova unositi pionirske vrste drveće zbog njihove sposobnosti da mogu vrlo dobro uspijevati na siromašnim, degradiranim tlima, a tijekom svog života poboljšavaju tlo koje će postati sposobno da prihvati autohtonu vegetaciju kao najstabilnije elemente prirodne šume. Dakako, za uspješan rad na pošumljavanju, kao temeljnoj mjeri meliorativnih radova na kršu, šumarski stručnjak mora dobro poznavati edafske i vegetacijske činioce staništa gdje se radovi izvode. Posebno je važno poznavanje ekoloških i bioloških zahtjeva vrsta s kojima se obavljaju meliorativni radovi, te podrijetla i provinijecije vrsta. Bez navedenih temeljnih znanja svi naši radovi na melioraciji najčešće će imati negativan predznak.

Potpuni meliorativni zahvati, tj. kombinirane metode melioracija, koje se sastoje od prije navedenih metoda (zabrana paše, sječe i odnošenja listanca, pomladne sječe, sjetve i sadnje), trebaju se provoditi u onim devastiranim sastojinama u kojima ne očekujemo prirodnu obnovu, ako nas ne zadovoljava postojeći obrast te ako je potrebno unositi nove vrste radi poboljšanja sastojine. Kako je tlo na kršu slično mozaiku, tj. na vrlo malom rastojanju nalazimo posve druga svojstva i kvalitetu tla, to je nužno na terenu odabrati mjesta i prema postojećem stanju tla i vegetacije odrediti i način kako te terene meliorirati. Ne smijemo zaboraviti da naš posao nije završen nakon što smo obavili meliorativne radove. To bi bila velika pogreška koja bi ugrozila sve dosad učinjeno. Zbog toga šumar mora planirati i izvoditi prijeko potrebne uzgojne zahvate koji imaju za cilj unaprijediti meliorirane površine s aspekta šumarske strukture i čuvati ih od svih negativnih utjecaja biotskih i abiotskih činilaca.

Naša mikroklimatska mjerenja pokazala su da je užitno svjetlo u kulturama čiste pinije iznosilo 17,8%, dok je u mješovitoj kulturi alepskog bora i pinije (70:30) iznosilo 19,15%. Temperatura zraka u šumi i na otvorenom prostoru kretala se tijekom dana od 17,71 C do 22,60 C. Kolebanje je iznosilo 4,89 °C. Na otvorenom prostoru temperatura se kretala od 19,10 °C do 22,70 °C, a kolebanje je iznosilo 3,60 °C.

Relativna vlaga zraka u šumi kretala se od 73% do 90%, dok se na čistini kretala od 64% do 82%.

Geotemperature na površini tla imale su kolebanje u šumi od 3,74 °C, a na otvorenom prostoru 4,10 °C.

Na dubini od 5 cm kolebanje u šumi bilo je 2,30 °C, a na čistini 5,85 °C.
Na dubini od 10 cm kolebanje je iznosilo u šumi 1,86 °C, a na čistini 4,30 °C.
Na dubini od 20 cm kolebanje je bilo u šumi 0,65 °C, a na čistini 1,82 °C.
Na 30 cm dubine kolebanje je iznosilo u šumi 0,29 °C, a na čistini 0,33 °C.
Na dubini od 50 cm kolebanje je iznosilo u šumi 0,12 °C, a na čistini 0,18 °C.

Vidljivo je da je razlika u geotemperaturama s dubinom sve manja i da od 30 cm dubine i nemamo značajnih razlika između temperature u šumi i na otvorenom prostoru (tab. 28).

U vegetacijskom pogledu (tab. 10) u borovim kulturama pomalo se pojavljuju vegetacijski elementi koje ne srećemo na otvorenom prostoru. Tako na primjer srećemo: crniku, medunac, crni jasen, oskorušu, zeleniku, lempriku i dr., dakle elemente crnikove i medunčeve šume, jer je područje Musapstana na prijelazu tih dviju šumskih zajednica. Iz podataka Šumarije Zadar vidimo da se navedene vrste nisu umjetno unosile na lokalitet Musapstan.

Od tala na kulturama primorskih borava pronašli smo samo lesivirane crvenice, koluvijalne, glinaste.

U devastiranoj šumi hrasta medunca susreli smo dva tipa tala: crvenicu, lesiviranu, duboku, i smeđee tlo na vapnencu (kalkokambisol).

ZAKLJUČCI – CONCLUSIONS

Iz priložene karte istraživanog područja (karta 1) vidi se da se istražuje područje južnog dijela Ravnih kotara. To je područje jedna specifična geomorfološka i geološka cjelina, čije temeljno obilježje karakteriziraju grebeni i doline dinarskog smjera. Grebeni rijetko prelaze 200 m nadmorske visine.

Geološka i litološka građa veoma je raznolika, što se može vidjeti iz priložene geološke karte. Osnovnu geološku podlogu čini vapnenac, a u širem području vapnenac se izmjenjuje s dolomitom. Možemo kazati da je istraživano područje s geološkog aspekta tipično za šire krško područje, koje u Hrvatskoj zauzima velika prostranstva. Na istraživanom području susrećemo najstarije stijene koje čine vapnenci i dolomiti donje krede. Opće obilježje tih vapnenačkih naslaga je njihova velika čistoća s vrlo malo netopivog ostatka iz kojega se pedogenetskim procesima stvara tlo. Prema G r a č a n i n u vapnenasta podloga osigurava manje od 1% netopivog ostatka za tvorbu tla.

Iz priložene pedološke karte vidi se da je istraživano područje prekriveno tipičnom lesiviranom crvenicom te smeđim tlom na vapnencu (kalkokambisol).

Na pokusnim plohama u vlastitim istraživanjima utvrdili smo ove pedosistematske jedinice:

Crvenica, lesivirana, koluvijalna, glinasta, na kojoj rastu borove kulture, koje su objekt naših istraživanja. U odjelu 11 g.j. Musapstan nalazimo čistu kulturu pinije, u odjelu 12 mješovitu kulturu alepskog bora, pinije i čempresa (77:20:3), a u odjelu 16 mješovitu kulturu bora, pinije, čempresa i primorskog bora (57:34:7:2).

Na lokalitetu g.j. Zlokobnica, gdje susrećemo devastiranu šumu hrasta medunca i bijeloga graba, konstatirali smo crvenicu lesiviranu, duboku, te smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol). Važno je naglasiti da su borove kulture podignute na istom tlu, dok se devastirana šuma medunca nalazi na dubokoj, lesiviranoj crvenici na manjoj površini u plitkoj vrtači te na smeđem tlu na vapnencu i dolomitu, koje zauzima preko 80% naše pokusne plohe. Utvrdili smo da su pedološke prilike na istraživanim lokalitetima u skladu s općim karakteristikama pedogeneze na kršu. Osnovni činilac diferencijacije pedološkog pokrova jeste reljef, matična podloga i vegetacija. Veće reljefne depresije ispunjene su crveničnim materijalom, koji je kamenit po površini, odnosno skeletan unutar profila, što ovisi o lokalnim prilikama.

Pod kulturama primorskih borova, bilo da se radi o čistim ili mješovitim sastojinama, uočljiv je eluvijalni horizont svjetlije boje, što je usko povezano s postojećom vegetacijom. Nastao je ili procesom lesivaže *in situ*, što potpomaže postojeća vegetacija preko žilnog sustava, ili pak zakiseljavanjem preko otpalih iglica i specifične transformacije organske tvari. Ta pojava zaslužuje pozornost i svakako dalja istraživanja.

Na većim krškim zaravnima i u mikrodepresijama utvrdili smo smeđa tla na vapnencu i dolomitu kao klimaksni stadij recentne pedogeneze. Tu također srećemo i proces translokacije zemljišnog materijala na manje udaljenosti. Ta pojava izaziva »okršavanje, tj. pojavu skeleta u profilu tla, što sve ovisi o lokalnim prilikama.

Rezultati istraživanja pokazuju da je borova kultura u relativno kratkom razdoblju od četrdeset godina snažno utjecala na tok i rezultate pedogeneze i osnovna svojstva tla. Taj utjecaj doduše nije takav da je promjena uočljiva na razini tipa tla. Zahvaljujući postojećim borovim kulturama i drugim biljnim vrstama, proces degradacije, posebice »okršavanja« tla usporen je, te zasigurno ima tendenciju popravka temeljnih svojstava tla, značajnih za rast i razvoj šumskih vrsta.

Bez sumnje izuzetno teorijsko i praktično značenje ima brzina popravka tih svojstava. Na osnovi izloženih rezultata možemo reći da je taj proces relativno brz, već je u razdoblju od »samo četrdeset godina« doveo do veoma uočljivih i mjerljivih kvalitativnih i kvantitativnih promjena osnovnih svojstava tla.

Ta konstatacija veoma je važna za budućnost vegetacije na tom prostoru, posebice stoga što se nedvojbeno stvaraju, premda po našoj ocjeni sporo, uvjeti za prihvat autohtonih vrsta drveća, što je u konačnici naš cilj. Uzimajući u obzir činjenicu da je pedogeneza na kršu općenita, a u priobalnom dijelu posebice veoma spor proces, svaka intervencija u smislu zaustavljanja degradacije tla na kršu ima neprocjenjivo značenje.

Naša istraživanja potvrdila su činjenicu da šumska vegetacija čuva tlo od akvatične i eolske erozije, ali isto tako i da pozitivno utječe i na pedogenetske procese. Taj se utjecaj očituje ponajprije kao smanjeno ispiranje tla, povećanje njegove dubine i smanjen sadržaj skeleta u tlu.

Osim toga u tlu pod šumskom vegetacijom formira se i održava uočljiv i stabilan humusni horizont u kojem se odvija transformacija organske tvari i bez sumnje povećava biološka aktivnost u odnosu na tlo bez šumske vegetacije. Opisane promjene, među ostalim smanjuju ispiranje i degradaciju kemijskih svojstava tla.

S obzirom na izložene rezultate istraživanja možemo na kraju ustvrditi da su primorski borovi pouzdane meliorativne vrste. Meritorno se na osnovi tih rezultata može zaključiti da vegetacija pozitivno utječe na značajna svojstva i procese u tlu na području našeg mediteranskog krša.

Utjecaj borovih kultura na mikroklimu istraživanog područja ima poznati učinak šumskih sastojina. Tako smo utvrdili da je u šumi veća relativna vlaga zraka nego što je na otvorenom prostoru. Temperatura zraka je također niža, a geotemperature do 30 cm dubine pokazuje osjetnije razlike, dok je na dubini od 50 cm ta razlika zanemariva (šuma 0,12 °C, čistina 0,18 °C).

Pitanje koje se često postavlja u šumarskoj operativi glasi: Što raditi s borovim kulturama kada dozriju i čime pošumljavati njihova staništa? Dilema nije mala, zar ne? Predlažem sljedeće:

Poznato je da je ophodnja primorskih borovih kultura negdje između 60 i 80 godina. Dokazali smo da borove kulture meliorativno utječu na tlo, što pokazuju i naša istraživanja za četrdesetogodišnje kulture. Tamo gdje su tijekom života kulture provedeni potrebni uzgojni zahvati koje poznaje suvremeno šumarstvo, tu većih problema za obnovu neće biti. Mislim da treba stručno snimiti svaki konkretni slučaj i tek nakon proučavanja donijeti konačnu odluku. Za istraživane kulture obnovu bi trebalo obaviti u dva smjera:

Uzgojnim zahvatima, sad već proredama, pripremiti sastojine za prirodno pomlađivanje borova i drugih vrsta. U odgovarajućem momentu unositi nove alohtone vrste drveća, npr. atlaski cedar, grčku jelu, arizonski čempres, obični čempres, na sva ona mjesta gdje tlo nije dovoljno popravljeno da bi moglo pružiti povoljne uvjete autohtonim vrstama drveća i grmlja.

Tamo gdje smo utvrdili da je tlo duboko, meliorirano, trebamo unositi autohtone vrste drveća i grmlja, u našem primjeru: crniku, medunac, crni jasen, oskorušu, rešeljku, bijeli grab, koprivić, klen, maklen, od grmlja drijen, kalinu, trnulu, peteriju i dr. Za tu tezu možemo navesti brojne primjere diljem Hrvatskog primorja, gdje u borovim kulturama susrećemo autohtone vrste koje su se javile prirodnim putem, nakon što je borova kultura barem donekle obavila popravak tla. Na zadarskom području, na istraživanim plohama uočili smo prirodno pomlađivanje borova, a osobito običnog čempresa, a uočili smo i pridolazak, npr. crnike i medunca, iako u malom broju. Primjer kako autohtoni elementi dobro uspijevaju u borovim kulturama nalazimo na otoku Rabu, gdje u kulturi alepskog bora, na Kamenjaku iznad Banjola uspješno pridolaze autohtone vrste: crnika, crni jasen, širokolisna zelenika, lovor, divlja maslina, smrdljika, šmrika, drača, monjen i dr.

Možemo kazati da su primorski borovi vrste drveća koje u prvom planu dolaze u obzir za pošumljavanje degradiranih staništa i na području šuma hrasta crnike i na toplijem području šuma hrasta medunca.

Našim istraživanjima utvrdili smo da se u četrdesetogodišnjim kulturama primorskih borova (alepski bor, primorski bor i pinija) prosječni volumni prirast kreće godišnje od 4,6 do 5,4 m/ha, dok je u devastiranoj sastojini hrasta medunca i bijeloga graba prosječni godišnji volumni prirast 0,3 m/ha. Također smo, radi bolje spoznaje o povećanju biomase, testirali visinski i debljinski prirast srednjih sastojinskih stabala.

Tečajni visinski prirast alepskog bora u odjelu 12 i 16 pokazuje signifikantnu razliku jer je izračunata t-vrijednost ($t = 6{,}333$) veća od tablične ($t = 2{,}306$). Tečajni visinski prirast alepskog bora u odjelu 12 veći je nego u odjelu 16 ($\bar{i}d_{10} = 0{,}673$ m).

Tečajni visinski prirast čempresa pokazuje da nema signifikantne razlike u veličinama prirasta u mješovitim sastojinama (odjel 12 i 16). Na temelju testiranja tečajnoga debljinskog prirasta možemo zaključiti sljedeće:

Tečajni debljinski prirast pinije u svim je sastojinama podjednak. Testirajući mješovite sastojine u odjelu 12 i 16, tečajni debljinski prirast je signifikantno veći jer je izračunata t-vrijednost ($t = 2{,}706$) veća od tablične ($t = 2{,}306$). Srednja vrijednost tečajnoga debljinskog prirasta veća je u odjelu 16 ($\bar{i}d_{10} = 0{,}857$ cm).

Tečajni debljinski prirast alepskog bora i čempresa ne pokazuje signifikantne razlike u mješovitim sastojinama (odjel 12 i 16). Iz rezultata provedenog testiranja tečajnoga visinskog prirasta možemo zaključiti sljedeće:

Tečajni visinski prirast pinije signifikantno je manji u čistoj sastojini (odjel 11) u odnosu na mješovite sastojine jer su izračunate t-vrijednosti (t = 5,432 i t = 5,692) manje od tablične vrijednosti za granicu signifikantnosti od 5% broja stupnjeva slobode (t = 2,306).

U mješovitim sastojinama pinije, alepskog bora i čempresa (odjel 12 i 16) tečajni visinski prirast pinije ne pokazuje signifikantne razlike. Na temelju srednje vrijednosti prirasta možemo vidjeti da je u odjelu 12 visinski prirast veći ($\bar{i}h_{10}$ = 0,477 m).

Borove kulture su vrlo važno uporište u ekološkom smislu i naravno omogućavaju povratak autohtonih vrsta drveća. Ne smijemo zaboraviti ni proizvodnu funkciju te sve druge korisne funkcije koje šuma ima općenito. Poznato nem je da su te koristi velike i praktično neprocjenjive za život čovjeka. Moramo također kazati da nakon što smo pošumili određena degradirana staništa naš posao time nije završen. Tijekom cijeloga života kulture šumar mora biti prisutan u kulturi, koju treba čuvati, njegovati, tj. provoditi potrebne šumskouzgojne radove. Na taj način povećavamo proizvodnost biomase u kulturi, postižemo kod kulture i staništa veću stabilnost i otpornost na biotske i abiotske činioce. Posebno je važno naglasiti da prisutnošću radnika najbolje štitimo kulture od požara. Nažalost zadnjih godina vrlo je česta pojava da borove sastojine na kršu uništava požar. Kada su radnici u kulturama prisutni, požara će biti mnogo manje jer će namjerno paljenje šuma biti znatno otežano, a kada se požar i pojavi, čovjek je prisutan i intervencija je pravovremena. Još jednom da kažemo da na siromašnim, degradiranim tlima mogu uspijevati jedino pionirske vrste drveća i da su one u stanju iskoristiti potencijalne proizvodne mogućnosti siromašnog i degradiranog tla, koju energiju putem sunca i zelenog lista, putem fotosinteze pretvaraju u biomasu. Sve navedeno jasno pokazuje kolika je važnost borovih kultura na kršu u životu čovjeka. Zbog svega rečenoga moramo još više težiti širenju borovih kultura, kao jedinom načinu iskorištavanja krškog, apsolutno šumskog tla za novu proizvodnju i sve druge koristi koje nam daje šuma.

LITERATURA – LITERATURE

Anić M., 1946: Dendrologija. Skripta, pp. 163, Zagreb.

Badrov, B.A., 1961: Lesnaja melioracija, pp. 511, Moskva.

Balen, J., 1931: Naš goli krš, pp. 311, Zagreb.

Balen, J., 1935: Prilog poznavanju naših mediteranskih šuma. Šumarski list, Zagreb.

Balić, M., 1948: Poljoprivreda krša i planinskih krajeva, pp. 64, Zagreb.

Bašić, F., M. Adam, 1977: Tla sekcije Rovinj II (rukopis). Viša poljoprivredna škola Križevci i Poljoprivredni fakultet Osijek.

Bašić, F., 1982: Pedologija, drugo izmijenjeno i prošireno izdanje. Poljoprivredni institut. Križevci.

Bertović, S., 1975: Prilog poznavanju klime i vegetacije u Hrvatskoj. Acta biologica VII/2:89–215, Zagreb.

Bertović, S. § A.Ž. Lovrić, 1985: Vegetacijska karta Sr Hrvatske, Šumarska enciklopedija 3, Zagreb.

Domac, R., 1967: Flora Hrvatske i susjednih područja, pp. 543, Zagreb,

Cappelli, M., 1958: Note preliminari sulla produzione individuale di stabili in Pinus pinea L. Italia for. e mont, 13:181–203, Firenze.

FAO, 1957: Les méthodes de plantations forestières on zones arides. Rome.

Franchini, E., 1958: Ecologia comparata de Pinus Halepensis L. sulla base del compartamento del gametofiti gemminite. Ann. Acad. Ita. Sci. for. 7:107–172, Firenze.

Filipovski, D., & M. Ćirić, 1963: Zemljišta Jugoslavije, pp. 498, Beograd.

Fukarek, P., 1950: Materijal za bibliografiju krša. Sarajevo.

Giperborejski Marković, 1952: Dendrologija, pp. 324, Sarajevo.

Godek, I., 1957: Bujičarstvo i problem erozije tla na krškom području Hrvatske. Krš Hrvatske: 221–222, Split.

Gračanin, M., 1931: Pedološka istraživanja Senja i bliže okolice. Glasnik za šumske pokuse 3:1–52, Zagreb.
Gračanin, M., 1950: Istraživanje adsorpcijskog kompleksa litoralnih crvenica. Poljoprivredna znanost, Smotra br. 12, Zagreb.
Gračanin, M., 1951: Pedologija, III dio, sistematika tala, pp. 298, Zagreb.
Grupa autora, 1986: Karta prirodne potencijalne vegetacije Jugoslavije 1:1,000.000 s tumačem. Naučno veće za izradu vegetacijske karte Jugoslavije.
Horvat, A., V. Pleše, M. Gračanin, D. Jedlowski & M. Jovančević 1955: Istraživanje o regresiji i progresiji šumske vegetacije i tala na kršu (Kozjak). Anali Instituta za eksperimentalno šumarstvo JAZU, 11–219, Zagreb.
Horvat, A., 1957: Historijski razvoj devastacije i degradacije krša. Krš Hrvatske: 185–194, Split.
Horvat, A., 1964: Pošumljivanje degradiranih površina sjetvom. Šumarski list 5–6:213–225, Zagreb.
Horvat, A., 1965: Melioracije degradiranih šumskih terena, Svezak I, Krš, pp. 178, Zagreb.
Horvat, A., 1965: Osvrt na melioraciju šikara u submediteranskom području krša. Šumarski list 89/3–4:109–123, Zagreb.
Horvat, I., 1950: Šumske zajednice Jugoslavije. Institut za šumarska istraživanja, pp. 73, Zagreb.
Horvatić, S., 1957: Pflanzengeographische Gliederung des Karstens Kroatiens und der angrenzenden Gebiete Jugoslawiens. Acta Bot. Croatica 16:33–52.
Kauders, A., 1933: Nekoliko riječi o pošumljavanju krša oko naših primorskih kupališta, pp. 32, Zagreb.
Klepac, D., 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina, pp. 298, Zagreb.
Klepac, D., 1986: Le Pin D'Alep en Dalmatie. Options méditerranéennes, C.I.H.E.A.M. pp. 29–42, Paris.
Lujić, R., 1973: Šumske melioracijee, pp. 415, Beograd.
Majcen, Ž., B. Korolija, B. Sokač, & L. Niller, 1967: Osnovna geološka karta 1:100.000 list Zadar. Posebno izdanje tumača i karte, Savezni geološki Zavod Beograd.
Matić, S., 1986: Šumske kulture alepskog bora i njihova uloga u šumarstvu mediterana. Glas. šum. pokuse, posebno izd. 2:125–145, Zagreb.
Matić, S., 1987: Gospodarski zahvati u panjačama kao mjera povećanja produktivnosti i stabilnosti šuma. Šumarski list 111/3–4:143–148, Zagreb.
Matković, P., 1970: Biljka, čovjek, prostor, pp. 333, Split.
Meštrović, Š., 1972: Uspijevanje primorskog bora (Pinus pinaster Ait.) u kulturama SR Hrvatske. Šumarski list 96/5–6:179–216, Zagreb.
Meštrović, Š., 1980: Utjecaj borovih kultura na čistoću zraka u kliško-solinskom bazenu. Glas, šum. pokuse 20:231–297, Zagreb.
Nahal, I., 1962: Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Étude taxonomique, phytogeography ecologique et sylvicol Eaux et Forêts annales. École nationale Italy 19, M. 4 pp. 1–207.
Najgebauer, V., M. Ćirić, & N. Živković, 1961: Komentar pedološke karte Jugoslavije 1:1,000.000. pp. 107 JDPZ, 8, Beograd.
Parde, J., 1957: La productivité forêts de pin d'Alepen France. Anales de lÉcole Nationale des Eaux et Forêts, pp. 369–414, Nancy.
Pavari, A., 1954: Pino domestico (*Pinus pinea* L.). Monti e Boschi, 5:542–547, Milano.
Piškorić, O., 1980: Prirodno rasprostranjenje zimzelenih listača u gornjem dijelu hrvatskog primorja. Šumarski list 104/1–2:45–59, Zagreb.
Pranjić, A., 1970: Sastojinske visinske krivulje hrasta lužnjaka. Šumarski list 94/7–8:201–220, Zagreb.
Pranjić, A., 1986: Šumarska biometrika. Liber, pp. 204, Zagreb.
Pranjić, A., & V. Hitrec, 1976: Analiza stabala na elektronskom računaru. Šumarski list 5–6: 198–206. Zagreb.
Pranjić, A., & N. Lukić, 1990: Razvoj stabala crnog bora i hrasta medunca istarskog područja. Glas. šum. pokuse 26:433–446, Zagreb.
Premužić, A., 1940: Seljačko gospodarstvo na kršu, pp. 76, Zagreb.
Prpić, B., 1986: Odnos hrasta crnike i nekih njegovih pratilaca prema vodi i svijetlu. Glas. šum. pokuse, posebno izd. 2:69–77, Zagreb.
Rauš, Đ., 1987: Šumarska fitocenologija, pp. 313, Zagreb.
Škorić, A., Gj. Filipovski, & M. Ćirić, 1973: Klasifikacija tala Jugoslavije. Zavod za pedologiju Poljoprivrednog i Šumarskog fakulteta, pp. 63, Zagreb.
Škorić, A., 1977: Tipovi naših tala. Sveučilišna naklada Liber, pp. 134, Zagreb.

Škorić, A., 1979: Dvoslojni profili tla na području terra rosa u Istri. Zemljište i biljka, Vol. 28, br. 1–2, pp. 111–131, Beograd.

Tomašević, A., 1977: Komparativna istraživanja uspijevanja kultura alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) na vapnenastoj i flišnoj podlozi unutar prirodnog areala. Šumarski list 101/3–4:131–144, Zagreb.

Tomašević, A., 1981: Rezultati pokusne sadnje biljaka alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill. i P. maritima Dur.) golog korijena i u polietilenskim tuljcima. Šumarski list 105/10–12:441–450, Zagreb.

Tomašević, A., 1983: Rezultati ljetne pokusne sadnje biljaka na našem subemditeranskom području. Šumarski list 107/7–8:347–359, Zagreb.

Tomašević, A., 1986: Rekultivacija kraških goleti pošumljivanjem u SR Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse, posebno izd. 2:147–160, Zagreb.

Tomašević, A., 1990: Podrivanje kao prva faza priprema tla za pošumljivanje, Glas. šum. pokuse 26:393–404, Zagreb.

Tomašević, A., 1990: Cedars in Yugoslavia. International cedar symposium. 22–27. October 1990. Antalya, Turkey, pp. 7, ref. 10.

Topić, V. & B. Tkalčić, 1982: Program gospodarenja šumama i šumskim zemljištima zadarskog užeg područja krša za razdoblje 1982–1991. god. Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, pp. 88, Split.

Topić, V., 1990: Prirast nekih vrsta četinjača na submediteranskom kraškom području Dalmacije. Šumarski list 114/11-12:441, Zagreb,

Vidaković, M., 1982: Četinjače, morfologija i varijabilnost. ILZ, pp. 710, Zagreb.

Vukičević, E., 1971: Dekorativnim dendrologijama. Skripta, I dio, pp. 781, Beograd.

Zachar, D., 1965: Zulwsnovanie nelesnych, pp. 231, Bratislava.

Ziani, P., 1958: Šumarske melioracije krša. Razvoj šumarstva i drvne industrije Jugoslavije 1945-1956. Izdanje SIT Jugoslavije, Beograd.

Tomašević, A.: Meliorativni utjecaj kulture alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) i pinije (*Pinus pinea* Endl.) na degradirano stanište hrasta medunca (*Querco pubescentis – Carpinetum orientalis* H-ić Anić 1959) u zadarskom području. Glas. šum. pokuse 30:223–298, Zagreb, 1994

ANTE TOMAŠEVIĆ

Original scientific paper

AMELIORATIVE IMPACT OF ALEPPO PINE (*PINUS HALEPENSIS* MILL.) AND STONE PINE (*PINUS PINEA* ENDL.) UPON THE DEGRADED HABITAT OF THE PUBESCENT OAK *QUERCO PUBESCENTIS-CARPINETUM ORIENTALIS* H-IĆ, ANIĆ 1959) IN THE REGION OF ZADAR

Summary

The degraded habitat of the pubescent oak is greatly extending throughout the Mediterranen basin. In Croatia it stretches over vast distances of the submediterranean region where there are devastated forms of pubescent oak forests in different stages. The major associations of this forest ecosystem are bare rock lands.

The purpose of my research was to systemnatically establish the impact of the Littoral pines upon the degraded soil of the warmer areas of the pubescent oak forest. I therefore chose the 40-year old well-developed cultures of Littoral pines in the area of the Zadar forest management, the site of Musapstan, and the devastated pubescent oak coppice in the area of Zlokobnica. Thus I worked simultaneously in the pine cultures and a devastated pubescent oak/oriental hornbeam of the same age and same habitat conditions.

I presented the geographic situation of the research sites and other relevant data from the management plan of the Zadar forest management. Out of the total forest areas and forestlands of the Zadar region amounting to 57,000 ha, less than 10 % are proper forest stands; the rest is devastated and degraded habitat. This is certainly only an example of alarming status of the forest vegetation in the Adriatic belt of southern Croatia, needless to mention what is the role of the forest ecosystems in the lives of all people, particularly the population of the Littoral karst.

The research area forms a specific geomorphological and geologically lithological entity. The locations are in contact with the eocene limestones and the thickly layered limestones of the lower Creataceous. A general characteristic of these limestones is great purity, i.e. they contain very little of the remnants from which the soils on limestone are formed by pedogenetic processes. Considering the morphological and lithological properties of the research area, we come across very heterogeneous conditions in the root system development of forest trees and brushwoods, which is otherwise characteristic for limestone grounds.

Pedologically, this area is composed of two cartographic units, the one with the lime-dolomite black earth with 60% cambisols, and calcocambisols typical shallow with 40%.

In the second cartographic unit there is red clay typical and 50% luvisols, and 50% calcocambisols on limestone in the structure of the pedological coverage.

The whole region has been investigated according to the 28 year-old activity of the zadar meteorological station, and it has been presented in 9 tables, a climatodia-

gram, the rose of winds and the monthly rain factor after N. Gračanin. It has been established that the research area belongs to the forest of the pubescent oak and oriental hornbeam *(Querco-carpinetum orientalis)* continuing to the warmer areas of the forest of the Mediterranean oak *(Orno-Quercetum ilicis* H-ić 1957). For the sake of this research we established four 1 ha test plots (100 × 100 m). Three plots were lain in the 40-year-old pine cultures, one in the devastated forest of the pubescent oak with oriental hornbeam. Following the measuring of the breast-height diameters of 9 cm upwards in the pine cultures and of 2 cm upwards in the devastated forest of the pubescent oak and oriental hornbeam, as well as the heights, the stand structure was established and average stand trees chosen for the use in total analysis which was done with the stone pine, Aleppo pine, cypress and pubescent oak.

Upon the research areas we have carried out the microclimatic measurements in the forest cultures and in open space. We measured the air and soil temperatures, air humidity and the relative consumed light. We established that the pine cultures influence the soil improvement as early as age 40. The proces of soil degradation stops, especially the karsting, and there is a tendency of improving the basic soil properties that are important for the come-back of the autochthonous tree species and brushwoods as the most stable parts of the forest ecosystem. Further on, we established that a very obvious and stable humus horizon is formed in the soil under the forest vegetation of the Littoral pines, so that the transformation of the organic matter can be activated and the biological activity undoubtedy increased, when compared to the bare rock, i.e. the soils without pine cultures. The cultures of the Littoral pines are good ecological strongholds enabling the return of the autochthonous tree species and brushwoods, and consequently the stability of the forest ecosystem.

It has been proved that the cultures of the Littoral pines achieve better results in generating new forms of energy in the wood mass, when compared to the devastated pubescent oak stands. In addition, the stone pine grows successfully on typical karst and out of its natural area.

We should not neglect other benefits that are given to us by a stable forest ecosystem. It is common knowledge that the use of the forest is enormous and practically invaluable for the life of man or rather for the survival of man on our planet.

We konw very well that over the vast areas of the Croatian karst there is a reserve of energy in the soil and the sun. This energy can be successfully exploited only by the green plants which generate new forms of energy and other resources given to us by the green coverage. It is therefore indispensable that the wide audince becomes aware of the importance of the forestry on the karst and other ecosystems in general, and accordingly, of the significance of afforestation of karstlands.

Matić, S., Prpić, B., Rauš, Đ., Meštrović, Š.: Obnova šuma hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak.
Glas. šum. pokuse 30:299–336, Zagreb, 1994

UDK 630*23:582.632.2 Quercus robur L.] (497.13) Izvorni znanstveni članak

SLAVKO MATIĆ, BRANIMIR PRPIĆ, ĐURO RAUŠ, ŠIME MEŠTROVIĆ

OBNOVA HRASTA LUŽNJAKA U ŠUMSKOM GOSPODARSTVU SISAK

REGENERATION OF THE PEDUNCLED OAK FORESTS IN THE SISAK FOREST MANAGEMENT

Prispjelo: 15. 07. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

Autori su u svom radu tijekom 1985. godine svestrano istražili problematiku obnove šuma hrasta lužnjaka u tadašnjem Šumskom gospodarstvu Sisak. Obrađeni su opći podaci, istraženi su sinekološki faktori, proučena je i prikazana šumska vegetacija hrasta lužnjaka.

Detaljno je istražena problematika prirodne obnove hrastovih šuma, a u zaključcima su donešeni prijedlozi i upute za rad na obnovi šuma hrasta lužnjaka.

Ključne riječi: hrast lužnjak, šumske fitocenoze, ekološki uvjeti, prirodna obnova, uređivanje šuma

UVOD – INTRODUCTION

Šume hrasta lužnjaka zauzimaju vrlo značajno mjesto u šumarstvu i privredi Republike Hrvatske, tako da od ukupnoga drvnog fonda na hrast lužnjak otpada 15,7%. Lužnjak je vrsta koja se nalazi na drugom mjestu po zastupljenosti u drvnom fondu Hrvatske, odmah iza bukve, a po vrijednosti drvne mase nedvojbeno je na prvom mjestu.

Nizinske šume u Šumskom gospodarstvu Sisak sa svojih 23,1% (18 887 ha) površine čini okosnicu područja ŠG Sisak i sa stajališta proizvodnje drvne mase i sa stajališta općekorisnih funkcija šuma. Budući da hrast lužnjak u nizinskim šumama tog područja u omjeru smjese sudjeluje s 57,4% (3 508 334 m^3), a u ukupnom šumskom fondu gospodarstva s 27,4%, jasno je da on i na tom području ima dominantnu ulogu.

Radi očuvanja progresivne potrajnosti hrastovih šuma pred šumare ovog gospodarstva se nameće vrlo složen i značajan zadatak uzgoja produktivnih i stabilnih hrastovih šuma. Imajući na umu složenost navedenog zadatka, smatramo da je kontinuitet prirodnog pomlađivanja osnovni uvjet koji mora biti zadovoljen, ako na tom području želimo zadržavati lužnjakove šume u kontinuitetu njihove produktivnosti i stabilnosti. Širenje lužnjakovih šuma na nove površine koje ima sa šumskouzgojnog i ekološkog stajališta najbolje odgovaraju također je složen i značajan zadatak.

Šume hrasta lužnjaka srednje Posavine, u koje spadaju i šume ŠG Sisak, već su duži niz godina izložene promjenama koje bitno utječu na njihovu stabilnost, što se reflektira na uzgojne zahvate koje treba u njima i provoditi. Sve nedaće i problemi u lužnjakovim šumama i u njihovoj bližoj okolici utječu na njihovu stabilnost, produktivnost i pomlađivanje, a vrlo često i na mogućnost njihova daljeg opstanka.

Problem prirodnog pomlađivanja je vrlo velik u šumama srednje Posavine i u ŠG Sisak. Dosta često uz ostale probleme za pomlađivanje je usko vezana realizacija propisanog etata, što ima dalekosežne posljedice na funkcioniranje šuma – prerađivačkog kompleksa cijele regije i šire.

Da bi se našli putovi za što efikasniju i racionalniju prirodnu obnovu hrastovih šuma i za njihovu što veću stabilnost, produktivnost i širenje na prikladne površine, dogovoren je između Šumarskoga gospodarstva Sisak i znanstvenika Zavoda za istraživanje u šumarstvu Šumarskog fakulteta u Zagrebu ovaj elaborat.

Iz navedenih problema već se spontano nazire i zadatak ovih istraživanja.

Istraživanjima su u biti obuhvaćene sastojine u fazi oplodnih sječa – u dobi iznad 100 godina. Pri tome će se voditi računa o kvaliteti i stanju sastojina s obzirom na strukturu te prirodnu, a i umjetnu obnovu. Isto tako nastojat će se definirati uzroci i opisati posljedice koje su dovele do posebnoga stanja hrastovih šuma.

Iz svega izlazi da je potrebno preporučiti smjernice za budući rad, posebno kada je riječ o načinu vođenja oplodnih sječa i obnovi lužnjakovih sastojina, koristeći se dosadašnjim spoznajama i rezultatima istraživanja i računajući sa svim ekološkim i drugim specifičnostima u kojima se nalaze ove sastojine.

OPĆI PODACI O ŠUMAMA ŠUMSKOGA GOSPODARSTVA SISAK
GENERAL DATA ON THE FORESTS OF THE SISAK MANAGEMENT

Šume i šumska zemljišta u sastavu Šumskoga gospodarstva Sisak prostiru se na teritoriju osam općina (Dvor, Glina, Kostajnica, Novska (dio), Petrinja, Sisak i Velika Gorica (dio). Ukupna površina toga teritorija iznosi 289 892 ha, a raspoređena je kako slijedi:

Šume i šumska zemljišta	112 476 ha
– državne šume	82 651 ha
– privatne šume	29 825 ha

Površina šuma i šumskih zemljišta kojima se koristi i upravlja Šumsko gospodarstvo Sisak iznosi 82 651 ha. Sve su šume uređene pa se gospodari njima prema propisima osnova gospodarenja načinjenih za svaku gospodarsku jedinicu posebno. Treba naglasiti da je i prva osnova gospodarenja u našoj zemlji načinjena na zakonskim osnovama godine 1853. za gospodarsku jedinicu Kotar, koja se nalazi u šumariji Petrinja. Može se, znači, kazati da je gospodarenje tim šumama staro više od 130 godina.

U tablici 1. navedeni su podaci o površini šuma i šumskih zemljišta po šumarijama i gospodarskim jedinicama.

Sve šume i šumska zemljišta možemo svrstati u tri karakteristične skupine po položaju: nizinske šume, brežuljkaste šume i brdske šume. Tablica 2. sadrži podatke za položajne kategorije i gospodarske jedinice po dobnim razredima.

Kao što se iz navedene tablice vidi unatoč 130-godišnjoj tradiciji gospodarenja tim šumama nije uspostavljen normalan razmjer dobnih razreda ni za pojedinu gospodarsku jedinicu ni za gospodarsko područje u cjelini. Treba naglasiti da se za cijelo to vrijeme gospodarenja tim šumama primjenjivala metoda razmjera dobnih razreda. Moramo naglasiti da bi struktura bila nešto povoljnija kada bi se detaljnije razradila po uređajima razredima.

Iz podataka se nadalje može razabrati da su najviše zastupljeni drugi i treći dobni razred, a to je posljedica znatnih sječa između dvaju ratova i neposredno poslije drugoga svjetskog rata.

Da se dobije pregled ukupnoga šumskog bogatstva područja, u tablici 3. iznešeni su podaci o šumskom fondu, prirastu i prosječnom godišnjem etatu po vrstama drveća.

Kao što se iz podataka vidi, hrast je (lužnjak i kitnjak) zastupljen u ukupnom šumskom fondu s oko 40%, u prirastu s preko 30%, dok je u planiranom etatu zastupljen također s oko 30%, iako je planiran etat svega 60% od prirasta. Kada se osim navedenoga ima na umu da se za hrastovinu postižu najviše tražene cijene, onda je jasan interes i napor stručnjaka Šumskoga gospodarstva Sisak za progresivno potrajnom produkcijom hrastovine, a ona će biti osigurana ponajprije prirodnim pomlađivanjem postojećih hrastovih šuma, a zatim proširenjem hrasta na sva staništa koja mu po svojim ekološkim karakteristikama odgovaraju.

UREĐAJNI PODACI ISTRAŽIVANIH GOSPODARSKIH JEDINICA
DATA ON THE RESEARCH UNITS

Naša smo istraživanja usmjerili na gospodarske jedinice u kojima prevladava hrast, i to u prvom redu lužnjak. To su sve gospodarske jedinice: Kotar–Stari gaj, Belčićev gaj–Šikare, Brezovica, Letovanički lug, Kalje, Peščenica–Cerje, Posavske šume, Lonja.

U tablici 4. donosimo drvne zalihe i priraste po vrstama drveća za navedene gospodarske jedinice.

Ukupna površina gospodarskih jedinica u kojima prevladava hrast lužnjak iznosi 26 639 ha. Prosječna je drvna masa 229 m^3 po hektaru. Od te drvne mase na hrast otpada 132 m^3 ili 57%. Jasena prosječno ima oko 47 m^3 po ha ili 21%, dok graba i ostalih tvrdih listača (bukva, brijest, kesten) ima 35 m^3 ili 15%. Meke su listače (uglavnom joha i topola) zastupljene s manje od 10% ili točno sa 7%.

Drvna masa istraživanih sastojina od 229 m^3/ha gotovo je jednaka normalnoj 240 m^3/ha.

Kako je kod većine gospodarskih dedinica ophodnja bila određena na 120 godina, to je gospodarenje vođeno sa šest dobnih razreda pa je stvarna struktura dobnih razreda približno jednaka normalnoj i uglavnom zadovoljava. Ako se uzme VI. i VII. dobni razred zajedno, površina iznosi 4 026 ha odnosno samo nešto malo manje od normalne (4 400 ha), dok u svim ostalima ima nešto više od normalne, osim u prvom dobnom razredu. To bi ustvari bio jako povoljan raspored (tablica 5).

PRIKAZ POVRŠINA PO ŠUMARIJAMA I GOSPODARSKIM JEDINICAMA
AREAS AS TO FOREST MANAGEMENT UNITS

Tablica 1

Red. broj N°	Šumarija Forestry	Gospodarska jedinica Management unit	Obraslo ha Forested	Neobraslo proizvod. ha prod.	Neobraslo neproizvod. ha non-prod.	Neplodno ha Baren	Ukupno Total
1.	Kostajnica	Šamarica	5714	14	17	42	5787
		Šamarica	2819	4	16	30	2869
		Petrinjčica	1545	5	19	6	1565
2.	Petrinja	Petrinjski lug–Pišk.	534	123	–	10	667
		Kotar–Stari gaj	3143	112	17	35	3307
		Vučjak–Tješnjak	3101	153	–	35	3289
Ukupno:			11142	397	42	116	11697
3.	Glina	Petrinjčica	1254	5	2	4	1265
		Prolom–Kobiljak–Šašava	5153	221	–	40	5414
		Prokule–Pećine	2264	11	5	32	2312
		Pogledić biljeg	409	3	–	4	416
		Popov gaj	3242	10	–	28	3280
Ukupno:			12322	250	7	108	12687
4.	Rujevac	Petrinjčica	1210	15	8	4	1237
		Ćorkovac–Karlice	10251	111	–	61	10423
Ukupno:			11461	126	8	65	11660
5.	Dvor	Zrinjska brda	5808	163	7	26	6004
		Javornik	6515	218	4	21	6758
		Šamarica	316	–	–	–	316
Ukupno:			12639	381	11	47	13078
6.	Sisak	Belčićev gaj–Šikara	1931	88	30	22	2071
		Brezovica	3778	190	125	76	4169
		Letovanički lug	1497	19	26	33	1575
		Kljuka	1129	–	–	17	1146
Ukupno:			8335	297	181	140	8961
7.	Pokupsko	Kljuka	805	2	–	6	813
		Pokupske šume	2023	34	3	12	2072
		Vinica–Kobiljača	1087	1	–	9	1097
Ukupno:			3915	37	3	27	3982
8.	Lekenik	Kalje	2270	3	29	7	2309
		Peščenica–Cerje	3646	101	33	46	3826
Ukupno:			5916	104	62	53	6135
9.	Sunja	Posavske šume	3943	816	–	156	4915
		Lonja	1644	416	28	51	2139
Ukupno:			5587	1232	28	207	7054
10.	Dubica	Posavske šume	4787	102	164	92	5145
Sveukupno:			81818	2940	523	905	86186

STANJE POVRŠINA PO DOBNIM RAZREDIMA I GOSPODARSKIM JEDINICAMA PREMA POLOŽAJU ŠUMA

AREAS AS TO AGE CLASSES AND MANAGEMENT UNITS ACCORDING TO FOREST LOCATIONS

Tablica 2

Red. broj	Položaj šume	Gospodarska jedinica	DOBNI RAZREDI 1–20 ha	21–40 ha	41–60 ha	61–80 ha	81–100 ha	101–120 ha	121 ha	Ukupno ha
N°	Forest location	Management unit	AGE CLESSES							
1.	Nizinske šume	Kalje	55	296	364	595	835	99	26	2270
		Belčićev gaj–Šikara	268	252	740	376	202	93	–	1931
		Brezovica	335	704	708	556	699	752	24	3778
		Lonja	87	349	208	504	254	242	–	1644
		Posavske šume	1085	1210	1620	1473	2062	1060	220	8730
		Petrinjski lug–Piškor.	102	84	222	–	126	–	–	534
Ukupno:			1932	2895	3862	3504	4178	2246	270	18887
2.	Brežuljkaste šume	Letovanički lug	124	177	516	298	147	60	175	1497
		Kljuka	201	276	722	433	56	246	–	1934
		Peščenica–Cerje	115	697	658	380	831	460	505	3646
		Pokupske šume	313	671	460	83	156	255	85	2023
		Vinica–Kobiljača	182	239	311	149	103	103	–	1087
		Pokule–Pećine	306	517	475	377	415	115	59	2264
		Pogledić biljeg	52	195	78	45	39	–	–	409
		Vučjak–Tješnjak	216	1248	1120	137	234	1	145	3101
		Kotar–Stari gaj	61	988	1038	556	190	307	3	3143
Ukupno:			1570	5008	5378	2458	2171	1547	972	19104
3.	Brdske šume	Šamarica	985	3347	3264	671	337	245	–	8849
		Petrinjčica	307	482	1930	259	780	237	14	4009
		Popov gaj	481	1523	235	486	356	116	45	3242
		Prolom–Kobiljak–Šašava	523	1188	533	1131	896	533	349	5153
		Javornik	729	2269	2084	689	311	73	360	6515
		Zrinjska brda	2033	1532	1022	970	74	36	141	5808
		Ćorkovača–Karlice	1244	3632	691	1182	780	917	1805	10251
Ukupno:			6302	13973	9759	5388	3534	2157	2714	43827
Sveukupno:			9804	21876	18999	11350	9883	5950	3956	81818

PREGLED ŠUMSKOG FONDA, TEČAJNOGA GODIŠNJEG PRIRASTA I PROSJEČNOGA GODIŠNJEG ETATA U m^3

A REWIEW OF THE GROWING STOCK, CURRENT ANNUAL INCREMENT AND AVARAGE ANNUAL FELLING QUANTITY

Tablica 3

Vrsta drveća Tree species	Šumski fond Growing stock	Tečajni god.pr. Current annual increment	Prosječni godišnji sječivi etat Average annual felling quantity Glavni Main	Prethodni Preceding	Ukupno Total
HRAST	5 118 719	138 646	64 148	20 000	84 148
BUKVA	3 191 479	112 264	58 857	19 297	78 154
KESTEN	1 162 858	62 810	23 019	16 450	39 479
JASEN	1 254 259	33 206	12 100	11 496	23 596
BRIJEST	164 981	6 224	540	2 546	3 086
GRAB	908 005	43 430	675	1 650	2 325
OTL	360 953	14 734	8 893	14 305	23 198
OML	539 478	22 636	6 624	9 293	15 917
ČETINJAČE	171 247	3 398	5 004	240	5 244
Ukupno:	12 811 979	437 348	179 860	95 277	275 137

DRVNA MASA I PRIRASTI (stanje u proljeće 1981)

WOOD MASS AND INCREMENTS (the 1981 Spring Status)

Tablica 4

Šumarija Forestry	Gosp. jedinica Management unit	Površina Area	Drvna masa (m^3) Hrast Oak	Jasen Ash	Grab Hornbeam	OML	Ukupno Total	Prirast (m^3) – Increments Hrast Oak	Jasen Ash	Grab Hornbeam	OML	Ukupno Total
Petrinja	Kotar–Stari gaj	3 143	344 746	2 696	165 283	28 555	541 280	11 359	68	9 218	1 176	21 821
Sisak	Belčićev gaj–Šikare	1 931	258 667	122 346	5 982	13 712	400 707	8 168	5 809	228	974	15 179
	Brezovica	3 778	371 714	275 603	125 879	11 544	784 740	9 440	7 716	5 331	842	23 329
	Letovanički lug	1 497	178 049	2 565	69 282	7 473	257 369	5 519	125	2 817	360	8 821
Lekenik	Kalje	2 270	486 133	71 630	24 036	115 794	697 593	11 649	1 820	483	4 032	17 984
	Peščenica–Cerje	3 646	398 079	–	330 521	39 380	767 980	9 842	–	11 336	2 066	23 244
Sunja	Posavske šume	3 943	561 245	290 986	63 633	20 176	936 040	13 470	4 967	1 822	395	20 654
	Lonja	1 644	153 462	268 724	10 480	17 126	449 792	4 719	8 270	513	523	14 025
Dubica	Posavske šume	4 787	756 239	217 988	145 977	152 525	1 272 733	18 225	4 359	4 509	3 431	30 524
Ukupno:		26 639	3 508 334	1 252 538	941 073	406 289	6 108 234					
Prosječno po ha (m^3) – Average per ha (m^3)			132	47	35	15	229					
Postotak po vrsti – Percentage per species			57	21	15	7	100					

RAZMJER DOBNIH RAZREDA
AGE CLASS RANGE

Tablica 5

Gospodarska jedinica Management unit	Dobni razredi Age classes							
	I. I.	II. II.	III. III.	IV. IV.	V. V.	VI. VI.	VII. VII.	Ukupno Total
Kalje	55	296	364	595	835	99	26	2 270
Belčićev Gaj–Šikare	268	252	740	376	202	93	–	1 931
Brezovica	335	704	708	556	699	752	24	3 778
Lonja	87	349	208	504	254	242	–	1 644
Posavske šume	1 085	1 210	1 620	1 473	2 062	1 060	220	8 730
Letovanički lug	124	177	516	298	147	60	175	1 497
Peščenica–Cerje	115	697	658	380	831	460	505	3 646
Kotar–Stari gaj	61	988	1 038	556	190	307	3	3 143
Ukupno:	2 130	4 673	5 852	4 738	5 220	3 073	953	26 639

Tablica 6.

Meteorološka stanica	Srednja godišnja temperatura zraka	Ukupna godišnja količina oborina	Srednja srpanjska temperatura zraka	Količina oborina u vegetac. razdoblju	Ellenbergov kvocijent +	Vegetacijski kvocijent + +
	°C	mm	°C	mm		
Zagreb–Maksimir	10,2	825	19,8	474	24,0	41,8
Sisak	10,6	840	20,6	465	24,0	44,3
Opeke + + +	9,8	903	19,0	527	21,1	36,0

$$+ \text{ Ellenbergov kvocijent} = \frac{\text{srednja srpanjska temperatura} \times 1000}{\text{godišnja količina oborina}}$$

$$+ + \text{ Vegetacijski kvocijent} = \frac{\text{srednja srpanjska temperatura} \times 1000}{\text{oborine u vegetac. reazdoblju (IV–IX)}}$$

+ + + silvimeteorološka stanica u lipovljanskim nizinskim šumama

U daljem gospodarenju trebalo bi za uređajni razred hrasta lužnjaka predvidjeti ophodnju od 140 godina, za bukvu 100–120 godina, za jasen 80–100 godina, a za johu 60 godina. Tako će se omogućiti postupno povećanje ophodnje za najvrednije hrastove sastojine, a smanjenjem ophodnje u sastojinama gdje prevladava jasen ili joha dobit će se opet normalni površinski etat. Jasno je da na većini takvih površina u slijedećeoj generaciji treba izgospodariti hrastove šume koje će onda imati i drugu ophodnju.

Sve u svemu možemo smatrati kao činjenicu da u idućem razdoblju od 20 godina u navedenom području treba obaviti pomlađivanja oplodnom sječom na površini od približno 4 000 ha. Uz to nešto preko 2 000 ha nalazi se u I. dobnom razredu i zahtijeva sve šumskouzgojne zahvate kojima se te mlade sastojine mogu izgospodariti u lijepe hrastove šume.

EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOGA PODRUČJA
EKOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE RESEARCH AREAS

KLIMA – CLIMATE

Istraživano područje nalazi se u potezu od Lekenika preko Siska i Brezovice do Hrvatske Dubice. Radi shvaćanja klimatskih prilika koje vladaju u prostoru tih šuma koristimo se podacima meteoroloških stanica Zagreb–Maksimir, Sisak i Opeke. Zadnja pripada u silvimeteorološke stanice te daje značajniji podatak o klimi nizinske šume. U prilogu dajemo klimatograme navedenih meteoroloških stanica za dekadu 1971–1980. godine, koja je bila presudna za pomlađivanje tih nizinskih šuma u smislu obrađivane problematike.

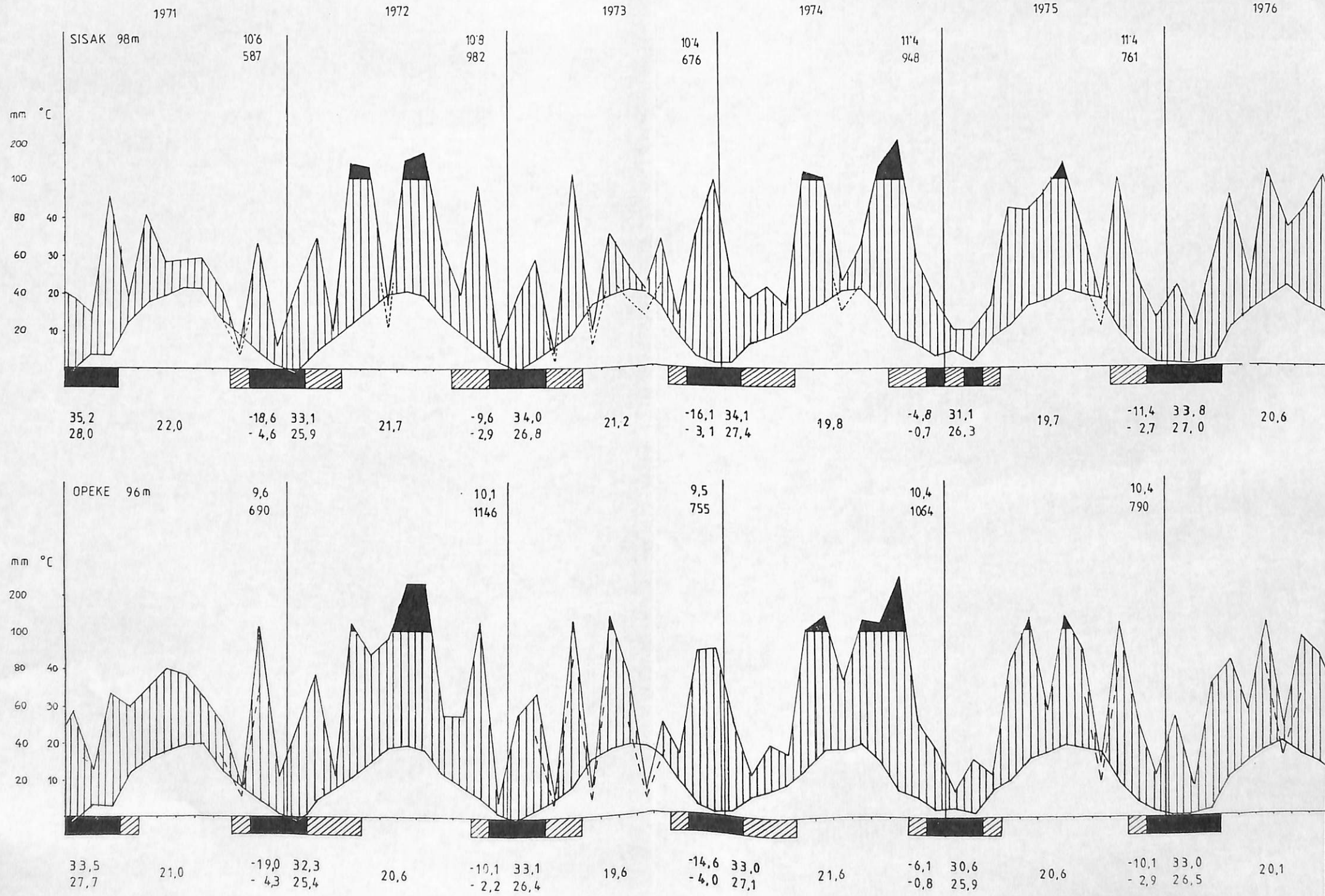
Analizirajući klimatograme, vidimo da se često javlja razdoblje suše, za meteorološku stanicu Zagreb–Maksimir godine 1971, 1973, 1975, 1977. i 1979, za Sisak godine 1971, 1973, 1977. i 1979. i za Opeke godine 1973, 1975. i 1979. Uzevši u obzir higrofilnosti edifikatora nizinskih šuma hrasta lužnjaka, poljskog jasena, crne johe, domaćih topola i bijele vrbe, suša izaziva stresna stanja koja su nepovoljna za funkcioniranje nizinskih šuma.

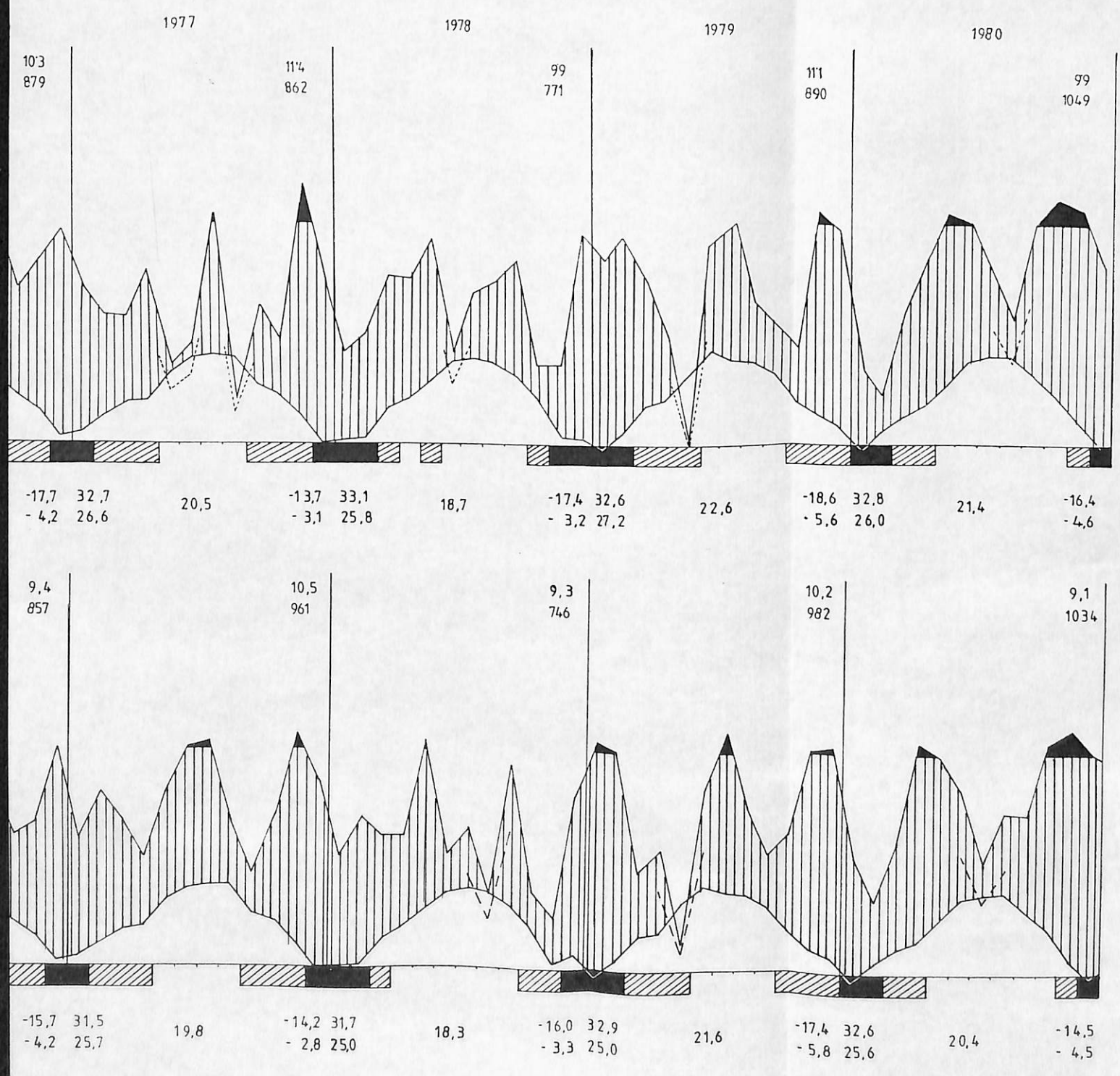
Silvimeteorološka stanica Opeke hladnija je (srednja godišnja temperatura zraka – Opeke 9,8°C, Sisak 10,6°C, Zagreb–Maksimir 10,2) i vlažnija te s više oborina (Opeke 903 mm, Sisak 840 mm, Zagreb–Maksimir 825 mm) od meteoroloških stanica Sisak i Zagreb–Maksimir, što upućuje na značajniji utjecaj šume na makroklimu.

U prilogu dajemo i Ellenbergov te vegetacijski kvocijent za te tri meteorološke stanice, iz kojih razabiremo značajne razlike klime vegetacijskog razdoblja (IV–IX. mjesec) sisačkih nizinskih šuma.

TLO – SOIL

Matični supstrat istraživanoga područja su sedimenti diluvijskog tipa, rasprostranjeni uz tokove Save i njezinih pritoka koji su predstavljeni recentnim nevezanim nanosima. Na gredama Posavlja, u kojima uspijeva šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba, matični supstrat su diluvijske tvorevine raznorodnih glina, ilovina, šljunaka i pijeska, nešto čvršćim vezivom. Ta se podloga nalazi izvan recentne aluvijacije.


1971
1972
1973
1974
1975
1976
SISAK 98m
10'6
587
10'8
982
10'4
676
11'4
948
11'4
761
mm °C
200
100
80 40
60 30
40 20
20 10
35,2
28,0
22,0
-18,6 33,1
- 4,6 25,9
21,7
-9,6 34,0
-2,9 26,8
21,2
-16,1 34,1
- 3,1 27,4
19,8
-4,8 31,1
-0,7 26,3
19,7
-11,4 33,8
- 2,7 27,0
20,6
OPEKE 96m
9,6
690
10,1
1146
9,5
755
10,4
1064
10,4
790
mm °C
200
100
80 40
60 30
40 20
20 10
33,5
27,7
21,0
-19,0 32,3
- 4,3 25,4
20,6
-10,1 33,1
- 2,2 26,4
19,6
-14,6 33,0
- 4,0 27,1
21,6
-6,1 30,6
-0,8 25,9
20,6
-10,1 33,0
- 2,9 26,5
20,1


1977
1978
1979
1980
10·3
879
11·4
862
99
771
11·1
890
99
1049
-17,7 32,7
- 4,2 26,6
20,5
-13,7 33,1
- 3,1 25,8
18,7
-17,4 32,6
- 3,2 27,2
22,6
-18,6 32,8
- 5,6 26,0
21,4
-16,4
- 4,6
9,4
857
10,5
961
9,3
746
10,2
982
9,1
1034
-15,7 31,5
- 4,2 25,7
19,8
-14,2 31,7
- 2,8 25,0
18,3
-16,0 32,9
- 3,3 25,0
21,6
-17,4 32,6
- 5,8 25,6
20,4
-14,5
- 4,5

Otada pridolaze aluvijalno-koluvijalno tlo, aluvijalna tla, pseudoglej, semiglej, pseudoglej-glej, glejno-hipoglejno tlo i glejno-amfiglejno tlo.

Kako su karakteristike navedenih tala opće poznate, navodimo one njihove značajke koje su zanimljive za problematiku pošumljivanja.

Aluvijalno-koluvijalna tla, koja dolaze u drenažnim dolinama manjih savskih pritoka, duboka su tla. Kod neglejanih ovisi njihova dubina o šljunčanom sloju, a kod oglejanih o dubini podzemne vode. Ova tla sadrže oko 2% humusa u površinskom sloju.

Aluvijalna tla, oglejana i neoglejana, dolaze uz savske obale. Neoglejana imaju veliku dubinu. Površinski slojevi aluvijalnih tala sadrže u prosjeku 3% humusa. Reakcija tla je slabo bazična i smanjuje se dubinom profila.

Pseudoglej je značajan po zbijenom potpovršinskom iluvijalnom horizontu koji kod većeg sadržaja gline uvjetuje efektivnu dubinu tla.

Glejno-hipoglejno tlo pojavljuje se u većim mikroreljefnim depresijama bazenskog dijela Posavine sa sadržajem humusa 3–9% u površinskim horizontima. Ovo je tlo ilovaste do glinaste strukture s malim kapacitetom za zrak u većim dubinama.

Glejno-amfiglejno tlo, mineralno (3–10% humusa) i humusno, (11–19% humusa) zauzima najniže položaje u području nizinskih šuma. Po mehaničkom sastavu ovo su najteža tla. U glejnim amfiglejnim humusnim tlima uspijeva šuma poljskog jasena i crne johe, a na prijelazima između mineralnih i humusnih tala ove pedosistematske jedinice uspijeva barski hrast lužnjak.

ŠUMSKE ZAJEDNICE ISTRAŽIVANOGA PODRUČJA
FOREST ASSOCIATIONS OF THE RESEARCH AREA

Dominantnu ulogu u nizinskim šumama imaju zajednice hrasta lužnjaka koje pridolaze u dva vrlo karakteristična biotopa nizinskih šuma (grede i nize), a šume poljskog jasena, crne johe, vrba i topola i pretežno mokrim biotopima (bare).

Rekognosciranjem terena u jesen 1983. godine pregledano je oko 4 000 ha šumskih sastojina koje se nalaze u fazi oplodnje sječe ili su već posječene. Razvrstavajući se takve sastojine na temelju šumskih zajednica utvrdili smo ove skupine:

I. SKUPINA – GROUP I

U ovu skupinu dolaze sve šumske sastojine koje pripadaju asocijaciji *Carpino betuli – Quercetum roboris* Rauš 1969.

Istraženi predstavnici ove skupine nalaze se na području šumarije Lekenik, odjel 74a, šumarije Sisak, odjel 61a, i šumarije Sunja, odjel 94a. U spomenutim odjelima položeni su fitocenološki snimci, prikazani u tablici 7.

Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris* Rauš 1969) dolazi na uzvišenijim položajima nizinskih šuma (grede, vlažne grede) koje su izvan domašaja poplavnih voda, a ako i dođu, one su kratkotrajne. Grab je dobar indikator vlažnosti jer je vrlo osjetljiv na vlagu tla te kod velikog vlaženja ovih sastojina on nestaje. Mikroreljef ovdje ima vrlo značajnu ulogu jer samo nekoliko desetaka centimetara visinske razlike uvjetuje pridolazak sastojina tipičnih za grede (veće visine) ili niže (manje visine). Ove sastojine dolaze na pseudoglejnim tlima, a prema Dekaniću (1962) srednja razina podzemnih voda ovih biotopa iznosi 2,5 m.

Osim hrasta lužnjaka, koji zauzima dominantnu etažu, te poljskog jasena podstojnu etažu zauzima obični grab koji se zbog svojih bioloških svojstava i ekoloških zahtjeva dobro ukomponirao u strukturu ovog ekosustava te pomaže lužnjaku u kvalitetnoj proizvodnji drvne mase (zasjenjivanje deblovine, čišćenje od grana, povratak tla i dr.). Ova je šuma dosegla klimaks na području nizinskih šuma u Posavini.

Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba s bukvom (*Carpino betuli – Quercetum roboris fagetosum* Rauš 1969) nalazi se unutar kompleksa šume hrasta lužnjaka i običnoga graba na gredama, s tim da je u omjeru smjese zastupljena i obična bukva. Po svom florinom sastavu ona se dosta razlikuje od šume hrasta lužnjaka i običnoga graba te je izdvojena u posebnu subasocijaciju na osnovi više diferencijalnih vrsta. Sa šumskouzgojnog stajališta i gospodarskih zahvata svrstana je zajedno sa zajednicom lužnjaka i običnoga graba.

II. SKUPINA – GROUP II

U ovu skupinu dolaze sve šumske sastojine koje pripadaju asocijaciji *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938.

Istraženi predstavnici ove skupine nalaze se na području šumarije Lekenik, odjel 31a i 37a, šumarije Sisak, odjel 34, 35 i 36, šumarije Sunja, odjel 88a, i šumarije Dubica, odjel 184. U tim odjelima položeni su fitocenološki snimci koji su prikazani u tablici 8.

Budući da je ova asocijacija vrlo raširena u cijelom nizinskom području Hrvatske, to se ona javlja u nekoliko karakterističnih subasocijacija. Na istraživanom području zastupljene su sve tri njezine subasocijacije, koje se javljaju na različitim staništima, a prema njihovoj vlažnosti možemo ih poredati ovim redom:

1. Subasocijacija G.e.-*O.r. aceretosum tatarici* Rauš 1972 dolazi na najsušim terenima i javlja se na području šumarije Sisak, odjel 34, 35 i 36
2. Subasocijacija G.e.-*O.r. caricetosum brizoides* Ht. 1938 javlja se na području šumarije Sunja, odjel 88a, i šumarije Dubica, odjel 184
3. Subasocijacija G.e.-*O.r. caricetosum remotae* Ht. 1938 dolazi na najvlažnijim terenima i javlja se na području svih četiriju šumarija, a mi smo je proučavali na području šumarije Lekenik, odjel 31a i 37a.

U mikrodubinama (nizama) reljefa nizinskih posavskih šuma dolazi poplava šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris subass. caricetosum remotae,* Ht. 1938). To je najraširenija tipična slavonska šuma hrasta lužnjaka, koja zauzima velike površine hidromorfnih tala nizinskog područja. Pod utjecajem je poplava koje najčešće dolaze jedan ili dvaput godišnje. U ovu skupinu spada i subasocijacija *caricetosum brizoides,* Ht. 1938. Hrast lužnjak dominira u sloju drveća, a primiješani su mu poljski jasen, nizinski brijest, crna joha i dr. U vertikalnom profilu sastojine nedostaje podstojna etaža zbog nestanka nizinskog brijesta.

Tablica 7.

	Asocijacija **Subasocijacija** Association Subassociation	*Carpino betuli-Quercetus roboris* Rauš 1969. typicum Rauš 1971			
Ž	Broj snimaka	1/1	1/2	1/3	S
I	Lokalitet	Sisak	Sunja	Peščenica	T
V				Lekenik	U
O	Odjel, odsjek	61a	94a	74a	P
T	Veličina plohe u m^2	400	400	400	A
N	Datum snimanja	21.6.84.	10.7.84.	VI 84.	NJ
I	Nadmorska visina		100–130m		
	Ekspozicija	Ravno			
	Inklinacija	Ravno			
	Mikroreljef	ravnica			
O	Tlo	Pseudoglejno tlo			U
B	Dob	100–120 godina			D
L	Pokrovnost:				J
I	– sloja drveća	100	80	90	E
K	– sloj grmlja	5	15	10	L
	– sloj. priz. rašća	90	100	80	A
	– sloj mahova	–	–	5	
	Ukupna pokrovnost	100	100	100	
	Biotski utjecaji		Sječom i pašom		
	FLORNI SASTAV				
	I. SLOJ DRVEĆA				
	Svojstvene vrste asocijacije				
	Quercus robur L.	2.1	3.3	3.1	V
	Svojstvene vrste sveze, reda i razreda:				
Ph	*Carpinus betulus* L.	3.3	2.3	3.1	V
Ph	*Acer Campestre* L.	.	+	.	II
	Pratilice				
Ph	*Fraxinus angustifolia* Vahl.	1.1	.	+	IV
Ph	*Fagus silvatica*L.	R	.	1.1	IV
Ph	*Quercus petraea*	.	.	+	II
Ph	*Ulmus carpinifolia* Gled.	+	.	.	II
	II. SLOJ GRMLJA				
	Svojstvene vrste sveze, reda i razreda:				
Ph	*Carpinus betulus* L.	+	1.2	1.2	V
Ph	*Crataegus oxicantha* L.	+	+	.	IV
Ph	*Euonymus europaea* L.	R	R	.	IV
Ph	*Acer camestre*	+	+	.	IV
Ph	*Pyrus pyraster* (L) Borkh.		+	.	II
	Pratilice:				
Ph	*Fraxinus angustifolia* Vahl.	.	1.2	.	II
Ph	*Fagus silvatica* L.	.	.	1.2	II
Ph	*Frangula alnus* Mill.	+	.	.	II
Ph	*Amorpha fruticosa* L.	.	+	.	II
Ph	*Alnus glutinosa* Gärtn.	.	+	.	II
Ph	*Corylus avellana* L.	1.2	.	.	II
	III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA				
	Svojstvene vrste asocijacije:				
Ch	*Veronica montana* L.	+	+	+	V
Ph	*Quercus robur* L.	.	+	1.1	IV
G	*Circaea lutetiana* L.	+	1.2	.	IV
Ch	*Ruscus aculeatus* L.	1.2	.	.	II
H	*Primula elatior*	+ .2	.	.	II
H	*Veronica chamaedrys* L.	+	.	.	II

	Svojstvene vrste sveze, reda i razreda:				
G	*Asperula odorata* L.	1.2	.	+ .2	IV
H	*Viola silvestris* Lam.	+	+ .2	.	IV
Ch	*Euphorbia amygdaloides* L.	+ .2	+	.	IV
H	*Asarum europaeum* L.	+ .2	+ .2		IV
H	*Scrophularia nodosa* L.	+	.	+	IV
Ph	*Acer campestre* L.	.	+	.	II
Ch	*Galeobdolon lutem Huds.*	2.3	.	.	II
H	*Carex silvatica* Huds.	.	.	+ .2	II
Th	*Geranium robertianum* L.	+	.	.	II
H	*Brachypodium silvaticum* (Huds) R. er S.	+ .2	.	.	II
H	*Cynanchum vincetoxisum* (L.) Pers.	.	.	+	II
G	*Polygonatum multiflorum* (L) All.	+	.	.	II
H	*Mycelis muralis* (L) Rchb.	.	.	R	II
	Pratilice:				
H	*Festuca gigantea* (L) Vill.	+	+ .2	+ .2	V
H	*Carex brizoides* L.	+ .2	3.3	.	IV
H	*Aspidium filix mas* L.	+ .2	.	+ .2	IV
H	*Milium effusum* L.	+	.	1.2	IV
H	*Stellaria holostea* L.	+ .2	.	+ .2	IV
Ch	*Lysimachia nummularia* L.	+	1.2	.	IV
Ch	*Glechoma hederacea* L.	+ .2	+	.	IV
H	*Myosotis scorpioides* L.	+	+	.	IV
Ch	*Rubus caesius* L.	+	+	.IV	
	Melampyrum	+	.	2.3	IV
H	*Galizm palustre* L.	+	+	.	IV
H	*Prunella vulgaris* L.	.	+	+	IV
H	*Pulmoraria o fficinalis* L.	.	+ .2	+	IV
H	*Oxalis acetosella*	+	.	.	II
H	*Symphytum tuberosum* L.	+	.	.	II
H	*Angelica silvestris*	2.3	.	.	II
Th	*Galeopsis tetrachit* L.	+	.	.	II
H	*Sanicula europaea* L.	1.2	.	.	II
H	*Ranunculus acer* L.	R	.	.	II
H	*Athyrium filix femina* (L) Roth.	+ .2	.	.	II
H	*Peucedanum palustrel* (L) Mönch.	+	.	.	II
H	*Cerastium silvaticum W.K.*	+	.	.	II
H	*Galium aparine* L.	+	.	.	II
H	*Carex strigosa* Huds.	.	+ .2	.	II
H	*Stachys palustris* L.	.	+	.	II
H	*Carex remota* L.	.	+ .2	.	II
H	*Nephrodium spinulosum* (Mill) Stremp	.	+ .2	.	II
H	*Ajuga reptans* L.	.	+	.	II
Th	*Bidens tripartitus* L.	.	+	.	II
H	*Filipendula ulmarial.*	.	1.2	.	II
Th	*Polygonum hydropiper* L.	.	1.2	.	II
H	*Lysimachia vulgaris* L.	.	+	.	II
H	*Valeriana dioica* L.	.	+ .2	.	II
H	*Rumex sanguineus* L.	.	+	.	II
H	*Lycopus europaeus* L.	.	+	.	II
Ch	*Solanum dulcamara* L.	.	+	.	II
H	*Carex elongata*	.	+ .2	.	II
H	*Ranunculus repens* L.	.	+	.	II
Ph	*Fagus silvatica* L.	.	.	1.1	II
H	*Galium vernum* Scop.	.	.	1.2	II
	Melica uniflora Retz.	.	.	+ .2	II
H	*Luzula pilosa*			+ .2	II
H	*Dactylis glomerata* L.	.	.	1.2	II
H	*Campanula trachelium* L.	.	.	+	II
H	*Aposeris foetida* L.	.	.	+	II

H	*Lychnis flos cuculi* L.	.	.	+	II
H	*Deschampsia caesitosa* (L) *Beaur*	.	.	+ .2	II
H	*Fragaria vesca* L.	.	.	+	II
H	*Maianthemum bifolium* (L.) Schm.	.	.	+	II
	IV. SLOJ MAHOVA				
	Polytrichum attenuatum	.	.	1.2	I

Tablica 8

	Asocijacija Association	***Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938**					
	Subasocijacija Subassociation	*caricetosum remotae* Ht. 1938		*caricetosum brizoides* Ht. 1938		*aceretosum tatarici* Rauš 1972	Stupanj udjela Proportion
Ž	Broj snimka	6/1	6/2	6/3	6/4	5/1	
I	Lokalitet	Lekenik	Lekenik–Kalje	Sunja	Dubica	Sisak	
V							
O	Odjel i odsjek	31a	37a	88a	184	34–35 i 36	
T	Veličina plohe	400	400	400	400	400	
N	Datum snimanja	VI/84.	VI/84.	VII/84.	VII/84.	VI/84.	
I	Nadmor. visina			90–120 m			
I	Ekspozicija			Ravno			
	Inklinacija			Ravno			
		Mikroreljef		Ravnica			
	Tlo			Mineralno-močvarno tlo			
	Dob			90–120 godina			
	Pokrovnost						
	– sloj drveća	30	25	60	70	70	
O	– sloj grmlja	20	15	30	20	70	
B	– sloj priz. rašća	100	100	100	100	70	
L	– sloj mahova	–	–	–	–	–	
I	Ukupna pokrovnost	100	100	100	100	100	
K	Biotski utjecaji			Utjecaji čovjeka sječom i pašom stoke			
	FLORNI SASTAV						
	I. SLOJ DRVEĆA						
	Svojstvene vrste asocijacije:						
Ph	*Quercus robur* L.	2.1	1.1	3.4	4.3	2.3	V
Ph	*Alnus glutinosa* Gärtn.	+	1.1	+	1.1	.	IV
Ph	*Fraxinus angustifolia* Vahl.	.	+	.	.	R	II
Ph	*Ulmus Carpinifolia* Gled.	.	.	R	.	+	II
	Svojstvene vrste reda, *sveze i razreda:*						
Ph	*Ulmus laevis* Pall.	1.1	.	.	.	.	I
	Diferencijalne vrste:						
Ph	*Carpinus betulus* L.	.	.	+	+	+	III
Ph	*Acer campestre* L.	.	.	R	.	1.1	II
	Pratilice:						
Ph	*Pyrus pyraster* (L.) Borkh.	.	.	.	.	R	I
	II. SLOJ GRMLJA						
	Svojstvene vrste asocijacije:						
Ch	*Genista tinctoria v. elata* A. et G.	R	.	1.2	1.2	.	III
Ph	*Alnus glutinosa* Gärtn.	1.2	1.2	.	1.2	.	III
Ph	*Fraxinus angustifolia* Vahl.	1.2	1.1	1.2	.	+	IV
Ph	*Ulmus carpinifolia*	.	.	.	.	1.2	I

	Svojstvene vrste sveza, reda i razreda:						
Ph	*Viburnum opulus* L.	+	.	.	+	+	III
Ph	*Ulmus laecis* Pall.	2.2	.	.	+	.	II
	Diferencijalne vrste:						
Ph	*Crataegus monogyna* L.	.	.	+	1.2	1.2	III
Ph	*Carpinus betulus* L.	.	(R)	R	.	.	II
Ph	*Ligustrum vulgare* L.	.	.	.	.	1.2	I
Ph	*Acer tataricum* L.	.	.	.	.	1.2	I
Ph	*Acer campestre* L.	.	.	.	.	1.2	I
Ph	*Corylus avellana* L.	.	.	.	.	+ .2	I
Ph	*Prunus spinosa* L.	.	.	.	.	2.3	I
Ph	*Crataegus oxycantha* L.	+	.	.	.	.	I
Ph	*Cornus sanguinea* L.	.	.	.	.	2.3	I
	Pratilice:						
Ph	*Frangula alnus* Mill.	.	1.2	"	+	.	III
Ph	*Pyrus pyraster* (L.) Borkh.	.	(+)	.	R	+	III
Ch	*Rubus fruticosus* L.	.	.	.	+ .2	1.2	II
Ph	*Amorpha fruticosa* L.	3.3	.	3.3	.	.	II
Ph	*Rhamnus cathartica* L.	R	.	R	.	.	II
Ch	*Rosa canina* L.	.	.	+ .2	.	+	II
Ph	*Malus silvestris* (L.) Mill.	.	.	.	.	+	I
Ph	*Salix caprea* L.	.	.	.	.	+	I
Ph	*Salix cinerea* L.	+	.	.	.	.	I
	III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA						
	Svojstvene vrste asocijacije:						
H	*Carex strigosa* Huds.	.	.	+ .2	+ .2	.	II
H	*Carex remota* L.	.	.	+ .2	.	+ .2	II
Ph	*Qercus robur* L.	.	.	.	.	+	I
	Svojstvene vrste sveze, reda i razreda:						
H	*Lycopus europaeus* L.	+	+	1.2	+	+	V
H	*Rumex sanguineus* L.	+	+	+	+	+	V
G	*Circaea lutetiana* L.						
H	*Carex elongata* L.	+ .2	1.2	+ .2	.	.	III
Ch	*Rubus caesius* L.	+ .2	.	+ .2	.	1.2	III
H	*Nephrodium spinulosum* Stremp.	.	+ .2	+ .2	+ .2	.	III
H	*Carex riparia* Curt.	2.3	3.4	.	.	.	III
Ch	*Solanum dulcamara* L.	.	R	+	+	.	II
H	*Festuca gigantea* (L.) Vill.	.	.	+ .2	+ .2	.	II
H	*Carex brizoides* L.	.	.	2.3	3.3	.	II
Ch	*Veronica montana* L.	.	.	+	.	+	II
H	*Valeriana officinalis* L.	+	.	.	.	.	I
H	*Aristolochia clematitis* L.	+	.	.	.	.	I
	Diferencijalne vrste:						
H	*Aegopodium podagraria* L.	+	+	R	.	.	III
H	*Cynanachum vincetoxicum* (L.) Pers.	+	.	.	.	+	II
Th	*Torilis anthriscus* (L.) Gmel.	.	.	.	+	+	II
H	*Brachypodium silvaticum* (Huds) R.S.	.	.	.	+	1.2	II
H	*Carex silvatica* Huds.	.	.	.	.	+ .2	I
	Pratilice:						
H	*Urotica dioica* L.	+	+	+	+	+	V
Ph	*Polygonum hidorpiper*	+	+ .2	+ .2	+ .2	+	V
H	*Poa palustris* L.	R	+ .2	1.2	+ .2	.	IV
Th	*Bidens tripartitus* L.	+	2.2	+	+	.	IV
H	*Juncus effusus* L.	+ .2	1.2	1.2	+ .2	.	IV

H	*Peucedanum palustre* (L.) Mönch.	+	+	+	+	.	IV
H	*Ranunculus repens* L.	1.2	+	+ .2	.	+	IV
H	*Galium palustre* L.	1.2	+ .2	+ .2	+	.	IV
H	*Stachys palustris* L.	1.1	+	+	+	.	IV
H	*Lysimachia vulgaris* L.	+	+	+	+	.	IV
H	*Filipendula ulmaria* L.	2.2	1.2	R	.	.	III
H	*Valeriana dioica* L.	+ .2	+	+ .2	.	.	III
H	*Mentha aquatica* L.	+	.	+	+	.	III
H	*Myosotis scorpioides* L.	+ .2	+ .2	1.2	.	.	III
Ch	*Glechoma hederacea* L.	+	.	+	.	+	III
H	*Alisma plantago-aquatica* L.	+	1.2	+	.	.	III
Th	*Galeopsis tetrahit* L.	.	R	+	+	.	III
Th	*Stenactis annua* (L.) Nees	.	.	1.3	+	A +	III
H	*Deschampsia caesptiosa* (L.) Begur	.	.	1.2	1.2	+ .2	III
H	*Prunella vulgaris L.*	.	.	+	+	+	III
H	*Geum urbanum* L.	.	.	+	+	+	II
H	*Caltha palustris* L.	1.2	1.2	.	.	.	II
G	*Leucoium aestivum* L.	1.2	1.2	.	.	.	II
Ch	*Lysimachia nummularia* L.	+	.	.	.	+	II
H	*Succisa pratensis* Mch.	+ .2	+ .2	.	.	.	II
H	*Carex vesicaria* L.	+ 2	1.2	.	.	.	II
H	*Symphytum officinale* L.	+	1.2	.	.	.	II
H	*Carex vulpina* L.	R	+ .2	.	.	.	II
H	*Serophularia nodosa* L.	.	.	+	+	.	II
H	*Hypericum quandra-gulum* L	.	.	1.1	+	.	II
H	*Lythrum salicaria* L.	.	.	+	+	.	II
H	*Cerastium silvaticum* W.K.	.	.	+	.	+	II
H	*Agrostis alba* L.	.	.	1.2	1.2	.	II
H	*Iris pseudacorus* L.	.	.	+	+	.	II
H	*Oxalis stricta* L.	.	.	+	+	.	II
H	*Senecio palustris*	+ .2	.	.	.	.	I
H	*Calamagrostis arundinacea* (L) Roth	+ .2	.	.	.	.	I
G	*Lathyrus pannonicus* (Jacq) Garcke	R	.	.	.	.	I
G	*Ranunculus ficaria* L.	+	.	.	.	.	I
Th	*Cirisum palustre* (L) Scop.	.	R	.	.	.	I
H	*Hypericum hirsutum* L.	.	R	.	.	.	I
H	*Pulmonaria officinalis* L.	.	.	+	.	.	I
H	*Symphytum tuberosum* L.	.	.	+	.	.	I
H	*Senecio rivularia*	.	.	R	.	.	I
H	*Ranunculus auricomus* L.	.	.	.	+	.	I
H	*Lysimachia nemorum*L.	.	.	.	+	.	I
H	*Scutellaria galericulata* L.	.	.	.	+	.	I
H	*Impatiens noli tangere* L.	.	.	.	+	.	I
Th	*Galium aparine* L.	.	.	.	.	+	I
Th	*Geranium robertianum* L.	.	.	.	.	+	I
Ph	*Hedera helix* L.	.	.	.	.	+	I
H	*Veronica chamaedrys* L.	.	.	.	.	1.2	I
H	*Viola silvestris* Lam.	.	.	.	.	+	I
H	*Ajuga reptans* L.	.	.	.	.	+	I
H	*Alliaria officinalis* Andaz.	.	.	.	.	+	I
Ch	*Euphorbia amygdaloides* L.	.	.	.	.	+	I
H	*Hypericum perforatium* L.	.	.	.	.	+	I
H	*galega officinalis* L.	.	.	.	.	+ I	
H	*Eupatorium cannabinum* L.	.	.	.	.	+	I
Th	*Lathyrus apacha* L.	.	.	.	.	R	I

Tablica 9

	Asocijacija Subasocijacija Association Subassociation	*LEUCOTO-FRAXINETUM ANGUSTIFOLIAE* Glav. 1959 typicum Glav. 1959
Ž	Broj snimka	8/1
I	Lokalitet	Dubica
V	Odjel, odsjek	113
O	Veličina plohe u m^2	400
T	Datum snimanja	VI–84.
N	Nadmorska visina	90
I	Ekspozicija	Ravna
	Inklinacija	Ravna
O	Mikroreljef	Niza
B	Tlo	Močvarno
L	Dob	
I	Pokrovnost:	
K	– sloja drveća	50
	– sloja grmlja	20
	– sloj priz. rašća	100
	– sloj mahova	–
	Ukupna pokrovnost	100
	Biotski utjecaji	–
	FLORNI SASTAV	
	I. SLOJ DRVEĆA	
	Svojstvene vrste asocijacije:	
Ph	*Fraxinus angustifolia* Vahl.	2.1
	Svojstvene vrste sveze i reda:	
Ph	*Quercus robur* L.	1.1
	Pratilice:	
Ph	*Ulmus laevis Pall.*	+
	II. SLOJ GRMLJA	
	Svojstvene vrste asocijacije:	
Ph	*Fraxinus angustifolia* Vahl.	+
	Svojstvene vrste sveze:	
Ch	*Genista tinct.* v. elata A. et G.	+.2
Ph	*Quercus robu* L.	+
	Pratilice:	
Ph	*Amorpha fruticosa* L.	2.2
Ph	*Ulmus laevis* Pall.	+
Ph	*Acer campestre* L.	+
	III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA	
	Svojstvene vrste asocijacije:	
G	*Leucoium aestivum* L.	1.2
H	*Galium palustre* L.	+
	Svojstvene vrste sveze i reda:	
H	*Carex remota* L.	1.2
Ch	*Rubus caesius* L.	+
H	*Aristolochia clematitis* L.	+
H	*Rumex sanguineus* L.	+
H	*Lycopus europaeus* L.	+
	Pratilice:	
H	*Deschampsia caespitosa* (L.) Beaur	2.2
H	*Poa palustris* L.	1.2
H	*Mentha aquatica* L.	1.2
H	*Agrostis alba* L.	1.2
H	*Calamagrostis arundinacea* L.	1.2
H	*Alisma plantago aquatica* L.	+.2

H	*Myosotis scorpioides* L.	+.2
H	*Juncus eccusus* L.	+.2
H	*Caltha palustris* L.	+.2
G	*Iris pseudacorus* L.	+.2
H	*Cynanchum vincetoxicum* (L.) Pers	+
H	*Ranunculus repens* L.	+
Ch	*Glechoma hederacea* L.	+
H	*Luthrym salicaria* L.	+
H	*Stachys palustris*L.	+
H	*Carex vulipina* L.	+
Ch	*Lysimachia nummulria* L.	+
H	*Succisa pratensis* Mch.	+
H	*lysimachia vulgaris* L.	+
H	*Bidens tripartitus* L.	+
H	*Lemna minor* L.	+
H	*Urtica dioica* L.	+
H	*Aegopodium podagraria* L.	R
H	*Scutellaria galeviculata* L.	R

Na stabilnost i produktivnost ovih sastojina najviše se odrazio nestanak nizinskog brijesta, zbog čega se smanjila drvna masa i produktivnost, nastale čistine i progale, pa se je izmijenila i sastojinska klima. Crna joha i poljski jasen popunjavaju prazna mjesta, što utječe na postupnu stabilizaciju tih sastojina.

Stabilnost ovih šuma je najviše ugrožena promjenom režima vlaženja, a posebno procesima zamočvarenja tala, što utječe na njihovo sušenje i propadanje.

Prema D e k a n i ć u (1962) srednja razina podzemne vode u ovim biotopima iznosi oko 1,4 m.

III. SKUPINA – GROUP III

U ovu skupinu dolaze sve šumske sastojine koje pripadaju asocijaciji *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959 (tab. 9).

Istražena sastojina nalazi se na području šumarije Dubica, odjel 113.

Na mokrim mikrodubinama (bare), gdje voda stagnira veći dio godine, razvila se šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucolo-Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959). Zbog velikog vlaženja u ovim biotopima je poljski jasen bez konkurencije većine vrsta nizinskih šuma. Uz jasen tu i tamo se javlja crna joha, vez i barska rasa hrasta lužnjaka. Visina poplavne vode dosegne i preko 2 m visine, dok je prosječna razina podzemne vode oko 1,0 m (D e k a n i ć 1962).

UZGOJNI ZAHVATI U NIZINSKIM ŠUMAMA SREDNJE POSAVINE U NORMALNIM STRUKTURNIM I EKOLOŠKIM UVJETIMA

SILVICULTURAL OPERATIONS IN THE FLATLAND FORESTS OF CENTRAL POSAVINA IN NORMAL STRUCTURAL AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Kao što su se dugogodišnjim utjecajem ekoloških čimbenika i mikroreljefa formirali posebni biotopi i na njima odgovarajuće šumske zajednice, tako se u skladu sa strukturnim karakteristikama te biološkim svojstvima i ekološkim zahtjevima

pojedinih vrsta drveća i šuma na odgovarajućim biotopima primjenjuju i adekvatni šumskouzgojni zahvati.

Osnovna zadaća šumarske znanosti sastoji se u tome da se što dublje i svestranije pronikne u prirodne procese koji vladaju u šumskim ekosustavima te na osnovi tih spoznaja da se odgovarajućim stručnim zahvatima ubrzaju procesi koji se inače, odvijaju u šumskim ekosustavima. Svi zahvati koji se osnivaju na tim postavkama, a to moraju biti šumskouzgojni zahvati, unapređuju šumske ekosustave u pravcu veće stabilnosti i produktivnosti.

I. SKUPINA – GROUP I

U šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba, kao klimaksnoj zajednici koja se razvija na gredama, uzgajivač mora intervenirati tijekom cijeloga njezina života, posebno njegujući hrast u prvim godinama razvoja, te štiteći ga od agresivnoga običnog graba i drugih vrsta koje svojim brzim rastom konkuriraju hrastu u borbi za svjetlo nad tlom i hranivima u rizosferi.

Grab se u uzgojnim zahvatima potisne u donje etaže sastojine već u dobi od 20 do 30 godina (D e k a n i ć 1979), kad je inače konkurencija među hrastovima najjača i kad hrastova sastojina ima kulminaciju visinskog prirasta. Grab u donjim etažama pomaže hrastu u kvalitetnoj proizvodnji drvne mase, a zahvaljujući njemu u tim je sastojinama olakšana njega šume proredom. Zbog zasjenjivanja hrastovih debala i tla uzgajivaču je omogućeno da intenzivnije otvara sklop gornje etaže hrastovih stabala. Na taj se način zbog velike osvijetljenosti hrastovih krošanja postiže maksimalna proizvodnja drvne mase. Koliko god obični grab pomaže u proizvodnji tijekom života tih sastojina te svojom pojavom u donjim etažama vertikalnog profila sastojina stvara povoljnu i stabilnu mikroklimu, toliko pojava običnoga graba otežava procese prirodne obnove te sastojine.

Te se sastojine prirodno pomlađuju oplodnim sječama u tri sijeka: pripremni, naplodni i dovršni. Pripremnim sijekom se siječe dio hrasta i graba (oko 30%) radi omogućavanja bolje humifikacije i mineralizacije nagomilanog listinca, te radi eliminiranja graba i smanjivanja broja njegova pomlatka u budućoj sastojini. Iza naplođenja žira hrasta lužnjaka (1–2 god.) posiječe se oko 50% lužnjakovih stabala kako bi pomlatku hrasta omogućili veći priljev svjetlosti. Nakon naplodnog sijeka, ovisno o stanju hrastova pomlatka, obično 2 do 5 godina nakon naplodnog sijeka ostali dio stabla se posiječe dovršnom sječom. Njegovanjem hrastova pomlatka trebamo početi za vrijeme oplodnih sječa, štiteći ga ponajprije od agresivnoga graba koji se vrlo intenzivno naseljava na pomladnim površinama.

II. SKUPINA – GROUP II

U poplavnoj šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem sastojinu moramo njegovati u prvom redu forsirajući lužnjak. U odnosu na poljski jasen i nizinski brijest lužnjak je uzgojno slabiji jer rjeđe rađa sjemenom, sjeme mu ne raznosi ni vjetar ni voda i u mladosti sporo raste. Sve navedene mane hrasta lužnjaka zapravo su prednosti jasena i brijesta.

S obzirom na to da u tim sastojinama nema podstojne etaže, a nestankom brijesta situacija se još više pogoršala, nismo u mogućnosti provoditi intenzivnije zahvate i jače otvaranje sklopa sastojine. Upravo je to razlog što su baš one

proizvođači čuvene slavonske hrastovine, jer uski godovi hrasta koji se stvaraju u nešto gušćim sastojinama daju deblovinu odlične kvalitete. Oplodne sječe provodimo u dva sijeka (naplodni i dovršni) pogodujući naplodnji lužnjaka. Zbog pomanjkanja vrste koja će u vertikalnom sklopu tih sastojina zasjenjivati tlo i stvarati optimalne stanišne uvjete za pomlađivanje vrlo se često u njima tlo zakorovi, što otežava prirodno pomlađivanje.

III. SKUPINA – GROUP III

Sastojine poljskog jasena, koji dolaze na najnižim terenima gdje duže vrijeme stagnira voda, po vrijednosti su na zadnjem mjestu. Tu jasen uspijeva bez konkurencije ostalih vrsta, a zbog otežanih životnih uvjeta (voda) i izostanka uzgojnih zahvata njegova stabla su loše kvalitete. Oplodne sječe se provode u dva sijeka (naplodni i dovršni). Inače sjeme poljskog jasena uspješno osvaja čistine unutar kompleksa nizinskih šuma, stvarajući mlade jasenove sastojine (M a t i ć 1981).

DANAŠNJE STANJE LUŽNJAKOVIH SASTOJINA KOJE SE NALAZE PRED REGENERACIJOM ILI U FAZI REGENERACIJE
TODAY'S STATUS OF PEDUNCLED OAK STANDS FACING OR BEING IN THE PHASE OF REGENERATION

Da bismo dobili potpun pregled problema prirodne obnove lužnjakovih šuma u ŠG Sisak, odlučili smo da težište stavimo na terenska istraživanja i motrenje. Radi toga smo pristupili pregledu režima sastojina iznad 100 g. starosti, koje se nalaze pred fazom prirodne obnove ili u njoj, ili je obnova završena provođenjem dovršnog sijeka. Također smo istraživali i sastojine kod kojih je obnova pomagana sadnjom sadnica hrasta lužnjaka. Radove su obavljali timski specijalisti uzgajanja šuma, šumarske ekologije, fitocenologije i uređivanja šuma.

Terenski radovi su se obavljali u jesen 1983, proljeće i ljeto 1984, godine. Tom su prilikom prikupljani podaci izmjerama na privremenim plohama i maršrutnim promatranjima. Osim toga na osnovi dosadašnjih spoznaja o problematici nizinskih šuma te koristeći se podacima iz osnova gospodarenja i iskustvom šumarijskog osoblja na terenu, došli smo do određenih rezultata o današnjem stanju sastojina i njihove obnove, koje iznosimo u ovom elaboratu.

PROMJENA STANIŠNIH I STRUKTURNIH UVJETA U NIZINSKIM ŠUMAMA ŠG SISAK
CHANGE OF HABITAT OR STRUCTURAL CONDITIONS IN THE LOWLAND FORESTS OF THE SISAK FOREST MANAGEMENT

Šume srednje Posavine su još u 18. stoljeću bile prašume, gotovo netaknute od čovjeka. Njihov ritam razvoja nije bio ničim remećen te je u njima vladala savršena ekološka ravnoteža, primjerena šumama kao najsloženijim i najstabilnijim ekosustavima. U tom uhodanom ritmu međusobnih utjecaja tisućama godina su se nadopu-

njavale poplave s određenom razinom podzemnih voda, dubinom zakorjenjivanja lužnjakovih stabala te uravnoteženim odnosima fitocenoze, zoocenoze i mikrobiocenoze.

Prvi veći šok za hrastove šume ovog područja nastao je dolaskom čovjeka – iskorištavatelja, koji je naglim zahvatima unio nesklad u ravnoteži biocenoza – stanište, zadirući u tisuću godina uravnoteženu biocenozu.

Zbog poremećenosti staništa i biocenoze promjene u biocenozi su se postupno odrazile i na stanište, koje je još više poremećeno čitavim nizom vodotehničkih zahvata.

Šume ovog područja se nalaze u najugroženijem dijelu srednje Posavine, u Odranskom i Lonjskom polju te u Zeleniku, gdje su izraženi različiti nepovoljni utjecaji s promjenama koje su nastale poslije vodotehničkih zahvata.

Te krupne ekološke promjene nisu ostale bez posljedica, koje su se javljale u većem ili manjem intenzitetu sve vrijeme od početka navedenih promjena. Epidemijsko ugibanje i sušenje temeljnih vrsta tih šuma već desetljećima bilježimo u našim šumarskim kronikama. Tako se povremeno suši hrast lužnjak, poljski jasen, a nizinski brijest je praktično nestao iz strukture tih šuma.

Slabljenje obrambene moći čitavog ekosustava, a drveća pogotovo, evidentno je napadom sekundarnih štetnika. Fiziološka nemoć lužnjaka se najbolje uočava u izostancima žira i po dinamici i po kvaliteti uroda.

Promjene su ostavile traga u strukturnim svojstvima pojedinih sastojina negdje više, a negdje manje. Raznolikost staničnih uvjeta te pridolazak različitih zajednica hrasta lužnjaka razlogom su što su te promjene uočljive negdje više, a negdje manje. Htjeli bi smo posebno naglasiti da te promjene nisu onemogućile normalno gospodarenje u tim šumama, jer se šumarska znanost i praksa osnivaju na mogućnostima prilagodbe gospodarskih zahvata u različitim sastojinskim i stanišnim uvjetima. Osim toga intenzivnim gospodarenjem je moguće sanirati nedaće koje su u današnjim uvjetima neizbježne, a pravilnim stručnim zahvatima ih je moguće često i preduhitriti. Bilo bi bolje kazati da su navedene promjene otežale zahvate te da su zahtijevale intenzivniji i stručniji šumskogospodarski zahvat.

STRUKTURNE KARAKTERISTIKE LUŽNJAKOVIH SASTOJINA S POSEBNIM OSVRTOM NA SASTOJINE STARIJE OD 100 GODINA
STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF PEDUNCLED OAK STANDS WITH A SPECIAL REFERENCE TO THE STANDS OLDET THAN 100 YEARS

Iz tablica, kako smo već naveli, uočavamo da je struktura dobnih razreda gospodarskih jedinica u kojima dominira hrast lužnjak po površini jednaka normalnoj, što je osnovna pretpostavka dobroga gospodarenja, gdje će potrajnost prihoda doći do punog izražaja.

Međutim, pravu sliku o stanju sastojine, njihovim proizvodnim mogućnostima, stabilnosti i sposobnosti za regeneraciju možemo uočiti detaljnom analizom sastojina po dobnim razredima.

U tablicama br. 10, 11, 12, 13 i 14 donosimo strukturne karakteristike za nizinske šumske ekosustave gospodarskih jedinica Brezovica, Posavske šume šumarija Sunja i Dubica te gospodarske jedinice Lonja.

Navedeni ekosustavi od broja I do IX čine šumske zajednice koje dolaze na navedenom području, a mi ih možemo radi preglednosti razvrstati u ove sinekosustave:

- šumski ekosustavi u mikrouzvisinama (gredama) (tipovi ekosustava I i VIII),
- šumski ekosustavi u mikrodubinama (nizama) (tipovi ekosustava II i VII),
- šumski ekosustavi u pretežno mokrim mikrodubinama (bare) (tipovi ekosustava III, IV i IX).

Neplodne i neobrasle površine označili smo s tip V, a šumske kulture s tip IV.

Struktura se odnosi na dobne razrede, površine razreda, prosječne mase pojedinih vrsta drveća po hektaru, tečajni prirast za svaki dobni razred, prosjeke masa po hektaru, ukupni prirast te ukupnu drvnu masu po dobnim razredima i za cijelu gospodarsku jedinicu. Isto tako prikazane su prosječne mase po vrstama, prirast i ukupno posječena masa za cijelu gospodarsku jedinicu.

Iz tablica 10, 11, 12, 13. i 14. možemo dobiti uvid u strukturne podatke koji nam jako dobro ocrtavaju sadašnje stanje hrastovih šuma u ŠG Sisak.

Posječena drvna masa na analiziranom području iznosi 239 m^3, od čega na lužnjak otpada 106,9 m^3 ili 44,8%, a na poljski jasen 76 m^3 ili 31,8%. Ostatak 23,4% se odnosi na ostale vrste koje dolaze u tim šumama.

STRUKTURNE KARAKTERTISTIKE TIPA EKOSUSTAVA I, II, III, IV, VI, VIII I IX GOSPODARSKE JEDINICE LONJA, ŠUMARIJE SUNJA, ŠUMARIJE DUBICA I GOSPODARSKE JEDINICE BREZOVICA

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE ECOSYSTEM TYPES I, II, III, IV, VI, VIII AND IX OF THE LONJA MANAGEMENT UNIT – SUNJA FORESTRY, THE DUBICA FORESTRY AND THE BREZOVICA MANAGEMENT UNIT

Tablica 10.

Dobni razred	SVEUKUPNO TIPOVI EKOSUSTAVA I, II, III, IV, VI, VIII I IX													
Age class	Površina Area	Hrast Oak	Jasen Ash	Joha Alder	Topola Poplar	Vrba Willow	OTL	OML	Bukva Beech	Grab Horn-beam	Tečaj prir. Current increment	Drvna masa Wood mass	Ukupni prirast Total increment	Ukupna drvna masa Total wood mass
Godina	ha	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3/ha	m^3/ha	m^3/ha	m^3/ha
1–20	1 171,41													
21–60	4 680,30	39,73	50,85	14,11	21,94	4,90	11,81	8,70	–	–	6,6	152,04	36 508,36	846,44
61–100	5 359,03	120,01	97,01	19,02	∅	9,98	25,38	7,52	–	–	6,5	278,92	38 176,51	1 742,43
> 100	2 788,48	161,13	80,56	8,78	∅	4,64	17,54	6,71	2,46	4,91	5,8	286,73	17 697,44	849,38
Tip V	1 985,39													
Ukupno	15 984,61												92 382,31	3 438,25
Prosjek		106,96	76,14	13,97	7,31	6,51	18,24	7,64	0,82	1,64	6,3	289,23		

STRUKTURNE KARAKTERTISTIKE TIPA EKOSUSTAVA I, II, III, IV, VI, I VIII GOSPODARSKE JEDINICE BREZOVICA

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE ECOSYSTEM TYPES I, II, III, IV, VI AND VIII OF THE BREZOVICA FOREST MANAGEMENT

Tablica 11.

Dobni razred / Age class	SUMA TIPOVA EKOSUSTAVA I, II, III, IV, VI, I VIII													
	Površina Area	Hrast Oak	Jasen Ash	Joha Alder	Topola Poplar	Vrba Willow	OTL	OML	Bukva Beech	Grab Horn-beam	Tečaj prir. Current increment	Drvna masa Wood mass	Ukupni prirast Total increment	Ukupna drvna masa Total wood mass
Godina	ha	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3/ha	m^3/ha	m^3	m^3
1–20	1 185,72													
21–60	1 137,40	19,71	48,45	11,0	20,88	Ø	28,68	15,31	–	–	6,2	144,06	8 373,40	190,491
61–100	1 280,95	160,57	57,10	35,62	Ø	Ø	40,87	6,32	–	–	8,5	300,48	9 551,09	321,700
> 100	1 127,73	146,15	56,96	7,29	Ø	Ø	25,91	12,21	9,83	19,65	7,3	278,00	7 505,38	258,479
	446,77													
Ukupno	4 178,57												25 429,87	770,671
Prosjek		108,81	54,17	17,98	6,96	Ø	31,82	11,28	9,83	6,55	7,3	240,85		

STRUKTURNE KARAKTERTISTIKE TIPA EKOSUSTAVA I, II, III, IV, I VI GOSPODARSKE JEDINICE ŠUMARIJE DUBICA

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE ECOSYSTEM TYPES I, II, III, IV AND VI OF THE DUBICA FOREST MANAGEMENT

Tablica 12.

Dobni razred / Age class	SUMA TIPOVA EKOSUSTAVA I, II, III, IV I VI											
	Površina Area	Hrast Oak	Jasen Ash	Joha Alder	Topola Poplar	Vrba Willow	OTL	OML	Tečaj prir. Current increment	Drvna masa Wood mass	Ukupni prirast Total increment	Ukupna drvna masa Total wood mass
Godina	ha	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3/ha	m^3/ha	m^3	m^3
1–20	510,48		mlade	sastojine								
21–60	1 541,86	40,23	38,18	26,74	10,40	Ø	13,14	9,50	6,4	138,19	12 705,29	293 632,71
61–100	1 711,16	100,46	100,63	40,47	Ø	Ø	55,43	19,37	5,1	316,36	10 619,08	653 735,92
> 100	785,54	130,48	58,72	22,98	Ø	Ø	35,34	14,63	5,7	265,15	4 895,21	284 806,58
TIP V	285,18											
Ukupno	4 834,22											
Prosjek		90,39	65,84	30,06	3,47	Ø	34,64	14,50	5,7	238,90	28 219,58	1 232 175,21

STRUKTURNE KARAKTERTISTIKE TIPA EKOSUSTAVA II, III, IV, VI I IX GOSPODARSKE JEDINICE ŠUMARIJE SUNJA
STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE ECOSYSTEM TYPES II, III, IV, VI AND IX OF THE SUNJA FOREST MANAGEMENT

Tablica 13.

Dobni razred / Age class	SUMA TIPOVA EKOSUSTAVA I, II, III, IV I VI											
	Površina Area	Hrast Oak	Jasen Ash	Joha Alder	Topola Poplar	Vrba Willow	OTL	OML	Tečaj prir. Current increment	Drvna masa Wood mass	Ukupni prirast Total increment	Ukupna drvna masa Total wood mass
Godina	ha	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3/ha	m^3/ha	m^3	m^3
1–20	407,19		mlade	sastojine								
21–60	1 407,97	47,69	47,11	1866	13,83	Ø	5,40	4,36	5,5	137,05	9 699,04	240 750,20
61–100	1 603,85	115,23	97,04	poj.	Ø	10,53	5,21	Ø	5,1	228,01	11 086,11	514 275,93
>100	633,49	197,91	67,66	4,86	Ø	18,55	8,92	Ø	4,9	297,88	3 900,65	226 898,77
TIP V	758,51											
Ukupno	4 811,01										24 685,80	981 924,90
Prosjek		120,28	70,60	7,84	4,61	9,69	6,51	1,45	5,2	220,65		

STRUKTURNE KARAKTERTISTIKE TIPA EKOSUSTAVA II, III, IV, VI I IX GOSPODARSKE JEDINICE LONJA
STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE ECOSYSTEM TYPES II, III, IV, VI AND IX OF THE LONJA FOREST MANAGEMENT

Tablica 14.

Dobni razred / Age class	SUMA TIPOVA EKOSUSTAVA I, II, III, IV I VI											
	Površina Area	Hrast Oak	Jasen Ash	Joha Alder	Topola Poplar	Vrba Willow	OTL	OML	Tečaj prir. Current increment	Drvna masa Wood mass	Ukupni prirast Total increment	Ukupna drvna masa Total wood mass
Godina	ha	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3/ha	m^3/ha	m^3	m^3
1–20	68,02		mlade	sastojine								
21–60	593,07	51,31	69,65	Ø	Ø	19,6	poj.	5,64	8,2	188,84	5 730,63	121 564,07
61–100	763,07	103,81	133,24	Ø	Ø	29,40	poj.	4,38	7,4	270,84	6 920,23	252 723,05
>100	241,72	169,98	138,92	poj.	Ø	Ø	poj.	poj.	5,3	308,90	1 396,20	79 198,85
	494,93											
Ukupno	1 665,88										14 047,06	453 485,97
Prosjek		108,37	113,94	Ø	14,21	16,33	poj.	3,34	7,0	256,19		

Sastojine od 40 godina imaju 25,7% lužnjaka i 33,6% poljskog jasena; u sastojinama od 80 godina lužnjak je zastupljen s 43,2%, a poljski jasen s 34,8%, dok u sastojinama od 100 godina naviše ima 56,3% lužnjaka i 28,1% poljskog jasena.

Ako usporedimo prosječne podatke dobivene po jedinici površine s normalama za šume hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (Klepac 1976), možemo lako zaključiti da naše istraživane sastojine imaju manju drvnu masu od normalne. Primjera radi možemo iznijeti da naše sastojine u dobi od 80 g. imaju drvnu masu 278,9 m^2/ha, od čega na hrast otpada 43,2% ili 120 m^3/ha, dok normalne sastojine iste dobi imaju 430 m^3/ha, od čega bi se u konkretnom slučaju na hrast odnosilo 185 m^3/ha. To znači da nam u sastojinama toga dobnog razreda manjka oko 150 m^3 drvene mase po hektaru.

Ako analiziramo sastojine od 100 godina najviše, uočavamo da imaju prosječnu drvnu masu od 286,7 m^3/ha, od čega na lužnjak otpada 56,3% ili 161,1 m^3, dok normalne sastojine od 100 godina imaju 540 m^3 po ha, a od toga na hrast u konkretnom slučaju otpada 302 m^3. U tom dobnom razredu također se pokazuje vrlo velik manjak drvne mase od čak 254 m^3/ha. Ako analiziramo tablice dobivene za gospodarske jedinice Brezovica, Posavske šume i Lonja, vidjet ćemo da su rezultati analize približni ili gotovo isti rezultatima iz sumarne i prosječne tablice.

Mislimo da ti podaci pokazuju sve bitne probleme u vezi sa šumama hrasta lužnjaka ŠG Sisak, i prezentira u svih uočenih problema njihovom prirodnom obnovom i njihovom stabilnošću.

UOČENI PROBLEMI KOJI OTEŽAVAJU ILI ONEMOGUĆAVAJU PRIRODNU OBNOVU LUŽNJAKOVIH SASTOJINA
PROBLEMS THAT DISTURB OR PREVENT NATURAL REGENERATION OF PEDUNCLED OAK STANDS

U našim terenskim istraživanjima detaljno smo istražili odjele starije od 100 g. koji su pred fazom prirodne obnove ili u njoj, ili je taj proces već završen.

Posebno smo istražili ove odjele:

u šumariji Sisak u g.j. Brezovica odjele: 25a, 26a, 27a, 27b, 34, 35, 36, 59, 60a, 60b, 61a c d;
u šumariji Lekenik u g.j. Kalje odjele: 8c, 31a, 36b, 37;
u g.j. Peščenica – Cerje odjele: 63a, 67b, 68d, 74a, 74b;
u šumariji Sunja g.j. Posavske šume dojele: 88a i b, 84a, 84c, 94a, 93, 74, 96, 123, 125;
u šumariji Dubica g.j. Posavske šume odjele: 112, 113, 136a, 149d, 150, 183, 184, 224a.

Analizirajući te odjele, uočili smo već navedeni manjak drvne mase nastao djelomično sušenjem pojedinih vrsta drveća, ali i neadekvatnim i nepravodobnim i pogrešnim zahvatima, posebno u starije sastojine. I uz to što je u tim sastojinama evidentan manjak drvne mase, oplodne sječe se pretežno izvode u tri sijeka, s tim da pripremni sijek ima intenzitet od 30%. Sastojine su zbog čitavog niza razloga dovedene u stanje da pripremni sijek još više pridonosi zakorovljivanje i zamočvarivanju. Mislimo da su prorede normalnog intenziteta (do 20%) sasvim dostatne da zamijene nekadašnji pripremni sijek. Osim toga vrlo često je potrebno umjesto pripremnog sijeka obaviti pripremu tla za regeneraciju, ali u godini očekivanog

uroda sjemena. Uočeno je da se u nekim odjelima ulazilo u oplodne sječe u više navrata tako da su se izvodila i dva naplodna sijeka bez uroda žira. To je samo pridonosilo većem zakorovljivanju i pojavi amorfe te zamočvarivanju sastojina, što je u potpunosti onemogućilo prirodnu obnovu. Mnogi odjeli se zbog smanjene drvne mase, korova i prevelike vlažnosti više nisu mogli prirodno pomladiti te ih je zato potrebno umjetno obnoviti.

Nigdje nismo uočili da se radi na mehaniziranoj pripremi tla za obnovu (rotofreza, grebač), a uočili smo da se često umjesto pripreme obavlja totalna sječa podstojne etaže sastojine što opet uzrokuje zakorovljivanje. Podstojna etaža služi kao fini mikrovijak za regulaciju svjetla u sastojini i održavanje šumske mikroklime. Sječa te etaže u cijelosti je pogrešan korak prilikom regeneracije.

Problem zamočvarivanja tla je vrlo izražen. Osim već navedenoga problema neadekvatnih radova na vodoprivrednim objektima koji su izvan našeg utjecaja javlja se i problem zamočvarivanja zbog pogrešno izgrađenih cesta i vlaka koje stvaraju korita u kojima se trajno zadržava voda. Uz to i teška mehanizacija, posebno nepravodobno i nedisciplinirano upotrijebljena, remeti prirodnu cirkulaciju vode i zamočvaruje tlo.

Osim u odjelu 113 šumarije Dubiva i odjelu 125 šumarije Sunja nismo nigdje uočili da su se iskopali odvodni kanali »sisavci« koji bi znatno isušili tlo i potpomogli obnovu. Na mnogim smo mjestima uočili da se postojeći kanali ne čiste i da su sasvim izbačeni iz funkcioniranja.

Korov i prekomjerna vlaga znatno utječu na lošu obnovu sastojina. U gospodarenju ovim šumama pogrešno se smatra da se nakon obavljenih sječa treba pošumljavati. Upravo to ubrzava zakorovljivanje i zamočvarivanje, jer smo dopustili da se prije hrasta na to mjesto naseli korov i poveća vlaga zbog sječe starih stabala. Uloga stabla kao crpke za vodu i kao zasjene protiv korova je nezamjenjiva. Naš osnovni cilj mora biti da hrast naselimo prije korova i prije zamočvarivanja na konkretne terene. Nakon nekog vremena kad se hrast učvrsti, na posađenom mjestu ima startnu prednost pred korovom, što osigurava uspješniju obnovu.

Osim toga tamo gdje je sastojina iz bilo kojih razloga u takvu stanju da je urod žira isključen, potrebno je intervenirati unošenjem šira ili sadnica, ali po načelu oplodnih sječa, tj. uz izvođenje naplodnog i dvršnog sijeka istodobno unositi šir ili sadnice.

Štete koje eventualno nastaju pri izvozu drvne mase vrlo se lako mogu otkloniti pažljivijim izvozom u povoljnim vremenskim uvjetima te popunjavanjem nakon izvoza.

Urod žira hrasta lužnjaka vrlo se često ističe kao jedan od značajnih ili jedini problem u obnovi lušnjakovih šuma. Istina je da punoga uroda, čestoga i obilnoga, više nema kao u vremenu kad smo imali stare hrastike. Nije slučaj da se govori da hrast lužnjak najbolje prirašćuje u 150-oj godini, a najbolje rađa u 300-oj godini. Nažalost imamo malo mogućnosti da se u to uvjerimo, jer smo neodgovorno posjekli gotovo sve naše stare hrastike koji bi sada spadali u raritete svjetske vrijednosti. Ipak istraživanja koja provodimo u 300-godišnjoj lužnjakovoj sastojini u Prašniku uvjeravaju nas u činjenicu da stari hrastovi dobro i često rađaju.

Fiziološki slaba stabla, o čemu smo već govorili, štetnici koji su sve prisutniji u poremećenim ekosustavima hrasta te klimatski i ostali utjecaji (polutanti i sl.), mladost hrastovih stabala te njihova biološka konstitucija osnovni su razlog smanjenog uroda žira i po dinamici i po količini.

Uz to u našim lužnjakovim sastojinama se javlja urod ne tako obilan ni čest, ali dovoljan da se svaka sastojina u odgovarajućoj dobi pomladi, ako za to ima druge potrebne uvjete. Mi se moramo prilagoditi sadašnjim uvjetima uroda i prema tomu prilagoditi naš način gospodarenja. U svakom slučaju pomladno razdoblje mora biti najmanje 20 godina, o čemu će još biti riječi.

U našim šumama ima uroda, on se javlja, kao što smo rekli, ne tako često, a skeptike koji, čini nam se, to neće vidjeti možemo upozoriti na ponik hrasta koji nalazimo u godini slabijeg ili jačeg uroda te pomladak u različitoj dobi na različitim visinama.

Problem je u tome što mi naše zahvate nismo prilagodili novonastalim uvjetima. To svakako traži više stručnog rada i angažiranja i promjenu načina pristupa u provođenju oplodnih sječa.

Ništa nismo učinili da sačuvamo žir koji padne na tlo. Znamo se tužiti da nema žira, a u ubijenoj jelenskoj divljači pronađemo velike količine žira. Smanjivanje broja divljači je prijeko potrebno.

Nomadno pašarenje (ovce) dosada je nanosilo velike štete našim šumama uništavajući postojeći ponik, pomladak i žir. Osim odjela 96 u šumariji Dubica nismo uočili podizanje ograde radi zaštite mladog naraštaja od divljači i stoke. Mislimo da je u ovim uvjetima broja divljači koja se nalazi u većem dijelu istraživanih šuma nužno podići ogradu za vrijeme vođenja oplodnih sječa, a ne kako se ponegdje radilo dosada, nakon njih. Na taj ćemo način sačuvati i žir koji pada i sadnice koje se javljaju za vrijeme trajanja oplodnih sječa, a nakon dovršnog sijeka ograda će štititi novonastali podmladak.

Njega podmlatka hrasta, posebno za vrijeme vođenja oplodnih sječa i osobito nakon njihovog završetka, vrlo je značajan i presudan zahvat za opstanak podmlatka. U današnjim nepovoljnim uvjetima korova, amorfe, prekomjerne vlage njega je jedino rješenje. Postojeće osnove vrlo često pripisuju jednu njegu u 10 godina, što ni u kojem slučaju nije dobro. Svkako se intenzitet njege mora odrediti prema konkretnom stanju na terenu (stanje i broj pomlatka, korov i dr.). Nipošto se ne smije dogoditi da pomladak nestane za kraće vrijeme od jedne godine, kao što je to slučaj u odjelu 37 gospodarske jedinice Kalje.

Svi zahvati u šumi obuhvaćeni su, odnosno predviđeni osnovom gospodarenja s vrijednošću za 10 godina i globalnom prognozom za daljnih 10 godina. Provoditelj osnove gospodarenja obvezan je poštovati njezine odredbe. Stručno osoblje šumarije dužno je surađivati s programerima prilikom izrade osnove gospodarenja, a sam upravitelj šumarije, koja provodi odredbe osnove gospodarenja, sudjeluje u odobravanju osnove i potpisuje komisijski zapisnik. Imajući navedeno na umu, stručnjaci šumarije moraju biti zainteresirani za sve planove koji će se osnovom gospodarenja predvidjeti, moraju poznavati ograničenja unutar kojih mogu izvršiti korekcije koje zahtijevaju stojbinske i gospodarske prilike bez posebnih odobrenja i za koje korekcije ili aktivnosti na temelju argumentiranih stručnih obrazloženja trebaju tražiti određene izmjene i planove.

Osnove gospodarenja se izrađuju na temelju »Pravilnika o načinu izrade šumskogospodarskih osnova područja, osnova gospodarenja i programa za gospodarenje šumama« (Narodne novine, br. 19/1981).

Iako su »Pravilnikom« pripisane radnje i zahvati, ipak je ovdje potrebno da neke važne značajke upozoriti. To posebno s razloga što se na ovom području

primjenjuju oplodne sječe vođenjem kojih možemo dobiti vrlo uspješnu prirodnu obnovu sastojina, ali i upropastiti prirodnu obnovu. Za oplodne se sječe često kaže da su to postupične sječe, naziv koji bolje odgovara onome kako stvarno radimo. Razne sjekove oplodne sječe (pripravni, naplodni i dovršni) treba za neki odjel odnosno odsjek (sastojinu) izvesti tijekom jednog razdoblja, u kojemu treba tu sastojinu prirodno pomladiti.. Razdoblje za šume hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka i bukve je 20 godina. Prema tomu osnovni postulat šumarske znanosti kad je riječ o navedenim šumama, jest da su šume zrele za sječu pomladu u vremenskom razdoblju od 20 godina. Ako pomlađujemo oplodnim sječama, pretpostavka je da šume prvim zahvatom ili tzv. pripravnim sijekom trebamo pripremiti za naplodnju. Zatim čekati 3–7 godina, u kojemu vremenu bi hrast trebao uroditi barem jednim dobrim urodom i u godini dobroga uroda obaviti naplodni sijek. Potom se čeka najmanje 2–3 godine da se dobije dobar i gust pomladak koji je preduvjet da se obavi dovršni sijek, koji opet može biti u jednom ili više zahvata, na cijeloj površini. Znači u najoptimalnijim uvjetim takve sastojine oplodnom sječom mogu biti obnovljene za 10–12 godina. No vrlo često to bude u razdoblju od približno 15 godina. Brzina realizacije ovisi većinom o stojbinskim prilikama i dinamici uroda žira.

Poznavajući biologiju vrsta drveća, a posebno biologiju šume u cjelini i sastojina kao njezinih razvojnih faza, jasno nam je da striktne odredbe i propisi osnove gospodarenja koji su planirani za 10-godišnje razdoblje mogu dovesti jednu sastojinu do njezine degradacije i uništenja, a ne do uspješne regeneracije.

Samo za jednu godinu prerani jači zahvat u krošnje (naplodni sijek) prije uroda žira može skrenuti sav naš trud na put nepovrata.

Zato predlažemo da se planirani odsjeci za oplodnu sječu u jednom razdoblju (20 godina) jedinstveno tretiraju, s time da se vodi računa da svi ti odsjeci u tom razdoblju budu obnovljeni oplodnom sječom te da se svake godine dobije podjednaki prihod na drvnoj masi (podjednako godišnje sječe po masi). Tako će provoditelj osnove gospodarenja na temelju stvarnih uvjeta sastojine i stojbine godišnjim planom predvidjeti koje će sastojine tretirati kojim sijekom. U slučaju dobroga uroda žir predvidjet će u većini sastojina naplodni sijek i time možda podmiriti sav svoje etat tim sijekom, a da u toj godini uopće neće imati dovršni sijek, ali će zato u sljedećim godinama moći računati na povećane površine u dovršnom sijeku.

Kako se radi o jednodobnim šumama kojima provodi sastojinsko gospodarenje, to je najniža jedinica gospodarenja sastojina pa se nastoji na cijeloj površini jedne sastojine napraviti predviđeni zahvat. Ako je pak to nemoguće s obzirom na površinu, to se preporučuje zahvat koje je predviđen da se do kraja obavi na dijelu sastojine, a sljedeće godine nastavi.

Provoditelj će vrlo rijetko moći da u vremenu polurazdoblja (10 god.) započne i završi oplodnu sječu u jednom odsjeku. To znači da će sječu otpočeti u prvom polurazdoblju važenja osnove, a završiti u drugome. U međuvremenu će se revidirati osnova (nakon 10 godina) i sada planirati opet za 20 godina. U novi će plan obnove za prvo polurazdoblje ući sve sastojine u kojima je obnova započela, a u drugim sastojine u kojima će ciklus obnove otpočeti.

Sve ostale aktivnosti koje se propisuju osnovom gospodarenja usko su vezane uz planove sječnih zahvata.

STANJE PONIKA I POMLATKA TE SVJETLOSNE KLIME U POMLAĐENIM SASTOJINAMA
SPOUT AND YOUNG TREE STATUS LIGHT CLIMATE IN REGENERATED STANDS

Hrast lužnjak pripada u vrste drveća koje za svoje uspijevanje trebaju čitava života veliku količinu svjetlosti. U prvim godinama života, odnosno do druge vegetacije, lužnjak podnosi više zasjene. Podnošljivost zasjene ovisi o kakvoći staništa. Što je ona bolja (mehanički sastav tla, količina humusa, opskrbljenost vodom), lužnjaku je potrebno manje svjetlosti.

U prve dvije godine života hrast lužnjak će normalno uspijevati u uvjetima pune zasjene, a do četvrte godine života uz relativno užitno svjetlo između 3 i 4%. Poslije te dobi lužnjaku je nužno pružiti veće količine svjetlosti. Smatramo da je to najmanje 15% relativnog užitnog svjetla.

U tablici br. 15 donosimo podatke o broju ponika i pomlatka glavnih vrsta drveća te užitno svjetlo i temeljnicu po hektaru na 9 pokusnih ploha smještenih na istraživanom području.

Iz podataka možemo uočiti da se sastojine u Kalju, odjel 31a i 37a, nalaze pred dovršnim sijekom s temeljnicom od 10 m^3 i užitnim svjetlom od 74,8% i 67,2%. Evidentno je da hrasta lužnjaka u poniku i pomlatku gotovo i nema. Javlja se samo nekvalitetan jasen koji divljač dosta grize. Te je sastojine prijeko potrebno umjetno obnoviti.

U gospodarskoj jedinici Peščenica-Cerje, odje 67b, imamo masovnu pojavu ponika zbog dobrog uroda žira. Temeljnica od 22,5 m^2 uz dobre strukturne uvjete (razmjerno je podstojna etaža graba) jamči dobro pomlađivanje. Svjetlosni uvjeti od 5,5% za hrast su slabi jer je evidentno da će nastali ponik živjeti godinu ili dvije, a onda propasti. Zbog toga hrasta i nemamo u razvojnom stadiju pomlatka. Otvaranjem sklopa taj bi se bogati urod žira i pojava ponika sanirali.

Također je evidentno da je to svjetlo dovoljno za masovnu pojavu graba i bukve kojih ima i u poniku i u pomlatku.

U Brezovici, odjel 34a, 7,0% užitnog svjetla stvara povoljne uvjete za posađeni hrast. Strukturno ta je sastojina jako loša, što govori i temeljnica od 14 m^2, ali se javlja sloj grmlja i podstojnog drveća koji je reducirao korov i omogućio opstanak posađenom hrastu. Na toj bi površini bila nužna njega.

U odjelu 61a iste gospodarske jedinice veća temeljnica omogućava pojavu ponika i nešto pomlatka, a mali postotak svjetla (3,7%) ne jamči opstanak hrastu. I tu je potrebna njega u obliku pripreme za pomlađivanje opreznim reduciranjem podstojne etaže.

U odjelima 88a i 94a stanje pomlatka hrasta je općenito loše, nešto je bolje u odjelu 94a. Izostanak njege je u tim uvjetima izazvao nestanak hrasta, pogotovo u odjelu 88a, gdje smo ga u jesen 1983. g. evidentirali.

U odjelu 113 sù obavljene odvodnje, a lužnjak se javlja i uz sušenje jasena.

U odjelu 184 obavljena je njega, evidentiran je urod žira u dvjema godinama, a situacija bi bila bolja da se je još uspio sačuvati od divljači.

BROJ PONIKA I POMLATKA GLAVNIH VRSTA DRVEĆA TE UŽITNO SVJETLO I TEMELJNICA PO ha NA POKUSNIM PLOHAMA U GOSP. JEDINICAMA ŠG SISAK
NUMBER OF SPROUTS AND YOUND TREES OF MAJOR TREE SPECIES – AVAILABLE SUNLIGHT AND BASAL AREA PER ha ON EXPERIMENTAL PLOTS IN THE MANAGEMENT UNITS OF THE SISAK F.M.

Tablica 15.

I. 1984.

Šumarija Forestry	Gosp. jedinica Management unit	Odjel Departm.	Užitno svjetlo % Available light	Temeljnica m^2/ha Basel area	Hrast lužnjak Peducled oak		Poljski jasen Field ash		Ostalo Other		UKUPNO Total	
					Ponik	Poml.	Ponik	Poml.	Ponik	Poml.	Ponik	Poml.
					Komada/ha							
					Sprouts	Young trees	Sprouts pieces/ha	Young trees	Sprouts	Young trees	Sprouts	Young trees
Lekenik	Kalje	31a	74,8	10	–	–	–	2 000	–	200	–	2 200
Lekenik	Kalje	37a	67,2	10	–	100	–	6 900	–	140	–	7 140
Lekenik	Peščenica-Cerje	67b	5,5	22,5	50 400	200	–	–	54 000*	28 000*	104 000	28 200
Sisak	Brezovica	34a	7,0	14	100	1 900**	–	–	–	2 400	100	4 300
Sisak	Brezovica	61a	3,7	24	200	600	–	–	200	1 400	400	2 000
Lonja	Posavske šume	88a	49,9	18,5	–	100	–	8 500	–	1 500	–	10 000
Lonja	Posavske šume	94a	35,9	18,5	–	2 100	–	9 600	–	3 600	–	15 300
Kostajnica	Posavske šume	113	59,2	28,5	–	3 100	–	–	–	1 900	–	5 600
Kostajnica	Posavske šume	184	6,5	21	–	6 200	–	–	–	3 400	–	9 600

Legenda: * Ponik od Običnog graba, a pomladak od običnog graba i bukve
** Pomladak hrasta nastao sadnjom biljaka

Legend: * Sprouts of common hornbeam; young trees of common hornbeam and beech
** Young trees of oak grown from seedlings

UNUTARVRSNA I MEĐUVRSNA KONKURENCIJA U RIZOSFERI NIZINSKIH ŠUMA
INTERIOR AND INTERMEDIATE COMPETITION IN THE RYZOSPHERE OF THE LOWLAND FORESTS

Hrast lužnjak ima u odnosu na većinu vrsta drveća nizinskih šuma osebujan način razvoja ponika i pomlatka, što mu u šumskom uzgoju daje određene prednosti, a istodobno ima značajke koje znatno umanjuju njegovu konkurentsku moć. Lužnjak ima široku ekološku valenciju s obzirom na temperaturu kao ekološki čimbenik. On dobro podnosi zimske studeni, a i visoke ljetne temperature. Ljetne žege podnosi, međutim, pod uvjetom dobre opskrbljenosti oborinskom ili podzemnom vodom.

Hrast lužnjak ima usku ekološku valenciju s obzirom na svjetlost i vodu i vrlo je osjetljiv na kasni mraz. Uz njegovu veliku potrebu za vodom, koju troši u procesu transpiracije, hrast lužnjak ne podnosi ustajalu vodu bez kisika i s viškom slobodnoga ugljičnog dioksida, jer ta pojava izaziva nekrozu korijenskog tkiva i njegovo odumiranje.

U prvim godinama života hrast lužnjak razvija jak glavni korijen te pripada vrstama drveća sa žilom srčanicom u korijenskoj mreži. U prvoj godini života izraste lužnjakov korijen u dubinu 30 cm, u drugoj godini korijen mu postiže dubinu od 50 do 60 cm, dok u petoj godini života srčanica postiže prosječnu dubinu od 1 m.

Takav razvoj korijenskog sustava hrasta lužnjaka čini ga vrlo konkurentnim u odnosu na druge vrste šumskog drveća koje u tome smislu zoastaju (poljski jasen,

obični grab, autohotne topole i dr.). Preduvjet za takav razvoj žile srčanice kod hrasta lužnjaka je dovoljna količina svjetlosti i umjerena vlažnost tla. Lužnjak je vrsta s velikom energijom korijenja, koja se očituje u prorašćivanju dubljih glinenih horizonata tla (pseudoglej, glejna tla), ali pod uvjetom dovoljne vlažnosti tla koja smanjuje otpor teških glinenih horizonata koji su u suhom stanju vrlo tvrdi.

U svome prodoru u dubinu srčanica hrasta lužnjaka i općenito njegova okomita korijenska mreža dopire do razine podzemne vode (kapilarni sloj). Dubinski rast lužnjakove korijenske mreže ide do najnižih ljetnih razina podzemne vode u profilu tla, što je preduvjet za dobru opskrbu vodom te higrofilne vrste s velikim transpiracijskim iznosima.

Prema L e i b u d g u t u ritam rasta lužnjakova korijena ima dva maksimuma. Jedan postiže u svibnju, a drugi u kolovozu, a prestane rasti početkom rujna.

Dalja prednost hrasta lužnjaka s obzirom na njegove kompeticijske sposobnosti jest sklonost fiziološkom srašćivanju korijenja, odnosno tvorbi biogrupa (K ö s t l e r et al. 1968).

Fiziološko srašćivanje pretpostavlja izmjenu vode, mineralnih tvari i asimilata između susjednih stabala, što povećava mogućnost preživljavanja većeg broja individua u kritičnim uvjetima uz pretpostavku da postoje određene razlike unutar biotopa (dijelovi staništa manje i više opskrbljeni vodom).

Kod poljskog jasena ta pojava nije utvrđena, a za druge vrste nizinskih šuma zasada nemamo informaciju o njoj. Ne znamo, međutim, u kojoj dobi nastupa kod hrasta lužnjaka tvorba biogrupa, što bi za potpunije poznavanje bioloških svojstava te vrste trebalo posebno proučiti.

Analizirajući unutarvrsnu kompeticiju hrasta lužnjaka, vidimo da u razvojnom stadiju ponika i pomlatka ona praktično ne postoji u rizosferi (duboka srčanica s malo postranog korijenja), dok je u nadzemnom dijelu zanemariva. Ona je, međutim, nakon razvojnog stadija mladika i dalje vrlo izražena zbog velikih zahtjeva lužnjaka prema svjetlosti te rasprostiranja korijenskog sustava poslije nestajanja žile srčanice, što nastupa oko četrdesete godine života stabala.

Međuvrsna konkurencija hrasta lužnjaka i ostalog drveća, grmlja te prizemnog rašća u rizosferi odvija se u prilog hrasta lužnjaka. U nadzemnom dijelu hrast lužnjak je u ranijim razvojnim stadijima manje konkurentan od većine ostalih vrsta drveća nizinskih šuma (obični grab, crna joha, nizinski brijest, malolisna lipa, klen). U pomladnoj dobi hrast lužnjak je osjetljiv na konkurenciju većine grmlja te razvijenoga prizemnog rašća, što prestaje kad ih nadraste vršnim izbojkom.

STANJE POMLATKA HRASTA LUŽNJAKA NA POVRŠINAMA PREDVIĐENIMA ZA POMLAĐIVANJE
PEDUNCLED OAK SPROUT STATUS ON THE AREAS ASSIGNED FOR REGENERATION

Što se tiče vitalnosti i predispozicije za dobro pomlađivanje, stanje ponika, a osobito pomlatka hrasta lužnjaka na pokusnim površinama je raznoliko, ali općenito gledano, ono je loše.

Tijekom ljeta 1984. godine utvrđeno je da u gospodarskoj jedinici Kalje, šumarija Lekenik, u odjelima 31a i 37 nema hrastova pomlatka. U jesen 1983. godine u odjelu 37 ustanovljena je znatna količina lužnjakova pomlatka koji je u tome

razdoblju praktično nestao. Sigurni smo da je razlog tomu zamočvarivanje koje je potencirano sušenjem starih hrastovih stabala i izostanak njege.

U odjelu 67b gospodarske jedinice Peščenica-Cerje na pokusnoj površini je utvrđeno da je kod ponika korijen dobro razvijen, dok je kod pomlatka u dobi od dvije i tri godine nadzemni dio ponovo grižen sa slabije razvijenim korijenom.

U gospodarskoj jedinici Brezovica šumarije Sisak na pokusnim površinama pomladak je relativno dobro razvijen.

U gospodarskoj jedinici Posavske šume u odsjeku 88a utvrđen je sličan slučaj kao u odsjeku 37, g.j. Kalje. U jesen 1983. godine utvrđeno je dosta pomlatka hrasta lužnjaka koji je do ljeta 1984. godine nestao.

Jasenov pomladak u tome istom odsjeku iznova je grizla divljač (ovce, stoka?) te je na panju stabalaca utvrđena dob od 5 do 7 godina. Slično smo utvrdili u 94a odsjeku iste gospodarske jedinice. U tome odsjeku lužnjakov pomladak odgrižen je 5–9 puta.

U odjelu 113 iste gospodarske jedinice utvrdili smo nešto bolje pomlađivanje hrasta lužnjaka u sastojini poljskog jasena, koji se u velikom postotku osušio, o čemu smo prije izvijestili (P r p i ć i dr.). U odjelu je obavljena površinska odvodnja, što je značajno popravilo vodne prilike u staništu s obzirom na predispoziciju za pomlađivanje.

Napominjemo da je vodotehnički zahvat koji je pogoršao vodni režim tih sastojina izveden 1966. godine, da vidljive promjene slijede poslije 9 godina, dakle 1975. godine, i da se stanje tek danas, dakle poslije 18 godina, sanira. Stanje bi bilo sanirano i prije da je obavljena površinska odvodnja.

ZAKLJUČCI – CONCLUSIONS

Proučavajući problematiku obnove lužnjakovih šuma u Šumskom gospodarstvu Sisak na površini oko 4 000 ha šuma koje su pred prirodnom obnovom ili su u fazi obnove, zaključili smo da je proces prirodne obnove vrlo težak i općenito uzevši neuspio. Neuspjelo pomlađivanje hrastom lužnjakom u šumskim sastojinama u skupini šumskih ekosustava u mikroudubinama (nizama) te djelomično u skupini šumskih ekosustava u mikrouzvisinama (gredama) ima više razloga koje možemo podijeliti na ekološke, strukturne i one uvjetovane pogrešnim gospodarskim zahvatima. Uzajamnim utjecajem i često povezanošću navedenih razloga manifestira se rezultanta u obliku slabe obnove lužnjakovih sastojina bilo prirodne ili umjetne. Zaključke možemo svrstati u nekoliko točaka:

1. Područje nizinskih šuma od Odranskog polja do zaključno Zelenika kraj Dubice, dakle od gospodarske jedinice Kalje preko gospodarske jedinice Brezovica do gospodarske jedinice Posavske šume doživjelo je značajne promjene u vodnom režimu, što se posebno nepovoljno odrazilo na hrast lužnjak i poljski jasen. Te dvije glavne vrste drveća su u srednjoj ili starijoj dobi, u kojoj se danas nalaze, vrlo su osjetljive na promjene vodnog režima, bilo da se radi o promjeni koja ide ka većem ili manjem vlaženju od dosadašnjega (zamočvarivanje ili pad razine podzemne vode).

Sušenjem i ugibanjem nizinskog brijesta, hrasta lužnjaka i poljskog jasena te često neadekvatnim, nepravodobnim i pogrešnim zahvatima snizila se temeljna drvna masa u sastojinama na području istraživanih gospodarskih jedinica, tako da je danas prosječna drvna mase sastojina od 80 godina 279 m^3 po hektaru, dok normalne sastojine te dobi imaju 430 m^3 po hektaru. Sastojine koje imaju 100 godina i više u

istraživanim gospodarskim jedinicama imaju prosječnu drvnu masu od 286 m^3/ha, dok normalne sastojine u dobi od 100 godina imaju masu oko 540 m^3/ha. Prema tomu u sastojinama od 80 godina ustanovljen je manjak drvne mase od približno 150 m^3/ha, a u sastojinama od 100 godina 254 m^3/ha. Mislimo da je takvo stanje s drvnom masom temeljni problem lužnjakovih šuma ovog područja te da se iz njega dalje manifestiraju manje-više problemi oko obnove tih sastojina.

2. Zbog takva stanja tih sastojina promijenila se specifična šumska klima koja je nužna za funkcioniranje šumskih ekosustava. Nastale su značajne promjene u tim šumama, a posebno u rizosferi i općenito u biokomponenti tla. Vidljive promjene se uočavaju prekomjernom pojavom korovske vegetacije i zamočvarivanjem tla. Takvo stanje vrlo otežava proces prirodne obnove sastojina te zahtijeva krupne intervencije šumara u pripremi tla za obnavljanje sastojina.

3. Prirodnu obnovu ovih šuma trebamo provoditi isključivo u dva sijeka, i to **naplodnim** i **dovršnim.** Pripremni sijek treba isključiti jer se zbog njege dosta snižava drvna masa koja je ionako ispod normalne. Zbog toga je taj sijek izgubio svoje značenje, jer je on uveden u obnovi sastojina koje su imale veliku drvnu masu po hektaru i gdje tlo nije bilo sposobno za prijem žira zbog nagomilanoga sirovog humusa. Prorede odgovarajućih intenziteta mogu zamijeniti pripremni sijek, a treba ih izvoditi sve do početka naplodnog razdoblja.

Izvođenjem više od dvaju sjekova u obliku naknadnih sjekova te sječe bez uroda žira ili ponavljanje naplodnog sijeka bez pomlatka neminovno vodi degradaciji tla i sastojine, gdje o prirodnoj obnovi ne možemo ni govoriti.

Umjetnu obnovu sastojina žirom ili sadnicama nužno je provesti uz načela oplodnih sječa, tj. dovršnu sječu treba obaviti nakon sadnje. Zbog toga je potrebno osigurati permanentnu rasadničku proizvodnju sadnica s golim i s obloženim korijenom.

Oplodne sječe treba voditi tako da se izbjegne potpuna sječa podstojne etaže drveća, jer je njezina uloga nezamjenjiva pri regulaciji svjetla u sastojini i sprečavanju razvoja korova, osobito kod smanjene drvne mase sastojina koje obnavljamo.

4. Pripremi tla za pomlađivanje treba posvetiti veću pažnju nego dosada. Priprema se treba odvijati u pravcu uništavanja korova primjenom odgovarajuće mehanizacije (grebač, rotofreza i dr.) te smanjivanjem prekomjerne vlažnosti pomoću odvodnih kanala »sisavaca«.

Teška mehanizacija razbija horizonte tla, uništava njegovu strukturu i mikrobiološku aktivnost te onemogućava normalnu cirkulaciju vode. Sve to uzrokuje degradaciju tla, koja se najbolje vidi po nemogućnosti pojave pomlatka lužnjaka. U upotrebi mehanizacije i tehnici rada s njom treba unijeti čitav niz promjena koje će se manifestirati i na bolju obnovu.

Isto tako pri gradnji šumskih prometnica treba pomoću više propusta omogućiti bolju horizontalnu cirkulaciju vode kako bismo onemogućili stvaranje kaseta i propadanje lužnjaka u njima.

5. Poremećena biološka ravnoteža nizinskih šuma uvjetuje fiziološko slabljenje pojedinih vrsta drveća i njihovu predispoziciju za napad štetnika i bolesti. Poremećeni urod žira po količini i po dinamici rađanja možemo povezati s fiziološkim slabljenjem hrasta lužnjaka u poremećenim ekosustavima te uz ostale čimbenike (klimatski, štetnici, zagađenost zraka i vode – kisele kiše, mladost sastojina – kratka ophodnja) upotpunjuje spoznaje o problemu uroda. Naša je dužnost da se prilago-

dimo današnjem urodu žira kako bismo uz intenzivniji rad na strukturi sastojine, pripremi tla i intenzivnoj njezi pomlatka prirodno pomladili sastojine.

Prekomjeran broj divljači i nomadska paša ovaca uvelike uništavaju prirodu i remete i tako vrlo otežano prirodno pomlađivanje. Mehaničke štete, koje izazivaju divljač i ovce, zadržavaju hrast lužnjak dugo godina uz samo tlo, zbog čega kasni postizanje gospodarske proizvodnosti i propadanje pomlatka lužnjaka i ostalih vrsta.

Da bismo šumu obranili od napada divljači i stoke te sačuvali žir i pomladak hrasta, potrebno je ograditi odjele koji se pomlađuju, ali prije početka vođenja oplodnih sječa.

6. S njegovanjem pomlatka treba početi još za vrijeme oplodnih sječa i nastaviti vrlo intenzivno nakon njih sve do momenta dominacije lužnjaka nad korovskom vegetacijom. Propadanje pomlatka na ovom području je vrlo često upravo zbog neprovođenja pravodobne njege.

U zadnjem desetljeću primijećeno je više sušnih razdoblja koja su kulminirala izuzetno suhom 1983. godinom. Kako su svi higrofiti osjetljivi na sušu, pa tako i hrast lužnjak, taj klimatski eksces u alternaciji s prekomjernom vlažnošću tla narušava mikroklimu šume i ravnotežu u nizinskim šumama, što se osobito odnosi na vrlo osjetljivo prirodno pomlađivanje.

7. Sastojine kod kojih nije uspjela prirodna obnova, a čiji je obrast pao ispod 0,5, treba obnoviti umjetno koristeći se eventualnim urodom ostalih stabala. Unošenje žira ili sadnica treba obaviti pod zastorom postojećih stabala po načelima oplodnih sječa, uz dobru pripremu tla i njegu mladog naraštaja odmah nakon unošenja.

8. Vrlo je teško, a u mnogo slučajeva i nemoguće, u takvim poremećenim uvjetima u kojima žive te sastojine u 10 godina započeti i završiti oplodne sječe i pomladiti sastojinu. Potrebno je pri izradi osnova gospodarenja inzistirati na pomladnom razdoblju od 20 godina i na mogućnosti da se sječa počne u prvome, a završi u drugom polurazdoblju. Na taj će se način omogućiti bolje iskorištavanje pojedinih uroda žira uz vođenje računa o podjednakim godišnjim sječama po masi odnosno potrajnosti prihoda (progresivna potrajnost).

9. Iako u obnovi nizinskih šuma hrasta lužnjaka dominiraju problemi poremećenih ekoloških i strukturnih karakteristika tih sastojina, smanjene drvne mase ispod normala, problemi uroda žira, zakorovljivanja i zamočvarivanja tla, problemi divljači i stoke, mislimo da to ne može biti razlog da i dalje ne nastavimo radove na prirodnom pomlađivanju tih šuma. Prirodna obnova mora biti osnovica svih gospodarskih zahvata u tim sastojinama, a umjetna obnova bi trebala doći u obzir kao eventualna dopuna prirodne obnove. Umjetnom obnovom treba sanirati one sastojine koje su iz već navedenih razloga dovedene u stanje degradiranosti i koje su zbog toga izgubile svojstvo i obilježje šume.

10. Također mislimo da novonastali uvjeti ne isključuju primjenu gospodarskih zahvata u svim sastojinama, s time da zahvati moraju biti prilagođeni novonastalim uvjetima. U tome se i očituje fleksibilnost šumarske znanosti i prakse da se može prilagođavati svim situacijama kroz koje prolaze šume. Takvih prilagodbi će biti sve više i o njima ovisi opstanak i šuma i šumarstva.

Zbog toga će biti prijeko potrebno veliko ulaganje stručnog rada u sve razvojne stadije sastojina mnogo više nego dosada. Dužnost je svakoga šumarskog stručnjaka da uzgaja i iskorištava stabilne i produktivne šume, što osobito dolazi do izražaja kad je riječ o šumama hrasta lužnjaka.

LITERATURA – LITERATURE

Dekanić, I., 1962: Utjecaj podzemne vode na pridolazak i uspijevanje šumskog drveća u Posavskim šumama kod Lipovljana. Glasnik za šumske pokuse, 15: 5–118.

Dekanić, I., 1974: Značajke uzgoja šuma jugoistočne Slavonije. Zbornik o 100-oj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije, Vinkovci – Sl. Brod.

Dekanić, I., 1979: Uzgojne mjere i proizvodnja u nekim prirodnim sastojinama i kulturama euroameričkih topola slavonskog područja. Šum. list 7–8.

Prpić, B., i dr., 1979: Ekološke značajke nizinskih šumskih ekosistema u svijetlu regulacije rijeke Save. Drugi kongres ekologa Jugoslavije, Zagreb.

Prpić, B., i dr., 1983: Ekološki, biološki i gospodarski aspekt učinka izvođenja vodoprivrednih radova obrambenog sistema srednjeg Posavlja na nizinske šumske ekosisteme. (Izvještaj), Zagreb.

Klepac, D., 1965: Uređivanje šuma. Zagreb.

Klepac, D., 1976: Some use of permanent plots in growth and yield research in even-aged penduculate oak stands in the SR Croatia of SFR Jugoslavija. Skogshoghkolan Royal College of Forestry, Stocholm.

Kovačić, D., 1981: Raspodjela učestalosti broja stabala i drvne mase kao mjere unapređenja šumske proizvodnje u nekim prirodnim sastojinama hrasta lušnjaka u SR Hrvatskoj. Disertacija, Zagreb.

Matić, S., 1971: Prirodno pomlađivanje poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) u Posavini. Savjetovanje o Posavini: 343–346, Zagreb.

Matić, S., i dr., 1979: Rezervati šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar. Studija ekološko-uzgojnih osobina, Nova Gradiška.

Rauš, Đ., 1975: Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spačva. Glasnik za šumske pokuse 18, Zagreb.

******** Gospodarske osnove za jedinice gospodarenja: »Brezovica«, »Posavske šume«, »Lonja« i »Kalje«.

Matić, S., Prpić, B., Rauš, Đ., Meštrović, Š.: Obnova šuma hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak.
Glas. šum. pokuse 30:299–336, Zagreb, 1994

Original scientific paper

SLAVKO MATIĆ, BRANIMIR PRPIĆ, ĐURO RAUŠ, ŠIME MEŠTROVIĆ

REGENERATION OF THE PEDUNCLED OAK FORESTS IN THE SISAK FOREST MANAGEMENT

Summary

A research into the issues of the peduncled oak regeneration on 4000 ha of forests in the Sisak forest management, which are either facing natural regeneration or are in the phase of it, has shown that the process of the regeneration is going through serious difficulties and has generally been unsuccessful. In the forest stands of a group of forest ecosystems in microindentations and partly in another group of forest ecosystems upon microelevations, there are several reasons which may be divided into ecological, structural and those caused by wrong management. Mutual influence and frequently and interaction of the mentioned reasons have resulted in a weak natural or artificial regeneration of the peduncled oak stands. The conclusion may be listed as follows:

1. The flatland forest region from the Odransko Polje to Zelenika near Dubica encompassing the management units of Kalje, Brezovica and Posavske Šume, has been going through considerable changes in their water regime, which has had a particularly unfavourable effect upon the peduncled oak and the field ash. Middle-aged or old, these two major tree species are extremely susceptible to the water regime oscillations, either in terms of higher or lower moisturizing than before (swamping or fall of groundwater level).

The dieback of the lowland elm, peduncled oak and field ash, and also inadequate and wrong forestry activities have all resulted in the reduction of the basic wood mass in the stands of the investigated management units. Thus is the average wood mass of the 80-year-old stands today 279 m^3 per hectare, normal stands of that age having 430 m^3/ha. The 100-year-old and older stands in the investigated management units have an average wood mass of 286 m^3/ha, while normal stands of the same age have a mass of about 540 m^3/ha. For the mentioned stand categories the wood mass deficit is about 150 m^3 and 254 m^3 per ha respectively. In our opinion is the wood mass status the basic issue in the peduncled oak forests of the region, and all others associated with the regeneration of these stands are its manifestations.

2. Due to this situation, the specific forest climate needed for functioning of the forest ecosystems has changed. Considerable changes in these forests have taken place, particularly in the rhizosphere and the biocomponent of the soil in general. An obvious manifestation of the change is the appearance of weeds and soil swamping. The situation is unfavourable for the process of natural regeneration of the stands and requires considerable activities from the foresters in terms of soil preparation.

3. Natural regeneration should be carried out only in two types of felling: seed and final. The preparatory felling should be omitted, as it rather reduces the wood mass which is anyhow under the normal rate. Therefore is this kind of felling of no importance; it had been introduced in the regeneration of the stands that had big wood mass per hectare and where the soil was not capable to accept the acorn for the heaped up raw humus. Selection cuts of adequate intensity could replace the preparatory felling and they should be carried out until the beginning of the fecundative period.

More than two fellings performed as subsequent ones, and the felling without the acorn harvest, or otherwise repetition of the seed felling without young trees will definitely lead to soil and stand degradation, so that natural regeneration is out of the question.

Artificial stand regeneration by acorn or seedlings is to be carried out by the principles of seed fellings, i. e. the final felling should be done after the planting. Therefore it is necessary to enable permanent seedling production with both naked and dressed roots.

Seed fellings should be done so as to avoid the clear cut of the bottom tree layer whose role in light regulation of the stand and prevention of weed spreading is indispensable, particularly so in the case of reduced wood mass we are regenerating.

4. Soil preparation for regeneration is to be paid more attention than so far. It should be directed to weeding by means of adequate Mechanization and reduction of superfluous moisture by way of dykes.

Heavy mechanization breaks soil horizons and destroys its structure and microbiological activities; it also prevents normal water circulation. All that may lead to soil degradation, the proof being the absence of young peduncled oak trees. mechanization and the technique itself require a number of changes that will be reflected upon better regeneration.

Forest road building will also require more outlets for better horizontal water circulation in order to prevent cassettes which cause the oak trees fall in.

5. Disturbed biological balance of the flatland forests leads to physiological weakness of certain tree species and their submittance to harmful insects and diseases. The disturbed acorn harvest in terms of quantity and crop dynamics is to be associated with the physiological weakening of the peduncled oak in the disturbed ecosystems; there are other factors such as climate, pests, air and water pollution – acid rain; the youth of the stand – short rotation. Our task is to adapt to the present crop of acorn in order to be able to carry out the regeneration of the stands.

The surplus of game and nomadic sheep grazing largely destroy the environment and disturb the natural regeneration which has already been threatened. Mechanical damage caused by game and sheep retain the peduncled oak near the soil for many years, so that the economic productivity is late and no young trees of both the oak and other species can appear.

In order to protect the forest from wild and domestic animals and to preserve the acorn and young trees, sections should be fenced for regeneration before seed fellings.

6. Young trees should be tended as early as during the seed fellings. It should continue until the pedencled oak has grown big enough to dominante above the

weed vegetation. The disappearance of young trees in this region is very frequently caused by the absence of tending at the right time.

The last decade has witnessed several dry periods that culminated in 1983. Since all hygrophytes are susceptible to draught, the peduncled oak is no exception. Such climatic excess combined with superflous moisture of the soil disturbs the forest microclimate and the balance in flatland forests, affecting the very fragile natural regeneration.

7. The stands where natural regeneration did not succeed and whose coverage dropped under 0.5, should be regenerated artificially by using the possible crop of other trees. The introduction of the acorn or seedlings should be done under the canopy of the existing trees by the principles of seed fellings and with good soil preparation and tending of young trees immediately after their being introduced.

8. In such disturbed conditions it is very difficult, and sometimes even impossible, to begin and finish seed fellings and regeneration in 10 years. In the management plan it is necessary to insist on the regenerative period of 20 years and the possibility to begin the felling in the first and second half-period. Thus will the individual acorn crops be used more optimally.

9. The major issues in peduncled oak flatland forests arise from the disturbed ecological and structural characteristics of the stands; reduction of wood mass; acorn crop problems; weeding and swamping of the soil; game and cattle. However, all this must not be the reason for abandoing the work on natural regeneration of these forests. Natural regeneration must be the foundation of all management operations in these stands, while the artificial one could be considered as supplementary possibility. The latter may be taken into consideration with those stands that have already arrived into the state of degradation and lost the properties of a forest.

10. Likewise, the new conditions should not eliminate the application of the management operations in all stands, they should be adapted to the new conditions. Forestry should be flexible enough to adapt to all situations a forest may go through. Such flexibility should be increasingly present as the survival of the forests, and forestry itself will depend upon it.

Great investments in terms of expert work into all development phases of stands will more than ever be needed in future. The task of every forester is to grow and use stable and productive forests, which is of particular importance in the case of the peduncled oak.

Rauš, Đ., Matić, S.: Istraživanja vegetacijskih i uzgojnih problema obične breze (*Betula pendula* Roth.) na području Požege i Slatine. Glas. šum. pokuse 30:337–360, Zagreb, 1994

UDK 630*232 + 630*182 + 630*91]:582.632.1(497.13) Izvorni znanstveni članak

ĐURO RAUŠ & SLAVKO MATIĆ

ISTRAŽIVANJE VEGETACIJSKIH I UZGOJNIH PROBLEMA OBIČNE BREZE (*Betula pendula* Roth.) NA PODRUČJU POŽEGE I SLATINE

RESEARCH ON THE VEGETATION AND SILVICULTURAL PROBLEMS OF COMMON BIRCH (*Betula pendula* Roth.) ON THE POŽEGA AND SLATINA AREAS

Prispjelo: 15. 07. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

Autori su u radu obradili sjemenarsku i rasadničku problematiku obične breze. Istraživali su vegetacijsko-ekološke uvjete razvoja sastojina obične breze te opisali šumske fitocenoze koje ona tvori kod nas.

Izradili su strukturu brezovih šuma i u zaključcima predložili način gospodarenja brezovim sastojinama i postupke za podizanje kultura obične breze.

Ključne riječi: obična breza, sjeme, rasadnik, biljne zajednice, struktura, gospodarenje brezovim sastojinama.

UVOD

Obična breza (*Betula pendula* Roth) je predstavljala sporednu i malo cijenjenu vrstu drveća kako kod nas tako i u šumarstvu Evrope. Zbog svojih poznatih bioloških svojstava i ekoloških zahtjeva ima svojstvo pionirske vrste drveća koja osvaja slobodne površine i površine koje se prirodno pomlađuju unutar areala sastojina hrasta kitnjaka i obične bukve. U današnjim vrlo složenim gospodarskim i ekološkim uvjetima koji se jednostavno rečeno odražavaju na pomanjkanje drveta općenito, a posebno u kemijskoj preradi te u propadanju i sušenju više nekad stabilnih vrsta drveća, obična breza je naglo iskočila u prvi plan. Danas je mnogi istraživači svrstavaju u drvo budućnosti, a pri tome imaju u vidu kvalitetu drvne mase za preradu, otpornost na štetne polutante u zraku, relativno mali broj prirodnih štetnika te ralativno dobar prirast drvne mase u prirodnim sastojinama i kulturama.

Imajući u vidu današnji trenutak šumarstva i prerade drveta u Republici Hrvatskoj, naša saznanja o brezi koja su podkrepljena saznanjima do kojih su došli istraživači Europe i Amerike, pokušat ćemo u kratkim crtama opisati polazište s kojeg trebamo danas krenuti da bi povećali proizvodnju breze uz uvjet stabilnih i perspektivnih sastojina koje će osigurati tu proizvodnju.

Naša saznanja o brezi i njenim sastojinama su već takva da sa sigurnošću možemo definirati poslove i zadatke koje moramo obavljati da bi s jedne strane proizvodnja odmah počela, a istovremeno permanentna istraživanja bi trebala stalno unapređivati tu proizvodnju.

Prije svega moramo se odmah složiti da proizvodnju breze možemo obavljati u prirodnim sastojinama unutar njenog areala rasprostranjenja i u novoosnovanim šumskim i intenzivnim kulturama.

U prirodnim sastojinama trebamo promjeniti odnos prema brezi te kod njega sastojina bilo čišćenjem ili proredama voditi računa da u povoljnim omjerima smjese ophodnja breze može biti i do 60 godina bez veće opasnosti za matičnu autohtonu sastojinu u kojoj je ona primješana. U čistim brezicima čišćenje i proreda se može obavljati uz načine i intenzitete koje je već usvojila šumarska praksa za regularne sastojine visokog uzgojnog oblika.

Naša saznanja o metodama rasadničarske proizvodnje breze su takva da odmah možemo pristupiti proizvodnji sadnog materijala u rasadnicima bilo na lijehama ili čak i u kontejnerima.

S obzirom da nam je cilj gospodarenja s brezovim kulturama poznat možemo odmah pristupiti podizanju šumskih ili intenzivnih kultura breze na površinama predviđenim za proširenu biološku reprodukciju.

Uz radove koje možemo odmah započeti neophodno je vrlo intenzivno raditi na istraživanjima unapređenja proizvodnje breze u prirodnim sastojinama, rasadnicima i kulturama.

SJEMENARSKA I RASADNIČARSKA PROBLEMATIKA OBIČNE BREZE
PROBLEMS ASSOCIATED WITH SEED AND SEEDLING PRODUCTION AF COMMON BIRCH

Plodna resa obične breze sadrži oko 500 plodova koji su zreli već u drugoj polovici lipnja ili početkom srpnja. Od tog vremena treba ih skupljati vodeći računa da se skupljanje obavi prije raspadanja resa. Grane s resama treba povezati u snop i objesiti u suhoj prostoriji. Dobro je da se samo raspadanje obavi na nekoj kompaktnoj podlozi da bi se sjeme moglo jednostavno skupiti i prosijati.

Klijavost sjemena u doba raspadanja resa iznosi oko 30 posto. Klijavost se kod jednostavnog čuvanja zadrži oko 6 mjeseci. Ako se snizi vlaga približno na 15 posto te smjesti u hermetičke posude i drži na niskoj temperaturi (-4 do -10°C), klijavost se može sačuvati i do dvije godine. Taj način čuvanja nema neku veliku praktičnu primjenu zbog velike mogućnosti sakupljanja svježeg sjemena svake godine.

Da bi detaljnije istražili mogućnost raznolike i svrsihodnije rasadničke proizvodnje obične breze, obavili smo dosta opsežna istraživanja djelomice u rasadniku

»Hajderovac« šumarije Kutjevo i djelomice u šumskom vrtu Katedre za uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta u Zagrebu.

U rasadniku »Hajderovac« sjetva je obavljena 8.06.1987. godine na supstratu koji se sastoji od tri dijela šumskog humusa (sastojina hrasta i graba) pH 5,1 i jednog dijela treseta »Novobalt« pH 3,8.

Sjetva je obavljena u ovim varijantama:

I. Sjetva u plasteniku
   a) 10 g sjemena breze na 1 m^2
   b) 20 g " " " "
   c) 40 g " " " "
   d) 60 g " " " "
II. Sjetva na otvorenome, iste količine kao u plasteniku
III. Sjetva u kontejnere »Bosnaplast« (u plastiku); jedan kontejner ima 33 komore
IV. Sjetva u papirne lončiće kontejnera (u plasteniku)
V. Sjetva u role »Nisule« (u plasteniku)

Sjetva na gredicama i kontejnerima obavljena je omaške. Pokriveno je nakon sjetve tresetom u sloju oko 1 cm uz svakodnevno zalijevanje tri do pet puta na dan, a na otvorenom dva do tri puta u toku radnog vremena.

U šumskom vrtu Šumarskog fakulteta posijali smo sjeme obične breze na gredici površine 14 m^2 u klasičnoj rasadničkoj proizvodnji. Sjeme je skupljeno u veljači 1987. godine, a sjetva je obavljena 7.04.1987. godine. Sijano je 142 g na 1 m^2 na gredicu koja je obrađena i gnojena stajnjakom. Sjeme je ovlaš pokriveno tankim slojem komposta te malčirano granama tise i pokriveno žičanom mrežom radi zaštite od ptica. Obilno se zalijevalo svakog jutra. Sjeme je počelo nejednako klijati deseti dan i klijalo je sve do kraja svibnja. U početku klijanja tisove grane podignute su na mrežu, a na kraju klijanja krajem svibnja mreže i grane zamijenjene su ljesama protiv jare na visinu od jednog metra iznad tla.

Analizirajući dobivene rezultate iz pokusa u jednom i drugom rasadniku, došli smo do rezultata koji ćemo u skraćenom obliku iznijeti.

Rasadnička proizvodnja obične breze moguća je i u klasičnom rasadniku na otvorenome i u plasteniku. Pri tome moraju biti zadovoljeni neki osnovni uvjeti.

Potrebno je obaviti dobru pripremu tla gnojenjem, sjetvu oko 60 g po 1 m^2, lagano pokrivanje i malčiranje sjemena po mogućnosti granama četinjača. Obilno zalijevanje i nakon klijanja zaštita od jare dalji su uvjeti koji se moraju postići u takvoj proizvodnji. Sjetvu treba obaviti što ranije, po mogućnosti u travnju. Takvim načinom proizvedeno je sadnica breze 1 + 0 po 1 m^2, i to 68 komada u visinskom rasponu od 1 cm do 78 cm.

Sjetva i uzgoj breze u plasteniku ima bolje rezultate od klasične sjetve uz izostavljanje malčiranja i zasjenjivanja biljaka.

Obično zalijevanje u toku cijele vegetacije pokazalo se nužnim ako želimo uspješnu proizvodnju.

Osim skupljenog sjemena u veljači 1987. godine moguće je skupiti i novo sjeme u lipnju koje zasijano vrlo brzo i obilno klija. Na taj način dobiva se na vremenu u uzgoju sadnica breze, s tim da se iz takva sjemena uzgajaju sadnice 2 + 0, a ako želimo uzgoj sadnica 1 + 0, onda to moramo načiniti iz sjemena skupljenoga iz uroda prošle godine.

Rezultati dobiveni od uzgoja breze u rolama »Nisula« daju nam pravo na zaključak da je ta proizvodnja moguća. Za jednu vegetaciju dobivene su sadnice prosječne visine 15 cm, korjenova sustava od 15 do 18 cm i debljine korjenova vrata 2,2 mm. Proizvodnja je obavljena u uvjetima plastenika.

Uzgoj sadnice breze u papirnim lončićima pokazao se moguć uz napomenu da je ekonomičnost takva uzgoja pod znakom pitanja.

Uzgoj sadnica u plasteniku u kontejnerima »Bosnaplast« u izvedenim pokusima dao je nezadovoljavajuće rezultate.

Zadovoljavajuće rezultate dao je pokus presadnje uzgoja jednogodišnjih sadnica breze u kontejnere »Bel«. Jednogodišnje sadnice breze pakirane su u te kontejnere veličine 7 × 20 cm u zimi 1987/88. U ljeto 1988. godine kontejneri su preneseni na teren te je osnovana šumska kultura, koja pokazuje dobar trend razvoja.

Na kraju možemo zaključiti da je moguće proizvesti potreban broj sadnica jednogodišnje i dvogodišnje breze u klasičnoj rasadničkoj proizvodnji i u plasteniku, a i u kontejnerskoj proizvodnji različitih tipova kontejnera.

VEGETACIJSKO-EKOLOŠKA PROBLEMATIKA BREZOVIH SASTOJINA
PROBLEMS ASSOCIATED WITH VEGETATION AND ECOLOGY OF BIRCH STANDS

Breza je vrsta drveća koja izraste do 30 m visine, promjera do 60 cm, starosti obično 80 do 100 godina. Pripada eurosibirskom elementu, javlja se u većem dijelu Evrope, od sjeverne Španjolske, Sicilije, Rodosa i Kavkaza do Skandinacije (65 °N). Ide daleko na istok sjevernom Azijom do Japanskog mora i Mongolije. U visinu ide do zunatnih nadmorskih visina: u Norveškoj do 600 metara, u Harzu i Erzgebirgeu blizu 1 000 m, u Alpama i Visokoj Tatri do 1 500 m, a u Pirinejima i na Etni do približno 2 000 m.

Unutar svog areala većinom se javlja pojedinačno ili u skupinama. U srednjoj Rusiji i Sibiru dolazi na velikim površinama, u čistim sastojinama ili zajedno s bijelom jahom, trepetljikom i običnim borom. Njezin habitus karakterizira vitko deblo i rijetka krošnja s (od 20 god.) brojnim visećim grančicama. U prvim godinama je razgranata srčanica, dok s vremenom ne poprimi oblik tipičnoga čupavog korijenskog sustava. Njezino korijenje dobro se prilagođava uvjetima tla i reagira osjetljivo na vodu i hraniva, ako se nalaze različito raspoređeni u horizontima tla.

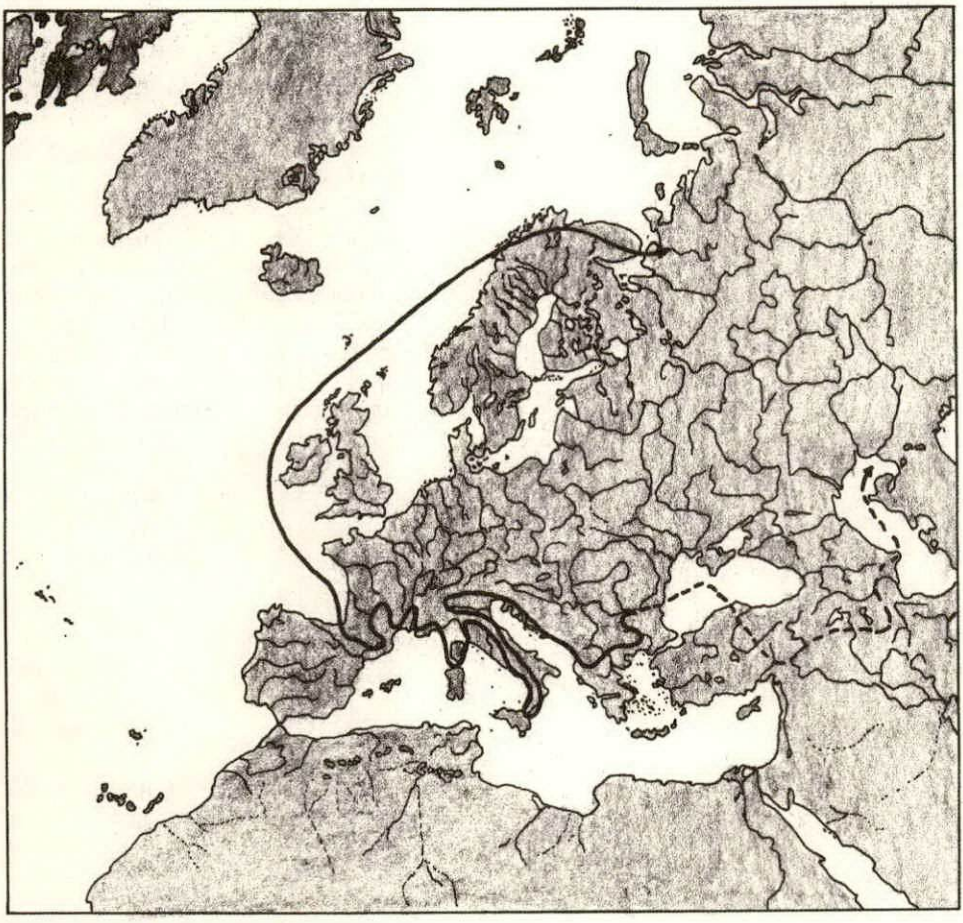
Prostorni areal obične breze upućuje na njezinu široku ekološku amplitudu (graf. I.). Ona je među evropskim drvećem jedna od najizdržljivijih prema niskim temperaturama. Vrlo je otporna na mraz, njezini poluotvoreni pupovi podnose temperaturu i do −4 °C. Na sušu i ljetne vrućine osjetljiva je samo u prvim godinama života.

U pogledu zemljišta malo je izbirljiva, raste na siromašnim, opodzoljenim vlažnim i kiselim, ali s druge strane i dosta suhim tlima. Budući da je breza u našoj zemlji na južnoj granici svog areala, s toplim i suhim ljetima, razumljiva je njezina vezanost za svježija, uglavnom podzolasta tla.

Obična breza dobro podnosi dim, tvorničku prašinu i štetne plinove, te je pogodna za uzgoj u industrijskim područjima. Izraziti je heliofit. Počinje listati, a ubrzo toga cvjetati krajem ožujka do svibnja. Na otvorenim položajima započinje

AREAL OBIČNE BREZE (BETULA PENDULA Roth.) po Th. Schmuckeru, 1942.

Graf. I



fruktificirati nakon 10 godina, a u sklopu u 20-im do 30-im godinama. Obilno i često fruktificira – u 1 kg sjemena ima više od milijun i pol plodova klijavosti 10 do 30 posto. Plodovi sa stabla otpadaju od lipnja pa sve do zime, oni otpali ljeti mogu proklijati još iste godine. Za klijanje potrebna joj je stalna vlaga tla, a ako je nema, ponik masovno propada.

Visinski rast je u prvoj i drugoj godini malen, zatim je vrlo velik – do 1 m na godinu, poslije 50 do 60 godina vrlo je malen, nakon 60-te godine života prirašćuje u pravilu samo u debljinu.

Obična breza pionirska je vrsta koja zajedno s trepetiljikom i ivom prva zauzima površine u kojima se prirodno širi šuma. Odlično drenira tlo, obogaćuje ga kalcijem i snizuje mu kiselost te aktivira nitrifikatore, no mikroklimu popravlja manje nego što se to obično pretpostavlja. Drvo breze je bakuljavo, dobro se obrađuje i savija, male je trajnosti i velike snage ogrijevanja (10 400 MJ/m^3). Sadržaj celuloze iznosi oko 40 posto.

BIOTOP OBIČNE BREZE NA ZAPADNOM PAPUKU I PSUNJU
BIOTOPE OF COMMON BIRCH ON THE WESTERN SIDES OF THE PAPUK AND PSUNJ MT.

Obična breza na Papuku i Psunju se javlja pojedinačno od 300 do 980 m n.v., a sastojina (fitocenoza) breze od 600 do 900 m n.v. Ona obrasta sjeverne i južne ekspozicije, tj. dolazi na nekadašnjim staništima bukve i hrasta kitnjaka. Inklinacija takvih terena obično je velika i kreće se od 30° do 45°. Geološka podloga Papuka i Psunja izgrađena je od starih eruptivnih stijenja granita i gnajsa, ali obično prevladavaju pješčenjaci i silikatne stijene. Na takvoj geološkoj podlozi razvila su se tla kisele reakcije: smeđa tla na silikatima i pješčenjacima i podlozi, a nalazimo na zaravnima pseudoglejna i lesivirana tla. Papuk i Psunj veoma su bogati izvorskom vodom, pa gotovo u svakom jarku žubori potok. Inače na njih padnu velike količine oborina (1 100 mm) i kada one naglo padaju u obliku proloma oblaka, tada se stvaraju bujična područja i svi potoci nose goleme količine krupnijeg i sitnijeg kamenja i ostale drobine. Na taj način erodiraju strme površine staništa obične breze i dešavaju se veliki odroni osobito na novoizgrađenim cestama.

Tab. I.

UREĐAJNI RAZRED BREZE G.j. »ZAPADNI PAPUK I-X«

THE MANAGEMENT CLOSS OF THE BIRCH M.U. »ZAPADNI PAPUK I-X«

Odjel odsjek	Površina (ha)	Dob (god.)
4 d	7,96	30
5 c	28,68	30
5 e	10,11	35
6 a	5,63	35
7 b	4,64	35
9 c	15,72	30
10 a	30,45	40
11 c	16,19	40
20 a	12,01	25
76 e	8,50	20
77 c	10,17	30
UKUPNO: 150,06		

Odjeli i odsjeci s više od 20 posto udjela breze u ukupnoj drvnoj masi odsjeka

Odjel odsjek	Površina (ha)	Dob (god.)
11 a	4,29	40
14 a	1,18	35
15 a	4,61	35
17 a	4,37	30
21 a	24,48	25
22 a	13,77	30
23 a	11,91	30
23 c	3,24	30
27 b	41,57	40
28 a	32,64	40
30 a	22,18	30
30 b	2,73	50
35 b	2,20	60
45 b	4,23	35
UKUPNO: 173,40		

UREĐAJNI RAZRED BREZE G.j. »ZAPADNI PAPUK II

THE MANAGEMENT CLOSS OF THE BIRCH M.U. »ZAPADNI PAPU2K II«

Odjel odsjek	Površina (ha)	Dob (god.)
22 a	5,11	55
23 a	39,23	50
24 a	30,79	50
25 a	21,54	50
25 c	11,98	45
30 a	2.18	45
32 c	4,26	40
33 b	4,74	40
51 a	18,57	30
52 a	29,70	25
73 k	5,58	25
	UKUPNO: 182,84	

Odjeli i odsjeci s više od 20 posto udjela breze u ukupnoj masi odsjeka

Odjel odsjek	Površina (ha)	Dob (god.)
17 b	2,19	70
19 a	16,92	45
20 c	2,48	30
24 b	6,05	40
27 a	14,67	40
29 b	25,00	70
29 c	5,21	50
29 d	8,93	40
30 b	30,85	70
30 c	13,33	40
31 c	4,00	40
31 e	5,444	45
47 c	48,18	30
49 b	4,93	30
61 a	11,16	50
85 a	37,54	40
86 b	3,14	30
87 a	45,51	40
90 a	38,95	40
97 a	47,15	50
99 a	63,44	65
100 a	63,64	60
	UKUPNO: 508,34	

ŠUMSKE FITOCENOZE OBIČNE BREZE NA PAPUKU I PSUNJU

FOREST PHYTOCENOSES OF COMON BIRCH ON THE PAPUK AND PSUNJ MT.

Hrastovo-brezove šume tala kiselih reakcija nalaze se u cijeloj Europi i poklapaju se u potpunosti s arealom hrasta kitnjaka. Najviše su rasprostranjene u Fruncuskoj i Portugalu, tj. u atlanskom području zapadne Europe. Brezove šume Europe ujedinjuju se u svezu *(Quercion robori-petraeae* Br. - Bl. 1932), koja tako izolirana stoji da ujedno čini jedan jedini red i razred *(Quercetalia-robori-petraeae* Tüxen 1931 i *Quercetea robori-petraeae* Br. -Bl. et Tüxen 1943). Stoga su u našoj tablici broj II sve svojstvene vrste zajedno prikazane s ostalim vrstama.

Nakon šireg proučavanja brezovih šuma u Hrvatskoj navest će se i lokalno karakteristične ili svojstvene vrste u nas.

Možemo napomenuti da su istraživači srednje Europe mnogo manje posvetili odgovarajuću pažnju acidofilnim hrastovo-brezovim šumama. U nas su one dosta zanemarene. Na te šume u našim predjelima upozoravali su već početkom stoljeća Beck von Mannagetta (1901) i L. Adamović (1910) kada su pisali o »acidofilnim formacijama breze«.

Fitocenološki sastav brezovih zajednica u g.j. »Zapadnog Papuka i Psunja« donosimo u tablici broj II. Iz nje se vidi zastupljenost pojedinih vrsta u toj šumi.

Tab. II.

Zajednica:	*Pteridio-Betuletum* Tr.-ić et Šug. 1977				*Betulo-Fagetum* ass. nova			STUPANJ Udjela
Areal vrste:	Acidofilne kitnjakove šume				Bukva – jela			
Odjel/Odsjek:	Z. Papuk I 76a	Psunj 22c	Psunj 22c	Psunj 21c	Z. Papuk II 52a	Z. Papuk II 24a	Z. Papuk II 24 a/b	
FLORNI SASTAV								
I. Sloj drveća:								
Betula pendula	5.5	4.5	4.5	5.5	2.3	2.3	2.3	V
Fagus sylvatica	.	+	+	.	1,3	.	.	IV
Quercus petraea	+	.	.	1.1	.	1.1	+	III
Carpinus betulus	+	.	.	.	1.2	+	+	III
Prunus avium	+	.	.	.	.	+	R	III
Populus tremula	.	1.1	1.1	.	.	+	.	III
Fraxinus ornus	.	.	.	+	R	.	.	II
Acer pseudoplatanus	.	.	.	.	.	1.1	+	II
Acer platanoides	.	.	.	.	.	1.1	+	II
Salix capraea	.	.	R	.	.	.	.	I
Pinus sylvestris	.	.	.	+	.	.	.	I
Abies alba	.	.	.	.	.	.	*1.1*	*I*
II. Sloj grmlja:								
Corylus avellana	+ .2	2.2	2.3	2.2	1.2	.	+	V
Fagus sylvatica	R	+	.	+	1.2	1.2	+	V
Crataegus monogyna	1.2	+	1.2	.	R	.	+	IV
Pyrus pyraster	+	.	+	R	R	.	.	III

Populus tremula	+	1.2	+	1.2	.	.	.	III
Juniperus communis	(+)	1.2	1.2	1.2	.	.	.	III
Rubus idaeus	.	+	.	+	.	1.2	1.2	III
Carpinus betulus	1.2	+	.	.	1.3	.	.	III
Genista ovata	+	.	+.2	+	.	.	.	III
Rosa canina	+	+	+	.	.	.	.	III
Quercus petraea	.	+	+	+	.	.	.	III
Ilex aquifolium	.	+.2	+	+	.	.	.	III
Abies alba	.	.	.	.	1.1	2.3	2.3	III
Lembotropis nigricans	+	.	.	+.2	.	.	.	II
Chamaecytisus hirsutus	.	+	.	+	.	.	.	II
Fraxinus ornus	.	.	+	+	.	.	.	II
Sorbus torminalis	.	.	+	R	.	.	.	II
Daphne mezereum	.	.	.	.	+	.	+	II
Sambucus nigra	.	.	.	.	.	+	1.2	II
Cornus sanguineus	+	.	.	.	.	.	.	I
Betula pendula	.	.	2.2	.	.	.	.	I
Picea abies	.	+	.	.	.	.	.	I
Pinus sylvestris	.	+	.	.	.	.	.	I
Prunus avium	.	.	.	.	.	+	.	I
Sambucus racemosa	.	.	.	.	.	.	+	I
Acer pseudoplatanus	.	.	.	.	.	.	1.2	I
Rubus fruticosus	.	.	+	.	.	.	.	I
III. Sloj prizemnog rašća								
Rubus hirtus	+	+	+.2	.	+	2.3	2.3	V
Gentiana asclepiadea	.	+.2	+.2	+	.	+.2	+	IV
Festuca sylvatica	.	3.3	3.5	2.3	1.2	.	+.2	IV
Senecio nemorensis	.	+	+	.	1.1	2.2	2.3	IV
Fragaria vesca	+	+	+	+	.	.	.	III
Viola reichenbachiana	+	.	+	.	+.2	+.2	.	III
Pirola rotundiofolia	.	1.2	+.2	+.2	.	+	.	III
Solidago virga aurea	.	+	+	+	.	+	.	III
Prenanthes purpurea	.	+	+	.	.	+	+	III
Salvia glutinosa	.	+	+	.	.	1.2	1.2	III
Pteridium aquilinum	2.3	.	.	5.5	1.2	.	.	III
Mycelis muralis	+	.	.	.	+	.	+	III
Melampyrum pratense	R	+.2	+	.	.	.	.	III
Luzula luzuloides	.	1.2	1.2	2.3	.	.	.	III
Hieratium murorum	.	+	+	+	.	.	.	III
Chrysanthemum corymbosum	.	+	1.2	+	.	.	.	III
Dactylis glomerata	.	+.2	R	+	.	.	.	III
Digitalis ambiqua	.	+	+	+	.	.	.	III
Achillea distans	.	+	+	+	.	.	.	III
Galium sylvaticum	.	+.2	1.2	.	+	.	.	III
Galium odoratum	.	.	.	.	1.2	+.2	1.2	III
Sanicula europaea	+	.	.	.	+.2	+.2	+	III
Melica uniflora	+.2	.	.	.	+.2	.	.	II
Ajuga reptans	+	.	.	.	+	.	.	II
Luzula pilosa	+	+.2	.	.	.	.	.	II
Luzula sylvatica	.	+	.	.	.	+	.	II
Hypericum perforatum	.	+	.	+	.	.	.	II
Campanula trachelium	.	+	+	.	.	.	.	II
Blanthera bifolia	.	+	.	.	.	+	.	II
Eupatorium cannabinum	.	.	R	.	.	.	+	II
Acer pseudoplatanus	.	.	R	.	.	.	+	II
Carex pilosa	.	.	+	.	+	.	.	II
Euphorbia dulcis	.	.	+	.	.	.	+	II
Circaea lutetiana	.	.	.	.	+	.	+	II
Carex sylvatica	.	.	.	.	+	+	.	II
Galeopsis tetrahit	.	.	.	.	+	.	+	II
Athyrium filix femina	.	.	.	.	.	1.2	+.2	II
Lamiastrum galeobodolon	.	.	.	.	.	+	+.2	II
Mercurialis perennis	.	.	.	.	.	1.2	1.3	II
Dryopteris filix mas	.	+.2	.	.	.	+.2	+.2	II
Actaea spicata	.	.	.	.	.	1.2	+	II
Carex sylvatica	1.2	.	.	.	.	.	.	I
Festuca heterophylla	1.2	.	.	.	.	.	.	I

Peucedanum oreosalinum	R	.	.	.	.	.	.	I
Carpinus betulus	1.2	.	.	.	.	.	.	I
Prunella vulgaris	+	.	.	.	.	.	.	I
Potentila tormentila	+	.	.	.	.	.	.	I
Brachypodium sylvaticum	+ .2	.	.	.	.	.	.	I
Cruciata glabra	+	.	.	.	.	.	.	I
Populus tremula	.	+	.	.	.	.	.	I
Veronica officinalis	.	.	.	+	.	.	.	I
Helleborine latifolia	.	+	.	.	.	.	.	I
Epilobium montanum	.	+	.	.	.	.	.	I
Epilobium angustifolium	.	.	+	.	.	.	.	I
Veronica chamaedrys	.	.	+	.	.	.	.	I
Stellaria holostea	.	.	+	.	.	.	.	I
Chephalanthera alba	.	.	+	.	.	.	.	I
Satureia vulgaris	.	.	R	.	.	.	.	I
Calamagrostis epigeios	.	.	.	+	.	.	.	I
Quercus petraea	.	.	.	+	.	.	.	I
Campanula rotundifolia	.	.	.	+	.	.	.	I
Rubus fruticosus	.	.	.	+	.	.	.	I
Glechoma hirsuta	.	.	.	.	1.2	.	.	I
Urtica dioica	.	.	.	.	+	.	.	I
Millum effusum	.	.	.	.	+	.	.	I
Pulmonaria officinalis	.	.	.	.	R	.	.	I
Cardamine bulbifera	.	.	.	.	+	.	.	I
Heracleum sphondilium	.	.	.	.	+	.	.	I
Geranium robertianum	.	.	.	.	R	.	.	I
Lilium martagon	.	.	.	.	+	.	.	I
Asarum europaeum	.	.	.	.	1 + 2	.	.	I
Scrophularia nodosa	.	.	.	.	.	+	.	I
Veronica montana	.	.	.	.	.	+	.	I
Rubus ideeus	.	.	.	.	.	1.2	.	I
Abies alba	.	.	.	.	.	1.1	.	I
Impatiens noli tangere	.	.	.	.	.	+	.	I
Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	+	.	I
Polygonatum multiflorum	.	.	.	.	.	.	+	I
Asperula taurina	.	.	.	.	.	.	1.2	I
Viola odorata	.	.	.	.	.	.	+ .2	I
Euphorbia amygdaloides	.	.	.	.	.	.	+	I
Heotia nidus avis	.	.	.	.	.	.	+	I
Carex maxima	.	.	.	.	.	.	+ .2	I
Paris quadrifolia	.	.	.	.	.	.	+	I
Lunaria rediviva	.	.	.	.	.	.	+	I

Obična breza tvori fitocenoze u zapadnom Papuku i Psunju, a u istočnim i južnim dijelovima dolazi vrlo rijetko, i to samo pojedinačno. Inače obična breza veoma je plastična vrsta i ima široku ekološku amplitudu.

STRUKTURA I OSTALA OBILJEŽJA BREZOVIH ŠUMA NA PAPUKU
STRUCTURE AND OTHER CHARACTERISTICS OF THE BIRCH FORESTS ON MT. PAPUK

Radi utvrđivanja nekih strukturnih pokazatelja tipičnih prirodnih sastojina u kojima obilnije u omjeru smjese sudjeluje i obična breza položene su četiri pokusne plohe na Papuku, šumarija Kamensko, gospodarske jedinice »Zapadni Papuk I i II«.

Nakon utvrđivanja strukture na tim pokusnim plohama doznačena su stabla za

proredu, a intenziteti prorede zadani su formulom $I = 1/n \times 100$ (Matić 1985), gdje je I – intenzitet prorede, a n – dob sastojine izražena u desetljećima, a sve s ciljem da se utvrdi utjecaj uzgojnih zahvata na kvantitativnu i kvalitativnu proizvodnju drvne mase, bilo u čistim, bilo u mješovitim brezovim sastojinama. Konačno, istražena je dinamika visinskog, debljinskog i volumnog rasta i prirasta srednje plošnih stabala breze iz proizvodnog dijela sastojine.

– Prva pokusna ploha (»Zapadni Papuk I«, odjel 76c), površine 0,105 ha, reprezentira nam jednu čistu sastojinu obične breze (95,3%) s nešto hrasta kitnjaka, cera, graba, trepetiljike i ive, pretežno u podstojnoj etaži. Sastojina ima 21 godinu, ekspozicija je južna, inklinacija terena 5–10°, nadmorska visina oko 650 metara. Donedavno to je bila općedruštvena, poljoprivredna površina (pašnjak) na koju se najprije naletom sa strane naselila breza, a zatim i ostale vrste. Drvna masa prije prorede iznosila je 191,5 m^3/ha, a poslije prorede 118,42 m^3/ha (tablica 1). Sječiva drvna masa je 73 m^3/ha i ostvareni intenzitet sječe 38,2 posto. Analiza jednoga srednjeg stabla breze (d = 13,2 cm, h = 17,6 m, dob 21 godina) pokazala je da je debljinski prirast kulminirao prije 10 godina (0,73 cm/god.), visinski između 12–16 god. (1,02 m/god.), dok kulminacija volumnoga još nije nastupila.

– Na drugoj pokusnoj plohi (»Zapadni Papuk II«, odjel 52 a), površine 0,06 ha, raste mješovita sastojina breze, bukve, jele, graba i ostalih vrsta, nastala nakon provedenih oplodnih sječa stare sastojine hrasta kitnjaka i obične bukve s manjom primjesom jele. Ekspozicija je jugoistočna, inklinacija terena 5–10, nadmorska visina oko 800 m, dob sastojine 23 godine. U omjeru smjese prevladava breza 0,43, zatim dolaze još jela 0,22, bukva 0,13, grab 0,05, ostalo 0,17. Drvna masa prije proreda bila je 177 m^3/ha, a nakon prorede 101,83 m^3/ha (tab. 2). Ostvareni intenzitet prorede iznosi 42,4 posto i sječiva masa pomogne jeli, potisnutoj pretežno u donje etaže sastojine. Time je udio breze smanjen na 29 posto. Analiza jednoga srednjeg stabla breze (d = 11,0 cm, h = 12,10 cm, dob 23 godine) pokazala je da je debljinski prirast kulminirao između 7–8 god. (0,53 cm/god.), a visinski između 14–18 god. (0,64 m/god.).

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE Tab. 1.
STRUCTURE OF THE STAND BEFORE (a) AND AFTER (b) THINNING

Gospodarska jedinica: Zapadni Papuk I
Management unit:
Odjel: 76 c
Compartment:
Površina: 0,105 ha
Area:
Pokusna ploha: 1
Experimental plot:

Vrste drveća Tree species		A			B			C			D			UKUPNO - TOTAL		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
Betula	a	113	1,84	14,23	66	0,46	3,06	150	0,42	1,72	29	0,05	0,12	358	2,77	19,13
pendula	b	75	1,13	8,57	50	0,35	2,29	99	0,27	1,04				224	1,75	11,90
Ostalo+	a	3	0,04	0,27	3	0,04	0,28	47	0,10	0,39				53	0,18	0,94
Other species+	b	2	0,02	0,11	2	0,02	0,12	40	0,08	0,28				44	0,12	0,51
UKUPNO	a	116	1,88	14,50	69	0,50	3,34	197	0,52	2,11	29	0,05	0,12	411	2,95	20,07
TOTAL	b	77	1,15	8,68	52	0,37	2,41	139	0,35	1,32				268	1,87	12,41
Po 1 ha	a	1107	17,94	138,36	658	4,77	31,87	1880	4,95	20,13	277	0,48	1,14	3922	28,14	191,50
Per 1 ha	b	735	10,97	82,82	496	3,53	23,00	1326	3,34	12,60				2557	17,84	118,42

+ Salix caprea, Quercus petraea, Quercus cerris, Populus tremula, Carpinus betulus

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE
STRUCTURE OF THE STAND BEFORE (a) AND AFTER (b) THINNING

Tab. 2.

Gospodarska jedinica: Management unit: Zapadni Papuk II
Odjel: Compartment: 52 a
Površina: Area: 0,06 ha
Pokusna ploha: Experimental plot: 2

Vrste drveća / Tree species		A			B			C			D			UKUPNO - TOTAL		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
Betula	a	69	0,75	3,93	24	0,09	0,39	31	0,05	0,16	9	0,01	0,04	133	0,90	4,52
pendula	b	27	0,30	1,53	11	0,04	0,14	25	0,03	0,11				63	0,37	1,78
Fagus	a	27	0,16	0,95	16	0,05	0,26	26	0,04	0,15				69	0,25	1,36
silvatica	b	18	0,10	0,57	10	0,05	0,20	26	0,04	0,15				54	0,19	0,92
Abies	a	9	0,20	1,44	14	0,10	0,48	74	0,11	0,36	40	0,04	0,11	137	0,45	2,39
alba	b	9	0,20	1,44	14	0,10	0,48	73	0,11	0,35				96	0,41	2,27
Carpinus	a	9	0,06	0,35	9	0,02	0,09	21	0,02	0,08				39	0,10	0,52
betulus	b	4	0,04	0,14	2	0,01	0,03	19	0,02	0,07				25	0,07	0,24
Ostalo+	a	14	0,12	0,81	6	0,01	0,10	124	0,20	0,92				144	0,33	1,83
Other species+	b	14	0,12	0,81	5	0,01	0,09							19	0,13	0,90
UKUPNO	a	128	1,29	7,48	69	0,27	1,32	276	0,42	1,67	49	0,05	0,15	522	2,03	10,62
TOTAL	b	72	0,76	4,49	42	0,21	0,94	143	0,20	0,68				257	1,17	6,11
Po 1 ha	a	2133	21,50	124,67	1150	4,50	22,00	4600	7,00	27,83	817	0,83	2,50	8700	33,83	177,00
Per 1 ha	b	1200	12,68	74,83	700	3,50	15,67	2383	3,33	11,33				4283	19,51	101,83

+ Corylus avellana, Salix caprea, Fraxinus excelsior, Prunus avium, Populus tremula

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE
STRUCTURE OF THE STAND BEFORE (a) AND AFTER (b) THINNING

Tab. 3.

Gospodarska jedinica: Management unit: Zapadni Papuk II
Odjel: Compartment: 24 a/b
Površina: Area: 0,35 ha
Pokusna ploha: Experimental plot: 3

Vrste drveća / Tree species		A			B			C			D			UKUPNO - TOTAL		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
Betula	a	110	6,53	53,44	13	0,23	1,52	5	0,07	0,45				128	6,83	55,41
pendula	b	80	4,45	36,02	11	0,19	0,96	5	0,07	0,45				96	4,71	37,43
Acer	a	43	1,91	17,11	36	0,58	4,23	172	0,82	4,57				251	3,31	25,91
pseudoplatanus	b	36	1,56	13,98	34	0,56	4,06	158	0,69	3,78				228	2,81	21,82
Fagus	a	2	0,19	2,47	8	0,19	1,86	44	0,25	1,63				54	0,63	5,96
silvatica	b	1	0,03	0,27	8	0,19	1,86	44	0,25	1,63				53	0,47	3,76
Quercus	a	9	0,35	3,67	22	0,40	3,47	21	0,17	0,91	7	0,08	0,56	59	1,00	8,61
petraea	b	8	0,32	3,43	19	0,35	3,03	17	0,13	0,79				44	0,80	7,25
Abies	a	1	0,18	2,05	2	0,09	0,82	32	0,08	0,38	4	0,00	0,03	39	0,35	3,28
alba	b	1	0,18	2,05	2	0,09	0,82	32	0,08	0,38				35	0,35	3,25
Ostalo+	a	1	0,06	0,72	2	0,06	0,63	10	0,05	0,30				13	0,17	1,65
Other species+	b	1	0,06	0,72				10	0,05	0,30				11	0,11	1,02
UKUPNO	a	166	9,22	79,46	83	1,55	12,53	284	1,44	8,24	11	0,08	0,59	544	12,29	100,82
TOTAL	b	127	6,60	56,47	74	1,38	10,73	266	1,27	7,33				467	9,25	74,53
Po 1 ha	a	474	26,34	227,03	237	4,43	35,80	811	4,11	23,54	32	0,23	1,69	1554	35,11	288,06
Per 1 ha	b	363	18,86	161,34	211	3,94	30,66	760	3,63	20,94				1334	26,43	212,94

+ Carpinus betulus, Salix caprea, Prunus avium

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE
STRUCTURE OF THE STAND BEFORE (a) AND AFTER (b) THINNING

Tab. 4.

Gospodarska jedinica: Zapadni Papuk II
Management unit:

Odjel: 24 a
Compartment:

Površina: 0,35 ha
Area:

Pokusna ploha: 4
Experimental plot:

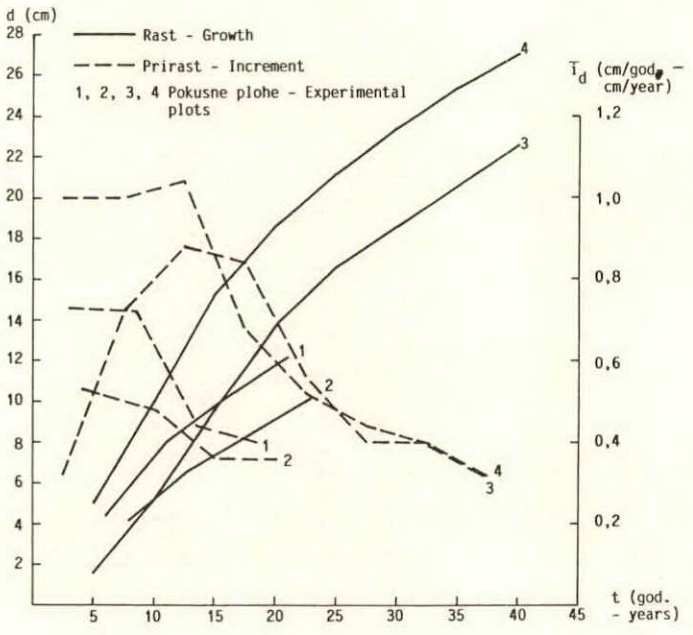
Vrste drveća / Tree species		A			B			C			D			UKUPNO - TOTAL		
		N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
Betula pendula	a	83	5,89	51,84	11	0,31	2,31	3	0,07	0,43	9	0,20	1,54	106	6,47	56,12
	b	60	4,16	37,04	8	0,24	1,81	2	0,04	0,26				70	4,44	39,11
Quercus petraea	a	3	0,17	1,87	5	0,13	1,16	39	0,26	1,44	15	0,10	0,61	62	0,66	5,08
	b	3	0,17	1,87	5	0,13	1,16	38	0,24	1,31				46	0,54	4,34
Fagus silvatica	a	19	0,80	7,95	31	0,74	6,44	218	1,48	9,85				268	3,02	24,24
	b	18	0,76	7,53	24	0,58	5,01	183	1,18	7,80				225	2,52	20,34
Acer pseudoplatanus	a	25	1,33	14,36	13	0,34	3,07	65	0,37	2,36	14	0,04	0,20	117	2,08	19,99
	b	19	1,05	11,32	8	0,25	2,43	51	0,25	1,59				78	1,55	15,34
Ostalo+	a	1	0,05	0,50				3	0,06	0,53	18	0,09	0,55	22	0,20	1,58
Other species+	b	1	0,05	0,50				2	0,02	0,12				3	0,07	0,62
UKUPNO TOTAL	a	131	8,24	76,52	60	1,52	12,98	328	2,24	14,61	56	0,43	2,90	575	12,43	107,01
	b	101	6,19	58,26	45	1,20	10,41	276	1,73	11,08				422	9,12	79,75
Po 1 ha	a	374	23,54	218,62	171	4,34	37,08	937	6,40	41,74	160	1,23	8,29	1642	35,51	305,73
Per 1 ha	b	289	17,68	166,45	129	3,43	29,74	788	4,94	31,66				1206	26,05	227,85

+ Abies alba, Carpinus betulus, Salix caprea, Prunus avium

DEBLJINSKI RAST I PRIRAST OBIČNE BREZE (BEZ KORE)
DIAMETER GROWTH AND INCREMENT OF COMMON BIRCH (WITHOUT BARK)

Gospodarske jedinice: Zapadni Papuk I i II
Management units

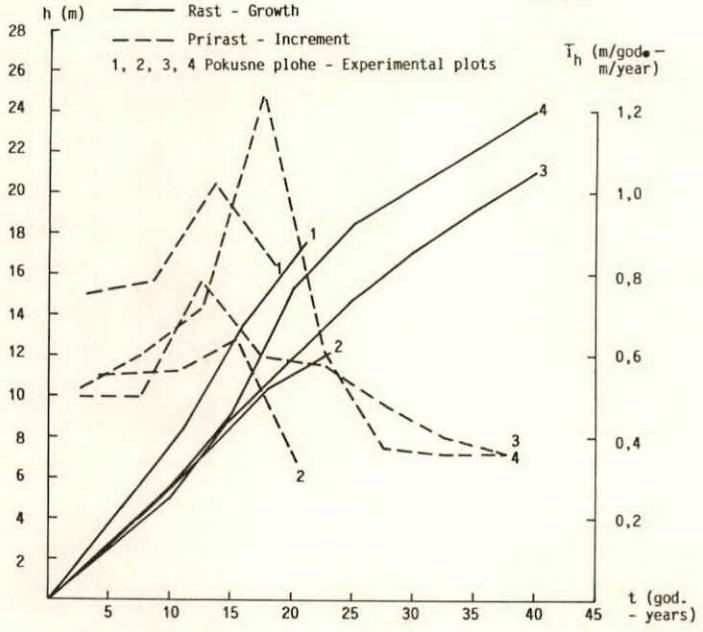
Graf. 1
Graph.



VISINSKI RAST I PRIRAST OBIČNE BREZE
HEIGHT GROWTH AND INCREMENT OF COMMON BIRCH

Gospodarske jedinice: Zapadni Papuk I i II
Management unit

Graf. 2
Graph.

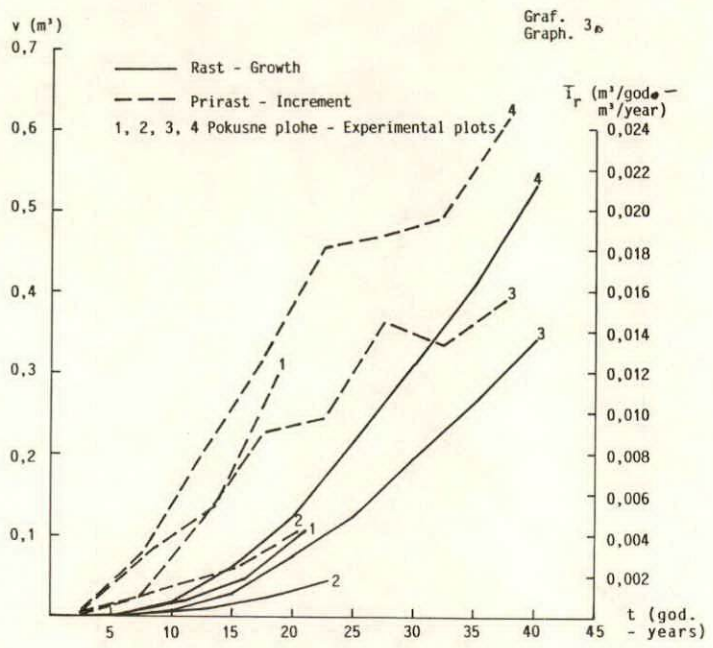


– Treća pokusna ploha (»Zapadni Papuk II«, odjel 24 a/b), površine 0,35 ha, karakterizira jednu srednjodobnu sastojinu breze na staništu stare jelove sastojine, na što upućuju još uvijek uočljivi stari jelovi panjevi. Ekspozicija terena je sjeverna, inklinacija do 10°, nadmorska visina oko 780 m, dob sastojine oko 40 godina. Nakon sječe tu se obilno naselila breza koja prevladava u omjeru smjese: breza 0,55, javor 0,26, bukva 0,06, hrast kitnjak 0,08, jela 0,03, ostalo 0,02. Drvna masa prije prorede bila je 288,06 m^3/ha, a poslije prorede 212,94 m^3/ha (tab. 3). Intenzitet prorede je 26,1 posto. Sječiva drvna masa iznosi 75 m^3/ha. Zahvatom prorede nastojalo se pomoći javoru, bukvi, jeli pa je tako smanjen udio breze na 50 posto. Analizom jednoga srednjeg stabla breze (d = 24,2 cm, h = 21,0 m, dob 40 godina) utvrđeno je da su debljinski i visinski prirast imali najveću vrijednost između 11–15 god. (0,88 cm/god., odnosno 0,78 m/god.), dok kulminacija volumnog prirasta još nije nastupila.

– Četvrta pokusna ploha (»Zapadni Papuk II«, odjel 24 a), površine 0,35 ha, reprezentira također srednjodobnu sastojinu breze 0,52, zatim tu još dolaze bukva 0,23, javor 0,19, hrast kitnjak 0,05, ostalo 0,01. Ekspozicija je sjeverna, inklinacija do 20°, nadmorska visina oko 750 m, dob sastojine oko 40 godina. Drvna masa prije

RAST I PRIRAST DRVNE MASE OBIČNE BREZE (BEZ KORE)
VOLUME GROWTH AND INCREMENT OF COMMON BIRCH (WITHOUT BARK)

Gospodarske jedinice: Zapadni Papuk I i II
Management units



prorede bila je 305,73 m³/ha, a poslije prorede 227,85 m³/ha (tab. 4). Intenzitet sječe je 25,5 posto, a sječiva drvna masa 78 m³/ha. Doznakom stabala za proredu nešto je smanjen udio breze (na 49 posto).

Iz analize srednjeg stabla breze (d = 29,2 cm, h = 24 m, dob 40 god.) izlazi da je debljinski prirast kulminirao između 11–15 god. (1,04 cm/god.), visinski prirast između 16–20 god. (1,24 m/god.), dok volumni prirast još uvijek ima tendenciju porasta.

Dinamika debljinskog rasta i prirasta srednjih stabala breze na te četiri pokusne plohe prikazana je na grafikonu 1, visinskog rasta i prirasta na grafikonu 2, a volumnog rasta i prirasta na grafikonu 3.

DISKUSIJA I ZAKLJUČCI
DISCUSSION AND CONCLUSION

Zbog sve većeg nedostatka drvne mase i sve većeg iskorištavanja naših glavnih vrsta drveća (hrasta, bukve, jele, smreke) te sve izražajnijeg propadanja i sušenja nekad stabilnih vrsta drveća za drvnu industriju i kemijsku preradu drva postaju sve interesantnije dosad sporedne i malo cijenjene vrste drveća, u koje je spadala i breza.

Obična breza je sve donedavno, u nas, a i u šumarstvu većine ostalih evropskih zemalja, bila takva vrsta. Budući da zbog svojih poznatih bioloških svojstava i ekoloških zahtjeva ima svojstvo pionirske vrste drveća, da prva, zajedno s ivom i trepetljikom, osvaja slobodne površine i površine koje se prirodno pomlađuju unutar areala sastojina hrasta kitnjaka i obične bukve u današnjim složenim gospodarskim i ekološkim uvjetima mnogi istraživači brezu zbog kvalitete drveta za preradu, otpornosti na štetne polutante u zraku, relativno mali broj prirodnih štetnika i relativno dobar prirast drvne mase svrstavaju u drvo budućnosti.

Imajući na umu prijašnje spoznaje o brezi i rezultate dobivene na pokusnim plohama, mogu se izvući ovi zaključci:

1. Obična breza, kao pionirska vrsta, u panonskom dijelu Hrvatske ponajprije naseljava bivše poljoprivredne površine, opožarene terene, šumska staništa na kojima nije uspjela prirodna regeneracija, unutar areala hrasta kitnjaka i obične bukve, te staništa koja se pošumljavaju četinjačama, a kojima je breza prejak konkurent.
2. Obična breza (*Betula pendula* Roth.) na području panonskog gorja Hrvatske pokazala se kao vrsta relativno brzog rasta i prirasta.
3. S obzirom na to da naša industrija celuloze i papira oskudjeva kvalitetnom sirovinom i s obzirom na to da postoji veliko zanimanje za namjensku proizvodnju brezova drveta, potrebno je usmjeriti gospodarenje ovom vrstom u pravcu povećanja drvne mase za celulozu.
4. Proizvodnju brezova drveta potrebno je nastaviti i unapređivati u prirodnim fitocenozama obične breze i u mješovitim sastojinama hrasta kitnjaka i obične bukve u kojima sudjeluje i obična breza.
5. U prirodnim sastojinama potrebno je voditi računa da u povoljnim omjerima smjese (do 30 posto) ophodnja breze može biti i do nekih 60 do 80 godina bez veće opasnosti za matičnu autohtonu sastojinu u kojoj je ona primješana.
6. U prirodnim sastojinama zahvate čišćenja i proreda potrebno je provoditi uz načine i intenzitete koje je već usvojila šumarska praksa za regularne sastojine visokog uzgojnog oblika. Intenzitet prorede izravno ovisi o dobi ($I = \frac{1}{n} \times 100$, I = intenzitet prorede u postocime, n = dob sastojine izražena u desetljećima), a primjenom tih intenziteta moći će se u obliku proreda polučiti 50 posto drvne mase od ukupne proizvodnje sastojine. Ujedno će se povećati kvaliteta prirasta i stabilnost te omogućiti normalno prirodno pomlađivanje.
7. Prema provedenim istraživanjima rasta i prirasta srednje plošnih stabala iz proizvodnog dijela sastojine na pokusnim plohama utvrđeno je da kulminacija tečajnoga visinskog prirasta kod breze nastupa između 10–15 god. (20) god., tečajnoga debljinskog između 5–10 (15) god., a tečajnoga volumnog tek nakon 50

Gospodarska jedinica: ZAPADNI PAPUK I i II — Tab. 5

Odjel: 76 — Ploha: 1

Prosječni periodični godišnji prirast	Dob - god.				
	0–6	7–11	12–16	17–21	s korom
Debljinski - cm	0,73	0,72	0,44	0,40	-
Visinski - m	0,75	0,78	1,02	0,82	-
Volumni - m³	0,0007	0,0034	0,0054	0,0117	-
Promjer na 1,3 m - cm	4,4	8,0	10,2	12,2	13,2
Visine - m	4,5	8,4	13,5	17,6	-

Odjel: 52 a — Ploha: 2

Prosječni periodični godišnji prirast	Dob - god.				
	0–8	9–13	14–18	19–23	s korom
Debljinski - cm	0,53	0,48	0,36	0,36	-
Visinski - m	0,55	0,56	0,64	0,34	-
Volumni - m³	0,0005	0,0016	0,0025	0,0043	-
Promjer na 1,3 m - cm	4,2	6,6	8,4	10,2	11,0
Visine - m	4,4	7,2	10,4	12,1	-

Odjel: 24 a/b — Ploha: 3

Prosječni periodični godišnji prirast	Dob - god.								
	0–5	6–10	11–15	16–20	11–25	26–30	31–35	36–40	s korom
Debljinski - cm	0,32	0,72	0,88	0,84	0,56	0,40	0,40	0,32	-
Visinski - m	0,50	0,50	0,78	0,60	0,58	0,48	0,40	0,36	-
Volumni - m³	0,0001	0,0011	0,0048	0,0091	0,0098	0,0145	0,0134	0,0156	-
Promjer na 1,3m-cm	1,6	5,2	9,6	13,8	16,6	18,6	20,6	22,6	24,2
Visine - m	2,5	5,0	8,9	11,9	14,8	17,2	19,2	21,0	-

Odjel: 24 a — Ploha: 4

Prosječni periodični godišnji prirast	Dob - god.								
	0–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30	31–35	36–40	s korom
Debljinski - cm	1,00	1,00	1,04	0,68	0,52	0,44	0,40	0,32	-
Visinski - m	0,52	0,60	0,72	1,24	0,62	0,38	0,36	0,36	-
Volumni - m³	0,0009	0,0032	0,0082	0,0128	0,0182	0,0188	0,0197	0,0244	-
Promjer na 1,3m-cm	5,0	10,0	15,2	18,6	21,2	23,4	25,4	27,0	29,2
Visine - m	2,6	5,6	9,2	15,4	18,5	20,4	22,2	24,0	-

godina života. Budući da su to prva istraživanja takve vrste u nas i da su provedena na malom broju stabala, potrebno je dalje nastaviti s njima. S obzirom na ovaj posljednji podatak potrebno je još jednom razmotriti pitanje njezine ophodnje, kao što i dalje treba raditi na istraživanjima njezinih bioloških svojstava (tab. 5).

8. S obzirom na to da je usvojena rasadnička proizvodnja sadnog materijala breze (na lijehama, u kontejnerima) i da nam je poznat cilj gospodarenja brezovim kulturama, potrebno je što prije pristupiti podizanju šumskih i intenzivnih kultura breze, bilo čistih, bilo s drugim vrstama drveća (trepetljikom) na površinama predviđenim za proširenu biološku reprodukciju. U hrvatskoj ima oko 100 000 ha neobraslih šumskih površina i napuštenih poljoprivrednih tala koja treba privesti šumskoj proizvodnji. Osnivanjem kulture breze na dijelu spomenutih površina stvorili bi se uvjeti za povećanje prirasta drvne mase, a kao pretkulture omogućile bi s vremenom uzgoj i drugih vrednijih vrsta na istim površinama (u tome je osnovna vrijednost breze).

9. Pretpostavlja se da bi bilo dovoljno saditi oko 2 000–3 000 sadnica breze po hektaru, ovisno o cilju gospodarenja. Nakon sadnje i osnivanja kulture obične breze ne smijemo prepustiti same sebi, nego ih treba tokom cijeloga njihovoga života njegovati kako bi se ispunio postavljeni cilj gospodarenja.
   Na području Slatine postavljen je pokus od 1,00 ha, na kojemu je podignuta kultura sadnicama iz kontejnera razmaka 2 × 2 m.
   Konačno možemo zaključiti, s obzirom na to da ima jako mnogo razloga za uzgoj breze na našim staništima, da bi je trebalo više no dosad uzgajati u prirodnim sastojinama i u **novoosnovanim šumskim i intenzivnim kulturama** te uz primjenu šumskouzgojnih zahvata, dobrim proredama i ostalim radovima njege šuma, napraviti je još vrednijom vrstom.

LITERATURA – LITERATURE

Eifler, I., 1960: Untersuchungen zurn individuellen Bedingtheit des Kreuzungserfolges zwischen *Betula pendula* und *Betula pubescens*. Silvae Genet. 9: 159–165.

Gunnarsson, J.G., 1925: Monografi över Skandinaviens Betulae med 136 pp. Arlöv.

Stern, K., 1963: Birkenzüchtung im Schmalenbecker Institut von 1949–1963. Holz-Zentralblatt 89: 1577–1580.

Matić, S., 1985: Intenzitet prorede i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomlađivanje sastojina hrasta lužnjaka. Referat povodom 125-godišnjice šumarske nastave u Hrvatskoj, Šumarski fakultet, Zagreb.

Matić, S., & B. Prpić, 1983: Pošumljavanje. Zagreb.

Ocvirek, M., & S. Orlić, 1988: Rasadnička proizvodnja obične breze (*Betula pendula* Roth.), Prvi rezultati. Zbornik radova Šumarskog instituta Jastrebarsko 75: 109–113.

Raulo, J., 1976: Development of *Betula pendula* Roth. progenies in northern Lapland. Suomenkielinen seloste: Raudusko-ivujälkelästöjn kehitys Pohjois-Lapissa. Commun. Insts. For. Fenn. 88 (4): 1–19.

Raulo, J., 1977: Development of dominant trees in *Betula Pendula Roth. and Betula pubescens Ehrh. plantations. Suomenkielinen seloste: Viljeltyjen raudus-ja hieskoivikoiden valtapuiden kehitys. Comm. Inst. For. Fenn. 90 (4):1–15.*

Raulo, J., & V. Koaki, 1977. Growt of *Betula pendula* Roth. progenies in southern and central Finland. Suomenkielinen seloste: Rauduskoivujälkeläistöjen kasvu Etelä-ja Keski-Suomessa. Commun. Inst. For. Fern. 90 (5): 1–39.

Rauš, Đ., & J. Vukelić, 1986: Vegetacijske i strukturne osobine fitocenoze obične breze (*Betula pendula* Roth) na Psunju. Šumarski list 5–6: 177–187.

Šafar, J., 1963: Ekonomski i biološki temelji za uzgajanje šuma. Zagreb.
Špiranec, M., 1969: Dvoulozne tablice drvnih masa za brezu na Papuku. Šumarski list 1–2: 60–65.
Tigerstedt, P.M.A., 1966: Entwicklung der genetischen Varianzen des Höhenwachstums in einem Feldversuch mit *Betula verrucosa*. Silvae Genet. 15:? 136–137.

Šumarska enciklopedija, tom I, Zagreb 1980, 188–192.

Rauš, Đ., Matić, S.: Istraživanja vegetacijskih i uzgojnih problema obične breze (*Betula pendula* Roth.) na području Požege i Slatine. Glas. šum. pokuse 30:337–360, Zagreb, 1994

Original scientific paper

ĐURO RAUŠ, SLAVKO MATIĆ

RESEARCH ON THE VEGETATION AND SILVICULTURAL PROBLEMS OF THE COMMON BIRCH (*BETULA PENDULA* ROTH.) IN THE POŽEGA AND SLATINA AREAS

Summary

Due to the increasing shortage of wood mass and the increasing exploitation of our principal tree species, oak, beech, fir and spruce, as well as because of the threatening dieback of once stable species – the formerly understimated trees are becoming ever more interesting for wood industry and chemical wood processing. Among those minor tree species once belonged the birch.

Owing to its biological properties and ecological requirements, the birch is a pioneering tree species. Together with the sallow and aspen, it encroaches the free areas and those that are being naturally rejuvenated within the stand areal of the sessile-flowered oak and common beech in today's complex economic and ecological conditions. Adding to it its wood quality, resistance to harmful air polluters, a relatively low number of natural pests and quite good wood mass increment, the birch is for all that considered by many scientists a tree of the future.

Considering the former knowledge and the latest results obtained on test plots, the first conclusions may be summarized as follows:

1. Being a pioneering species, common birch first settles the farmland areas in the Pannonian Croatia, land reclaimed by burning, forest habitats where natural regeneration did not have success; within the areae of the sessile-flowered oak and common beech, and the habitats that are being afforested by conifers; but the birch has proved to be a too strong competitor.
2. The birch (*Betula pendula* Roth.) in the Pannonian mountains of Croatia is a fast-growing species of a relatively high increment.
3. Since our pulp and paper manufacture lacks good-quality raw material and there is a great demand for birch wood processing, the management should be directed towards increasing the wood mass intended for pulp production.
4. It is necessary to continue raising the birch trees in their natural phytocenoses and the mixed stands of the sessile-flowered oak with common beech.
5. In natural stands it should be considered, that with favourable mixture ratios (up to 30%) birch rotation can last up to 60 or even 80 years without endangering the autochthonous stand in which it grows.
6. In the natural stands thinning and clearing operations should be carried out by the methods and intensities that have already been accepted by the forestry for the regular stands of high silvicultural forms. Depending on the age and by applying the established intensities, it will be possible to obtain 50% of the wood mass of the total stand production The quality of the increment and the stability will also be improved, and normal natural regeneration will be possible.

7. According to the research into the growth and increment, it has been established that the culmination of the current height increment of the birch takes place between age 10–15 (20 years); the current diameter increment age 5–10 (15 years); current volume increment after the age of 50. As this has been the first research of this kind in this country and also with a limited number of trees, it should be continued. The rotation should be considered again and the research into the biological properties of the birch continued.
8. The nursery production of the birch seedling (beds, containers) having been accepted, the raising of the forest and intensive birch cultures – both pure and with other tree species such as the aspen-should start as soon as possible on the areas planned for the extended biological reproduction. In Croatia there are about 500 000 ha of bare forestlands and abandoned farmlands that should be included into the forest production. Birch cultures raised on one part of these areas could enable the increase of wood mass; as preceding cultures they enable the growth of other more valuable species on the same areas, which is the basic value of the birch.
9. Depending on the management aim, it is considered that about 2,000–3,000 birch seedlings per hectare would be sufficient. Following the planting and culture raising, the birch should not be let alone, it should be tended throughout its life in order to obtain the intended aim.
   In the Slatina area a 1 ha-plot was lain with the container seedling at a 2 × m distance.

The conclusion in that there are many good reasons for raising the birch in our habitats; it should be grown in both natural stands and the newly established forest and intensive cultures by using the silvicultural treatments, good thinnings and other usual forest care in order to make this tree an even more valuable species.





Prpić, B., Vranković, A., Rauš, Đ., Matić, S., Pranjić, A., Meštrović, Š.: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje šumskoga gospodarstva Sisak
Glas. šum. pokuse 30:361–420, Zagreb, 1994

UDK 630*46:(630*416.16 + 630*42):582.632.2 Izvorni znanstveni članak

BRANIMIR PRPIĆ, ANDRIJA VRANKOVIĆ, ĐURO RAUŠ,
SLAVKO MATIĆ, ANKICA PRANJIĆ & ŠIME MEŠTROVIĆ*

UTJECAJ EKOLOŠKIH I GOSPODARSKIH ČINILACA NA SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA U GOSPODARSKOJ JEDINICI KALJE ŠUMSKOGA GOSPODARSTVA SISAK*

ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCING THE DIEBACK OF PEDUNCLED OAK IN THE KALJE UNIT OF THE SISAK FOREST MANAGEMENT

Prispjelo: 14. 09. 1993. **Prihvaćeno:** 1. 10. 1993.

U nizinskoj šumi Kalje osušilo se u posljednjih 20 godina oko 400 000 m^3 stabala hrasta lužnjaka. Istraživanjima se dokazalo da su razlozi ove pojave istovremeni nepovoljan utjecaj više ekoloških čimbenika. Vrlo nepovoljno je utjecalo na stojbinu istovremeno zamočvarenje i pad razina podzemnih voda što je uz imisije štetnih tvari i klimatske ekscese izazvalo katastrofalna sušenja hrasta lužnjaka. U radu se daju prijedlozi za saniranje sadašnjega stanja.

Ključne riječi: propadanje šuma hrasta lužnjaka, promjena vodnih odnosa, imisije štetnih tvari.

UVOD – INTRODUCTION

U gospodarskoj jedinici Kalje nekadašnje šumarije Lekenik u Šumskom gospodarstvu Sisak nastalo je katastrofalno sušenje hrasta lužnjaka. Osušena stabla iznose zaključno s 1986. godinom 176 451 m^3, od čega na hrast lužnjak otpada 98,5%. Osim hrasta ugibala su stabla poljskoga jasena, običnoga graba i crne johe, ali kako vidimo, u mnogo manjoj mjeri.

Sušenje većih razmjera u šumi Kalje započelo je 1982. godine (oko 1800 m^3). S obzirom na ukupnu količinu sušenjem zahvaćenih stabala po godinama se taj proces kretao ovako:

* Istraživanja su objavljena od 1981-1986.

Godine	1982.	– 1 %
"	1983.	– 7 %
"	1984.	– 23 %
"	1985.	– 53 %
"	1986.	– 16 %

Smanjenje intenziteta sušenja u 1986. godini daje nadu za poboljšanje stanja, što se, doduše, mora uzeti s rezervom s obzirom na pojavu umiranja šuma u Europi.

Analizirajući prilike u šumi Kalje, odlučili smo obaviti timsko istraživanje u kojemu će sudjelovati specijalisti određenih znanstvenih šumarskih područja. Formiran je tim u kojemu sudjeluju prof. dr. Branimir Prpić, koordinator istraživanja, prof. dr. Đuro Rauš, prof. dr. Slavko Matić, prof. dr. Ankica Pranjić, prof. dr. Šime Meštrović i mr. Andrija Vranković, svi sa suradnicima.

S obzirom na istraživačko iskustvo Šumarskog fakulteta u Zagrebu iz područja sušenja vrsta drveća nizinskih šuma, a osobito hrasta lužnjaka, u postavljanju programa nije bilo puno dilema. Istraživanja su krenula od pedoloških i vegetacijskih prilika, reljefnih i hidroloških čimbenika, denrokronoloških i šumskouzgojnih analiza te današnjih uređajnih postavki uz obradu relevantnih zbivanja u prošlosti.

Istraživanja su trajala tijekom vegetacijskog razdoblja u 1986. godini. U tome kratkom roku došlo se do određenih rezultata i zaključka, koje je u idućem razdoblju potrebno provjeriti.

Iskustva prošlih istraživanja pomogla su u rješavanju nekih ekoloških problema (kvaliteta površinskih i podzemnih voda, režim podzemnih voda) u dendrokronološkim analizama (reagiranje pojedinih vrsta drveća na promjenu vodnih odnosa u staništu). Neki problemi ostali su, međutim, otvoreni i potrebno ih je što hitnije riješiti (praćenje režima podzemnih voda uz poznavanje stratigrafskih prilika, prilagodba uzgojnih postupaka novonastalim stanišnim prilikama koje se još nisu ustalile, imisije štetnih supstancija zrakom, oborinama i poplavnom vodom, današnje onečišćenje poplavne vode i utvrđivanje graničnih vrijednosti štetnih supstancija poplavne vode koje bez posljedica za narušavanje biološke ravnoteže može prihvatiti nizinski šumski ekosustav).

POSTAVLJANJE POKUSNIH POVRŠINA
LAY OUT OF EXPERIMENTAL PLOTS

Izbor pokusnih površina u šumi Kalje obavljen je 1985. godine, a njihovo postavljanje 1985. i 1986. godine. Pošlo se od žarišta sušenja u 37. odjelu prema sjevernom dijelu šume u kojemu sušenje stabala hrasta lužnjaka nije bilo tako izrazito. U izboru ploha uzet je kao značajan čimbenik golobrst štetnika (gubar i dr.). Golobrst je u 37. odjelu bio potpun, a u sjevernijim dijelovima šume bio je djelomičan ili ga nije bilo.

Prema dogovorenom kriteriju izabrane su tri pokusne površine, jedna u odjelu 37 (gotovo potpuno sušenje), druga u odjelu 24 (djelomičan golobrst) i treća u odjelu 20 (nije bilo golobrsta, svega nekoliko suhih stabala hrasta lužnjaka, što djeluje kao prirodno izlučivanje).

Četvrta ploha izabrana je u odjelu 52, u kojemu prema našoj opservaciji vlada potupna biološka ravnoteža. Peta ploha položena je u odjelu 25 u sastojini u kojoj dominira crna joha.

Pokusne plohe označene su velikim slovom L (Lekenik) i rimskim brojkama, a položene su u ovim odjelima, odsjecima i šumskim zajednicama:

Oznaka plohe	Odjel i odsjek	Šumska zajednica
L I	37a	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem *(Genisto elatae-Quercetum roboris* subass. *caricetosum remotae)*
L II	24d	"
L III	20a	"
L III	20a	"
L IV	52a	Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba *(Carpino betuli-Quercetum roboris)*
L V	25a	*Šuma crne johe s trušljikom (Frangulo-Alnetum glutinosae typicum)*

Položaj pokusnih ploha predočen je na karti intenziteta sušenja (priložena izvještaju). Struktura pokusnih sastojina po N G M od L I do L IV prikazana je u dendrometrijskim istraživanjima, a struktura plohe L V u uzgojnim istraživanjima.

EKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA
ENVIROMENTAL RESEARCH

Ova istraživanja obuhvatila su uzgojno-ekološku komponentu koja se odnosi na morfološku i fiziološku konstituciju šumskog drveća (ekološki zahtjevi i biološka svojstva šumskog drveća), kompleks klime i tla, više oblika djelovanja vode u šumskom ekosustavu, kvalitetu poplavne vode, vode u površinskom sloju tla i podzemne vode.

U istraživačkom radovima radi utvrđivanja uzroka katastrofalnog sušenja hrasta lužnjaka u šumi Kalje pošli smo sa stajališta da je stanište značajnije promijenjeno, što onemogućuje normalno odvijanje fizioloških procesa ove vrste drveća, odnosno da je došlo do promjene u djelovanju određenih čimbenika života koji se sada nalaze izvan ekološke valencije lužnjaka.

Kako hrast lužnjak uspijeva u nizinskim staništima koja se odlikuju posebnim vodnim odnosima, uvjetujući razvoj paraklimaksnih šumskih zajednica čiji opstanak ovisi o određenom stupnju vlaženja, a manje o ostalim ekološkim čimbenicima, bilo je potrebno potražiti uzroke sušenja u eventualnoj promjeni djelovanja vode kao ekološkog čimbenika. Bilo je, dakle, potrebno ispitati je li u zadnjih 10–15 godina došlo do značajnijih promjena u vodnom režimu šume Kalje.

S obzirom na pojavu sušenja šuma, više poznatu kao umiranje šuma, uključili smo i tu mogućnost utjecaja sa stajališta onečišćenja poplavne vode i zraka, što uvjetuje smetnje u fiziološkim procesima i izaziva brže starenje drveća. U nepovoljnom sinergetskom djelovanju klima može biti vrlo nepovoljan kompleks utjecaja,

gdje je suša najveća opasnost za šumsko drveće.

Povezano s izloženim, obradili smo klimu, poplave, zabarivanje staništa i CO_2, razinu podzemnih voda i tlo.

Kao biološki indikator višegodišnjeg utjecaja ekoloških čimbenika poslužio je prirast glavnih vrsta te stanje prirodnog pomlađivanja u šumi Kalje.

Uvidom u prošlost Kalja utvrdili smo da se hrast lužnjak sušio 1909. godine, što koincidira s ondašnjim masovnim sušenjem u njegovu čitavom arealu.

Iz odnosa vrsta drveća Kalje vidimo da je hrast lužnjak zastupljen s više od 80%, što je prevelik udio te vrste u staništima u kojima prevladava šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem, a značajno je zastupljena i šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem.

Obavljajući ekološka istraživanja, imali smo na umu da je u prostoru Odranskog polja i u šumi Kalje kao središnjem dijelu toga prostora vodni režim značajnije promijenjen zbog gradnje odteretnog kanala Sava-Kupa, koji je prokopan do Turopoljskog luga, a nakon toga se stalo s njegovom gradnjom, nadalje da se za vrijeme vegetacijskog razdoblja pojavljuju poplave koje ugrožavaju pomladak i donose sa sobom onečišćenu vodu Save koja podupire Kupu i ulazi u Odru. Osim toga kroz šumu su izgrađene cesre koje djeluju poput nasipa te sprečavaju normalno kretanje poplavne, ali i oborinske vode.

KLIMA – CLIMATE

Područje šume Kalje pripada po K ö p p e n u u toplu umjerenu kišnu klimu, a po D e M a r t o n n e u u kontinentalnu varijantu umjerene klime s izrazitom zimom.

Analizu klime ove šume obavili smo na osnovi klimatskih nizova od 1971. do 1985. godine za meteorološke stanice Sisak i Zagreb-Pleso. Smatrali smo da je to vremensko razdoblje relevantno za promjene na šumskim sastojinama Kalja. Uzeli smo navedene stanice kao najbliže istraživanom području, čiji reljefni oblik također koincidira. Podaci meteoroloških stanica Sisak i Zagreb-Pleso ne mogu dati potpunu sliku šume Kalje, ali daju najbolju informaciju koja se može dobiti od postojeće mreže meteoroloških stanica.

Radi boljega pregleda prilažemo klimatograme navedenih stanica načinjene za spomenuti niz godina. Iz klimatograma vide se kolebanja klimatskih prilika pojedinih godina, što omogućuje usporedbe s podacima o vodi i širini godova analiziranih stabala (Graf. 1 i 2).

U prilogu dajemo i tablicu našega vegetacijskog kvocijenta* koji predstavlja E l l e n b e r g o v kvocijent prilagođen za izračunavanje odnosa oborina i temperature zraka u vegetacijskom razdoblju, koje traje u našim prilikama od travnja do rujna. Taj kvocijent daje dobre podatke za usporedbu ljetnih klimatskih prilika u nizinskim šumama (P r p i ć i dr. 1984). Podatke vegetacijskog kvocijenta dajemo u priloženoj tablici za meteorološku stanicu Zagreb-Pleso.

* Vegetacijski kvocijent prema Prpiću $= \frac{\text{srednja srpanjska temperatura}}{\text{oborine IV – IX}}$

VEGETACIJSKI KVOCIJENT ZA METEOROLOŠKU STANICU ZAGREB-PLESO
THE VEGETATION QUOCIENT OF THE METEOROLOGICAL STATION ZAGREB-PLESO

Godina Years	Veg. kvocijent Veg. quocient	Godina Years	Veg. kvocijent Veg. quocient
1971.	27,18	1981.	23,76
1972.	17,76	1982.	29,18
1973.	28,57	1983.	40,90
1974.	18,40	1984.	21,51
1975.	26,10	1985.	25,83
	$\bar{x} = 23,6$		$\bar{x} = 28,2$
1976.	24,35		
1977.	27,42		
1978.	22,37		
1979.	25,64		
1980.	21,40		
	$\bar{x} = 24,2$		

Uvidom u klimatograme zaključujemo da su u Sisku bile sušne godine 1971, 1973, 1977, 1978, 1979, 1982, 1983. i 1985, dok su na Plesu bile sušne godine 1971, 1973, 1975, 1977, 1982, 1983. i 1985.

Sušne godine su vrlo nepovoljne za nizinsku šumu, a osobito ako zaredaju jedna iza druge, kao što je slučaj u Sisku od godine 1977. do 1979. Na sušno vegetacijsko razdoblje upozorava i vegetacijski kvocijent čije vrijednosti prelaze 25.

Langov kišni faktor, De Martonneov indeks aridnosti i Ellenbergov kvocijent nisu dali usporedive vrijednosti pa ih ovdje ne prilažemo.

Iz srednjih vrijednosti vegetacijskog kvocijenta za petogodišnje nizove uočavamo povećanje suhoće 1971–1975. godine.

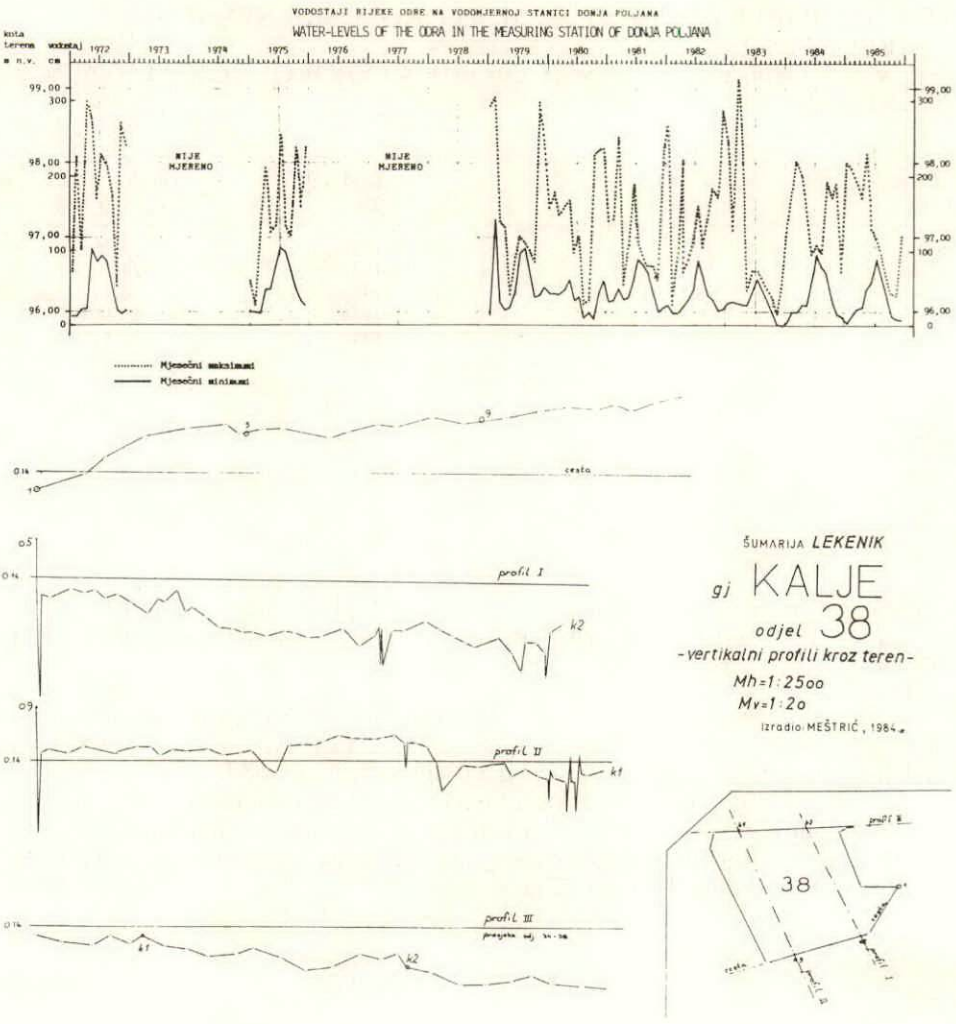
POPLAVE – FLOODS

Poplave u šumi Kalje su za vegetacijskog razdoblja redovita pojava, što ima vrlo nepovoljan ekološki učinak. Visoki vodni valovi Save u proljeće i rano ljeto podupiru Kupu i Odru pa voda plavi šumu Kalje. Poplavna voda dolazi u šumu kroz više vodotoka, koji inače skupljaju vodu iz šumskih površina i koji se ulijevaju u Odru.

Visina terena u šumi varira od 96,3 m/n.v. u odjelu 17 do 101,3 m/n.v. u odjelu 58. Većina kota u šumi ne prelazi visinu od 97,5 m/n.v..

Iz priloženoga grafikona vodostaja rijeke Odre kod Novog Čiča, koje se nalazi uzvodno od šume Kalje, vidi se da vodostaj za vrijeme vegetacijskog razdoblja često prelazi vrijednosti od 167 cm (97,5 m/n.v.) na mjernoj letvi, što znači da je šuma Kalje već pokrivena poplavnom vodom.

Analizom grafikona vidimo da je vodostaj Odre postizao visinu od 166 cm

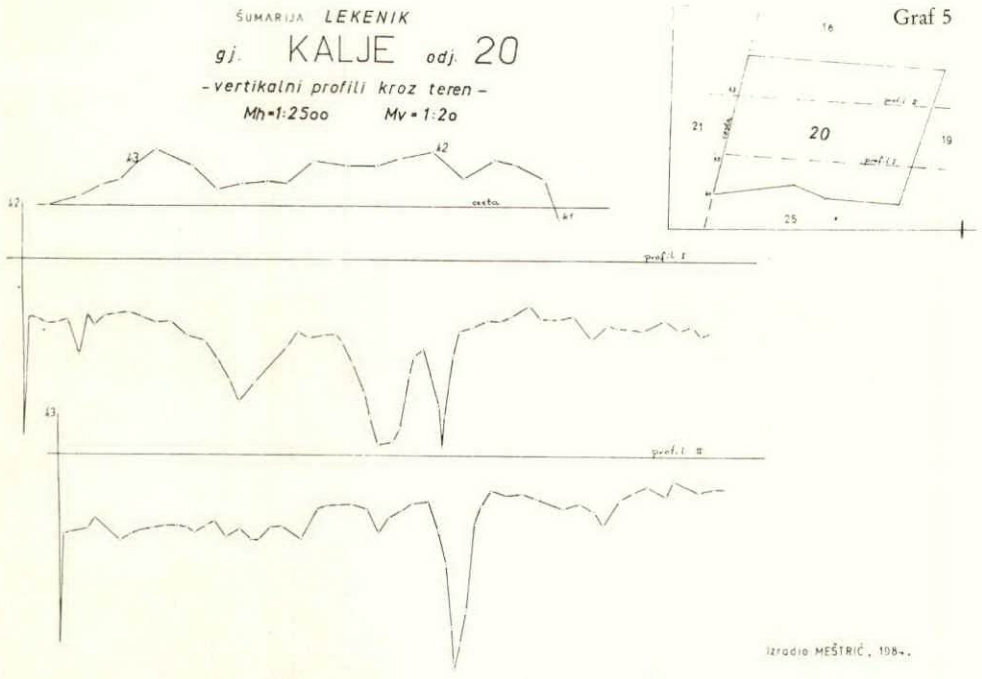


jedan ili dva puta za vrijeme vegetacijskog razdoblja 1980-1985. godine uz iznimku 1979. godine kada vodostaj Odre prelazi neznatno 130 cm (Graf. 3).

Iz grafikona vodostaja se dalje vidi da za godišnji niz 1972-1978. postoje podaci samo za 1972. i 1975. godinu, gdje vodostaji za vrijeme vegetacije prelaze vrijednosti od 200 cm (98 m/n.v.), što je uvjetovalo poplavu u našoj šumi. U godinama kada nisu obavljana mjerenja najvjerojatnije se zbivala slična poplava i punila šumu Kalje vodom.

U priloženim grafovima 4 i 5 dajemo podatke o nivelaciji terena, iz koje se vidi da postoje zapreke normalnog otjecanja vode iz prikazanih dijelova šume Kalje. Nivelacija je obavljena na površini najintenzivnijeg sušenja, u odjelima 37 i 38 te u dijelovima šuma koja je 1984. godine imala izgled zdravih sastojina.

Graf 5



Tablica L I – L IV

KOLIČINE UGLJIČNOG DIOKSIDA U POVRŠINSKOM SLOJU TLA ŠUME KALJE
CARBON MONOXIDE QUANTITIES IN THE SURFACE LAYER OF THE KALJE FOREST SOIL

Datumi mjerenja Date of measuring	Pokusna ploha – Test plot L I odjel 37				L II odjel 24				Poplavna voda First bottom water			Otvorena			Pokusna ploha – Test plot L III odjel 20				L IV odjel 52			
	cm	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l	T°C	pH	mgCO2/l	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l
02.IV. 1986.	48	8	6,3	82,2	x	x	x	x	11	6,6	25,7	-	-	-	x	x	x	x	sondiranje na plohi I IV			
10.IV. 1986.	42	9	6,3	86,0	40	10	6,2	77,0	11	6,5	53,5	-	-	-	31	10	6,2	141,0	postavljene 14. V. 1986.			
25.IV. 1986.	47	11	6,2	78,6	42	12	6,1	78,9	15	6,4	30,2	15	7,0	14,0	44	12	6,2	76,2				
09.V. 1986.	40	15	6,2	112,2	35	14	6,3	100,2	17	6,5	47,8	17	7,65	13,0	29	13	6,4	146,9				
20.V. 1986.	10	14	6,4	82,5	24	14	6,3	129,4	/.	/.	/.	19	7,5	9,0	9	13	6,6	96,7	Ø	/.	/.	/.
09.VI. 1986.	47	14	6,4	38,9	42	13	6,4	33,3	12	6,5	26,5	14	7,5	11,0	x	x	x	x	9	12	5,9	34,2
20.VI. 1986.	49	-	5,9	59,0	49	-	6,2	23,7	-	6,4	44,0	-	6,8	20,0	x	x	x	x	33	-	5,4	45,0
02.VII. 1986.	45	18	5,9	93,9	41	18	6,1	70,0	20	6,4	19,5	19	7,6	10,0	38	16	6,4	79,9	1	18	5,9	36,0
25.VII. 1986.	45	16	6,1	42,0	47	16	6,3	41,5	15	6,25	26,0	18	7,6	12,0	40	16	6,3	36,1	Ø	/.	/.	/.
07.VIII. 1986.	Ø	/.	/.	/.	4	18	6,4	76,2	/.	/.		21	7,6	10,0	6	18	6,8	113,5	Ø	/.	/.	/.
19.VIII. 1986.	Ø	/.	/.	/.	Ø	/.	/.	/.	/.	/.		21	7,8	8,5	Ø	/.	/.	/.	Ø	/.	/.	/.
05.IX. 1986.	Ø	/.	/.	/.	9	15	6,9	45,7	/.	/.		15	7,5	9,0	Ø	/.	/.	/.	Ø	/.	/.	/.
17.IX. 1986.	Ø	/.	/.	/.	5	17	6,9	42,0	/.	/.		18	7,7	15,0	Ø	/.	/.	/.	Ø	/.	/.	/.
03.X. 1986.	Ø	/.	/.	/.	Ø	/.	/.	/.	/.	/.		12	7,7	9,0	Ø	/.	/.	/.	Ø	/.	/.	/.
21.X. 1986.	Ø	/.	/.	/.	Ø	/.	/.	/.	/.	/.		10	7,8	13,0	Ø	/.	/.	/.	Ø	/.	/.	/.

x - prirodna poplava - natural flood
Ø - u sondi nema vode - no water in the sounder
- - uzorak nije uzet - no sample has been taken

KOLIČINE UGLJIČNOG DIOKSIDA U PODZEMNOJ VODI ŠUME KALJE — Tablica L I – L IV

CARBON MONOXIDE QUANTITIES IN THE GROUNDWATER OF THE KALJE FOREST

Datumi mjerenja / Dates of measuring	Pokusna ploha - Test plot															
	L I odjel 37								L II odjel 24							
	1 m				4 m				1 m				4 m			
	cm	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l
20.V. 1986.	46	16	7,05	68,0	46	17	7,2	36,0	55,5	13	7,0	79,5	60,5	13	7,0	66,5
09.VI. 1986.	7	16	7,5	28,0	10	16	7,2	46,5	2	13	6,9	14,0	58	13	7,5	35,0
20.VI. 1986.	2	•	6,5	40,0	2	•	7,5	28,0	2	•	6,6	18,0	49	•	7,5	32,0
02.VII. 1986.	7	17	7,1	28,0	10	19	7,6	13,0	2	15	7,1	12,0	78	15	7,6	17,0
25.VII. 1986.	22	17	7,0	29,0	25	17	7,5	20,0	4	15	6,8	22,0	58	15	7,5	14,0
07.VIII. 1986.	92	17	7,1	63,0	100	18	7,6	7,0	Ø	'/.	'/.	'/.	128	16	7,7	10,5
19.VIII. 1986.	Ø	'/.	'/.	'/.	130	•	•	•	Ø	'/.	'/.	'/.	158	•	•	•
05.IX. 1986.	Ø	'/.	'/.	'/.	140	•	•	•	Ø	'/.	'/.	'/.	168	•	•	•
17.IX. 1986.	Ø	'/.	'/.	'/.	150	15	7,7	10,0	Ø	'/.	'/.	'/.	178	14	7,1	57,0
03.X. 1986.	Ø	'/.	'/.	'/.	180	13	7,8	9,0	Ø	'/.	'/.	'/.	198	13	7,5	19,0
21.X. 1986.	Ø	'/.	'/.	'/.	195	13	8,2	0	Ø	'/.	'/.	'/.	208	13	7,5	17,0

Datumi mjerenja / Dates of measuring	Pokusna ploha - Test plot															
	L III odjel 20								L IV odjel 52							
	1 m				4 m				1 m				4 m			
	cm	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l	cm	T°C	pH	mgCO2/l
20.V. 1986.	64,5	12	7,2	23,5	177	•	•	•	Ø	'/.	'/.	'/.	124	12	7,0	80,0
09.VI. 1986.	x	x	x	x	x	x	x	x	50	12	6,9	51,5	65	12	7,7	50,0
20.VI. 1986.	6	14	7,4	12,0	23	14	7,3	23,0	12	•	6,8	45,0	43	•	7,1	45,0
02.VII. 1986.	61	15	7,3	17,0	48	14	7,5	14,5	88	14	6,8	56,0	83	14	7,5	37,0
25.VII. 1986.				piezometri	porušeni				Ø	'/.	'/.	'/.	103	14	7,4	31,0
07.VIII. 1986.				"	"				Ø	'/.	'/.	'/.	168	13	7,5	20,0
19.VIII. 1986.				"	"				Ø	'/.	'/.	'/.	183	•	•	•
05.IX. 1986.				"	"				Ø	'/.	'/.	'/.	223	•	•	•
17.IX. 1986.				"	"				Ø	'/.	'/.	'/.	226	•	•	•
03.X. 1986.				"	"				Ø	'/.	'/.	'/.	255	12	7,7	29,0
21.X. 1986.				"	"				Ø	'/.	'/.	'/.	263	13	7,8	18,0

x - prirodna poplava
Ø - u piezometru nema vode
• - uzorak nije uzet

ZABARIVANJE I POJAVA UGLJIČNOG DIOKSIDA
SWAMPING AND CARBON MONOXYDE OCURRENCE

Nizinske šume uspijevaju u prilikama vlažnih staništa od šuma pribrežja i gorskih šuma. One se pojavljuju u različitim tipovima močvarnih tala koja su veći dio vegetacijskog razdoblja umjereno vlažena. U uvjetima prekomjerne vlažnosti šumsko drveće ne može uspijevati i u takvim staništima razvija se močvarna vegetacija.

Na prijelazima između močvara i viših terena, dakle u povoljnijim prilikama od onih u močvari u tzv. barskim uvjetima uspijevaju samo neke vrste drveća. Tu dobro raste bijela vrba, poljski jasen, crna joha, barski hrast lužnjak i vez. Navedene vrste i barska rasa hrasta lužnjaka postižu u takvim uvjetima svoj ekološki optimum, ali ne i najveći prirast koji polučuju u susjednoj nizi i još bolje na gredama nizinskih

KEMIJSKE ZNAČAJKE POPLAVNE VODE U ŠUMI KALJE
CHEMICAL PROPERTIES OF THE FIRST BOTTOM WATER IN THE KALJE FOREST

Tablica L I – L IV

	Pokusna ploha - Test plot							
Oznaka uzorka: Sample label		L II	L III	L II	L III	L I	L II	L III
Datum uzimanja uzorka: - Dates of sample-taking:	02.IV.86.	10.IV.86.	10.IV.86.	25.IV.86.	25.IV.86.	09. V.86.	09. V.86.	09. V.86.
1. Slobodna ugljična kiselina, mg Co2/l:	6,2	45,5	22,8	30,4	22,8	27,8	35,4	31,9
2. Amonij, mg NH_4^+/l:	0	1,5	1,2	0	0	0,69	0,41	0,96
3. Nitriti, mg NO_2^-/l:	0	0,06	0,06	0,13	0,13	0,07	0,07	0,07
4. Nitrati, mg NO_3^-/l:	manje od 2	manje od 2	manje od 2	manje od 2	manje od 2	manje od 2	manje od 2	manje od 2
5. Utrošak KMnO4, mg/l:	68	258	234	388	125	206	425	271
6. KPK, mg O2/l:	42	170	140	114	36	89	214	89
7. BPK5, mg O2/l:	35	7,6	14,7	21	7,6	16,7	36,7	19,2
8. Ulja i masti, mg/l:	0,23	4,16	3,56	0,56	2,12	5,64	4,56	7,28
9. Ugljikovodici mineralnog porijekla, mg/l:	0,007	0,060	0,053	0,046	0,085	0,12	0,16	0,16
10. Fenoli, mg/l:	0,004	0,014	0,015	0,017	0,033	0,011	0,006	0,004
11. Taninske i ligninske tvari, mg/l:	0	4,04	3,99	3,16	1,57	4,10	6,33	4,25
12. Otopljeni kisik, mg O2/l:	-	0,38	1,26	1,60	5,34	8,63	1,61	1,63
13. Olovo, mg Pb/l:	manje od 0,05	manje od 0,05	manje od 0,05	manje od 0,05	manje od 0,05	manje od 0,05	manje od 0,05	manje od 0,05
14. Kadmij, mg Cd/l:	manje od 0,005	0,01	manje od 0,005	manje od 0,005	manje od 0,005	manje od 0,005	manje od 0,005	manje od 0,005
15. Detergenti anionski, mg/l:	0,01	0,13	0,15	0	0	0,063	0,043	0,039
16. Detergenti kationski, mg/l:	0	0	0	0,06	0,05	0	0	0
17. Detergenti neionski, mg/l:	0	0,091	0	0,15	0,12	0,121	0,061	0,305

šuma. Ostale vrste drveća, kao hrast lužnjak, nizinski brijest, domaće topole, grab, klen i lipa, ne mogu uspijevati u barskim prilikama. Dođe li do zabarivanja staništa, doživljavaju te vrste ponovljene stresove, gube rezistenciju, fiziološki slabe, obolje-vaju ili ih napadaju kukci te ugibaju.

U uvjetima proljetnih i ljetnih poplava u šumi Kalje dolazi, iz više razloga do zabarivanja terena i sušenja onih vrsta drveća koje ne mogu podnijeti barske uvjete.

Dobar pokazatelj barskih prilika je sadržaj CO_2 u stajaćoj vodi te u vodi površinskog sloja tla. U tome smislu obavili smo mjerenja u staništima šume Kalje, i to u pokusnim plohama od L I do L IV. U tlo su postavljene perforirane plastične sonde dužine 0,5 m, u kojima se skupljala voda iz tla u kojoj smo u laboratoriju utvrđivali količine ugljičnog dioksida.

Količine CO_2 u površinskom sloju tla šume Kalje donosimo u priloženoj tablici. Uzorci su uzimani svakih 14 dana u 1986. godini od 2. IV. do 21. X. Osim vode iz površinskog sloja tla analizirali smo poplavnu vodu, vodu Odre i podzemnu vodu. U prilogu dajemo tablice podzemnih voda iz dubine od 1 m i 4 m za četiri pokusne plohe. Podzemna voda i ona iz vodotoka Odre imala je kod svih mjerenih uzoraka dobru kvalitetu. Rezultati mjerenja vode tla iz pokusnih površina L I, L II i L III, a djelomično i poplavna voda sadržavali su prevelike količine CO_2, što upućuje na nedostatak kisika u tlu i barske prilike staništa. Voda tla iz pokusne plohe L IV u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba imala je tolerantne vrijednosti ugljičnog dioksida.

Smatramo da je količina CO_2 koja prelazi vrijednosti od 50 mg/l opasna za korijenje šumskog drveća (nekroze). Veće iznose CO_2 prate sve manje količine kisika.

Kemijska svojstva poplavne vode dajemo u priloženoj tablici. Obavljeno je 17 različitih analiza i ustanovljeno da su probe koje se odnose na količinu kisika (brojevi 5, 6 i 7) iznad kritičnih vrijednosti označenih u službenim normativima,

što pokazuje da u poplavnoj vodi nedostaje kisik. To je značajka vode iz rijeke Save, dok Kupa i Odra imaju vodu s dovoljno kisika.

Istraživanja kvalitete vode u šumi Kalje upućuje na vrlo loše stanje u rizosferi. Voda tla opterećena je velikim količinama ugljičnog dioksida koji uvjetuje nekrozu korijenja hrasta lužnjaka i njegovo propadanje.

RAZINE PODZEMNIH VODA
GROUNDWATER LEVELS

Podzemna voda (gravitacijska podzemna voda) vrlo je značajna za uspijevanje nizinskih šuma. Prema Ellenbergu (u: Köstler et al. 1968) i prema vlastitim istraživanjima u šumi Repaš i Kalje hrast lužnjak dopire svojim korijenjem do minimalnih ljetnih razina podzemne vode koju koristi za transpiraciju. Poznato je da lužnjak troši ljeti velike količine vode pa ako u površinskom sloju tla vlada ekološka suša, troši podzemnu vodu. Ako se razina podzemne vode za vrijeme ljeta u hrastovu staništu značajno spusti, stabla lužnjaka fiziološki slabe i potom se suše.

Radi budućeg praćenja razina podzemnih voda u krovini (oko 5 m od površine tla do donjega nepropusnog sloja akvifera) postavili smo u pokusne površine od L I do L IV po 3 piezometra dubine 1, 2 i 4 m. Najplićim piezometrom utvrđujemo vodu u ekološkom profilu tla (pretežno površinska voda), srednjim piezometrom mjerimo razine voda u prijelazu između ekološkog profila tla i matičnog supstrata, a najdubljim gravitacijsku podzemnu vodu koja je najznačajnija za opskrbu vodom. Dosadašnjim mjerenjima ustanovili smo ispravnost postavljenih piezometra i dobili prve rezultate.

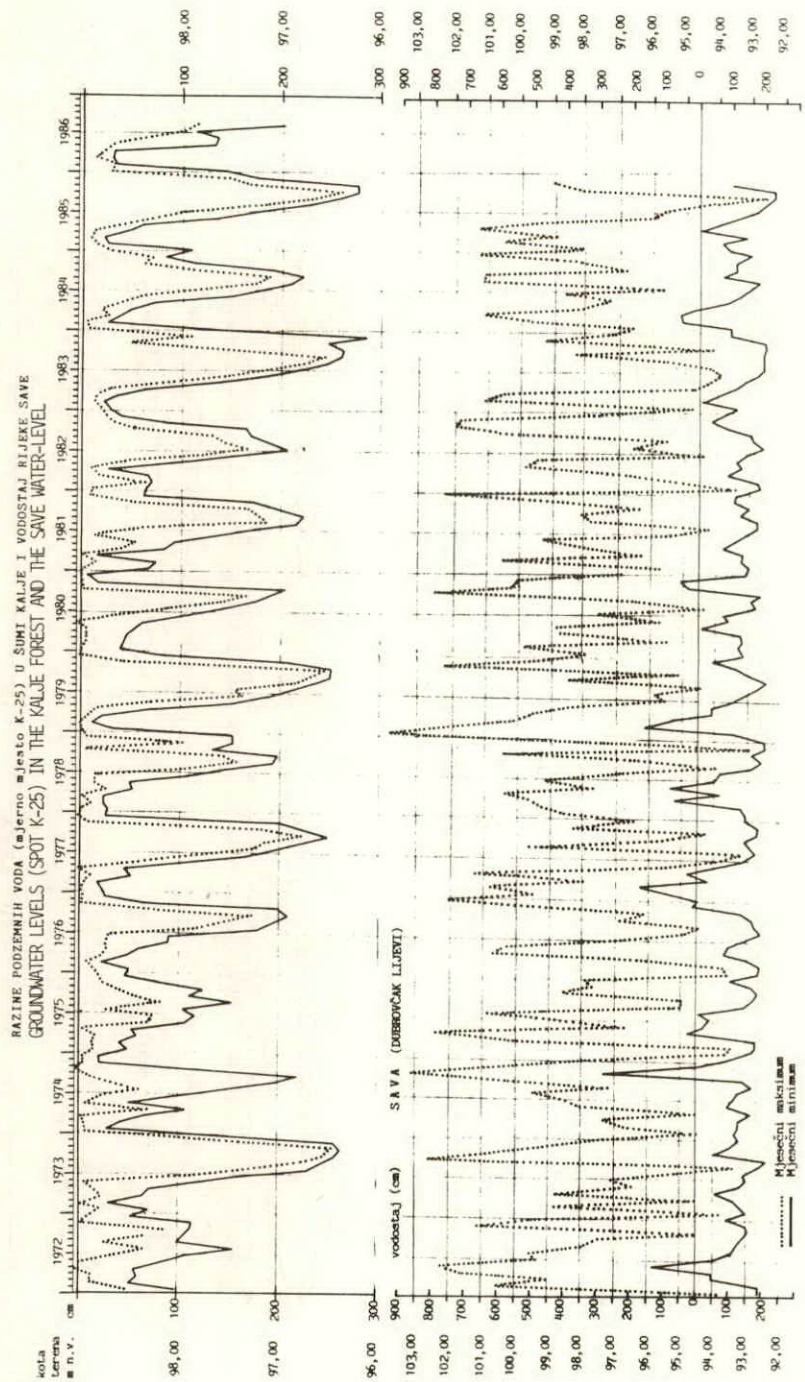
Razine podzemnih voda utvrđene su na osnovi podataka mjerenja Hidrometeorološkog zavoda. U šumi Kalje mjere tri drenažna piezometra. Na mjernom mjestu K 25 mjerenje je započelo 1972. godine, dok su mjerenja na DSP 15 započela 1982, a kod DSP 16 1981. godine.

U priloženom grafikonu dani su grafikoni minimalnih i maksimalnih razina podzemnih voda za sva tri mjerna mjesta i za sve godine mjerenja.

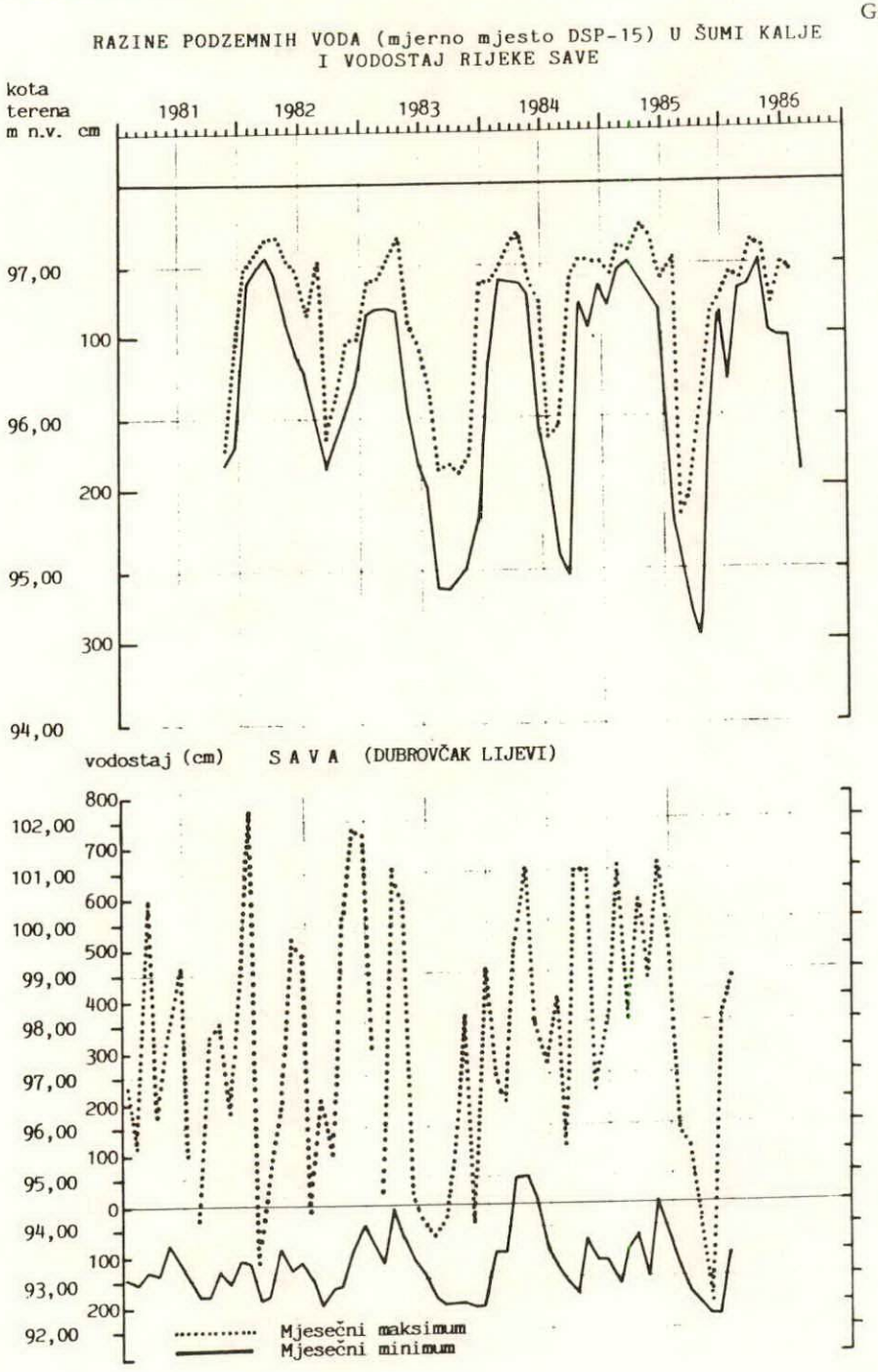
Uz podatke o podzemnim vodama dajemo i grafikon minimalnih i maksimalnih vodostaja rijeke Save za vodomjernu stanicu Dubrovčak Lijevi. (Graf 6, 7 i 8).

Iz priloženih grafikona uočljiv je trend snižavanja minimalnih razina podzemnih voda, koji je započeo 1977. godine i koji traje do 1985. Ta je promjena morala nepovoljno djelovati na vitalnost stabala hrasta lužnjaka.

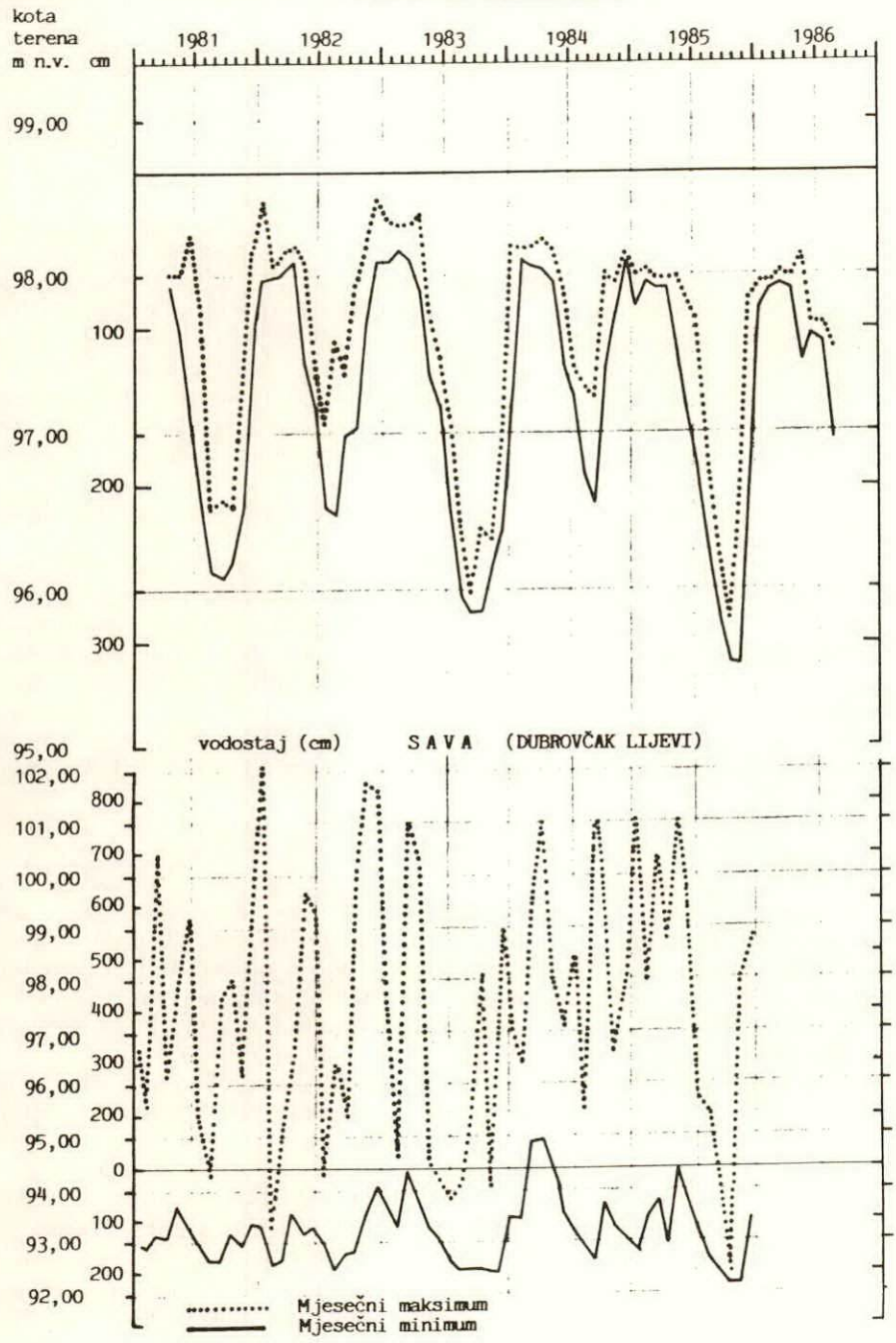
Graf 6


RAZINE PODZEMNIH VODA (mjerno mjesto K-25) U ŠUMI KALJE I VODOSTAJ RIJEKE SAVE
GROUNDWATER LEVELS (SPOT K-25) IN THE KALJE FOREST AND THE SAVE WATER-LEVEL
kota terena m n.v.
cm
vodostaj (cm)
SAVA (DUBROVČAK LIJEVI)
Mjesečni maksimum
Mjesečni minimum
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986

Graf 7


RAZINE PODZEMNIH VODA (mjerno mjesto DSP-15) U ŠUMI KALJE
I VODOSTAJ RIJEKE SAVE
kota terena m n.v. cm
1981
1982
1983
1984
1985
1986
97,00
100
96,00
200
95,00
300
94,00
vodostaj (cm) S A V A (DUBROVČAK LIJEVI)
102,00
800
101,00
700
100,00
600
99,00
500
98,00
400
97,00
300
96,00
200
95,00
100
0
94,00
100
93,00
200
92,00
Mjesečni maksimum
Mjesečni minimum

RAZINE PODZEMNIH VODA (mjerno mjesto DSP-16) Graf 8
I VODOSTAJ RIJEKE SAVE



RASPRAVA O UTJECAJU EKOLOŠKIH ČIMBENIKA
DISCUSSION ON THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS

Sušenje hrasta lužnjaka u šumi Kalje primjer je sinergetskog djelovanja više nepovoljnih ekoloških čimbenika u velikom prostoru. Posebno smo upozorili na vodu kao dominantan ekološki čimbenik u funkcioniranju nizinske šume. Za dobro uspijevanje nizinskoj šumi potrebna je velika količina vode.

Većina nizinskih vrsta drveća troši više vode od količine pristigle oborinama. Nizinsko drveće troši od 450 mm (topole) do 700 mm (poljski jasen). Hrast lužnjak troši 500–700 mm te spada u velike potrošače vode. Za vrijeme vegetacijskog razdoblja padne prosječno oko 55% od ukupne godišnje količine oborina istraživanog područja, što iznosi za Sisak oko 430 mm, a za Pleso oko 410 mm. Za većinu nizinskih vrsta drveća to je premalena količina vode, čak ako računamo i s oborinskom vodom iz hladnog razdoblja godine. Kada se od srednjih vrijednosti oborina za Sisak (784 mm) i Pleso (756 mm) odbiju iznosi intercepcije od 15%, sva godišnja količina oborina nije dovoljna za transpiraciju hrasta lužnjaka ili poljskog jasena.

Vidimo da nizinske šume za svoje funkcioniranje trebaju dodatnu vodu od poplave ili iz bazena podzemne vode.

Iz kretanja razina podzemnih voda (vidi poglavlje o podzemnim vodama) vidimo da od 1977. godine one postaju niže pa je sve manja vjerojatnost da je korijenje starih hrastovih stabala koristi. Iz mjernog mjesta K 25 vidimo da je minimalna razina podzemne vode u šumi Kalje godine 1985. u odnosu na 1972. godinu niža oko 100 cm, a poznato je da za opstanak nizinskih vrsta drveća kritična granica iznosi 50 cm.

Značajni pad razine podzemne vode nastupilo je u Kalju 1977. godine što se slaže s početkom smanjenja širine goda za sve analizirane vrste drveća (hrast, jasen, joha).

Poplave u Kalju pojavljuju se svake godine tijekom vegetacijskog razdoblja i u tom slučaju djeluju vrlo nepovoljno na nizinske vrste drveća. Iz prethodnih osnova gospodarenja tim šumama vidi se da su takve poplave stalne i da su šumske sastojine postizale velike priraste koji su sada izostali. Zanemarena odvodnja i gradnja ceste prije 20 godina kroz sredinu šume poremetila je režim površinskih voda u smislu stvaranja kaseta koje su »zarobile« vodu. Stajaće vode na površini tla izazivaju intenzivniju aktivnost u rizosferi (disanje korijenja, mikrobiološka aktivnost), što je uzrokom pojavi sve većih količina ugljičnog dioksida. CO_2 djeluje na korijenje biljaka toksično pa tkivo odumire.

Visoke koncentracije CO_2 dokazane su u svim pokusnim površinama (vidi poglavlje o zabarivanju tla), a nastaju osobito za vrijeme vrućih proljetnih i ljetnih dana.

Zamočvarivanje tla događa se u sušnim, mokrim i prosječnim godinama, jer su poplave neovisne o klimatskim prilikama u donjem toku rijeke. Zamočvarivanje tla onemogućava primanje vode, što se posebno odnosi na hrast lužnjak, a manje na barske vrste poljski jasen i crnu johu.

Sniženje razine podzemne vode i nemogućnost primanja vode iz površinskih horizonata tla radi zamočvarenosti izaziva postupno fiziološko slabljenje stabala i

njihovo ugibanje. Oslabljena stabla napadaju bolesti i štetni kukci, što je potvrđeno u šumi Kalje.

U tako teškim uvjetima vrlo nepovoljno utječe suša. Nepovoljno je ako sušne godine slijede jedna iza druge kao 1977-1979. godine ili ako je godina ekstremno suha kao 1983.

Razumnim gospodarenjem vodama u šumi Kalje moguće je normalizirati današnje nepovoljno stanje staništa koje se površinski zamočvaruje. Sniženje podzemne vode nije međutim moguće normalizirati, ali sve vrste drveća koje se nalaze u I. i eventualno u II. dobnom razredu prilagodit će se sniženoj razini podzemne vode.

TLO – SOIL

Istraživana površina pedološki pripada odjelu hidromorfnih tala koje karakterizira povremeno ili trajno zasićenje svih pora tla vodom (koja nije zaslanjena ni alkalizirana).

Prema pedološkoj karti 1:50 000 Zagreb 4 to su: mineralno-močvarna tla, jako izražena; mineralno-močvarna, jako oglejana; mineralno-močvarna glej-pseudoglejna na postdiluvijalnim ilovinama i glinama.

Naša detaljna istraživanja tla obuhvatila su dva lokaliteta prema izboru ploha B. Prpića: lokalitet I (odjel 38 i dr.) i lokalitet II (odjel 24 i dr.).

Terenskim istraživanjima obuhvaćena su dva pedološka profila na lokalitetu I i tri profila na lokalitetu II. Za svaki lokalitet detaljno je istražen po jedan profil tla.

OPIS PROFILA 1, LOKALITET I
DESCRIPTION OF PROFILE 1, LOCATION I

Vanjska morfologija terena je neravna, mikroreljefno to je džombasta površina.

A (0 – 10) cm – Ovaj se horizont može izdvojiti samo na džombastim isponima, rahal je, ilovaste teksture, tamnosmeđe boje, bez tragova oglejavanja. Oštro prelazi u idući horizont.

Agr (10 – 55) cm – Ilovasta glina, oštrobridne strukture, plavičasto-sive boje su smeđorđastim mrljama prožet korijenjem šumske vegetacije. Zaključno s donjom granicom ovog horizonta zastupljena je glavna masa korijenja, zbog čega je dobro dreniran.
Na granici horizonta je jedna izrazito plava redukcijska zona, koja se nastavlja na sljedeći horizont.

Gso,Gr (55 – 100) cm – Teška glina, po boji prevladavaju rđaste mazotine nad plavičastim. Plastičan je i nepropustan za vodu.
Korijenje je pojedinačno.

Gr > – Praškasta do sitno pjeskovita ilovača, obiluje karbonatnim konkrecijama.
Vodonosni horizont počinje na dubini od 130 cm.

OPIS PROFILA 2, LOKALITET II
DESCRIPTION PROFILE 2, LOCALITET II

Aa (0 – 25) cm – Tamnosmeđe boje, glinasta ilovača, prožet korijenjem šumske vegetacije, plastičan.
Gr,so (25 – 80) cm – Teška, plastična, crna glina.
Gr (80 – 110) cm – Plavičastosiva glina, plastična.
I – Gr,so > 110 sm – Žučkastorđasta praškasto pjeskovita ilovača – vodonosni sloj

Tipološki tlo pripada tipu amfilgeja.

Profili tla ovog lokaliteta su od površine težega mehaničkog sastava od tala lokaliteta I. Prva tri horizonta su teške gline, plastične, s veoma teškim fizikalnim svojstvima. Četvrti horizont koji počinje na dubini od 110 cm je lakšega mehaničkog sastava i predstavlja vodonosni akvifer.

Iako i jedna i druga skupina tala, tj. I. i II. lokaliteta, spada po režimu vlaženja u pretežno epiglejna tla (vodonosni sloj je na granici ili ispod 100 cm), druga skupina tala (lokalitet II) zbog teškoga mehaničkog sastava i visoke plastičnosti veoma je lošeg vodnozračnog režima. To je razlog da površinske vode zbog slabe propusnosti gornjih horizonata duže vremena stagniraju na površini ili u gornjem dijelu soluma tla.

Naša mjerenja trenutne vlage na oba lokaliteta upravo to potvrđuju. Naime, sadržaj vode u tlu u pravilu se smanjuje s dubinom sve do vodonosnog sloja tla, koji, naravno, nismo uzimali u postupak. (Rezultati prikazani u tablici 1. i 2).

Drugi ekološki važan čimbenik koji smo mjerili na terenu odnosi se na redoks potencijal tla.

Visine redoks potencijala mjerene su u profilu tla u nenarušenom stanju po genetskim horizontima. Rezultati istraživanja donose se u tablicama 3. i 4.

Iako je morfologija tala dvaju lokaliteta hidromorfna, a pojedini horizonti tla pokazuju izrazite procese oglejavanja (horizonti Gr i Aa), visine Eh-vrijednosti i rH-vrijednosti dobivene u uvjetima različite reakcije tla nisu adekvatne spomenutoj hidromorfologiji ni procesima izrazitog oglejavanja.

LOKALITET: I – LOCALITY I
Profil 1 – Profile 1

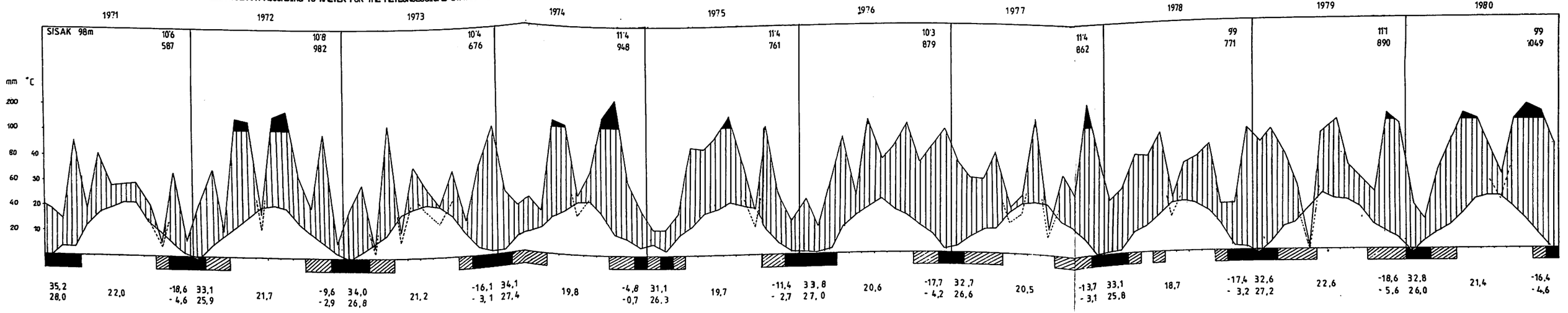
Tablica 1

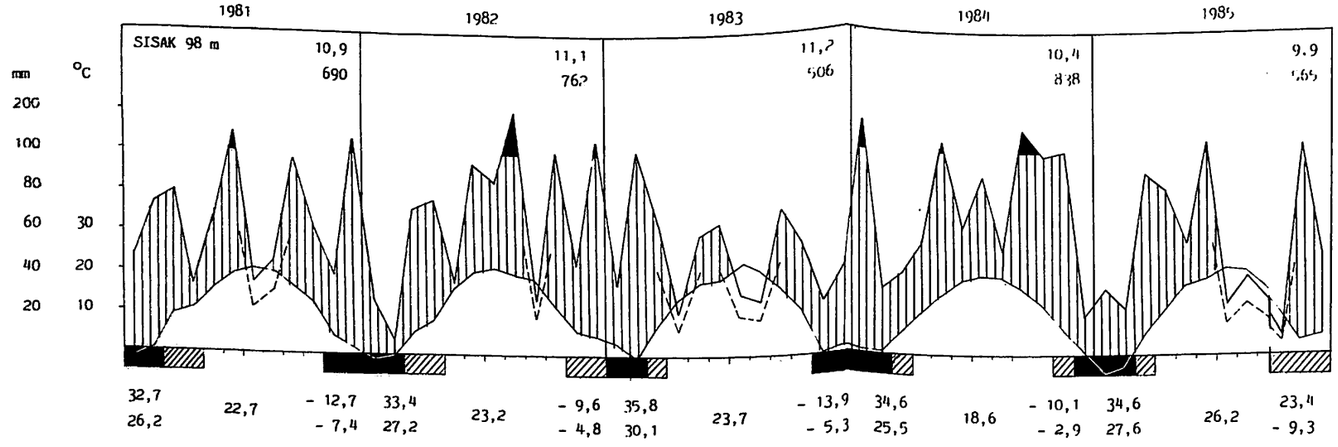
Oznaka horizon. Horizont	Dubina Depth	Tež. boč. + vlažno tlo Weight of the bottle + moist soil	Tež. boč. + suho tlo Weight of the bottle + dry soil	Težina bočice Weight of the bottle	Težina vlažnog tla Weight of the moist soil	Težina suhog tla Weight of the dry soil	Mv grami MV-grams %	Mv težinski % MV-weight %
1	0 – 10	82,5	65,7	43,3	39,2	22,4	16,8	75,00
2	10 – 55	77,9	67,8	45,9	32,0	21,9	10,1	46,12
3	55 – 100	72,8	67,4	47,0	25,8	20,4	5,4	26,47
4	> 100	81,5	73,9	46,1	35,4	27,8	7,6	27,34

Graf 2

KLIMATOGRAM PREMA WALTER-u ZA METEOROLOŠKU STANICU SISAK (1971-1985)

CLIMATOGRAPH ACCORDING TO WALTER FOR THE METEOROLOGICAL STATION SISAK (1971- 1985)

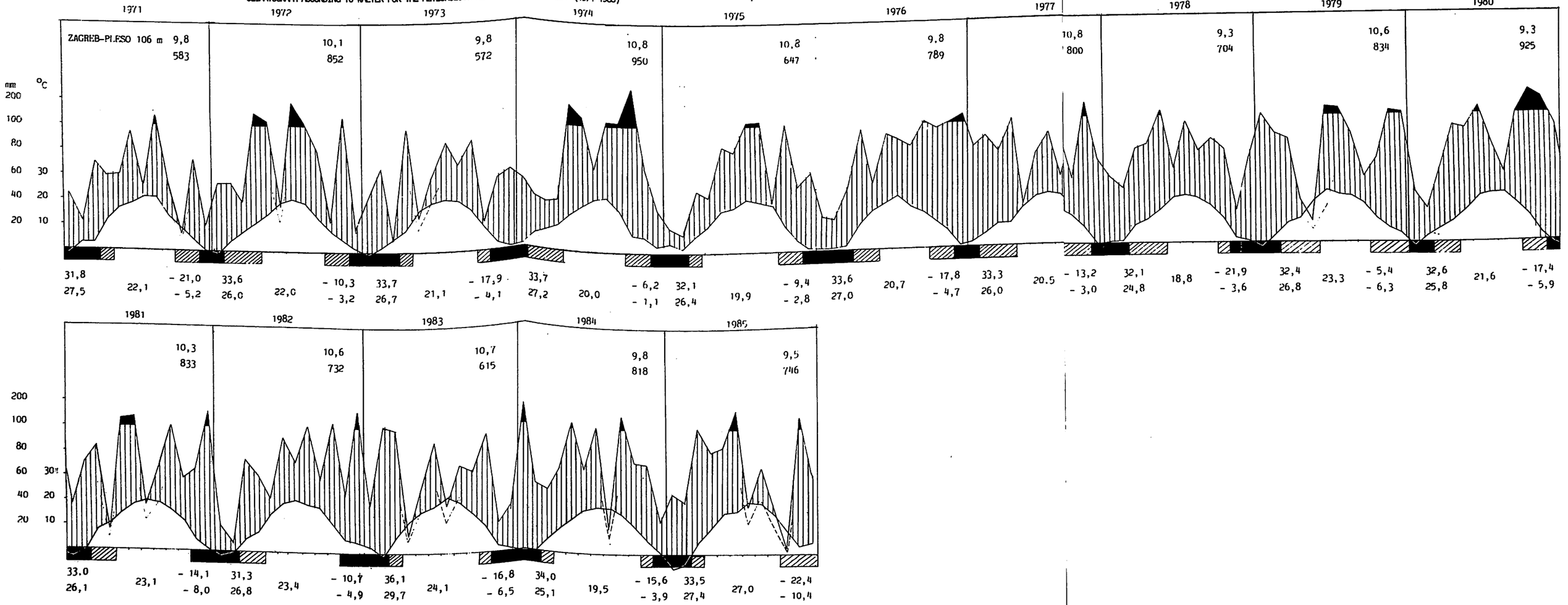




Graf 1

KLIMATOGRAM PREMA WALTER-u ZA METEOROLOŠKU STANICU ZAGREB-PLESO (1971-1985)

CLIMATOGRAPH ACCORDING TO WALTER FOR THE METEOROLOGICAL STATION ZAGREB-PLESO (1971-1985)



LOKALITET: I – LOCALITY I
Profil 1 – Profile 1

Tablica 2

Oznaka horizon. Horizont	Dubina Depth	Tež. boč. + vlažno tlo Weight of the bottle + moist soil	Tež. boč. + suho tlo Weight of the bottle + dry soil	Težina bočice Weight of the bottle	Težina vlažnog tla Weight of the moist soil	Težina suhog tla Weight of the dry soil	Mv grami MV-grams %	Mv težinski % MV-weight %
1	0 – 25	242,8	197,1	135,0	137,8	62,1	75,7	121,90
2	25 – 80	230,9	197,7	133,6	97,3	64,1	33,2	51,79
3	80 – 110	220,1	199,3	131,2	88,9	68,1	20,8	30,54
4	>110	222,1	203,4	132,3	89,8	71,1	18,7	26,30

LOKALITET: I – LOCALITY I
Profil 1 – Profile 1

Tablica 3

Oznaka horizon. Horizont	Dubina Depth	Očitanja Readings	Σ	n	EMS				Eh				rH				pH	2 pH
					min.	max.	x̄	n	min.	max.	x̄	n	min.	max.	x̄	n		
1	0 – 10	150, 200, 245, 210, 210, 240 120, 140, 165, 135, 155, 250	2220	12	120	250	185,0	12	370,9	500,9	435,9	12	24,9	29,4	27,2	12	6,09	12,18
2	10 – 55	120, 205, 210, 230, 165, 180, 200, 115, 120, 110, 90, 85	1830	12	85	230	152,5	12	335,9	480,9	403,4	12	24,7	29,7	27,0	12	6,57	13,14
3	55 – 100	150, 155, 150, 120, 190, 180, 140, 140, 130, 140, 190, 180	1865	12	120	190	155,4	12	370,9	440,9	406,3	12	27,9	30,3	29,1	12	7,59	15,18
4	>100	10, 80, 110, 110, 100, 115, 125, 135, 130, 130, 130, 120	1295	12	10	135	107,9	12	260,9	385,9	358,8	12	25,9	30,3	29,3	12	8,50	17,00

LOKALITET: I – LOCALITY I
Profil 1 – Profile 1

Tablica 4

Oznaka horizon. Horizont	Dubina Depth	Očitanja Readings	Σ	n	EMS				Eh				rH				pH	2 pH
					min.	max.	x̄	n	min.	max.	x̄	n	min.	max.	x̄	n		
1	0 – 25	220, 240, 220, 240, 230, 125 210, 235, 240, 220, 240, 250	2670	12	125	250	222,5	12	375,9	500,9	473,4	12	25,4	29,6	28,7	12	6,22	12,44
2	25 – 80	230, 185, 190, 180, 185, 185, 215, 205, 180, 230, 200, 190	2370	12	180	230	197,9	12	430,9	480,9	448,8	12	29,8	31,5	30,0	12	7,49	14,98
3	80 – 110	165, 170, 175, 165, 180, 160, 115, 175, 175, 180, 185, 175	2020	12	115	185	168,3	12	365,9	435,9	419,2	12	28,8	31,2	30,6	12	8,10	16,20
4	>110	160, 150, 160, 165, 180, 170, 150, 165, 140, 140, 155, 155	1890	12	140	180	157,5	12	390,9	430,9	408,4	12	30,2	31,6	30,8	12	8,40	16,80

Naime, iako Eh-vrijednosti padaju s porastom dubine tla, one se sve nalaze iznad 400 mV, što znači u oksidacijskoj fazi, osim horizonta Gr > 100 cm profila 1, lokaliteta I, koji po vrijednosti 358,82 mV spada u prelaznu fazu među oksidacijskih i redukcijskih vrijednosti.

S obzirom na različite pH-vrijednosti u profilu tla po pojedinim horizontima (kod oba profila rastu s dubinom i kreću se od neutralnih do slabo alkaličnih) pogodnije su za komparaciju rH-vrijednosti redoks potencijala, jer pokazuju oksida-

cijsku odnosno redukcijsku snagu redoks potencijala u tlu. Vrijednosti rH zapravo su (slično pH-vrijednosti) negativni logaritam tlaka plinovitog vodika koji se oslobađa u redoks reakcijama tla. Računali smo ih po formuli:

$$rH = \frac{Eh\,(u\,mV)}{29{,}1} + 2\,pH$$

rH-vrijednosti kreću se u rasponu 0 – 42,5, pri čemu je nula tlak od 1 atm plinovitog vodika, a 42,5 tlak od 1 atm čistog kisika. Ravnotežno stanje je rH 27,3, pri kojoj je tlak vodika izjednačen s kisikom. Ispod te vrijednosti vladaju redukcijski uvjeti i anaerobiozis utoliko intenzivniji što je vrijednost bliža nuli. Što je pak vrijednost viša, to je tlo bolje aerirano, prevladava aerobiozis i oksidacijski procesi u otopini tla.

Iz tablice 3. i 4. vidljivo je da se i rH-vrijednosti slično kao i Eh nalaze na oksidacijskoj strani, s tim što su rH-vrijednosti u porastu s dubinom tla, a Eh-vrijednosti padaju.

Osim neobično visokih vrijednosti rH i Eh za ta tla, komparacijom tih vrijednosti za pojedine lokalitete vidljivo je da amfiglej kao jače zaglejano tlo na lokalitetu II ima i više Eh i rH-vrijednosti nego tlo na lokalitetu I koje je manje vlaženo.

Te anomalije upućuju na zaključak da je svježa oborinska voda pridonijela da se trenutno izmijeni slika stanja oksidacijsko-redukcijskih procesa. Stoga je ova mjerenja potrebno obavljati stacionarno kroz duže vremensko razdoblje (najmanje jednu godinu).

Ipak je moguće, makar i s jednokratnim opažanjima, a na temelju morfologije tla, sadržaja vlage te Eh i rH-vrijednosti, zaključiti da gornje površinske vode na istraživanom terenu imaju veću ulogu u procesu oglejavanja tla nego podzemne. Stoga bi naša istraživanja o uzrocima sušenja šuma na ovom području ubuduće usmjerili u tom pravcu.

VEGETACIJSKA ISTRAŽIVANJA I FITOCENOLOŠKA KARTA
VEGETATION RESEARCH AND PHYTOCENOLOGICAL MAP

Istraživanje i kartiranje šumske vegetacije g.j. Kalje Šumskoga gospodarstva Sisak obavljeno je tijekom 1986. godine. Utvrđene su ove šumske zajednice:

Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba
(Carpino betuli-Quercetum roboris typicum)
Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem
(Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides)
Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem
(Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae)
Šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem
(Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum)
Šuma crne johe s trušljikom
(Frangulo-Alnetum glutinosae typicum)

OPIS ŠUMSKIH FITOCENOZA
DESCRIPTION OF FOREST PHYTOCENOSES

Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba
(*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 1971)

Subasocijacija je fragmentarno zastupljena na istraživanom području i zbog toga ne donosimo njezin detaljan opis, već samo sažetak s glavnim obilježjima.

Mješovita šuma lužnjaka i običnoga graba razvija se na pseudoglejnom ili parapodzolastom tlu, na tzv. gredama i vlažnim gredama (rebrasta uzvišenja u ravnicama, koja daju izgled blago valovitog terena), koje su izvan dohvata poplavnog područja.

Po svom sastavu ta se šuma znatno razlikuje od lužnjakove šume s velikom žutilovkom i često je dovoljna samo minimalna visinska razlika od 20 do 30 cm da bi se uočila granica između tih dviju šuma. Tlo je te šume ocjedito, ali svježe, slabo kiselo do neutralno.

Osim manjeg broja higrofilinih vrsta javlja se tu velik broj mezofita, koji upućuju na smanjenu vlažnost.

U sloju drveća dominira hrast lužnjak, a u podstojnoj etaži obični grab. Manje su primiješani srebrnolisna lipa, poljski jasen, nizinski brijest i ponegdje klen, a na vlažnim gredama dolazi mjestimično malolisna lipa obično u podstojnoj etaži. Hrast lužnjak u kombinaciji s grabom raste vrlo dobro, razvija ravna i čista stabla.

U sloju grmlja nalaze se: lijeska, glogavi, klen, obični likovac, obična kurika, crni trn, svib, bazga i dr.

U sloju prizemnog rašća dolaze vrste: *Oxalis acetosella, Carex silvatica, Veronica montana, Fragaria vesca, Geum urbanum, Polygonatum multiflorum Fectusa gigantea, Asarum europaeum, Angelica silvestris, Aruum maculatum, Circaea lutetiana, Cerastium silvaticum, Scrophularia nodosa, Sanicula europaea, Paris quadrifolia, Vinca minor, Asperula odorata, Anemone nemorosa, Stachys palustris, Hedera helix* i dr. (tab. 1).

Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem
(*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* Ht. 1938).

To je tipična slavonska šuma hrasta lužnjaka koja obuhvaća goleme površine mineralno-močvarnih tala u poplavnom i izvanpoplavnom području. Većinom je plavljena jednom ili dva puta na godinu.

Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom ističe se vrlo značajnim slojem grmlja i niskog rašća, koji upućuju na veliku vlažnost u proljetnim mjesecima.

U sloju drveća dominira hrast lužnjak, a primiješani su: poljski jasen, nizinski brijest, crna joha, ponegdje klen i divlja kruška.

Sloj grmlja je vrlo bujno razvijen s pokrovnošću 10 do 20 posto, a tvore ga: *Genista elata, Crataegus oxyacantha, Crataegus monogyna, Prunus pyraster, Viburnum opulus, Frangula alnus, Rubus caesius, Rubus fruticosus, Rosa spp.* i dr.

Sloj prizemnog rašća tvori pokrovnost 80 do 100 posto i osobito je bujan u proljeće nakon poplava. Sastoji se od vrsta: *Carex stigosa, Rumex sanguineus, Cerastuim silvaticum, Valeriana dioica, Lycopus europaeus, Solanum dulcamara, Valeriana officinalis, Glechoma hederacea, Poa trivialis, Juncus effusa, Galium*

palustris, Ranunculus repens, Lysimachia nummularia, Lysimachia vulagaris, Stachys palustris, Succisa pratensis, Polygonatum hydropiper, Mentha aquatica, Aegopodium podagraria, Euphorbia palustris, Iris pseudacorus, Rubus ceasius, Circaea lutatiana, Pseucadanum palustre, Hypericum acutum, Stenactis annua, Eupatorium cannabinum, Trifolium repens, Scrophularia nodosa, Bidens tripartitus, Leucoium aestivum, Angelica silvestris i dr. (tab. 1).

Šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem
(*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959)

Šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem razvija se na mineralno-organogenom tlu, džombastog izgleda, najnižnih dijelova istraživanog područja, tj. u nizinama i barama, koje su ekstremno izvrgnute utjecaju poplavnih i podzemnih voda. Tlo je neutralno ili bazično. Poplavne vode dosežu visinu i više od dva metra, a površinska i podzemna voda dugo stagnira na površini. Poljski jasen tvori čiste sastojine, jer je konkurentska sposobnost ostalih vrsta drveća slaba.

Sloj drveća pokriva prosječno 60 do 80 posto površine, a sačinjava ga u dominantnoj etaži poljski jasen s rijetkom primjesom nizinskog brijesta, veza i ponekad hrasta lužnjaka.

Sloj grmlja vrlo je slabo razvijen te pokriva prosječno 0 do 5 posto površine, a čine ga osim vrsta drveća u obliku grma još i Genista elata, Frangula alnus, Salix cinerea i dr.

Sloj prizemnog rašća pokriva 80 do 100 posto površine. Tvori ga vrlo velik broj vrsta, od kojih su najvažnije: *Carex vesicaria, Carex elata, Galium palustre, Leucoium aestivum, Teucrium scordium, Solanum dulcamara, Lycopus europaeus, Rumex sanguineus, Stachys palustis, Iris pseudacorus, Urtica radicans, Lysimachia nummularia, Lysimachia vulgaris, Poa trivialis, Juncus effusus, Polygonatum hydropiper, Valeriana dioica, Roripa amphybia, Senecio aquatica, Mentha aquatica, Alisma plantago-aquatica, Succusa pratensis, Ranunculus repens, Glycera fluitans, Oenanthe fistulosa, Nephrodium spinulosum* i dr. (tab. 5).

Šuma crne johe s trušljikom
(*Frangulo-Alnetum glutinosae typicum* Rauš 1971)

Biljna zajednica crne johe je fragmentarno razvijena na posebnim staništima istraživanog područja. U postojećem biotopu ona obavlja važnu ulogu zarašćivanja vegetacije te na taj način stvara tlo i priprema uvjete za razvitak šume lužnjaka. Razvija se na mineralno-organogenim močvarnim tlima i ritskim crnicama nizina i bara (nekada protočna korita). Crna joha na takvim staništima stvara čunjeve. Oko korijenskog sustava vezuje čestice mulja i tla te se tako izdiže iznad razine stagnirajuće vode. Zbog tako specifičnih ekoloških uvjeta crna joha raste grupimično na tim čunjevima i dosta se često razvija iz panja. Debla crne johe su malodrvna i relativno niska.

Već prema tomu o kojoj se subasocijaciji radi, sloj drveća pokriva 40 do 80 posto površine, a čine ga *Alnus glutinosa, Fraxinus angustifolia, Ulmus effusa* i vrlo rijetko *Salix alba i Populus alba.*

Sloj grmlja pokriva 20 do 40 posto površinu. U njemu sudjeluju osim vrsta drveća još: *Salix cinerea, Frangula alnus, Viburnum opulus, Rosa spp.* i dr.

U sloju prizemnog rašća razlikujemo etaže (sinuzije): jedna (mezofitska) razvija se na čunjastim pridancima stabala crne johe, tj. na tlu koje je vezano za korijenski sustav johe. Ti čunjevi ponekad pri tlu zauzimaju promjer i do 2 m, a visine od 50 do 120 cm u razini iznad stagnantne vode. Na tim čunjevima rastu: *Nephrodium spinolosum, Symphytum tuberosum, Glechoma hederacea, Rubus caesius, Solanum dulcamara* i dr. te poneki mahovi. Druga (higrofitska) etaža (sinuzija) prizemnog rašća nalazi se na samom tlu, a tvore je: *Poligonum lapafoifolium, Galium palustre, Sium latifolium, Lythrum salicaria, Stachys palustris, Iris pseudacorus, Glyceria fluitans, Gliceria maxima, Symphytum officinale, Caltha palustris, Sparganium erectum, Urtica radicans, Peucedanum palustre* i mnoge druge.

Crnojohove šume g.j. Kalje zaslužuju osobitu pažnju i sa šumskouzgojnoga gledišta. Crna joha je pionirska, meliorativna i brzorastuća vrsta te ima veliko privredno značenje. Ona obrašćuje prva, zapravo prava prirodna staništa i tako stvara uvjete za razvoj drugih šumskih cenoza. Na takvim staništima (biotopima) vrlo dobro se održava te će i u budućnosti ostati dominantna u čistim sastojinama i skupinama, jer se drugo drveće ne može održati u tim nepovoljnim uvjetima i prilikama.

Uzgojnim mjerama potrebno je pomoći razvitak crnojohovih šuma (tab. 5)

Tab. 5.

Asocijacija i subasocijacija	*Carpino betuli-Quercetum roboris tipicum*				*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum briz. remotae*				*Leucoio-Fraxinetum angustifolie*				*Frangulo-Alnetum glutinosae*			STUPANJ UČEŠĆA
Područje	Šumarija Lekenik – G.J. »KALJE«															
Odjel	52c	52b	52b	52a	31a	37a	22a	36a	38	25b	51a	17a	24b	25d	21b	
Datum	20.9.1986.		21.VI.1984.		2.IX.1986.			2.IX.1986.			20.IX.1986.			2.IX.1986.		
Veličina snimka	400	400	600	400	900	900	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Nadmor. visina																
Geološka podloga	Pretaloženi močvarni prapor i aluvij															
Tlo	Pseudoglej, glejno-amfiglejno i aluvijalno tlo															
Pokrovnost																
– drveća	95	85	95	60	30	25	90	20	60	60	60	90	95	95	90	
– grmlja	15	10	10	60	30	20	40	30	15	20	60	10	35	10	70	
– priz. rašća	50	70	100	100	100	100	90	100	100	80	50	90	60	90	80	
– mahova	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
– ukupna	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	
Florni sastav																
I. sloj drveća																
Quercus robur	3.3	3.3	4.3	3.3	2.1	1.1	4.5	1.1	3.3	.	+	.	R	.	.	IV
Fraxinus angustifolia	2.2	.	+	+	.	+	1.1	+	.	3.3	4.4	4.4	+	+	+	IV
Alnus glutinosa	2.2	.	+	+	.	+	1.1	+	.	3.3	4.4	4.4	+	+	+	IV
Ulmus carpinifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	R	+	II
Ulmus laevis					1.1							(R)	.	.	.	I
Acer campestre	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Populus nigra	.	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carpinus betulus	4.5	4.5	4.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Pyrus pyraster	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	I
II. Sloj grmlja																
Frangula alnus	+	.	.	1.2	+	1.2	+	1.2	1.2	3.3	2.2	1.2	2.3	+	1.2	V
Fraxinus angusotifolia	.	.	.	+	1.2	1.1	2.1	3.3	+	.	.	+	+	+	.	III
Alnus glutinosa	.	.	.	.	1.2	1.2	+	3.3	1.1	1.2	.	.	.	.	+	III
Viburnum opulus	+	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	2.3	+	.	III
Crataegus oxyacantha	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	+	+	III
Corylus avellana	+	+	+.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Crataegus monogyna	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Evonymus europaea	+	+	+	.	.	.	R	.	.	.	R	.	.	.	.	II

Pyrus pyraster	.	.	.	1.3	.	(+)	+	.	.	.	+	.	.	.	.	II
Ulmus carpinifolia							+	.	.	+	.	.	.	1.2	1.1	II
Cornus sanquinea	.	1.2	+	1.2	.	.	+	.	.	.	2.3	+	.	.	.	II
Acer campestre	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Carpinus betulus	1.1	+	.	.	.	(R)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ligustrum vulgare	R	.	.	.	.	.	R	ž	.	.	.	.	.	.	.	I
Acer tataricum	.	.	.	+ .2	.	.	.	.	R	.	.	.	.	+	.	I
Ulmus laevis	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Amorpha fruticosa	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Salix cinerea	.	.	.	.	+	.	R	.	+	.	.	.	.	.	.	I
Genista elata	.	.	.	.	R	.	1.2	.	+	.	.	.	.	.	.	I
Rhamnus catartica	.	.	.	.	R	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Prunus spinosa	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	I
Malus sylvestris	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Rosa canina	R	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
III. Sloj prizemnog rašća																
Polygonum hydropiper	.	.	.	.	+	+ .2	+ .2	1.2	1.3	2.3	+	2.2	+ .2	+ .2	2.2	IV
Lysimachia vulgaris	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+ .2	+	+	IV
Rubus caesius	.	+ .2	1.2	2.3	+	.	+	.	.	1.3	1.2	2.2	1.2	2.2	1.3	IV
Ranunculus repens	.	.	+	+	1.2	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	IV
Glechoma hederacea	+	.	+ .2	+ .2	+	.	+ .2	.	.	.	+ .2	+	.	+	.	III
Peucedanum palustre	.	+	+	+	+ .2	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	III
Iris pseudacorus	.	.	R	+	.	.	+	.	+ .1	+ .2	+	+ .2	+	.	+ .2	III
Licopus europaeus	.	.	.	R	+	+	+	+	.	1.2	.	1.1	+	.	+	III
Quercus robur	1.1	2.3	3.3	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	R	.	III
Urtica dioica	R	.	.	.	+	+	R	.	.	.	+	+	+	1.3	.	III
Carex riparia	.	.	.	+	2.3	3.4	1.2	3.4	2.2	3.3	.	.	.	.	.	III
Juncus effusus	.	.	.	.	+	1.2	+ .2	+ .2	2.3	–	.	R	+ .2	.	+	III
Filipendula ullmaria	.	.	.	.	2.2	1.2	2.3	1.2	1.2	+ .2	.	.	2.2	.	.	III
Mentha aquatica	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+ .2	+	+ .2	+	R	1.2	III
Bidens tripartitus	.	.	.	.	+	2.3	+	1.2	1.2	.	+	.	+	+	+	III
Alisma plantago-aquatica	.	.	.	.	+ .2	1.2	R	1.2	1.2	.	+	.	+	+	.	III
Galium palustre	.	.	.	.	1.2	+ .2	+	+	.	.	.	1.2	.	+	+	III
Circea lutetiana	+	+	+	.	.	R	+	.	.	.	R	.	.	.	+	III
Geum urbanum	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	2.2	+	III
Ajuga reptans	1.2	+	+	+	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	+ .2	.	II
Aegopodium podagraria	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	II
Lamium galeobdolom	2.2	1.2	1.3	–	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
Galeopsis tetrahit	.	+	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	R	+	+	II
Carex elongata	.	.	.	.	+ .2	1.2	R	+ .2	.	.	.	+	2.3	.	.	II
Carex elata	.	.	.	.	.	.	2.2	1.2	1.2	.	2.3	.	1.2	.	+ .2	II
Stachys palustris	.	.	.	.	1.1	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	II
Veronica longifolia	.	.	.	.	1.1	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Leucoium aestivum	.	.	.	.	1.2	1.2	+ .2	.	.	.	+	+ .2	.	.	+	II
Lysimachia nummularia	.	.	.	R	+	.	+	.	.	.	.	1.2	–	1.3	.	II
Succisa pratensis	.	.	.	.	+ .2	+ .2	R	.	.	.	+	+	+	.	.	II
Valeriana dioica	.	.	.	.	+	+	1.2	.	.	+	.	+	+	.	.	II
Nephrodium spinulosum	.	.	.	.	.	+ .2	+ .2	.	.	.	+	+ .2	.	1.2	1.2	II
Carex remota	.	.	.	.	.	.	2.3	.	.	.	.	+	.	+	+	II
Solanum dulcamara	.	.	.	.	.	R	.	+	.	.	.	+	.	.	+	II
Lythrum salicaria	.	.	.	.	.	.	+	+	+ .2	.	.	.	+	.	.	II
Frangula alnus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1.2	+	+	+	II
Euphorbia palustris	.	.	.	+	+ .2	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	II
Viola sylvestris	1.2	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II
Nephrodium filix mas	+ .2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1.2	.	.	R	+	II
Agrostis alba	.	.	.	1.3	.	R	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	I
Carex brizoides	.	+	1.2	5.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex sylvatica	1.2	+	+ .2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carpinus betulus	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Acer campestre	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Athyrium filix femina	.	.	+ .2	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Melampyrum pratense	.	+	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Eupatorium cannabinum	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	I
Angelica sylvestris	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Acer tataricum	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I

Scrophularia nodosa	(+)	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Polygonatum multiflorum	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sanicula europaea	+	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex vesicaria	.	.	.	.	+	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex vulpina	.	.	.	.	R	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Senecio palustris	.	.	.	.	+.2	.	.	+	.	1.2	.	.	.	.	.	.	I
Rumex sanguineus	.	.	.	.	+	R	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Valeriana officinalis	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Myosotis scorpioides	.	.	.	.	+.2	+.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Symphytum officinalis	.	.	.	.	+.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Poa palustris	.	.	.	.	R	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Aristolochia clamatitis	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Hypericum acutum	.	.	.	.	.	R	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Cirsium palustre	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Phalaris arundinacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+.1	.	.	.	.	.	I
Descampsia caespitosa	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	I

U samo jednom snimku evidentirane su još ove vrste: *Chaerophyllum sylvaticum, Balotta nigra, Luzula sylvatica, Calamagrostis arundinacea, Cardamine dentata, Ranunculus ficaria, Cynachum vincetoxicum, Latyrus pannonicus, Cerastum sylvaticum, Prunella vulgaris, Prunella laciniata, Festuca gigantea, Fritillaria meleagris, Myosotis palustre, Scutellaria galericulata, Typha angustifolium, Epilobium hirsutum, Stenactis annua, Humulus lupulus.*
Ukupno su evidentirane 102 vrste.

FITOCENOLOŠKA KARTA REALNE ŠUMSKE VEGETACIJE U MJERILU 1:10 000
PHYTOCENOLOGICAL MAP OF REAL FOREST VEGETATION SCALE 1:10 000

Izrađena je vegetacijska karta realne šumske vegetacije u mjerilu 1:10 000. Kartiranje je obavljeno maršrutnom metodom izravno na terenu, i to svaki odjel zasebno. Na taj je način dobiven pregled zastupljenosti šumskih fitocenoza (danas) razvijenih u Kalju. U legendi na karti prikazana je različitim bojama rasprostranjenost pojedine fitocenoze (karta je priložena izvještaju).

Iz karte je vidljivo da je najveće površine zauzela šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem, zatim po veličini dolazi šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem, pa šuma crne johe s trušljikom i na kraju šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba.

FITOCENOLOŠKA KARTA POTENCIJALNE ŠUMSKE VEGETACIJE U MJERILU 1:25 000
PHYTOCENOLOGICAL MAP OF REAL FOREST VEGETATIONSCALE 1:25 000

Na temelju izrađene fitocenološke karte realne šumske vegetacije u mjerilu 1:10000 i uvida na terenu u sinekološke uvjete koji vladaju na istraživanom području izrađena je fitocenološka karta potencijalne šumske vegetacije u mjerilu 1:25000. U karti je prikazan mogući prirodni razvoj šumske vegetacije g.j. Kalje u smjeru ovih fitocenoza:

Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba
(Carpino betuli-Quercetum roboris typicum)

Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem
(Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae)
Šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem i crnom johom
(Leucoio-Fraxinetum angustifoliae alnetosum)
Šuma crne johe s trušljikom
(Frangulo-Alnetum glutinosae typicum)
Karta je priložena izvještaju.

DISKUSIJA I ZAKLJUČNE NAPOMENE O VEGETACIJI
DISCUSSION AND CONCLUSIONS ON VEGETATION

Istražene šumske fitocenoze i izrađene vegetacijske karte g.j. Kalje pokazale su sljedeće stanje:

1. Najveći dio fitocenoze hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom podignut je početkom XX. stoljeća umjetnim putem na livadnom staništu ili na staništu šume poljskog jasena s kasnim drijemovcem izradom tzv. »rabata«, tj. uzdizanjem terena radi izbjegavanja površinske i poplavne vode. Ta se fitocenoza razvijala u pravcu progresije sve od unazad 25 godina kada je došlo do većih poremećaja u ekosustavu (početak regulacije Save, izgradnje kanala, nasipa i šumskih cesta, golobrsti gubara, česte i dugotrajne poplave iz Odre, zagađena voda koja poplavljuje šume i dr.), što je izazvalo fiziološko slabljenje postojeće fitocenoze i početak regresije cijele zajednice. Inače labilan ekosustav hrasta lužnjaka (umjetno podignuta šuma) popustio je pod stalnim pritiskom nepovoljnih sinekoloških čimbenika i unazad desetak godina započelo je naglo sušenje hrasta lužnjaka, koje je kulminiralo u 1985. i 1986. godini. Gotovo sav hrast se posušio.
2. Šumske zajednice crne johe i poljskog jasena, koje su razvijene od prirode na svom staništu (ili su umjetno podignute, ali opet na svom staništu) dobro se odupiru promjenama u ekosustavu i sušenja nema. Spomenute fitocenoze inače se smatraju pionirskim zajednicama našega nizinskog područja i one kao takve imaju široku ekološku amplitudu i lakše se odupiru teškim sinekološkim uvjetima koji danas vladaju u g.j. Kalje.
3. Karta potencijalne šumske vegetacije pokazuje stručnjaku šumaru koje vrste drveća će se od prirode razvijati na tom terenu (području) i s kojima treba umjetnim putem pomagati razvoj šumske fitocenoze da se ona razvija u stabilni šumski ekosustav.
   Pionirske vrste nizinskih šumskih ekosustava, kao što su crna joha, poljski jasen, crna i bijela topola, bijela i siva vrba, naglo će se od prirode proširiti na cijelom području g.j. Kalje, a šumar treba pomagati progresiji prirode unošenjem sjemena ili sadnica hrasta lužnjaka na područja, prikazanima na karti potencijalne vegetacije za razvoj šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom.
4. Ne smije se dogoditi da stručnjaci dopuste degradaciju hrastova staništa i da samo prirodi prepuste obnovu degradiranoga šumskog predjela Kalje. U tom pogledu moraju se hitno regulirati vodni režim površinskih voda, vodni režim podzemnih voda, propusti na cestama (da se ne stvaraju kasete), strojevima sanirati razvaljene

dijelove izvoznih putova i dijelova sastojina, redovito obavljati zaštitu pomlatka hrasta čišćenjem, njegom i prskanjem protiv pepelnice.

5. Smatramo da u sklopu cjelokupnog elaborata vegetacijska istraživanja upućuju na pravac angažiranja šumarskih stručnjaka u saniranju postojećeg stanja u šumskom predjelu Kalje, što nam je bio i cilj.

UZGOJNA ISTRAŽIVANJA
SILVICULTURAL RESEARCH

PODJELA SASTOJINA PREMA STUPNJU OŠTEĆENOSTI
STANDS ACCORDING TO THE DEGREE OF DAMAGE

Analizirajući i istražujući oštećene sastojine u gospodarskoj jedinici Kalje, detaljno smo istražili 41. odjel 68. odsjeka, što čini površinu od 1267 ha. Dobivene rezultate smo prikazali u 10 priloženih tablica »INTENZITET SUŠENJA I NEKI STRUKTURNI PODACI U ODJELIMA I ODSJECIMA KOJI SE SUŠE U GOSPODARSKOJ JEDINICI KALJE«. (Tab. 6–15).

U navedenim tablicama je za svaki odsjek upisana površina, dob, a za hrast i ostale vrste drveća je izračunata drvna masa ukupno i po hektaru za stanje 1983. godine, kada je i počelo ozbiljnije sušenje. Osim toga je za svaki odjel upisana drvna masa po vrstama drveća koja se posušila, odnosno koja je posječena ili doznačena

INTENZITETI SUŠENJA I NEKI STRUKTURNI PODACI U ODJELIMA I ODSJECIMA KOJI SE SUŠE U GOSPODARSKOJ JEDINICI KALJE
DIABACK INTENSITIES AND SOME STRUCTURAL DATA IN DEPARTMENTS AND SECTIONS THAT ARE DYING BACK IN THE KALJE MANAGEMENT UNIT

Tab. 6

Redni broj	Odjel	Površina ha	Dob god.		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje)					Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja %
					m^3	m^3/ha	1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	m^3	m^3/ha	m^3		
N°	Department	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
1.	15a	15,59	65	Hrast	1530	98	–	–	–	–	70	70	4,5	1460	93,5	4,6
				Ostalo	2789	179					–	–		2789	179	–
				Ukupno	4319	277					70	70	4,5	4249	272,5	1,6
2.	15c	26,27	90	Hrast	5472	208					2783	2783	105,9	2689	102,1	50,9
				Ostalo	3201	122	–	–	–	–	83	83	3,2	3118	118,8	2,6
				Ukupno	8673	330					2866	2866	109,1	5807	220,9	33,1
3.	16	60,83	90	Hrast	15501	255					1187	1187	19,5	14314	235,5	7,7
				Ostalo	6403	105	–	–	–	–	29	0,5	6374	104,5	0,6	
				Ukupno	21904	360					1216	1216	20,0	20688	340	5,6
4.	18a	21,50	80	Hrast	6470	301					823	823	38,3	5647	262,7	12,7
				Ostalo	2250	105	–	–	–	–	57	57	2,7	2193	102,3	2,5
				Ukupno	8720	406					880	880	41,0	7840	365	10,1
5.	18b	30,90	80	Hrast	5415	176					630	20,4	4785	155,6	11,6	
				Ostalo	3500	113	–	–	–	–	19	19	0,6	3481	112,4	0,5
				Ukupno	8915	289					649	649	21,0	8266	268,0	7,3
6.	19a	24,10	90	Hrast	7987	332					710	710	29,4	7277	302,6	8,9
				Ostalo	2268	94	–	–	–	–	35	35	1,5	2233	92,5	1,6
				Ukupno	10255	426					745	745	30,9	9510	395,1	7,3

Tab. 7

Redni broj	Odjel	Površina ha	Dob god.		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje) 1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja %
					m^3	m^3/ha			m^3			m^3	m^3/ha	m^3		
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
7.	19d	31,50	75	Hrast	7392	235					1982	1892	60,1	5500	174,9	25,6
				Ostalo	2753	87	–	–	–	–	22	22	0,7	2731	86,3	0,8
				Ukupno	10145	322					1914	1914	60,8	8231	261,2	18,9
8.	22a	13,62	75	Hrast	4056	298				1086		1086	79,7	2970	218,3	26,8
				Ostalo	1432	105	–	–	–	33	–	33	2,4	1399	102,6	2,3
				Ukupno	5488	403				1119		1119	82,1	4369	320,9	20,4
9.	22b	30,13	60	Hrast	5896	195				612		612	20,3	5284	174,7	10,4
				Ostalo	4269	142	–	–	–	–	–	–	–	4269	142	6,0
				Ukupno	10165	337				612		612	20,3	9553	316,7	6,0
10.	23a	26,58	90	Hrast	13394	504	27	20	5904			5951	223,9	7443	280,1	44,4
				Ostalo	1227	46	–	–	–	–	–	–	–	1227	46	
				Ukupno	14621	550	27	20	5904			5951	223,9	8670	326,1	40,7
1.	23d	16,98	80	Hrast	6659	392	39			2943		2982	175,6	3677	216,4	
				Ostalo	1954	115	–	–	–	–	–	–	–	1954	115	–
				Ukupno	8613	507	39			2943		2982	175,6	5631	331,4	34,6
2.	24a	18,11	80	Hrast	5658	312	12			4834		4846	267,6	812	44,4	85,8
				Ostalo	525	29	–	–	–	–	–	–	–	525	29	–
				Ukupno	6183	341	12			2686		2689	176,3	4388	287,7	38,0
3.	24d	15,25	95	Hrast	7077	464		3		2686		2689	176,3	4388	287,7	38,0
				Ostalo	181	12	–	–	–	–	–	–	–	181	12	–
				Ukupno	7258	476		3		2686		2689	176,3	4569	299,7	37,0

Tab. 8

Redni broj	Odjel	Površina ha	Dob god.		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje) 1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja %
					m^3	m^3/ha			m^3			m^3	m^3/ha	m^3		
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
4.	25a	10,96	85	Hrast	4459	407		26	164		1576	1766	161,1	2693	245,9	39,6
				Ostalo	397	36	–	–	–	–	–	–	–	397	36	–
				Ukupno	4856	443		26	164		1576	1766	161,1	3090	281,9	36,4
5.	25c	3,90	80	Hrast	1526	391				672		672	172,3	854	218,7	44,1
				Ostalo	115	30	–	–	–	–	–	–		115	30	–
				Ukupno	1641	421				672		672	172,3	969	248,7	40,9
6.	25e	5,30	102	Hrast	2524	476				1975		1975	372,6	549	103,4	78,3
				Ostalo	336	64	–	–	–	–	–	–	–	336	64	
				Ukupno	2860	540				1975		1975	372,6	885	167,4	69,0
7.	26a	21,27	100	Hrast	8187	385	30	35		2902		2967	139,5	5220	245,5	36,2
				Ostalo	1135	53	–	–	–	27	–	27	1,3	1108	51,7	2,4
				Ukupno	9322	438	30	35		2929		2994	140,8	6328	297,2	32,1
8.	26e	16,12	90	Hrast	3902	242		8		166		174	10,8	3728	231,2	4,5
				Ostalo	3233	201	–	–	–	7	–	7	0,4	3226	200,6	0,2
				Ukupno	7135	443		8		173		181	11,2	6954	431,8	2,5
9.	27	31,70	95	Hrast	10941	345					3428	3428	108,1	7513	236,9	31,3
				Ostalo	1321	42	–	–	–	–	99	99	3,1	1222	38,9	7,4
				Ukupno	12262	387					3527	3527	111,2	8735	275,8	28,7
10.	28b	19,57	95	Hrast	5290	270	12			981		993	50,7	4297	219,3	18,8
				Ostalo	2438	125	–	–	–	–	–	–		2438	125	–
				Ukupno	7728	395	12			981		993	50,7	6735	344,3	12,8

Tab. 9

Redni broj	Odjel	Površina	Dob		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje) 1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja
					m³	m³/ha			m³			m³	m³/ha	m³	m³/ha	%
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
21.	29a	4,93	95	Hrast	1254	254	3		382	382		767	155,6	487	98,4	61,3
				Ostalo	732	149	–	–	–	–	–			732	149	–
				Ukupno	1986	403	3		382	382		767	155,6	1219	247,4	38,6
22.	29b	11,99	95	Hrast	3005	251				1211		1211	101,0	1794	150,0	40,2
				Ostalo	1773	148	–	–	–	–	–	–		1773	148	–
				Ukupno	4778	399				1211		1211	101,0	3567	298,0	25,3
23.	29c	10,84	95	Hrast	3370	311				1208		1208	111,4	2162	199,6	35,7
				Ostalo	846	78	–	–	–	–	–	–	–	846	78	–
				Ukupno	4216	389				1208		1208	111,4	3008	277,6	28,6
24.	30a	4,92	90	Hrast	881	179				422	158	580	117,9	301	61,1	65,9
				Ostalo	586	119	–	–	–	–	–	–	–	586	119	–
				Ukupno	1467	298				422	158	580	117,9	887	180,1	39,6
25.	30c	8,31	90	Hrast	3013	363				1322		1322	159,1	1691	203,9	43,8
				Ostalo	954	115	–	–	–	–	–	–	–	954	115	
				Ukupno	3967	478				1322		1322	159,1	2645	318,9	33,3
26.	30e	6,67	70	Hrast	1912	287				164		164	24,6	1748	262,4	8,6
				Ostalo	709	106	–	–	–	–	–	–	–	709	106	–
				Ukupno	2621	393				164		164	24,6	2457	368,4	6,3
27.	31a	8,27	90	Hrast	3588	434			1132		245	1377	166,5	2211	267,5	38,4
				Ostalo	226	27	–	–	–	–	–	–		226	27	–
				Ukupno	3814	461			1132		245	1377	166,5	2437	294,5	36,1

Tab. 10

Redni broj	Odjel	Površina	Dob		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje) 1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja
					m³	m³/ha			m³			m³	m³/ha	m³	m³/ha	%
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
28.	31b	7,17	65	Hrast	1635	228				760	32	792	110,5	843	117,5	1,5
				Ostalo	741	103	–	–	–	11	–	11	1,5	730	101,5	1,5
				Ukupno	2376	331				771	32	803	112,0	1573	219	33,8
29.	31c	1,97	100	Hrast	598	304				503		503	255,3	95	48,7	84,0
				Ostalo	192	97	–	–	–	7	–	7	3,5	185	93,5	3,7
				Ukupno	790	401				510		510	258,8	280	142,2	64,6
30.	31d	8,174	115	Hrast	2552	312	375	764	878			2017	246,9	535	65,1	79,1
				Ostalo	295	36	–	–	130	–	–	130	15,9	165	20,1	44,2
				Ukupno	2847	348	375	764	1008			2147	262,8	700	85,2	75,5
31.	32a	20,38	95	Hrast	8860	435	10		4772		131	4913	241,1	3947	193,9	55,4
				Ostalo	817	40	–	–	–	–	–	–	–	817	40	–
				Ukupno	9677	475	10		4772		131	4913	241,1	4764	233,9	50,8
32.	32b	12,25	95	Hrast	5891	481	4		2643		181	2828	230,9	3063	250,1	48,0
				Ostalo	213	17	–	–	–	–	–	–	–	213	17	–
				Ukupno	6104	498	4		2643		181	2828	230,9	3276	267,1	46,4
33.	32d	8,73	100	Hrast	4933	565			2347		354	2701	309,4	2232	355,6	54,8
				Ostalo	305	35	–	–	–	–	–	–	–	305	35	–
				Ukupno	5238	600			2347		354	2701	309,4	2537	390,6	51,6
34.	33a	9,87	80	Hrast	3135	318	4	519	999		809	2331	236,2	804	81,8	74,3
				Ostalo	286	29	–	11	–	–	–	11	1,1	275	27,9	3,8
				Ukupno	3421	347	4	530	999		809	2342	237,3	1079	109,7	68,4

Tab. 11

Redni broj	Odjel	Površina ha	Dob god.		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje) 1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja
					m^3	m^3/ha	m^3					m^3	m^3/ha	m^3	m^3/ha	%
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
35.	33c	4,20	90	Hrast	2194	522		1033			377	1410	335,7	784	186,3	64,3
				Ostalo	116	28	–	99	–	–	–	99	23,6	17	4,4	84,2
				Ukupno	2310	550		1132			377	1509	359,3	801	190,7	65,3
36.	34	43	87	Hrast	15560	358	51	210		7091		7352	169,3	8208	188,7	47,3
				Ostalo	2769	64	–	–	–	–	–	–	–	2769	64	–
				Ukupno	18329	422	51	210		7091		7352	169,3	10977	252,7	40,1
37.	35	42,56	87	Hrast	13690	322	133	93	7	6226		6459	151,8	7231	170,2	47,1
				Ostalo	3453	81	–	–	–	–	–	–	3453	81	–	–
				Ukupno	17143	403	133	93	7	6226		6459	151,8	10684	251,2	37,7
38.	36a	27,56	90	Hrast	13633	495	6	5138		3284		8428	305,8	5205	189,2	61,8
				Ostalo	1358	49	–	16	–	17	–	33	1,2	1325	47,8	2,5
				Ukupno	14991	544	6	5154		3301		8461	307,0	6530	237,0	56,4
39.	37	26,28	130	Hrast	8682	330		1718	1530	1415	2382	7045	268,1	1637	61,9	81,2
				Ostalo	616	24	–	–	11	49	528	588	22,4	28	1,6	93,2
				Ukupno	9298	354		1718	1541	1464	2910	7633	290,5	1665	63,5	82
40.	38	28,09	90	Hrast	11630	414	1118		2398	2688		6204	220,9	5426	193,1	53,3
				Ostalo	965	34	–	–	–	4	–	4	0,1	961	33,9	0,4
				Ukupno	12595	448	1118		2398	2692		6208	221,0	6387	227,0	49,3
41.	39a	7,00	95	Hrast	2907	415		1000	900	405		2305	329,3	602	85,7	79,3
				Ostalo	127	18	–	–	–	15	–	15	2,1	112	15,9	11,9
				Ukupno	3034	433		1000	900	420		2320	331,4	714	101,6	76,5

Tab. 12

Redni broj	Odjel	Površina ha	Dob god.		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje) 1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja
					m^3	m^3/ha	m^3					m^3	m^3/ha	m^3	m^3/ha	%
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
42.	39c	7,38	95	Hrast	2789	378		616	698	1342		2656	359,9	133	18,1	95,2
				Ostalo	120	16	–	3	–	–	–	2659	360,3	250	33,7	91,4
				Ukupno	2909	394		619	698	1342		2659	360,3	250	33,7	91,4
43.	39e	2,62	80	Hrast	1131	432		139	553	388		1080	412,2	51	19,8	95,4
				Ostalo	35	13	–	8	–	5	–	13	5,0	22	8,0	38,2
				Ukupno	1166	445		147	553	393		1093	417,2	73	27,8	93,7
44.	40a	5,17	95	Hrast	2352	455			728	401		1129	218,4	1223	236,6	48,0
				Ostalo	319	62	–	–	–	4	–	4	0,8	315	61,2	1,2
				Ukupno	2671	517			728	405		1133	219,2	1538	297,8	42,4
45.	40b	7,86	90	Hrast	2982	379		18	1184	758		1960	249,4	1022	129,6	65,8
				Ostalo	316	40	–	–	–	10	–	10	1,3	306	38,7	3,2
				Ukupno	3298	419		18	1184	768		1970	250,7	1328	168,3	59,8
46.	40c	16,40	95	Hrast	5516	336	4	17	2649	867		3537	215,7	1979	120,3	64,2
				Ostalo	1247	76	–	–	–	11	–	11	0,7	1236	75,3	0,9
				Ukupno	6763	412	4	17	2649	878		3548	216,4	3215	195,6	52,5
47.	41a	11,77	90	Hrast	3862	328			1918	529	100	2547	216,4	1315	111,6	66,0
				Ostalo	1446	123	–	–	–	26	–	26	2,2	1420	120,8	1,8
				Ukupno	5308	451			1918	555	100	2573	218,6	2735	232,4	48,5
48.	41b	15,76	95	Hrast	5419	344			2122		341	2463	156,3	2956	187,7	45,4
				Ostalo	1396	89	–	–	–	–	13	13	0,8	1383	88,2	0,9
				Ukupno	6815	433			2122		354	2476	157,1	4339	275,9	36,3

Tab. 13

Redni broj	Odjel	Površina ha	Dob god.		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje) 1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja
					m^3	m^3/ha			m^3			m^3	m^3/ha	m^3	m^3/ha	%
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
49.	42a	44,30	85	Hrast	17337	391				7996	–	7996	180,5	9341	210,5	46,2
				Ostalo	5106	115	–	–	–	–	–	–	–	5106	115	–
				Ukupno	22443	506				7996	–	7996	180,5	22443	325,5	35,7
50.	43	36,30	85	Hrast	14150	390				5071		5071	139,7	9079	250,3	35,8
				Ostalo	4198	115	–	–	–	–	–	–	–	4198	115	–
				Ukupno	18348	505				5071		5071	139,7	13277	365,3	27,7
51.	44	27,30	90	Hrast	10311	378				5505		5505	201,6	4806	176,4	53,3
				Ostalo	1101	40	–	–	–	–	–	–	–	–	1001	40
				Ukupno	11412	418				5505		5505	201,6	5907	216,4	48,2
52.	45	36,20	90	Hrast	13390	370				6189		6189	171,0	7201	199	46,2
				Ostalo	1296	36	–	–	–	–	–	–	–	1296	36	–
				Ukupno	14686	406				6189		6189	171,0	8497	235	42,1
53.	46	33,40	90	Hrast	12494	374				6302		6302	188,7	6192	185,3	50,4
				Ostalo	1965	59	–	–	–	–	–	–	–	1965	59	–
				Ukupno	14459	433				6302		6302	188,7	8157	244,3	43,6
54.	47a	2,60	43	Hrast	271	104			51			51	19,6	220	84,4	18,9
				Ostalo	193	74	–	–	–	–	–	–	–	193	74	–
				Ukupno	464	178			51			51	19,6	413	158,4	11,0
55.	47b	9,30	75	Hrast	3712	399		38	171	1500		1709	183,8	2003	215,2	46,1
				Ostalo	285	31	–	–	–	–	–	–	–	285	31	–
				Ukupno	3997	430		38	171	1500		1709	183,8	2288	246,2	42,7

Tab. 14

Redni broj	Odjel	Površina ha	Dob god.		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje) 1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja
					m^3	m^3/ha			m^3			m^3	m^3/ha	m^3	m^3/ha	%
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
56.	48b	24,90	100	Hrast	10554	424		9	56	1940		2005	80,5	8549	343,5	19,0
				Ostalo	1498	60	–	–	–	–	–	–	–	1498	60	–
				Ukupno	12052	484		9	56	1940		2005	80,5	10047	403,5	16,6
57.	49b	23,20	110	Hrast	8627	372					4360	4360	187,9	4267	184,1	50,5
				Ostalo	1385	60	–	–	–	–	–	–	–	1385	60	–
				Ukupno	10012	432					4360	4360	187,9	5652	244,1	43,5
58.	50b	22,80	110	Hrast	4058	178		15	1357	921	1765	4058	178,0	–	–	100
				Ostalo	1113	49	–	–	–	23	1090	1113	48,8	–	–	100
				Ukupno	5171	227		15	1357	944	2855	5171	226,8	–	–	100
59.	53b	15,70	65	Hrast	3631	231					577	577	36,7	3054	194,3	15,9
				Ostalo	1678	107	–	–	–	–	17	17	1,1	1661	105,9	1,0
				Ukupno	5309	338					594	594	37,8	4715	300,2	11,2
60.	53c	6,30	65	Hrast	1497	238					324	324	51,4	1173	186,6	21,6
				Ostalo	37	6	–	–	–	–	–	–	–	37	6	–
				Ukupno	1534	244					324	324	51,4	1210	192,6	21,1
61.	53d	1,00	65	Hrast	146	146					11	11	11,0	135	135	7,5
				Ostalo	66	66	–	–	–	–	–	–	–	66	66	–
				Ukupno	212	212					11	11	11,0	201	201	5,2
62.	54b	20,10	63	Hrast	2271	113					67	67	3,3	2204	109,7	2,9
				Ostalo	4475	223	–	–	–	–	38	38	1,9	4437	221,1	0,8
				Ukupno	6746	336					105	105	5,2	6641	330,8	1,6

Tab. 15

Redni broj	Odjel	Površina	Dob		Drvna masa 1983. god.		Drvna masa posječena ili doznačena za sječu po godinama (sušenje)					Ukupno		Ostalo drvna masa		Intenzitet sušenja
					m^3	m^3/ha	1983.	1984.	1985.	1986.	1987.	m^3	m^3/ha	m^3	m^3/ha	%
N°	Depar-tment	Area	Age		Wood mass		Wood mass felled or assigned for felling					Total		Other		Dieback intensity
63.	55b	12,20	63	Hrast	1854	152					575	575	47,1	1279	104,9	31,0
				Ostalo	1806	148	–	–	–	–	–	–	–	1806	148	–
				Ukupno	3660	300					575	575	47,1	3085	252,9	15,7
64.	56b	9,20	80	Hrast	3795	412				1010		1010	109,8	2785	302,2	26,6
				Ostalo	494	54	–	–	–	–	–	–	–	494	54	–
				Ukupno	4289	466				1010		1010	109,8	3279	356,2	23,6
65.	57a	25,95	95	Hrast	11858	457		1384	3904	2287		7575	291,9	4283	165,1	63,9
				Ostalo	420	16	–	–	–	–	–	–	–	420	16	–
				Ukupno	12278	473		1384	3904	2287		7575	291,9	4703	181,1	61,7
66.	58b	13,88	70	Hrast	5359	386		12	472			484	34,9	4875	351,1	9,0
				Ostalo	714	52	–	–	–	–	–	–	–	714	52	–
				Ukupno	6073	438		12	472			484	34,9	5589	403,1	8,0
67.	59a	51,43	100	Hrast	14750	287				2750		2750	53,5	12000	233,5	18,6
				Ostalo	3991	77	–	–	–	–	–	–	–	3991	77	–
				Ukupno	18741	364				2750		2750	53,5	15991	310,5	14,7
68.	60a	41,03	80	Hrast	9814	239				1750		1750	42,6	8064	196,4	17,8
				Ostalo	5143	125	–	–	–	–	–	–	–	5143	125	–
				Ukupno	14957	364				1750		1750	42,6	13207	321,4	11,7
69.				Hrast	416189	328	1828	12815	39919	93444	25888	173894	137,2	242295	190,8	41,89
				Ostalo	101649	80	–	137	141	249	2030	2557	2,0	99092	78,0	2,5
				Ukupno	517838	408	1828	12952	40060	93693	27918	176451	139,2	341387	268,8	34,1

za sječu za godine od 1983. do 1987, kao i ukupno posušena drvna masa i sušenje po hektaru. Također je izračunata i prikazana ostala drvna masa u odjelu po vrstama drveća ukupno i po hektaru. U zadnjoj rubrici su prikazani izračunati intenziteti sušenja po vrstama drveća i prosječno za svaki odsjek. (Tab. 16).

Analizirajući navedene tablice, možemo uočiti da je prosječna dob posušenih odjela 87 godina, s tim da se raspon dobi kreće od 43 godine (odjel 47a) do 130 godina (odjel 37). Izuzevši odjel 47a, koji ima 43 g., ostali odijeli imaju u prosjeku između 80 do 90 godina. Na cijeloj istraživanoj površini od 1267 ha u godini 1983. se nalazilo 517 838 m^3 drvne mase ili prosječno 408 m^3/ha. Od ukupne drvne mase u omjeru smjese je sudjelovao hrast lužnjak s 80,4%, a ostale vrste drveća s 19,6%. Drvna masa prije sušenja od 408 m^3/ha gotovo je normalna za taj tip sastojine.

Sušenje je počelo 1983. godine. Tada je osušeno 1828 m^3, 1984. g. osušeno je 12952 m^3, 1985. g. 40060 m^3, 1986. g. 93693 m^3, a za 1987. g. obavljena je doznaka osušenih stabala u iznosu od 27918 m^3. Ukupno se u razdoblju 1983–1987. osušilo 176451 m^3, čega na hrast lužnjak otpada 173894 m^3 ili 98,5%, a na ostale vrste drveća (poljski jasen, crna joha, obični grab i dr.) odnosi se 2557 m^3 ili 1,5%. U prosjeku po hektaru se osušilo hrasta lužnjaka 137,2 m^3, a ostalih vrsta 2,0 m^3. Danas se na navedenoj površini nalazi hrasta 242295 m^3 ili 190,8 m^3/ha, što iznosi svega 58,2% od stanja iz 1983. godine, a ostalih vrsta drveća se nalazi 99092 m^3 ili 78 m^3/ha, što iznosi 97,5% od stanja iz 1983. godine.

Iz svega navedenoga možemo zaključiti da se je u razdoblju od 1983. godine do danas osušilo u prosjeku 41,8% hrasta lužnjaka i 2,5% ostalih vrsta drveća.

Iz priloženih tablica možemo uočiti da se intenzitet sušenja kretao od 5 do 100%. Prosječni intenzitet sušenja hrasta od 41,8% vrlo dobro reprezentira stanje s intenzitetom sušenja cijele gospodarske jedinice.

STRUKTURA SASTOJINE PO ETAŽAMA, VRSTAMA DRVEĆA, DEBLJINSKIM RAZREDIMA, BROJU STABALA, TEMELJNICI I DRVNOJ MASI
STAND STRUCTURE PER LAYERS, THE SPECIES, DIAMETER CLASSES, TREE NUMBER, BASAL AREA AND WOOD MASS

Tab. 16

Šumarija: Lekenik
Forest Management: Lekenik
Odjel 25 b

Gospodarska jedinica: Kalje
Management unit: Kalje

Površina: 0,5 ha
Surface: 0,5 ha
Mjereno 1986. god.
Measured: 1986.

Vrsta drveća Tree species	Debljinski razred Diameter class	A			B			C			D			Ukupno		
		N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
Alnus glutinosa	– 10							28	0,07	0,166	2	0,01	0,042	30	0,08	0,208
	11 – 20	1	0,03	0,312	16	0,44	4,295	9	0,17	1,376	4	0,09	0,806	30	0,73	6,789
	21 – 30	148	7,99	82,004	90	4,00	40,544	1	0,04	0,384	3	0,14	1,486	242	12,17	124,418
	31 – 40	41	3,70	38,242	1	0,08	0,786				1	0,08	0,786	43	3,86	39,814
	41–50	2	0,29	3,080										2	0,29	3,080
	σ	192	12,01	123,638	107	4,52	45,625	38	0,28	1,926	10	0,32	3,120	347	17,13	174,309
Fraxinus angustifolia	– 10							21	0,06	0,131				21	0,06	0,131
	11–20							1	0,01	0,050				1	0,01	0,050
	σ							22	0,07	0,181				22	0,07	0,181
* Ostale vrste	– 10							22	0,04	0,067				22	0,04	0,067
	11 – 20							1	0,03	0,312				1	0,03	0,312
	σ							23	0,07	0,379				23	0,07	0,379
Ukupno		192	12,01	123,638	107	4,52	45,625	83	0,42	2,486	10	0,32	3,120	392	17,27	174,869
Po 1 ha		384	24,02	247,276	214	9,04	91,250	166	0,84	4,972	20	0,64	6,240	784	34,54	349,738

* Quercus robur, Ulmus carpinifolia, Frangula alnus, Salix sp.

Da bismo što slikovitije i cjelovitije dobili uvid u intenzitet sušenja cijeloga istraživnog područja, nacrtali smo »KARTU INTENZITETA SUŠENJA« u mjerilu 1:10 000, a zatim u mjerilu 1:25000, koju ne donosimo u prilogu. Odjele i odsjeke smo svrstali u intenzitet sušenja do 10%, do 20% i redom do 100%, dajući svakom intenzitetu odgovarajuću boju i nijansu. U pravilu veći intenziteti su imali tamnije nijanse, a niži svjetlije nijanse boja. Osim intenziteta prikazanih različitim bojama posebno smo istaknuli i ucrtali postojeće ceste i postojeće vodotoke, što je u legendi karte i prikazano .

Proučavajući ne priloženu kartu, vrlo lako možemo uočiti zakonitosti po kojima se odvijala dinamika i intenzitet sušenja u pojedinim odjelima i odsjecima. Prije nego iznesemo definitivne zaključke, koji se nameću na osnovi spoznaja do kojih smo došli proučavajući odjele uz pomoć priloženih tablica i studirajući ono što nam vrlo slikovito pruža karta, moramo iznijeti nekoliko evidentnih konstatacija.

Rijeka Odra ponajprije zbog općih promjena koje se zbivaju u području sliva rijeke Save u zadnje vrijeme vrlo često mijenja vodostaj tako da voda zbog visokih vodostaja Save tjera od ušća prema izvoru. Na taj se način vode Odre ulijevaju u odjele Kalja koje Odra jednim dobrim dijelom i opasuje. Kanali i potoci koji se protežu kroz cijelo istraženo područje sa svojih 13 krakova i 6 ušća utječu u Odru, a istovremeno kod visokih vodostaja Odre vraćaju odransku vodu u odjele Kalja. Ceste koje su izgrađene prije dvadesetak godina i neke u novije vrijeme sa svojih sedam krakova fizički dijele Kalje na pojedine omeđene dijelove. Ako tomu još dodamo i željezničku prugu Zagreb-Sisak, dobit ćemo cjelovitu sliku koju daju ceste, vodotoci i pruga. Vodotoci uvlače vodu u odjele, a oni omeđeni cestama i obalama vodotoka se ne oslobađaju dodatne poplavne vode koja je vrlo često u mogućnosti da dugo stagnira u akumulacijskom horizontu u zoni korijena drveća. Prekomjerno stvaranje toksičnog CO_2 uvjetuje fiziološko slabljenje hrastovih stabala, smanjenje prirasta i napade gubara i ostalih defolijatora. Krajnji rezultat je sušenje uglavnom starijih sastojina koje nisu u stanju svladati nastale probleme.

Iz ne priložene karte je vidljivo da su najjači intenziteti sušenja u centralnom dijelu, gdje su vrlo uočljive kasete formirane od cesta i vodotoka. Prva i najjača sušenja su se pojavila u odjelima 33, 34, 36, 37, 38, 39, a to su upravo odjeli koji se nalaze u kasetama stvorenima od cesta i vodotoka. Cesta uz te odjele je dograđena prije nekih 20 godina. Isto tako je vrlo karakterističan odjel 57a, koji ima 95 godina, drvnu masu 473 m^3/ha i koji se vrlo intenzivno sušio i osušio već 64%. U taj odjel vodu iz Odre dovodi kanal koji počinje u tom odjelu, s njegove duže sjeveroistočne strane je nasip pruge, a sa sjeverozapadne strane ga omeđuje cesta. To je umjetna kaseta koja se počela sušiti kad i odjeli u ventralnom dijelu gospodarske jedinice (33, 34, 36, 37. i dr.). I taj odjel, kao i odjele u središnjem dijelu 1982. godine brstio je gubar, iako su odjeli u njegovoj blizini bili pošteđeni. To nam pokazuje da je poplavna voda svojim stagniranjem i dugogodišnjim negetivnim djelovanjem taj odjel fiziološki oslabila, što je uvjetovalo dolazak gubara, a nakon toga je nastupilo sušenje. U tom odjelu možemo vidjeti tipičan primjer da gubar i ostali defolijatori dolaze na već fiziološki oslabljena stabla i da imaju sekundarnu ulogu.

SADAŠNJE MOGUĆNOSTI SASTOJINA I POTENCIJALNE MOGUĆNOSTI STANIŠTA
PRESENT AND FUTURE POSSIBILITIES OF STANDS AND HABITATS

Ako pođemo od notorne činjenice da su sastojine Kalja neposredno prije pojave sušenja u istraživanim odjelima imale prosječnu dob od 87 godina i prosječnu drvnu zalihu od 408 m^3/ha, koja je gotovo normalna za takve sastojine, onda iz tih podataka možemo zaključiti da su se te sastojine nalazile na staništima visokih prinosnih mogućnosti. Visine stabala, kao mjerilo boniteta staništa, također nas na to upućuju. Bez obzira na to što je proces degradacije i propadanja tih sastojina vjerojatno počeo prije dvadesetak godina, a u svom punom obliku se pokazuje danas, mislimo da je hrast lužnjak dominantna vrsta koja je davala i daje danas, a i ubuduće obilježje ovom staništu.

Današnje stanje i izgled sastojina u Kalju je takav da nam ne daje posebne razloge za optimizam. Struktura sastojina je razbijena, a prosječna drvna masa od 269 m^3/ha za dob od 87 godina je preniska da bi i u normalnim stanišnim uvjetima

dala visoku produktivnost, stabilnost i omogućila prirodno pomlađivanje.

Da bi rad na formiranju optimalnih struktura tih sastojina bio uspješan, potrebno je prije svega ukloniti uzroke degradacijskih procesa u tim sastojinama koji još djeluju. Potrebno je uspostaviti redosljed radova, i to:

- radovi na poboljšanju uvjeta staništa.
- radovi na formiranju stabilnih i produktivnih lužnjakovih šuma.

Samo detaljnim šumskouzgojnim planom, koji će u sebi sadržavati intervencije na poboljšanju stanišnih uvjeta finom površinskom odvodnjom i formiranjem lužnjakovih sastojina respektirajući postojeće sastojinske uvjete, moći ćemo sastojinama pružiti optimalne uvjete koji su potencijal ovih staništa.

USTANOVLJIVANJE UZGOJNIH POSTUPAKA U OŠTEĆENIM SASTOJINAMA
ESTABLISHING THE SILVICULTURAL METHODS IN DAMAGED STANDS

S obzirom na nenormalne uvjete u kojima se nalaze sastojine ove gospodarske jedinice i uzgojni zahvati koje treba u njima provoditi po vremenu i dinamici izvođenja odstupat će od uobičajenih radova. Činjenica je da su sastojine u mnogim odjelima i odsjecima toliko posušene da su izgubile suvislost, a to je osnovno svojstvo koje karakterizira svaku sastojinu. Osim toga stanište odnosno tlo gubi svojstvo plodnosti, jer je ono posredno utjecalo na pojavu sušenja. Nestankom većeg dijela stabala, zamočvarivanjem i zakorovljivanjem tla nestale su u većini slučaja i mogućnosti prirodne obnove sastojina, a isto tako zbog sličnih razloga dolazi u pitanje i umjetna obnova. Zbog svega navedenoga uzgojne radove u ovim sastojinama moramo organizirati na taj način da istovremeno radimo na:

- pripremi staništa i poboljšanju uvjeta u tlu za šumsku proizvodnju,
- njezi i formiranju preostalih sastojina u suvisle manje ili veće sastojine koje će u novim uvjetima u tlu nastaviti proizvodnju,
- obnovi onih sastojina koje za to imaju trenutno najbolje uvjete, bilo da se radi o postojećem pomlatku ili o umjetnoj obnovi.

Kako iz navedenoga vidimo, uzgojni radovi pripreme staništa, obnove sastojina i njege sastojina koji traju tijekom čitave ophodnje i koji su prostorno i vremenski odijeljeni u novonastalim uvjetima u Kalju moraju biti izvođeni istovremeno. To je jedino tako moguće jer izvanredni i nenormalni uvjeti nastali u ovim sastojinama traže izvanredne i neuobičajene zahvate.

IZBOR VRSTA DRVEĆA ZA OŠTEĆENE SASTOJINE U KOJIMA SE OBAVLJA OBNOVA
THE CHOICE OF TREE SPECIES FOR THE DAMAGED STANDS IN WHICH REGENERATION IS CARRIED OUT

Ako polazimo od pretpostavke da je sušenje u Kalju izazvala površinska stagnirajuća voda koja nije imala uvjete za brže otjecanje, a da je neuobičajeno često stizala u istraživane odjele iz rijeke Odre, onda smo svjesni činjenice da u takvim uvjetima ne bi mogla rasti ni jedna vrsta drveća sličnih ekoloških zahtjeva, bioloških svojstava i gospodarske vrijednosti kao hrast koji nestaje.

Tab. 17

STRUKTURA ELEMENATA POMLAĐIVANJA NA POVRŠINAMA KOJE SU ZAHVAĆENE SUŠENJEM
STRUCTURE OF THE REGENERATION FACTORS ON THE SURFACE THAT HAVE NOT BEEN INFECTED BY THE DIEBACK

Šumarija: Lekenik
Forest Management: Lekenik

Gospodarska jedinica: Kalje
Management unit: Kalje

Površina: 200 m²
Surface: 200 m²

Odjel Section	Vrsta drveća Tree species	Ponik Sprout	Pomladak – cm Young trees – cm																Pomladak ukupno Young trees total	Po 1 ha Per ha	
			18	38	63	88	113	138	163	188	213	238	263	288	313	338	369	375		Ponik	Pomladak
23a	Hrast			1															2		100
	Jasen	2		4	4	7	12	13	5	7	5	3		3	1	2	1		67	100	3350
	Joha				3	12	10	16	3	8		1							53		2650
	Σ	2		5	8	19	22	29	8	15	5	4		3	1	2	1		122	100	6100
25a	Hrast	3	4	5	2														11	150	550
	Jasen	1	1	2	5	19	16	20	16	13	12	26	10	4	5	3	5	8	165	50	8250
	Joha	1		2	9	6	13	12	7	5	2	2	4	2	1	3	1	4	73	50	3650
	Σ	5	5	9	16	25	29	32	23	18	14	28	14	6	6	6	6	12	249	250	12450
31a	Hrast	4	1	5		1													7	200	350
	Jasen			4	9	18	13	17	9	9	3	3	4					5	94		4700
	Joha	2		4	8	6	10	9	9	7	4		3	1		1		1	63	100	3150
	Σ	6	1	13	17	25	23	26	18	16	7	3	7	1		1		6	164	300	8200
32a	Hrast	1																		50	
	Jasen			2	5	12	8	4	5	8	1	2	1	1	1	1	1	2	54		2700
	Joha				7	10	4	7	3	3	1								35		1750
	Σ	1		2	12	22	12	11	8	11	2	2	1	1	1	1	1	2	89		4450
33a	Hrast	1	1	4	1														6	50	300
	Jasen	1		3	3	10	11	9	8	8	2	3	2	2	2	3			66	50	3300
	Joha	2		2	3	9	1	4	8	5	3			2	1		1		39	100	1950
	Σ	4	1	9	7	19	12	13	16	13	5	3	2	4	3	3	1		111	200	5550

Prema tomu, kako smo već naveli, potrebno je prije svega stvoriti bolje stanišne uvjete, a onda, gdje je to potrebno, pristupiti rekultivaciji opustošenih površina. Znači, unošenje hrasta i orijentacija na hrast lužnjak pri obnovi ovih sastojina treba biti osnovno opredjeljenje kojega se moramo držati.

Da bismo istražili današnje stanje ponika i pomlatka na opustošenim odjelima, položili smo 16 pokusnih površina u odjelima koji su osušeni 40% i na više. Snimali smo broj i visine ponika i pomlatka hrasta lužnjaka, poljskog jasena, nizinskog

Tab. 18

STRUKTURA ELEMENATA POMLAĐIVANJA NA POVRŠINAMA KOJE SU ZAHVAĆENE SUŠENJEM
STRUCTURE OF THE REGENERATION FACTORS ON THE SURFACE THAT HAVE NOT BEEN INFECTED BY THE DIEBACK

Šumarija: Lekenik
Forest Management: Lekenik

Gospodarska jedinica: Kalje
Management unit: Kalje

Površina: 200 m²
Surface: 200 m²

Odjel Section	Vrsta drveća Tree species	Ponik Sprout	Pomladak – cm Young trees – cm																Pomladak ukupno Young trees total	Po 1 ha Per ha	
			18	38	63	88	113	138	163	188	213	238	263	288	313	338	369	375		Ponik	Pomladak
34	Hrast		1																1		50
	Jasen	4	1	4	10	10	11	8	9	6	5	3	6	5	1	2	1	1	83	200	4150
	Joha	1		1	3	3	2	4	1	1	1	1	2	1			1		20	50	1000
	Σ	5	2	5	13	13	13	12	10	7	6	5	7	5	1	2	2	1	104	250	5200
36a	Hrast	2																		100	
	Jasen			1	4	7	8	10	17	10	9	2	4	2	1	2	2	6	85		4250
	Joha	1			4	5	3	10	10	7	6	2	2	4	5	1		1	60	50	3000
	Σ	3		1	8	12	11	20	27	17	15	4	6	6	6	3	2	7	145	150	7250
38	Hrast		2	1															3		150
	Jasen	1		2	5	5	13	13	11	11	6	3	5	3	3	1		2	83	50	4150
	Joha	1		1	2	5	2	3	1	2	4	3	1	1	2	1	1		29	50	1450
	Σ	2	2	4	7	10	15	16	12	13	10	6	6	4	5	2	1	2	115	100	5750
39a	Hrast	2	1	4		1													6	100	300
	Jasen				3	5	7	7	15	12	12	8	6	5	1	2	1	4	88		4400
	Joha			1		2	4	4	5	11	7	9	5	9	2	2	1	5	67		3350
	Σ	2	1	5	3	8	11	11	20	23	19	17	11	14	3	4	2	9	161	100	8050
40b	Hrast			2	1														3		150
	Jasen		1	1	3	5	10	13	10	11	7	3	3	3	1	2	1	3	77		3850
	Joha	4		1	1		1	1	3	4	2	3	1	6	1		1	3	28	200	1400
	Σ	4	1	4	5	5	11	14	13	15	9	6	4	9	2	2	2	6	108	200	5400

brijesta i crne johe te podatke preračunali po hektaru. U 4 priložene tablice »STRUKTURA ELEMENATA POMLAĐIVANJA NA POVRŠINAMA KOJE SU ZAHVAĆENE SUŠENJEM« i u jednoj priloženoj tablici »STRUKTURA ELEMENATA POMLAĐIVANJA NA POKUSNIM POVRŠINAMA« iznijeli smo rezultate snimanja na pokusnim površinana. Podaci u tablicama su složeni prema šumskim zajednicama, s tim da se 14 pokusnih površina nalazi u zajednici hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem, 3 površine se nalaze u šumi

Tab. 19

STRUKTURA ELEMENATA POMLAĐIVANJA NA POVRŠINAMA KOJE SU ZAHVAĆENE SUŠENJEM
STRUCTURE OF THE REGENERATION FACTORS ON THE SURFACE THAT HAVE NOT BEEN INFECTED BY THE DIEBACK

Šumarija: Lekenik — Gospodarska jedinica: Kalje — Površina: 200 m²
Forest Management: Lekenik — Management unit: Kalje — Surface: 200 m²

Odjel Section	Vrsta drveća Tree species	Ponik Sprout	Pomladak – cm Young trees – cm																Pomladak ukupno Young trees total	Po 1 ha Per ha	
			18	38	63	88	113	138	163	188	213	238	263	288	313	338	369	375		Ponik	Pomladak
41a	Hrast	2	2		1														4	100	200
	Jasen			1	4	8	7	7	3	2	1	1	1	1	2	1	1	9	49		2450
	Joha	3	1	3	5	7	8	4	6	5			1		1			2	43	150	2150
	Σ	5	3	4	10	15	15	11	9	8	1	1	2	1	3	1	1	11	96	250	4800
29a	Hrast	11	3	5	2	2		1											13	550	650
	Jasen		1	4			3	1		2	2	2	2	1	3	1		3	25		1250
	Brijest			1														2	3		150
	Σ	11	4	10	2	2	3	2		2	2	2	2	1	3	1		5	41	550	2050
38	Hrast	2	1		1		1				1								4	100	200
	Jasen					1	4	4	2	4	5	4	2	3	5	3	1	15	53		2650
	Brijest											1	1						2		100
	Σ	2	1		1	1	5	4	2	4	6	5	3	3	5	3	1	15	59	100	2950

Šumska zajednica: Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem
(Genisto elatae – Quercetum roboris caricetosum remotae 1938)... odjel 23a, 25a, 31a, 32a, 33a, 34, 36a, 38, 39a, 40b, 41a

Šumska zajednica: Šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem
(Leucoio – Fraxinetum angustifoliae typicum Glav. 1959)

poljskog jasena s kasnim drijemovcem. Jednu pokusnu površinu smo položili u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba koja se ne suši (odjel 52a). (Tab. 17–20).

Analizirajući priložene tablice, možemo uočiti da se na istraživanim površinama hrast vrlo slabo pomlađuje. U svim odjelima broj pomlatka hrasta se kreće od nula do 750 komada po hektaru, dok se samo u jednom odjelu taj broj popeo na 4 800 komada/ha (odjel 24d).

Sav pomladak hrasta se nalazio u visinskim razredima od 18 do 63 cm, što pokazuje da se hrast u novonastalim sastojinskim uvjetima teško održava i da propada.

Pojava ponika hrasta se kreće u brojčanim vrijednostima od nula do 9950 kom./ha (odjel 24d). Pretežne vrijednosti u odjelima iznose od 100 do 500 kom./ha. Poljski jasen pokazuje mnogo veće vrijednosti od hrasta lužnjaka.

Iz navedenih tablica možemo uočiti da se jasen javlja u vrijednostima od nule do 15 200 kom./ha (odjel 20a). Srednje vrijednosti za većinu odjela iznose od 4 000

Tab. 20

STRUKTURA ELEMENATA POMLAĐIVANJA NA POKUSNIM POVRŠINAMA KOJE SU ZAHVAĆENE SUŠENJEM
REGENERATION STRUCTURE ON TEST AREAS

Šumarija: Lekenik
Forest Management: Lekenik

Gospodarska jedinica: Kalje
Management unit: Kalje

Površina: 200 m²
Surface: 200 m²

Odjel Section	Vrsta drveća Tree species	Ponik Sprout	Pomladak – cm Young trees – cm																Pomladak ukupno Young trees total	Po 1 ha Per ha	
			18	38	63	88	113	138	163	188	213	238	263	288	313	338	363	375		Ponik	Pomladak
20a	Hrast		12	3															15		750
	Jasen		11	11	8	9	13	21	37	27	27	25	20	17	19	16	19	24	304		15200
	Joha								1	1									2		100
	Σ		17	10	6	7	10	16	29	21	20	19	15	13	14	12	14	18	321		16050
24d	Hrast	199	77	17	2														96	9950	4800
	Jasen	1	8	15	14	17	14	14	15	21	7	11	5	4	4	2	2	2	155	50	7750
	Joha	2	6	7	7	9	6	3	6	3	1	1					3	2	54	100	2700
	Σ	202	91	39	23	26	20	17	21	24	8	12	5	4	4	2	5	4	305	10100	15250
37	Hrast		10	4	1														15		750
	Jasen		2		1	4	5	9	5	15	2	1						2	46		2300
	Joha		1	2	5	12	12	26	10	8	9	11	7	3	1	3		5	115		5750
	Σ		13	6	7	16	17	35	15	23	11	12	7	3	1	3		7	176		8800
52a	Hrast	483	1																2	24150	100
	Grab	51	18	3	1														22	2550	1100
	Klen	2	7	2															10	100	500
	Σ	536	26	5	1							1		1					34	26800	1700

Šumska zajednica: Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem
(Genisto elatae – Quercetum roboris caricetosum remotae 1938)... odjel 20a, 24d i 37

Šumska zajednica: Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba
(Carpino betuli – Quercetum roboris typicum Rauš)... odjel 52a

do 5 000 kom./ha. Jasen se nalazi u svim visinskim razredima od 18 cm do 375 cm, što upozorava da za njega u tim prostorima postoje bolji uvjeti nego za hrast. Osim toga uočava se progresivna sukcesija jasenova ponika i pomlatka na svim površinama. Brojčane vrijednosti jasenova ponika su male zbog vjerojatno lošega lanjskog uroda sjemena jasena.

Pojava nizinskog brijesta je uočena i registrirana, ali brojčani podaci ne pokazuju da u idućem razdoblju možemo računati na povratak brijesta u ove sastojine.

Crna joha slično kao i jasen pokazuje tendenciju naglog širenja, i to od nule do 5 750 kom./ha. Prosječne vrijednosti broja johova pomlatka se kreću oko 2 000 kom./ha. Joha se kao i jasen nalazi u svim visinskim klasama.

Ovdje je potrebno napomenuti da se veći broj johe i jasena pojavljuje kao izbojak iz panjića i prelomljenih i oštećenih stabalaca te da nemaju kvalitetu pomlatka iz sjemena.

Promatrajući iznesene podatke za sve vrste drveća, uočavamo da se brojčano stanje pomlatka svih vrsta drveća na opustošenim površinama kreće od 2 000 kom./ha do 16 050 kom./ha (odjel 20a). Prosječna vrijednost broja pomlatka se kreće oko 5 000 do 7 000 kom./ha, što se ne može zanemariti pri obnovi ovih sastojina.

Iz rezultata istraživanja pomlatka vrsta drveća u istraživanim odjelima, a poznavajući biološka svojstva i ekološke zahtjeve te gospodarska obilježja vrsta drveća, možemo zaključiti da su hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha tri temeljne vrste s kojima trebamo raditi na obnovi ovih sastojina.

Hrast lužnjak i poljski jasen su poznate vrste koje su na ovim staništima pokazale svoje prinosne mogućnosti, međutim crna joha koja pokazuje tendenciju širenja na opustošenim površinama nije dosada detaljnije razmatrana. Prije svega moramo konstatirati da je joha vrsta na koju ćemo ubuduće morati više računati, jer ima takva svojstva koja će u ovim uvjetima doći do punog izražaja. Bez obzira na to što u ovim staništima joha u čistim sastojinama ima prelazni karakter i što igra pionirsku ulogu, njezin udio u omjeru smjese u staništu hrasta će biti uočljiviji. Da bismo prikazali proizvodne mogućnosti crne johe u staništima Kalja, iskočili smo i izmjerili pokusnu plohu u odjelu 25b. Rezultate izmjere i obrade donosimo u prilogu kao sastojinsku i visinsku krivulju za johu. Iz priloženih podataka se vidi da 50-godišnja johova sastojina ima 784 stabla po hektaru i 350 m^3 drvne mase. Osim johe u sastojinu su se ukomponirala stabla jasena i hrasta lužnjaka. Analiza stabala s pokusnih ploha su pokazale da je i joha reagirala na inače loše stanišne uvjete smanjenjem prirasta. Znajući biološka svojstva johe, svjesni smo činjenice da ona može duže podnositi negativne utjecaje od lužnjaka.

UTVRĐIVANJE TEHNIKE OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SASTOJINA
ESTABLISHING THE REGENERATION TECHNIQUES AND STAND RECONSTRUCTION

Radovima na tehnici obnove i rekonstrukcije sastojina u Kalju mora prethoditi detaljan šumskouzgojni plan. S tim je planom potrebno snimiti sve sastojine i dijagnosticirati njihovo stanje. Isto tako na osnovi snimljenih elemenata i stanja sastojine potrebno je odrediti pravce zahvata.

Hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha moraju i dalje biti osnovne vrste koje ćemo unositi u ove sastojine. Međutim, kako smo već naveli, radovi na promjeni stanišnih uvjeta površinskom odvodnjom uz omogućavanje nesmetane cirkulacije i otjecanja voda trebaju biti dominantni u akciji privođenja ovih staništa punoj proizvodnji.

Na onim površinama gdje su sušenja reducirala drvnu masu preko 30% i gdje su nakon toga ostale nesuvislo obrasle površine potrebno je pristupiti obnovi sastojina. Obnova će ići u smjeru prirodne obnove unošenjem sadnica tih vrsta

drveća. Na onim mjestima gdje je korov preuzeo dominaciju na tlu treba obavljati i pripremu staništa uz upotrebu strojeva za pripremu (rotofreze, grebači, valjci za uništavanje korova i dr.). Isto tako na nekim ćemo mjestima upotrijebiti crnu johu kao pionirsku vrstu koja će stvoriti uvjete za povratak hrasta i jasena na ta staništa.

Sve stare sastojine koje su zadržale svojstvo sastojina (suvislost, drvna masa i dr.) treba i dalje uzgajati radi proizvodnje drvne mase i korištenja stabala kao prirodnih crpki za vodu, a i radi postupnoga prirodnog pomlađivanja. Prirodno i umjetno pomalđivanje uz oplodne sječe na krugove treba u ovoj situaciji biti glavno načelo obnove ovih sastojina.

ZAKLJUČCI O UZGOJNIM ISTRAŽIVANJIMA
CONCLUSIONS ON SILVICULTURAL RESEARCH

1. Sušenje stabala u gospodarskoj jedinici Kalje ima takve razmjere da se u razdoblju od 1983. g. do 1986. g. osušilo oko 176 451 m^3 drvne mase. Na hrast lužnjak otpada 98,5% ili 173 894 m^3, a na ostale vrste 1,5% ili 2 557 m^3. U tom se razdoblju osušilo 41,8% lužnjaka i 2,5% ostalih vrsta drveća.

2. Rijeka Odra, njezini pritoci, izgrađene ceste i pruga Sisak–Zagreb stvorili su kasete u odjelima ovih šuma, a poplavna voda iz Odre koja vrlo često obrnutim tokom tečenja dolazi u šumu dugo leži na tlu te uzrokuje prekomjerno stvaranje toksičnog CO_2. To su glavni razlozi propadanja ovih šuma. Priložena karta intenziteta sušenja te podaci o prvim sušenjima i golobrstima slikovito upozoravaju na to.

3. Golobrsti koji su se javljali u ovim sastojinama nastali su isključivo zbog fiziološkog slabljenja stabala u odjelima iz stvorenih kaseta, što je posebno evidentno na primjerima odjela 33, 34, 36, 37 i 57.

4. Radi boljeg iskorištavanja dobrih potencijalnih mogućnosti ovih staništa potrebno je da se uzgojni zahvati kreću u dva osnovna smjera:
- radovi na poboljšanju stanišnih uvjeta odvodnjom,
- radovi na osnivanju i formiranju stabilnih i produktivnih lužnjakovih šuma.

5. Zbog izuzetno složene situacije u ovim sastojinama uzgojni radovi će se prostorno i vremenski istovremeno odvijati tako da u svakom odjelu ili odsjeku obavljamo radove na poboljšanju uvjeta u tlu i na tlu, formiranju i njezi preostalih starijih sastojia radi kontinuiteta proizvodnje, te na obnovi sastojina bilo prirodnoj ili umjetnoj.

6. Hrast lužnjak mora biti i dalje glavna vrsta ovog područja, s tim da se veći udio u omjeru smjese dade poljskom jasenu i crnoj johi. Proučavajući stanje prirodne obnove u današnjim uvjetima, došlo se do rezultata da je u pomlatku slaba zastupljenost lužnjaka, dok jasen i joha imaju izrazitu agresivnu tendenciju u procesu zauzimanja opustošenih površina. Potrebno je do maksimuma iskoristiti ovaj prirodni proces progresivne sukcesije ovih vrsta drveća.

7. Crna joha je takva vrsta koja u novonastalim lošim stanišnim uvjetima može odigrati značajnu pozitivnu ulogu kao vrsta s postotkom zastupljenosti u omjeru smjese s ostalim vrstama, a osobito kao pionirska vrsta na najekstremnije zamočvarenim i zakorovljenim staništima. Rezultati izmjere 50-godišnje johove sastojine u ovoj gospodarskoj jedinici su to pokazali.

8. Detaljni šumskouzgojni plan mora prethoditi svim šumskouzgojnim radovima, a površinska odvodnja i trajno opredjeljenje za lužnjak, jasen i johu trebaju biti osnovna orijentacija u gospodarenju ovim sastojinama.

9. Sve površine koje su se osušile u postotku većem od 30% treba kontinuirano obnavaljati prirodnim putem uz maksimalno korištenje postojećega prirodnog pomlatka, ali i umjetnim putem unošenjem glavnih vrsta drveća. Uništavanju korova specijalnim strojevima trebat će se posvetiti posebna pažnja. Načela oplodnih sječa na krugove uz prirodnu i umjetnu obnovu moraju biti dominantna pri obnovi šuma u gospodarskoj jedinici Kalje.

ŠIRINA GODA GLAVNIH VRSTA DRVETA U GOSPODARSKOJ JEDINICI KALJE
ANNUAL RING OF MAIN TREE SPECIES IN MANAGEMENT UNIT KALJE

Dendrokronološka istraživanja su provedena u odjelima 20 (ploha L–III), 24 (L–II), 37 (L–I), 52 (L–IV) u Gospodarskoj jedinici Kalje, Šumarija Lekenik.

Na svakoj pokusnoj plohi izvršena je inventura i ustanovljena struktura sastojine (S c h m i d – H a a s, 1987). Na osnovi dobivenih podataka (Tabela 21), vidimo da je

Tab. 21

Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak
Šumarija – Forest management: Lekenik
Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje

	Hrast Penduculate oak	Jasen Common ash	Joha Black alder	Brijest Field elm	Grab Hornbeam	Ukupno Total
	Odjel – Compartment: 37 (L–I) Površina plohe – Plot area: 1 ha					
N	12	17	38	2	–	69
G	2.20	.07	.02	.02	–	2.31
V	31.8	16.0	7.1	.1	–	55.0
	Odjel – Compartment: 24 (L–II) Površina plohe – Plot area: 0.70 ha					
N	391	12	658	27	–	1088
G	23.19	.64	2.13	.06	–	26
V	359.4	8.7	29.1	.2	–	397.4
	Odjel – Compartment: 20 (L–III) Površina plohe – Plot area: 0.70 ha					
N	293	82	136	6	–	517
G	20.72	4.02	.27	.02	–	25.03
V	269.0	52.5	1.0	.2	–	322.7
	Odjel – Compartment: 52 b (L–IV) Površina plohe – Plot area: 1 ha					
N	44	37	44	6	492	623
G	13.81	2.16	1.45	.10	12.24	29.76
V	248.1	27.1	16.7	1.2	162.4	455.5

N – Broj stabala po hektaru – Number of trees per ha
G – Temeljnica po hektaru – Basal area per ha (m^2/ha)
V – Volumen po hektaru – Volume per ha (m^3(ha)

hrast uglavnom najzastupljenija vrsta na sve četiri plohe, zatim slijedi jasen i joha. Stoga se naša istraživanja debljinskog prirasta odnosno širine goda i odnose na te tri vrste drveta.

Distribucija prsnih promjera pokusne plohe L–I, odjel 37 je posebno narušena, velik broj stabala se je posušio tako da je po hektaru ostao malen broj stabala (Fig. 1).

Ostale distribucije prsnih promjera (Fig. 2, 3 i 4) nam pokazuju da je varijabilitet prsnih promjera hrastovih stabala vrlo velik, da su distrubicije uglavnom unimodalne i vrlo nepravilne.

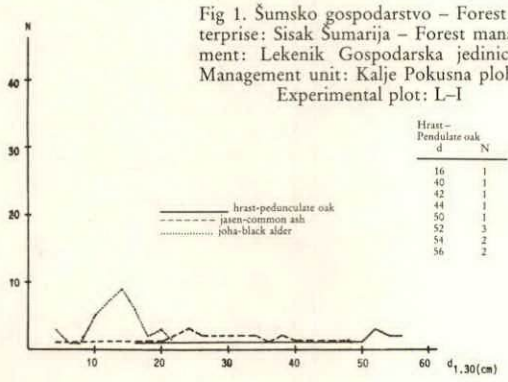
Posebno su nepravilne distribucije prsnih promjera jasena, koje su gotovo jednolikog oblika na pokusnim plohama II i IV a na plohi III bimodalna.

Sve nas to upućuje na vrlo loše stanje tih sastojina.

Joha je u ovim sastojinama uglavnom tanjih dimenzija, ispod 15 cm prsnog promjera, osim na plohi IV gdje manji broj stabala dosiže prsni promjer 38 cm.

Na svin plohama ima malo brijesta i to tanjih dimenzija. Samo na plohi L–IV u odjelu 52 b imamo relativno vrlo velik broj stabala graba. (Fig. 4).

Fig 1. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–I

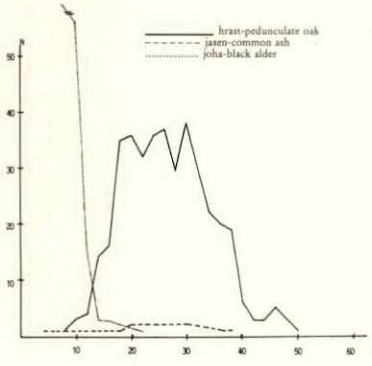


Hrast – Pendulate oak d	N
16	1
40	1
42	1
44	1
50	1
52	3
54	2
56	2

Jasen – Common ash d	N
4	1
8	1
12	1
20	1
24	3
26	2
34	2
36	1
38	2
40	1
42	1
42	1
48	1

Joha – Black alder d	N
4	3
6	1
8	1
10	5
12	7
14	9
16	6
18	2
20	3
22	1

Fig 2. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–II

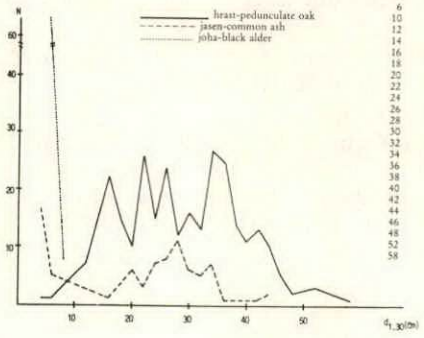


Hrast – Pendulate oak d	N
6	1
8	1
10	3
12	4
14	14
16	16
18	35
20	36
22	32
24	36
26	37
28	29
30	38
32	30
34	22
36	20
38	19
40	6
42	3
44	3
46	5
50	1

Jasen – Common ash d	N
4	1
18	1
20	2
24	2
26	2
30	2
36	1
38	1

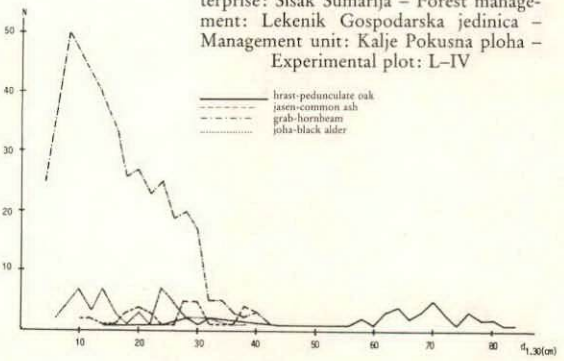
Joha – Black alder d	N
4	307
6	180
8	92
10	56
12	17
14	3
18	2
22	1

Fig 3. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–III



Hrast – Pendulate oak d	N	Jasen – Common ash d	N	Joha – Black alder d	N
4	1	4	17	4	86
6	1	6	5	6	42
10	5	16	1	8	8
12	7	20	6		
14	15	22	3		
16	22	24	7		
18	15	26	8		
20	10	28	11		
22	26	30	6		
24	15	32	5		
26	24	34	7		
28	12	36	1		
30	16	38	1		
32	13	40	1		
34	27	42	1		
36	25	44	2		
38	14				
40	11				
42	13				
44	10				
46	5				
48	2				
52	3				
58	1				

Fig 4. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–IV



Hrast – Pendulate oak d	N	Jasen – Common ash d	N	Grab – Hornbeam d	N	Joha – Black alder d	N
14	1	10	2	4	25	6	2
20	1	12	2	6	38	10	7
24	1	14	1	8	50	12	3
28	2	16	1	10	47	14	7
30	1	18	3	12	43	16	3
32	2	20	4	14	39	18	1
44	1	22	3	16	34	20	3
52	1	24	1	18	26	22	1
56	1	26	1	20	27	24	7
58	2	28	5	22	23	26	4
60	1	30	5	24	25	28	2
62	3	32	1	26	19	32	2
64	4	36	1	28	20	36	1
66	2	38	4	30	17	38	1
68	3	40	3	32	5		
70	5			34	5		
72	3			36	3		
74	1			38	2		
76	3			40	3		
78	2			42	1		
80	2						
82	1						
84	1						

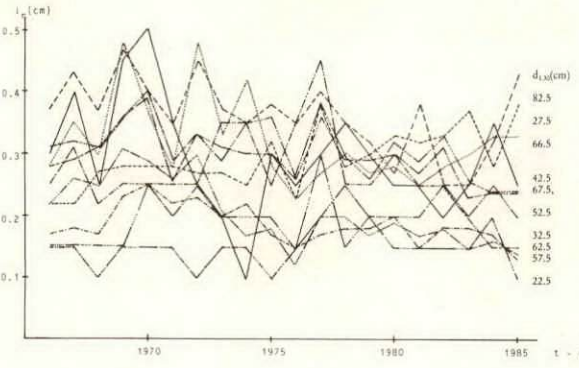


Fig 5. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–IV Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak n = 34 stabla – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring

ŠIRINA GODA HRASTOVIH STABALA
ANNUAL RING OF PEDUNCULATE OAK TREES

1. Na pokusnoj plohi L-IV (odjel 52 b) snimljena su 34 prirasno primjerna stabla. Presslerovim svrdlom uzeti su izvrtci na kojima je bilo najmanje 20 godova. Uzorak primjernih stabala je obuhvatio stabla različitih promjera (od 22,5 do 82,5). Stabla su grupirana po prsnim promjerima tako da imamo poligone različitih težina. Uglavnom se poligoni s većim težinama nalaze bliže trendu.

Prema tome nakon analize izvrtaka na grafikon je nanesen radijalni debljinski prirast, odnosno širina goda u ovisnosti o kalendarskoj godini (Fig. 5).

Vidimo da je varijabilitet širine godova sve do 1977. godine vrlo velik, a od 1977. do 1984. godine znatno manji, što znači da su stabla u vremenskom periodu od 1977. do 1984. imala teže životne uvjete.

Utjecaj promjera i starosti kod hrasta na širinu goda nije značajan. Stoga postoje opravdane pretpostavke da se je sastojina hrasta lužnjaka u odjelu 52 zadnjih cca 8 do 10 godina nalazila pod utjecajem nekog nepovoljnog faktora.

Da bi eliminirali utjecaj apsolutne širine goda, podatke smo nanijeli na polulogaritamski papir (Huberova metoda (S m i t h, 1981). Do istih zapažanja dolazimo i ovom metodom (Fig. 6).

Naše podatke smo ispitali pomoću takozvanog testa označivanja (Binomna distribucija) S t e e l i T o r r i e, 1984). Ovaj test nam pokazuje da je signifikantno veći broj hrastovih stabala imao širinu goda veću od 2 milimetra sve do 1979. godine (od 1966–1979) uključujući i 1979. godinu.

Međutim, u 1980, 1981, 1982 i 1983 godini, širina goda naših stabala je signifikantno manja od 2 mm.

U 1984. i 1985. godini širina goda se opet signifikantno povećava.

Ovo znači da je širina goda hrasta lužnjaka znatno reducirana u 1980., 1981., 1982. i 1983. godini.

2. U odjelu 20 na pokusnoj plohi L-III snimljeno je 56 stabala hrasta lužnjaka na kojima smo promatrali širinu goda zadnjih 20 godina.

Naši podaci pokazuju da je hrast lužnjak u odjelu 20 kroz cijeli vremenski period od 20 godina živio pod relativno teškim uvjetima (Fig. 7 i 8).

Međutim, posebno teški životni uvjeti se očituju u vrlo jakoj redukciji širine goda u 1983. i 1984. godini što se vrlo lijepo vidi na grafikonu 7 i 8. (Fig.).

Naš test pokazuje također da su posebno kritične godine bile 1982., 1983. i 1984.

U istoj sastojini snimili smo 5 stabala hrasta lužnjaka za totalnu analizu širine goda.

Širina godova tih stabala pokazuju da su već od 1962. godine nastupile promjene u tim sastojinama (Fig. 9). Što znači, da se ove sastojine već cca 20 godina nalaze pod utjecajem štetnih fakotra (P r a n j i ć i L u k i ć, 1989).

3. Gotovo ista situacija je i u odjelu 24 (ploha L-II), gdje smo snimili 52 primjerna stabla.

Širine goda hrastovih stabala u ovoj sastojini pokazuju smanjenje već od 1976. godine. U ovim sastojinama se događa katastrofalni »stres« 1982., 1983. i 1984. godine što je posebno jasno izraženo i u Grafikonu 10 i 11 (Fig. 10 i 11).

4. U Odjelu 20 (ploha L-III) i 24 (ploha L-II) snimili smo po 4 vitalna stabla hrasta lužnjaka za totalnu analizu prirasta (P r a n j i ć i H i t r e c, 1976). I visinski i debljinski prirast (tečajni godišnji-pet godišnje periode) pokazuju smanjenje prirasta već od 1950 a posebno to dolazi do izražaja od 1960. godine (Fig. 12 i 13).

Fig 6. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–IV Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak n = 34 stabla – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring

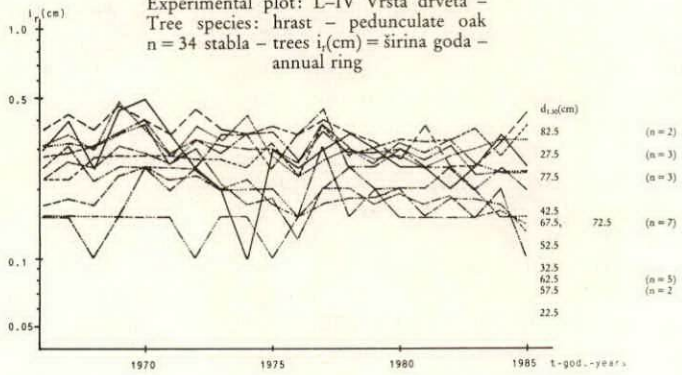


Fig 7. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–III Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak n = 56 stabla – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring

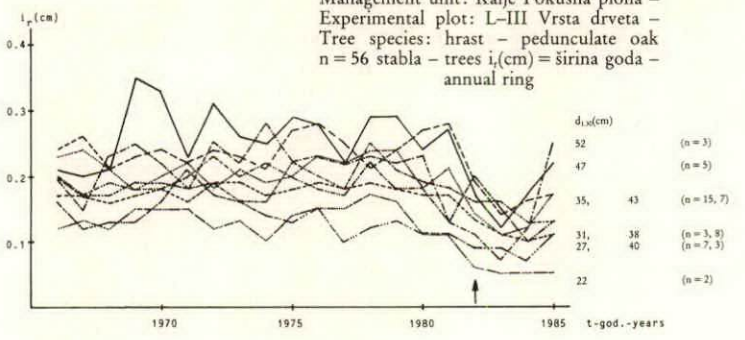
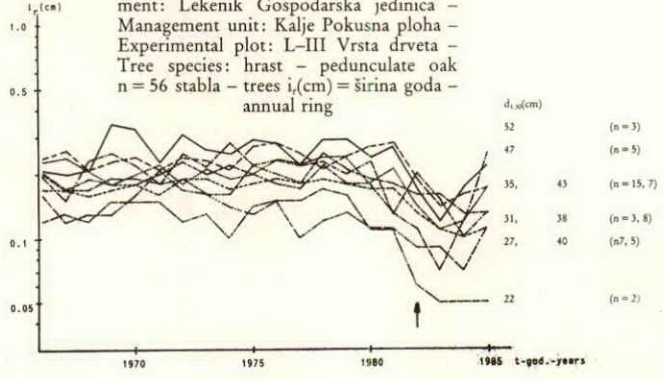


Fig 8. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–III Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak n = 56 stabla – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring



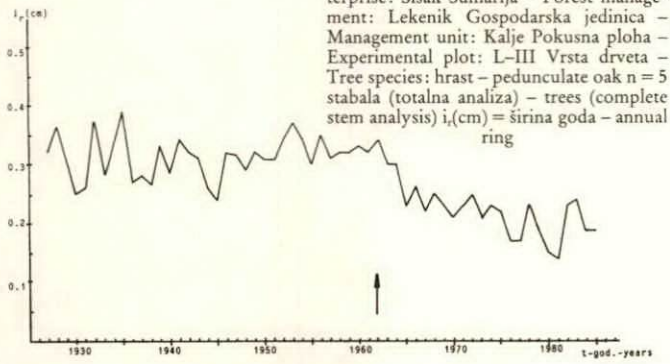


Fig 9. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–III Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak n = 5 stabala (totalna analiza) – trees (complete stem analysis) i_r(cm) = širina goda – annual ring

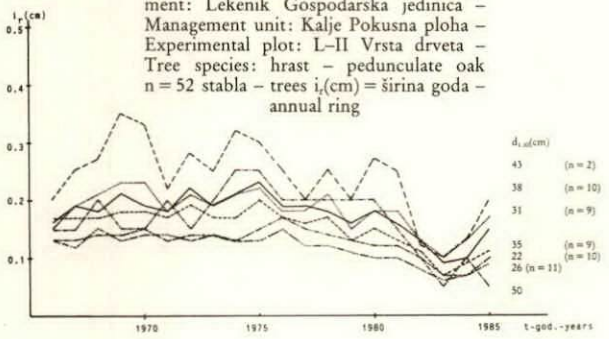


Fig 10. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–II Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak n = 52 stabla – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring

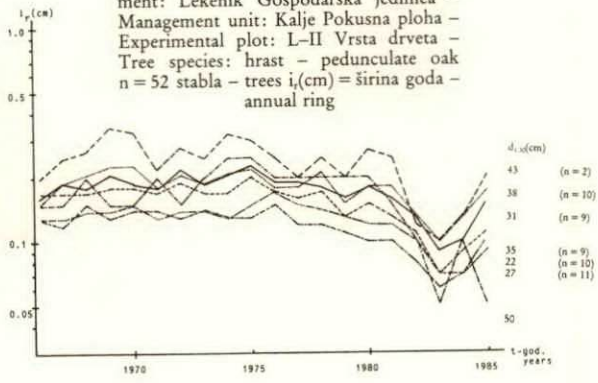
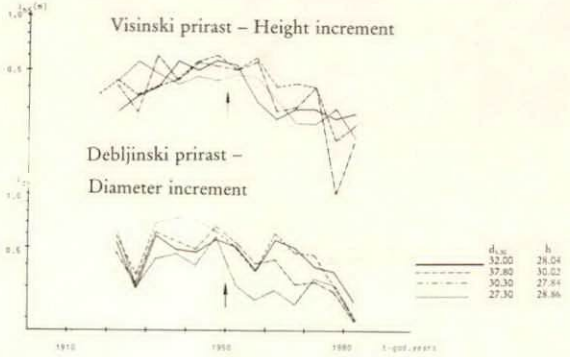


Fig 11. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–II Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak n = 52 stabla – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring

Fig 12. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–III Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak



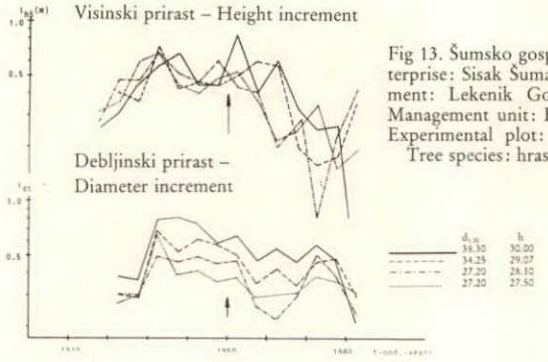


Fig 13. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–II Vrsta drveta – Tree species: hrast – pedunculate oak

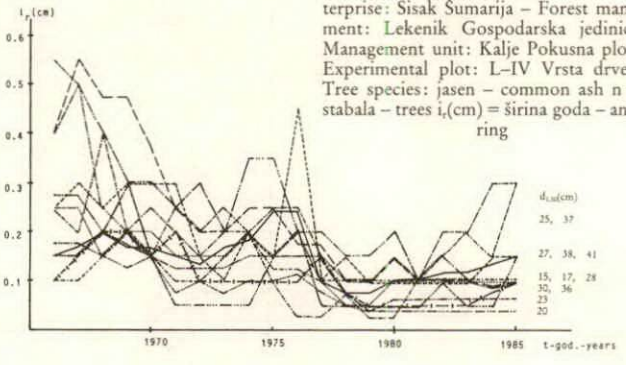


Fig 14. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–IV Vrsta drveta – Tree species: jasen – common ash n = 17 stabala – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring



Fig 15. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–III Vrsta drveta – Tree species: jasen – common ash n = 11 stabala – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring

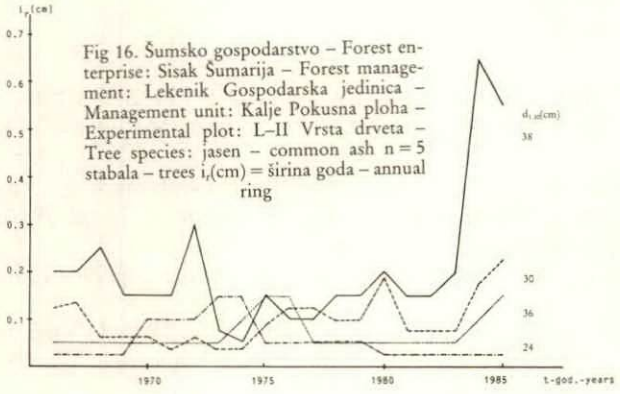


Fig 16. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–II Vrsta drveta – Tree species: jasen – common ash n = 5 stabala – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring

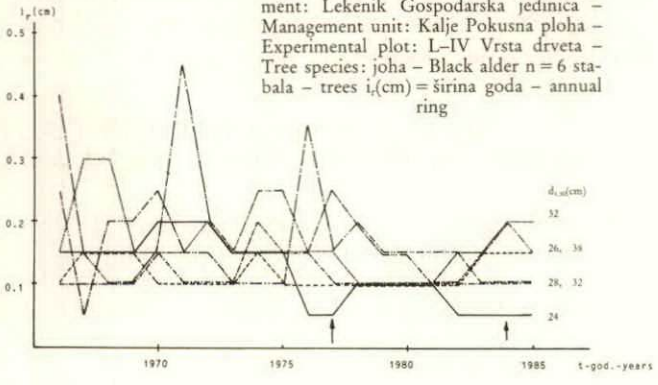
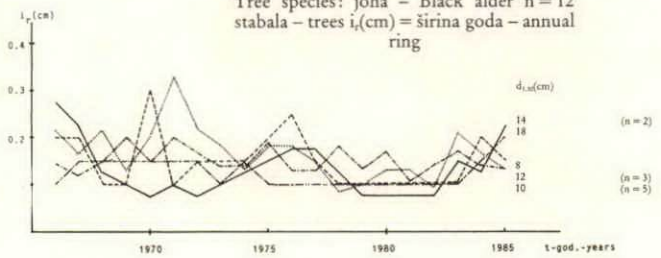


Fig 17. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–IV Vrsta drveta – Tree species: joha – Black alder n = 6 stabala – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring

Fig 18. Šumsko gospodarstvo – Forest enterprise: Sisak Šumarija – Forest management: Lekenik Gospodarska jedinica – Management unit: Kalje Pokusna ploha – Experimental plot: L–II Vrsta drveta – Tree species: joha – Black alder n = 12 stabala – trees i_r(cm) = širina goda – annual ring



ŠIRINA GODA JASENOVIH STABALA
ANNUAL RING OF COMMON ASH

1. U odjelu 52 (L-IV) snimljeno je 17 stabala jasena. Analiza raidjalnog debljinskog prirasta, odnosno širina goda, pokazuje da je od 1970. godine u ovoj sastojini nastupilo smanjenje širine goda.

U periodu od 1970. do 1985. možemo uočiti da se je ova redukcija odvijala u dvije etape.

Prva redukcija je trajala od 1970–1977 a druga od 1977 do 1985 godine (Fig. 14).

Za jasen su kritične godine, godine najjačeg oštećenja, bile 1978. i 1979. god. što pokazuje i naše testiranje podataka (test označivanja).

2. U odjelu 20 (L-III) snimili smo 11 jasenovih stabala (sva stabla na plohi). U ovim sastojinama jasen se je kroz cijeli promatrani vremenski period (20 god.) nalazio pod teškim životnim uvjetima (širina goda manja od 2 mm). Međutim, posebno loši životni uvjeti, nastupili su 1971. do 1984. U 1984. i 1985. godovi postaju nešto širi (Fig. 15).

3. U odjelu 24 (L-II) snimljeno je 5 stabala no i tih 5 stabala pokazuju da se je jasen razvijao pod vrlo teškim uvjetima cijeli promatrani vremenski period. U 1984. i 1985. godini nastupili su nešto bolji uvjeti, no uzorak je malen te je na osnovi njega teško donijeti pouzdan zaključak (Fig. 16).

DEBLJINSKI PRIRAST JOHE
DIAMETER INCREMENT OF BLACK ALDER

Analizu širine goda johovih stabala proveli smo u odjelu 52 (L-IV) i odjelu 24 (L-II). Promatrajući širinu goda johovih stabala, zadnjih 20 godina, vidimo da je kod johe i u odjelu 52 i u odjelu 24 nastala redukcija debljinskog prirasta kroz cijeli vremenski peirod. Međutim, posebno kritičan vremenski period je od 1977. do 1984. godine (Fig. 17 i 18).

Ovo pokazuje i naš test označivanja.

ZAKLJUČAK - CONCLUSION

1. Cijela Gospodarska jedinica Kalje nalazila se je više od 20 godina pod utjecajem nepovoljnih faktora.

2. Posebno loši životni uvjeti za hrast lužnjak nastupili su u vremenskom periodu od 1977. do 1984. godine.

Za hrast lužnjak u odjelu 52 (L-IV) kritične godine su bile 1980., 1981., 1982. i 1983. godina.

U odjelu 20 (L-III) i odjelu 24 (L-II) događa se katastrofalno smanjenje širine goda u godinama 1982., 1983. i 1984.

1983. godine hrast lužnjak u odjelu 20 i 24 doživljava »stres».

3. Jasenova stabla u odjelu 52 (L-IV) imaju značajno reduciranu širinu goda u periodu od 1970. do 1984. god.

U tom periodu redukcije širine goda se je odvijala u dvije etape.

Prva redukcija je trajala od 1970. do 1977. a druga od 1977. do 1985. godine.

Kritične godine za jasenova stabla, godine najjačeg oštećenja, su bile 1978. i 1979. godina u odjelu 52.

U odjelu 20 (L-III) i odjelu 24 (L-II) posebno loši životni uvjeti su nastupili za jasenova stabla u 1971. godini i trajali su sve do 1984.

4. Redukcija širine goda johovih stabala je registrirana u vremenskom periodu od 1977. do 1984. godine.

Isti period je registriran za johova stabla u odjelu 52 i u odjelu 24.

5. Na loše životne uvjete u Gospodarskoj jeidnici Kalje, najprije je reagirao jasen u odjelu 24 (L-II) i 20 (L-III) kritične godine 1971. zatim jasen u odjelu 52 (L-IV) kritična godina 1978-79.

Za hrast su nastupile kritične godine nešto kasnije 1980. u odjelu 52 (L-IV) i 1982. u odjelu 20 (L-III) i 24 (L-II).

Joha je reagirala na loše životne uvjete 1977. što ne znači da je to početak kritičnog smanjenja prirasta.

Na osnovi dendrokronoloških istraživanja provedenih u Gospodarskoj jedinici Kalje možemo donijeti slijedeće zaključke:

1. Cijela Gospodarska jedinica Kalje nalazila se je više od 20 godina pod utjecajem nepovoljnih faktora.

2. Posebno loši životno uvjeti za hrast lužnjak nastupili su u vremenskom periodu od 1977. do 1984. godine.

Za hrast lužnjak u odjelu 52 (L-IV) kritične godine su bile 1980., 1981., 1982. i 1983. godina.

U odjelu 20 (L-III) i odjelu 24 (L-II) događa se katastrofalno smanjenje širine goda u godinama 1982., 1983. i 1984.

1983. godine hrast lužnjak u odjelu 20 i 24 doživljava »stres«.

3. Jasenova stabla u odjelu 52 (L-IV) imaju značajno reduciranu širinu goda u periodu od 1970. do 1984. god.

U tom periodu redukcija širine goda se je odvijala u dvije etape.

Prva redukcija je trajala od 1970. do 1977. a druga od 1977. do 1985. godine.

Kritične godine za jasenova stabla, godine najjačeg oštećenja, su bile 1978. i 1979. godina u odjelu 52.

U odjelu 20 (L-III) i odjelu 24 (L-II) posebno loši životni uvjeti su nastupili za jasenova stabla u 1971. godini i trajali su sve do 1984.

4. Redukcija širine goda johovih stabala je registrirana u vremenskom periodu od 1977. do 1984. godine.

Isti period je registriran za johova stabla u odjelu 52 i u odjelu 24.

5. Na loše životne uvjete u Gospodarskoj jedinici Kalje, najprije je reagirao jasen u odjelu 24 (L-II) i 20 (L-III) kritične godine 1971. zatim jasen u odjelu 52 (L-IV) kritična godina 1978-79.

Za hrast su nastupile kritične godine nešto kasnije 1980. u odjelu 52 (L-IV) i 1982. u odjelu 20 (L-III) i 24 (L-II).

Joha je reagirala na loše životne uvjete 1977. što ne znači da je to početak kritičnog smanjenja prirasta.

UTJECAJI PROPISA GOSPODARENJA I NJIHOVE REALIZACIJE U SVIJETLU EKOLOŠKIH I GOSPODARSKIH PROMJENA
THE IMPACT OF MANAGEMENT REGULATIONS AND THEIR IMPLEMENTATION IN TERMS OF ENVIRONMENTAL AND MANAGEMENT CHANGES

GOSPODARENJE VLASTELINSKIM ŠUMAMA
MANAGING THE MANOR FORESTS

Zahvaljujući podacima gospodarske osnove za šumariju Lekenik, koju je 1942. i 1943. godine sastavio inž. Kajfeš, za velik dio šuma gospodarske jedinice Kalje imamo značajne podatke o gospodarenju u tim šumama unazad 110 godina, a to znači gotovo od njihova postanka.

Godine 1873. prodao je grof Erdödy svoj plemički posjed Zelin – Čiče s površinom od 9 750 ha šuma knezu Turn–Taxisu. U sklopu posjeda kojim je knez upravljao do 1945. godine bili su sadašnji odjeli 15, 17, 21 do 23, 25 do 33 i 36 do 41 na površini od 640,92 ha.

Ostali dijelovi sadašnje gospodarske jedinice Kalje nalazili su se do agrarne reforme godine 1945. pod upravom zemljišnih zajednica Dužica, Greda i Vukovina (921,98 ha), a bilo je i državnih šuma kotara Sisak (746,13 ha). Prema tomu od 2 309 ha šuma s oko 28% šuma gospodarili su vlasnici koji su za te šume imali i gospodarsku osnovu izrađenu uglavnom prema »Naputku« iz 1903. godine. Na oko 40% površine sadašnje gospodarske jedinice gospodarilo se više prema potrebama i mogućnostima zemljišne zajednice. Šumama pod državnom upravom također se gospodarilo po određenim programima.

Agrarnom reformom 1945. godine te su šume ujedinjene u jedinstvenu cjelinu i predane na upravljanje šumariji Lekenik. Za gospodarsku jedinicu u tome opsegu prva gospodarska osnova je izrađena 1957. godine, i to za 20 godina. Nova i zasada posljednja osnova gospodarenja izrađena je 1978. godine.

Prema podacima ove su šume nastale većinom prirodnim pomlatkom poslije velikih sječa 1869–1872. godine, neposredno prije prodaje posjeda. Druge su velike sječe, tzv. ministarske sječe, bile godine 1920. i 1921. Površine koje nisu prirodno obnovljene poslije prvih sječa pošumljene su početkom ovoga stoljeća sadnjom na rabate – posebno u predjelu Čistine. U isto vrijeme i istom metodom podignute su

i šume u predjelu Vulače na bivšim gmajnama. Te šume središnjim dijelom gospodarske jedinice Kalje čine jedinstvenu cjelinu. To je ujedno i tipično poplavno područje koje periodično poplavljuje rijeka Odra. K a j f e š 1942. godine piše: »Na pretpostavci da je bila poplava onda kada je lugar morao makar i djelomično vršiti obilazak svog revira u čamcu to na 16. god. iskustvu poplava Kalja traje godišnje oko mjesec i pol dana«, a poplave se najčešće javljaju u ožujku i studenome. Maksimalne poplave su zabilježene 1937. godine, a trajale su 140 dana (gotovo punih 5 mjeseci). Prirodno dotjecanje vode i njezino otjecanje – povremene poplave – smatrane su normalnim i nužnima za opstanak tih šuma i za uspjeh pošumljivanja na rabatima od posebnog značenja.

Uspješnu obnovu šuma u predjelu Kalja inž. D. Kajfeš pripisuje činjenici da su u dugom vremenskom intervalu ovdje neposredno upravljali nadasvjetnik Haniga kao nadstojnik ureda u Lekeniku i distrikta Kalje od 1895. do 1933. godine te zatim nadšumar Vesetečka u Cerju 1873–1909. godine.

U tom traženju načina i sustava bilo je i neuspjelih pokušaja s unošenjem drugih vrsta drveća u ovo područje. Tako su još 1876. godine obavljani pokusi s borom, smrekom, arišem, orahom, jasenom, šljivom, pa i eukaliptusom. Rezultat je bio uvjek isti. Autohtone vrste hrast, jasen i joha su ostale kao jedine značajne vrste za to područje. Jedino se je donekle održao američki jasen koji se je pokazao otpornijim na nižim i težim terenima. Uz sva ta traženja zaključak Kajfeša glasi: »*Radi najviše izgleda u uspjeh u buduće ćemo sve sastojine bez iznimke uzgajati prirodnim putem.*«

Pledirajući na strpljivost u radu Kajfeš piše: »*U svim postojećim umjetnim gajevima mora se udio hrasta postepeno umanjiti već prema potrebi na polovicu ili i niže sve dok hrast ne ozdravi sasvim.*« Prema tomu hrast je i prije stradavao vjerojatno od drugih uzročnika, ali se je opet vraćao na svoje stanište.

Unatoč velikim sječama još prije 115 godina, zatim ministarskim sječama, pa sječama između 1928. i 1933. godine, te značajnom sušenju hrasta 1909. i 1935. te brijesta koji je gotovo potpuno nestao iz šume objedinjavanjem cijelog područja u jednu gospodarsku jedinicu naslijedili smo dobre uvjete za rad u ovim šumama koje su mnogo obećavale. Svi propisani kriteriji u gospodarskoj osnovi iz 1942. godine su poštovani, a to su: sastojinsko gospodarenje s oplodnim sječama i prirodnim pomlađivanjem uz različitu ophodnju za razne vrste drveća i obaveznu potrajnost prihoda.

GOSPODARSKA OSNOVA IZ 1957. GODINE
MANAGEMENT BASE OF 1957.

Osnovne postavke gospodarske osnove iz 1957. godine bile su iste kao i one prije, a ostvarivanje cilja gospodarenja temeljilo se na ovim načelima:

»Šume ove gospodarske jedinice uzgajat će se visokim uzgojem...

Glavne vrste drveća koje su sada zastupane hrast 0,8 jasen 0,1 i joha 0,1 treba ih svakako zadržati... Treba nastojati da se u sastojinama zrelim za sječu omjer smjese kreće u granicama: hrast 0,5 – jasen 0,3 – joha 0,1 i grab 0,1...

Za ovu jedinicu odabrana je ophodnja od 120 godina za hrast iz slijedećih razloga... Za jasen je dovoljna ophodnja 60 – 80 godina, a za johu 60 godina...

Ophodni način sječe najbolje odgovara održavanju proizvodnje snage tla, prilikama staništa, vrsti drveća i svrsi gospodarenja, a ujedno omogućuje pomlađenje sječina prirodnim putem.«.

Planirana dinamika razvoja na tim načelima diktirala je i etat od približno 102 000 m^3 za 22 godine na fondu od 445 000 m^3. Posječeno je za to vrijeme 110 000 m^3 ili nešto malo više od etata.

Tako štedljivo gospodarenje dalo je rezultate u povećanju drvnog fonda koji je pri izradi nove gospodarske osnove 1979. godine iznosio 701 000 m^3. Tečajni godišnji prirast izračunat je u ukupnom iznosu oko 18 000 m^3 odnosno 8 m^3 po ha.

OSNOVA GOSPODARENJA IZ 1978. GODINE
MANAGEMENT BASE OF 1978.

Propisi gospodarske osnove iz 1979. godine nisu se znatnije mijenjali od prijašnjih. Jedina je izmjena bila u produljenju ophodnje za hrast, što nije bilo teško obrazložiti dobivenim pokazateljima razmjera dobnih razreda i vrlo dobrim stanjem šume.

Ukupni godišnji etat je dobiven obračunom i iznosio je 10 400 m^3, a od toga 9 700 m^3 hrasta. Etatom je predviđena realizacija oko 2/3 prirasta, što je s obzirom na stanje šuma bilo vrlo oprezno. Pritom se misli ne samo na brojčane pokazatelje koji su bili: prosječna drvna masa po hektaru od 307 m^3, prosječni prirast 8 m^3, već i na stanje i izgled šume.

Za predviđenu realizaciju planirana je i gradnja ceste u predjelu Kalje, i to u dužini od 6 km.

S obzirom na vodoprivredne aktivnosti u Posavlju gospodarskom osnovom je konstatirano:

Ova je osnova rađena uz pretpostavku gospodarenja u normalnim stojbinskim prilikama kakvi su i dosada ovdje vladali. Umjetne promjene stojbinskih prilika, posebno vodnog režima, imale bi velikog odraza na razvoj, prirast i gospodarske zahvate u sastojinama, stoga planovi za bilo kakve promjene na području gospodarske jedinice ili u njezinoj blizini, a koje će imati utjecaja na to područje prije odobrenja nadležnih tijela trabaju doći na raspravu i suglasnost radnoj organizaciji šumarije koja upravlja i koja se koristi tim područjem.

Eventualne štete koje bi bili izazvane promjenama normalnih stojbinskih prilika nadoknadit će radnoj organizaciji šumarije Lekenik ona organizacija koja izazove štete.

Zanimljivi su podaci o drvnim masama za neke sastojine predjela Kalje iz 1942. i 1978. godine (tab. 22).

Iz podataka tab. 1 vidi se da je u promatranim odsjecima drvna zaliha porasla od 60 430 m^3 na 143 264 m^3, odnosno da je prosječna drvna masa po hektaru porasla od 144 na 349 m^3 ili za 205 m^3 tijekom 35 godina. To znači da je prosječni prirast na glavnoj sastojini iznosio 5,8 m^3/god., a to znači da je sječena 1/3 prirasta te da su se 2/3, ili još više, gomilale na drvnoj masi.

Gospodarenje šumama gospodarske jedinice Kalje počelo je 1979. godine i po propisima osnove je teklo do 1983. godine.

Podaci o drvnim masama za predjel Kalje iz 1942. i 1978. godine
Data on the wood mass of the Kalje district of the year 1942 and 1978

Tablica 22.

Stara oznaka	Površina ha	Drvna masa m^3	m^3/ha	Nova oznaka	Površina ha	Drvna masa m^3	m^3/ha
1	26,28	9060	345	37	26,28	14541	553
2c	7,38	1910	259	39c	7,38	2650	359
3c	15,16	3760	248	40c	16,40	6185	377
4a + b	11,31	2740	242	41a	11,77	4871	414
5a + b	31,70	4580	144	27	31,70	11199	353
7b	11,34	2030	179	29b	11,99	4585	382
8a	11,35	1770	156	30a + b	10,98	3697	337
9d	7,61	2160	284	31d	8,17	3719	454
10a	21,61	6210	287	26a	21,27	8526	401
11a	33,56	5590	167	36a + b	27,56	15023	545
12	28,09	6100	217	38	28,09	12655	450
13a	15,75	3750	238	33a	9,87	3408	354
14a	20,53	6390	311	32a	20,38	9483	465
15e	6,11	1430	234	25e	5,30	2879	543
16	27,86	–	–	23b + c i 24b + c	27,86	7512	371
17	33,01	–	–	22b + c	33,01	9023	273
18	21,20	–	–	21a + b + c	21,20	6542	309
19	28,54	–	–	16a + b	28,54	5337	187
20	42,77	–	–	17a + b	42,77	5601	178
Svega	420,73	60430	144		410,09	143264	349

Godine 1983. pojavljuju se prva sušenja u odjelima 23, 24, 31, 35, 38 s ukupno doznačenom i posječenom drvnom masom od 1 828 m^3. Ta je drvna masa iznosila oko 20% etata i više se ne smatra normalnim slučajnim užitkom to prije što se pojavila na određenim lokalitetima.

Godine 1984. sušenje je nastavljeno i već je doseglo alarmne razmjere od 12 952 m^3 ili 30% više od redovitoga godišnjeg etata, a samo malo manje od prirasta. Značajno je da se sušenje nije pojavilo na cijeloj površini nego u nekim dijelovima vrlo intenzivno. To su odjeli: 23a, 23d, 25a, 26a, 31d, 33a, 33c, 35, 34, 36a, 37, 39a, 39c, 49e, 57a, u kojima se je posušilo ukupno 12 952 m^3.

Godine 1985. sušenje je poprimilo katastrofalne razmjere jer je uprava morala zbog sušenja doznačiti i posjeći četverogodišnji etat, a kako je već to bila sedma godina važenja osnove gospodarenja u kojoj je posječeno već više od 10-godišnjeg etata, narušena je potrajnost gospodarenja i svakako je trebalo ići na reviziju gospodarenja. Revizija je dogovorena, ali nije izvršena u očekivanju rezultata sušenja i istraživanja.

Tijekom 1985. godine sušenje je zahvatilo uglavnom ove odsjeke: 23a, 25a, 29a, 31a, 31d, 32a, 32b, 33a, 37, 38, 39a, 39c, 39e, 40, 41, 47b, 48b, 50b, u drvnoj masi s 40 060 m^3.

Godine 1986. doznačeno je za sječu, a dijelom i posječeno zaprepašćujućih 93 693 m^3 ili 900% godišnjeg etata. Sušenje je zahvatilo i one odjele koji dosada nisu bili tretirani, osim odjela 15–19 i 53–54.

Značajno je da doznačena osušena drvna masa za sječu u 1987. godini iznosi 27 918 m^3. Je li to znak prestanka ili smanjenja, pokazat će slijedeća godina. U svakom slučaju sušenjem su zahvaćeni i ostali odsjeci.

Promatrajući tablične podatke iznesene u poglavlju o uzgojnim istraživanjima i kartu koja je tamo prezentirana, dolazimo do zaključka da je sušenje najprije nastalo u odsjecima koji su udaljeniji od recipijenta (Odra), a do kojih dopiru kanali. Drugim riječima, sušenje se najprije pojavilo tamo gdje je voda došla i odakle se nije mogla povući, odnosno tamo gdje je ona ostala dulje i zabarila se. Osnovno je pravilo da hrast ne samo podnosi nego traži kratkotrajne poplave i vodu koja se kreće. Kanali koji su se kopali pored odvodnje imali su zadaću i tu da se u njima i oko njih voda giba. Znači protok vode, dotjecanje i ostajanje pa i manje količine vode je pogubno.

Drugo je pak ptianje čistoće vode odnosno njezina kvaliteta. Ako uz to što se zadržava i ostaje kao stajačica u plitkom sloju, voda sadrži određenu količinu teških metala, SO_2 ili drugo, ona svakako brže razara korijenski sustav i dovodi do uništenja.

Sprečavanje poplavljivanja bilo bi također pogrešno ili možda pogubno za starije hrastove sastojine koje su adapitrane na te uvjete. Pri podizanju mlade sastojine, bilo prirodnim ili umjetnim putem, potrebno je stvoriti stabilne određene stojbinske prilike, jer mlado stablo koje će početi živjeti u određenim prilikama ono se na njih navikne pa mu promjena u kasnijoj dobi ne odgovara. Za hrast je adaptibilost donekle moguća do dobi od pedesetak godina, a poslije te dobi stablo sporije reagira i normalno pri težim promjenama nastaju posljedice.

POSLJEDICE SUŠENJA
DIEBACK CONSEQUENCES

Sušenje šuma ne samo da uvjetuje gospodarsku destabilizaciju i da remeti kompletno planove već ono nanosi i velike financijske štete. U ovom slučaju smanjuje se drvna masa najmanje za bijel, a smanjuje se i kvaliteta drvne mase.

Postavlja se pitanje što raditi sa sastojinama koje se počnu sušiti, a da se ne ulazi svaku godinu u šumi i ne skuplja samo suha roba. U tom pravcu predlažemo: Bez obzira koliki je obrast, potpun ili niži, ako je oštećenje zahvatilo 30% drvne mase, a sastojina je starije od 60 godina, treba primijeniti čistu sječu s pričuvcima oko 20 stabala po hektaru. Jasno, ako je sušenje samo na dijelovima odsjeka, treba posjeći samo te dijelove. To će biti najčešći slučaj pa ćemo tako dobiti grupimičnu strukturu, odnosno dobit ćemo jedan mozaik. Grupe koje posječemo treba pošumiti žirom ili sadnicama ukoliko nema prirodnog pomlatka.

Kao uzor za sadnju u ovim uvjetima može poslužiti i sadnja izvedena početkom stoljeća na rabate, za koju dajemo rezultate o uspjehu u tablici 23 za predjel Vulača.

GMAJNA »VULAČA«

Odsjek Section	Površina ha aRea ha	Dob god. Age years	Drvna zaliha m^3 m^3/ha Wood mass m^3 m^3/ha	Dobni prirast m^3 Age increment m^3
23a	26,58	82	13342	502	6,12
23d	16,98	72	7602	448	6,22
24a	18,11	72	5476	302	4,19
24d	15,25	87	6599	433	4,98
34	43,43	79	18473	425	5,38
35	42,56	79	16641	391	4,95

Prema prosječnim dobnim prirastima ove sastojine odgovaraju sastojinama I. boniteta prema Wimmenauerovim prirasno-prihodnim tablicama sa slabom proredom. To znači da su sastojine podignute sustavom na rabate pokazale odlične rezultate.

U propisu za sadnju žira iz 1886. godine uz ostalo stoji: »Ako dakle ne želimo razbacivati vrijeme i novac u ludo, onda je potrebno da na takvim mjestima tlo najprije temeljito pripremimo. Najbolje ćemo to postići kopanjem jaraka. Na naročito mokrom tlu mogu se kopati rabati s međuprostorom 3–5 m. Na iskopanoj te nasutoj zemlji sadi se žir dosta gusto te tako nastaje sadnja na rabatu.

Ili neka se ne troši na priredbu tla ništa, ili neka se mršava i plitka tla vrlo temeljito prirede prije pošumljenja. Polovične mjere nemaju izgleda te se kao uzaludne ne smiju primjenjivati.«

ZAKLJUČCI INTERDISCIPLINARNIH ISTRAŽIVANJA
CONCLUSIONS OF INTERDISCPLINARY RESEARCH

Na osnovi interdisciplinarnog istraživanja razloga katastrofalnog sušenja stabala hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje donosimo ove

ZAKLJUČKE I PREPORUKE

1. U zadnjih dvadesetak godina u šumi Kalje je značajno promijenjen vodni režim i prostorno je izmijenjeno stanište. Uočene su promjene u klimi, razinama podzemnih voda i intenzitetu vlaženja površinskih horizonta tla u odnosu na prijašnje stanje.
2. Na osnovi podataka meteoroloških stanica Sisak i Zagreb-Pleso za godišnji niz 1971–1985. uočen je veći broj sušnih godina. U Sisku to su – 1971, 1973, 1977–1979, 1982, 1983. i 1985. godina. Na Plesu u Zagrebu to su 1971, 1973, 1975, 1977, 1982, 1983. i 1985. U posljednih 15 godina postalo je suše vegetacijsko razdoblje. Takav raspored sušnih godina djelovao je nepovoljno na šumsku vegetaciju.
3. Razina minimalnih podzemnih voda pala je značajno u posljednjih 15 godina, a posebno naglašeno od 1977. godine. Pad razine minimalne podzemne vode iznosi više od 100 cm u navedenom razdoblju. Korijenje starijih hrastovih stabala nije moglo slijediti tako značajan pad podzemne vode pa je fiziološki oslabilo.

4. Poplavna voda pojavljuje se u šumi Kalje svake godine izvan, ali i za vrijeme vegetacijskog razdoblja. Poplave se pojavljuju u sekularnom nizu i bile su preduvjet razvoja ove šume u prošlosti.
Zbog zapuštanja površinske odvodnje i zbog izgradnje ceste kroz središnji dio šume stvorene su kasete i time močvarni uvjeti, što je izazvalo anaerobiozis i nagomilavanje CO_2 u površinskom sloju tla. Koncentracija CO_2 iznosila je više od 140 mg/l, što je gotovo 5 puta više od granične vrijednosti, koja iznosi 30 mg/l.
5. Katastrofalno sušenje hrastovih stabala u šumi Kalje izazvano je sinergetskim djelovanjem nepovoljnih klimatskih prilika, zamočvarenjem površinskih horizonata tla i sniženjem razina podzemnih voda. Poslije takva zajedničkog nepovoljnog djelovanja stabla fiziološki slabe te ih bolesti i štetni kukci napadaju.
6. Analizom širine godova hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe može se zaključiti ovo:
a) Cijela gospodarska jedinica Kalje nalazi se više od 20 godina pod utjecajem nepovoljnih čimbenika.
b) Posebno loši životni uvjeti za hrast lužnjak nastupili su u razdoblju 1977–1984. godine.
c) Kritične godine za jasenova stabla u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba bile su 1978. i 1979. godina.
d) U šumi hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem posebno loši životni uvjeti su nastupili za jasenova stabla u 1971. godini i trajali su sve do 1984. godine.
e)Redukcija širine goda johovih stabala je registrirana u razdoblju 1977–1984. godine.
7. Kemijskom analizom poplavnih voda iz šume Kalje ustanovljeno je da u njima manjka određena količina kisika. Ostale analize koje se odnose na amonij, nitrite, nitrate, ulja i masti, ugljikovodike mineralnog porijeka, fenole, taninske i ligninske tvari, olovo, kadmij i deterdžente daju rezultate koji su ispod dopuštenih graničnih vrijednosti. Potrebno je obaviti istraživanja kako bi se utvrdilo koje količine štetnih supstancija može podnijeti osjetljiv šumski ekosustav u kojemu se ne mogu primijeniti normativi od drugih ekosustava (agroekosustavi, vodeni ekosustav).
8. Potrebno je što hitnije poduzeti sve mjere kako bi se spriječio dalji proces zamočvarivanja šume Kalje. Treba pristupiti pročišćavanju starih odvodnih kanala te pročišćavanju i gradnji propusta u postojećim cestama kako bi se poplavna voda mogla brzo povući iz šume. Potrebno je sve kasete otvoriti i pronaći trajna rješenja komuniciranja oborinskih i poplavnih voda s Odrom. Prilikom površinske odvodnje treba paziti da se ne presječe vodonosni sloj podzemne vode.
9. Radi boljeg iskorištavanja dobrih potencijalnih mogućnosti staništa šume Kalje potrebno je da se uzgojni zahvati kreću u dva osnovna smjera:
– radovi na poboljšanju stanišnih uvjeta odvodnjom i
– radovi na osnivanju i formiranju stabilnih i produktivnih lužnjakovih šuma.
10. Zbog izuzetno složene situacije u ovim sastojinama uzgojni radovi će se prostorno i vremenski istovremeno odvijati tako da u svakom odjelu ili odsjeku obavljamo radove na poboljšanju uvjeta u tlu i na tlu, formiranju i njezi preostalih starijih sastojina radi kontinuiteta proizvodnje, te obnovi sastojina bilo prirodnoj ili umjetnoj.
11. Hrast lužnjak mora biti i dalje glavna vrsta ovog područja, s tim da se veći udio u omjeru smjese dade poljskom jasenu i crnoj johi. Proučavajući stanje prirodne obnove u današnjim uvjetima došlo se do rezultata da je u pomlatku slaba zastupljenost lužnjaka, dok jasen i joha imaju izrazitu agresivnu tendenciju u procesu

zauzimanja opustošenih površina. Potrebno je do maksimuma iskoristiti taj prirodni proces progresivne sukcesije tih vrsta drveća.

12. Crna joha je takva vrsta koja u novonastalim lošim stanišnim uvjetima može odigrati značajnu pozitivnu ulogu kao vrsta s postotkom zastupljenosti u omjeru smjese s ostalim vrstama, a osobito kao pionirska vrsta na najekstremnije zamočvarenim i zakorovljenim staništima. Rezultati izmjere 50-godišnje johove sastojine u ovoj gospodarskoj jedinici su to pokazali.

13. Detaljni šumskouzgojni plan mora prethoditi svim šumskouzgojnim radovima, a površinska odvodnja i trajno opredjeljenje za lužnjak, jasen i johu trebaju biti osnovna orijentacija u gospodarenju ovim sastojinama.

14. Sve površine koje su se osušile u postotku većem od 30% treba kontinuirano obnavljati prirodnim putem uz maksimalno korištenje postojećega prirodnog pomlatka i umjetnim putem unošenjem glavnih vrsta drveća. Uništavanju korova specijalnim strojevima trebat će se posvetiti posebna pažnja. Načela oplodnih sječa na krugove uz prirodnu i umjetnu obnovu moraju biti dominantni u obnovi šuma u gospodarskoj jedinici Kalje.

15. Priložena karta potencijalne šumske vegetacije pokazuje šumarskom stručnjaku koje će se vrste drveća od prirode razvijati na tome području i s kojim vrstama treba umjetnim putem pomagati razvoj šumske fitocenoze da se ona razvije u stabilni šumski ekosustav.

16. Radi stvaranja preduvjeta za biološku ravnotežu u nizinskim šumama udio hrasta lužnjaka trebao bi iznositi:

1. u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba – 70%,
2. u šumi hrasta lužnjaka i velike žutilovke – 60%.

LITERATURA

Dekanić, I. 1962: Utjecaj podzemne vode na pridolazak i uspijevanje šumskog drveća u Posavskim šumama kod Lipovljana. Glasnik za šumske pokuse 15:5–118.

Dekanić, I. 1974: Značajke uzgoja šuma jugoistočne Slavonije. Zbornik o 100-oj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije, Vinkovci-Sl. Brod.

Kovačević, P. i dr., 1972: Tla gornje Posavine, Zagreb.

Matić, S. 1971: Prirodno pomlađivanje poljskog jasena (Fraxinus angustifolia Vahl.) u Posavini. Savjetovanje o Posavini: 343–346, Zagreb.

Matić, S. i dr., 1979: Rezervati šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar. Studija ekološko-uzgojnih osobina, Nova Gradiška.

Prpić, B., i dr., 1979: Ekološke značajke nizinskih šumskih ekosistema u svijetlu regulacije rijeke Save. Drugi kongres ekologa Jugoslavije, Zagreb.

Prpić, B., i dr., 1983: Ekološki, biološki i gospodarski aspekt učinka izvođenja vodoprivrednih radova obrambenog sistema srednjeg Posavlja na nizinske šumske ekosisteme. Izvještaj, Zagreb.

Rauš, Đ., 1973: Vegetacijska karta fakultetske šume »Opeke« kod Lipovljana. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb.

Rauš, Đ., 1975: Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spačva. Glasnik za šumske pokuse 18, Zagreb.

Rauš, Đ., S. Matić, Prpić, B., Vranković A., 1979. Prilog poznavanju biološko-ekoloških svojstava kasnoga hrasta lužnjaka u bazenu Spačve i Česme. Drugi kongres ekologa Jugoslavije, str. 1011–1018, Zagreb.

**** Gospodarske osnove za jedinice gospodarenja: »Brezovica«, »Posavske šume«, »Lonja« i »Kalje«.

Prpić, B., Vranković, A., Rauš, Đ., Matić, S., Pranjić, A., Meštrović, Š.: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje šumskoga gospodarstva Sisak
Glas. šum. pokuse 30:361–420, Zagreb, 1994

Original scientific paper

BRANIMIR PRPIĆ, ANDRIJA VRANKOVIĆ, ĐURO RAUŠ, SLAVKO MATIĆ, ANKICA PRANJIĆ & ŠIME MEŠTROVIĆ

ECOLOGICAL AND MANAGEMENT FACTORS INFLUENCING THE DIEBACK OF THE PEDUNCLED OAK IN THE MANAGEMENT UNIT OF KALJE, SISAK FOREST MANAGEMENT

Summary

The water regime and habitat location have gone through considerable changes in the Kalje forest during the last two decades. Compared to the former status, changes have occurred in the climate, underground water levels and the intensity of moisturizing of the surface soil horizons. The data of the meteorological stations of Sisak and Zagreb-Pleso record a great number of dry years in the period of 1971–1985. In Sisak dry seasons were recorded in 1971, 1973, 1977–1979, 1982, 1983 and 1985, while by the records of the Pleso station such years were 1971, 1973, 1975, 1977, 1982, 1983 and 1985. The last 15 years have been drier than before. This has had an unfavourable effect upon the forest vegetation.

The level of the minimum underground waters has dropped considerably in the last 15 years, particularly so since 1977. The fall of the minimum underground water level was by 100 cm for the mentioned period. The roots of the old oak trees could not cope with such severe fall of the underground water and consequently they became physiologically weaker.

The first bottom water appears in the Kalje forest every year outside, though occasionally also during the vegetation period. Floods occur in secular successions and had been a prerequisite for the growth of this forest in the past.

Due to the neglected surface drainage and roadbuilding through the central part of the forest, the resulting cassettes created good conditions for swamping and the phenomenon of anaerobiosis with increasing quantities of CO_2 in the surface soil layer. The concentration of the CO_2 was higher than 140 mg/l, which is almost 5 times more than the upper limit of 30 mg/l.

The disastrous dieback of the oak trees in the Kalje forest was the result of synergetic impact of the unfavourable climatic conditions, swamping of the surface horizons and the fall of underground water levels. After such multiple unfavourable influence trees weaken physiologically and are subject to diseases and harmful insects.

An analysis of the annual ring breadth of the peduncled oak, field ash and black alder has enabled the following conclusions:

a) The whole management unit of Kalje has been under unfavourable impacts for more than 20 years;
b) Particularly poor life conditions for the peduncled oak were in the period 1977–1984;
c) Critical years for the in the peduncled oak forest with common hornbeam were 1978 and 1979;
d) In the forest of the peduncled oak and *Genista tinctoria* with *Carex remota* particularly bad life conditions occurred for the ash trees in 1971 and lasted until 1984;

e) The breadth of the alder annual rings was recorded to reduce in the period between 1977 and 1984.

The chemical analysis of the first bottom waters from the Kalje forest revealed a certain shortage of oxygen. Other analyses showed values below the allowed limits for the following: ammonium, nitrites, nitrates, oils and fats, carbon-hydroxides of mineral origin, phenols, tannin and lignin matter, lead, cadmium and detergents. Research has to be done into the quantities of the harmful substances that can be endured by the susceptible forest ecosystem to which the norms of other ecosystems such as the agronomical and water systems cannot be applied.

Urgent measures should be taken to prevent further swamping of the Kalje forest. Cleaning of the old drainage canals and the building of exhausts in the existing roads would enable the first bottom water to flow away quickly from the forest. All cassettes should be opened and permanent solutions must be made for the communication of the rain and flood water with the river Odra. while carrying out the surface drainage precautions should be taken lest the water-supplying layer of the ground water is not cut off.

For better exploitation of the good potential possibilities of the Kalje forest habitats, the sulvicultural measures should be focused on the following:
– improvement of habitat condition by drainage, and
– establishment of stable and productive peduncled oak forests.

Due to the highly complex situation in these stands, the silvicultural work will develop simultaneously in terms of space and time. Thus in every department or section work will be done on improvement of soil, old stands for continuing the production, and regeneration of the stands, both natural and artifical.

The peduncled oak must further on be the main species of the area, though a higher ratio of the mixture should be given to the field ash and black alder. The research of the natural regeneration in today's conditions has shown that the proportion of young peduncled oaks is poor, while the ash and alder have a remarkably aggressive tendency of invading devastated areas. We should take advantage of this natural process of progressive succesion of these species.

According to the survey done in a 50-year-old alder stand in this management unit, black alder may in the new bad habitat condition play a deciding role as a pioneering species on the extremely swamped and weedy habitats.

A detailed silvicultural plan must precede all activites; surface drainage and the permanent choice of the peduncled oak, ash and alder should be the basic principles of managing these stands.

All surfaces that have lost trees by dieback to a percantage higher than 30% should be continuingly naturally regenerated by highest possible use of the existing young trees, and also by introducing the major tree species. Elimination of weed by special mechanization will be particularly considered. The regeneration of the Kalje forests should be governed by seed fellings in circles.

The enclosed map of the potenital forest vegetation helps a forest expert in deciding which tree species will be naturally developed in the area, and which should be artificially stimulated in order to support the development of the forest phytocenosis for a stable forest ecosystem. To achieve the prerequisites for the biological balance in the flatland forest, the proportion of the peduncled oak should be

1. 70% in the forest of the peduncled oak and common hornbeam;
2. 60% in the forest the peduncled oak and *Genista tinctoria.*

Rauš Đ., Vukelić, J.: Program za gospodarenje šumama nastavno-pokusnoga šumskog objekta Rab 1986– 2005. Glas. šum. pokuse 30:421–443, Zagreb, 1994

UDK 630*903](497.13RAB) Stručni članak

ĐURO RAUŠ & JOSO VUKELIĆ

PROGRAM ZA GOSPODARENJE ŠUMAMA NASTAVNO-POKUSNOGA ŠUMSKOG OBJEKTA RAB 1986–2005.

FOREST MANAGEMENT PROGRAMME OF THE EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL AREA OF RAB 1986–2005.

Primljeno: 15. 09. 1993. Prihvaćeno: 1. 10. 1993.

UVOD – INTRODUCTION

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu za potrebe izobrazbe visokostručnih kadrova i znanstvenoistraživačkog rada gospodari dijelom mediteranskih šuma na otoku Rabu. Šume su preuzete na upravljanje i gospodarenje od Skupštine općine Rab ugovorom broj 01/1-105/1-75. Od 6. 03. 1975. Te šume imaju posebnu namjenu i specifičan karakter, a glavni im je cilj zorna izobrazba studenata šumarstva, obavljanje znanstvenoistraživačkog rada u vezi s prirodnom obnovom šuma našeg Mediterana i postizanjem optimalne turističko-rekreativne uloge šuma otoka Raba te djelomičnom opskrbom ogrjevom kućanstva otoka Raba.

Radi pravilnoga gospodarenja i unapređivanja tih šuma prišlo se izradi PROGRAMA, koji je sastavljen prema Zakonu o šumama, čl. 18, 27. str. 3, 33, i važećem Pravilniku o načinu izrade šumskogospodarskih osnova područja, osnova gospodarenja gospodarskim jedinicama i programa gospodarenja šumama (NN, br. 42/85), a sadržat će sve predviđeno PRAVILNIKOM u čl. 41–58; čl. 66–67 i čl. 83–86.

Imajući na umu specifičnosti NASTAVO–POKUSNOGA ŠUMSKOG OBJEKTA RAB, neke instrukcije Pravilnika su modificirane radi potpunijega gospodarenja i unapređivanja tih šuma.

POVIJEST DOSADAŠNJEGA GOSPODARENJA ŠUMAMA NA OTOKU RABU

HISTORY OF THE FOREST MANAGEMENT ON THE ISLAND OF RAB

U 1409. godini Rabljani su dobrovoljo predali Veneciji sve svoje šume i pašnjake u vlasništvo države, s tim da država plaća općinske činovnike, dotada je općina izdavala narodu u najam pašnjake i dopuštala skupljanje sitnog drva u šumama. Država je preuzela šume i pašnjake i naredila općini da sve pašnjake podijeli u 15 »posti« i licitacijom ih izda narodu na korištenje. Narod se otimao za pašnjake, ali najamninu nije mogao platiti državi. Država zbog toga nije plaćala općinske činovnike i tada je općina odlučila da zatraži od države šume i pašnjake natrag. Senat u Veneciji (1441) pristao je da preda u najam općini šume i pašnjake na Rabu za 3000 lira godišnje jer je na njih gledao kao na svoje vlasništvo, dobivena poklonom od Rabljana, koje ne želi otuđiti, već samo iznajmiti. Tako je Venecija izigrala Rabljane. Općina se s tim pomirila i za svoje vlastite šume i pašnjake plaćala je Veneciji 3000 lira na godinu.

Dužd je propisao da se privatne šume smiju sječi svakih 10 godina, a općinske svakih 7 godina i sve osim crnike, duba, divlje masline i kruške.

Općina se toga propisa morala pridržavati te je tako gospodarila svojim šumama.

ISKORIŠTAVANJE RAPSKIH ŠUMA U PROŠLOSTI

EXPLOITATION OF THE RAB FORESTS IN THE PAST

Rabljani su u prošlosti teško živjeli. Jedine prihode ostvarivali su u šumi, pašnjaku, poljoprivrednom zemljištu i moru. Venecija je bila zainteresirana za sve tehničko hrastovo drvo (crnika i medunac) i kupovala je za svoju mornaricu tj. za izgradnju brodova.

Sitno drvo je u šumi prethodno posjekao narod za vlastite potrebe, a zatim je općina organizirala sječu debljeg drva, unajmivši radnike, koje je posebno plaćala. Drvo se volovima i konjima izvlačilo na stovarišta, koja su se nalazila na obali mora prikladnom za utovar u brodove, koji su ga odvozili u Veneciju ili Zadar. Tako u Kronici rapskoj imamo zabilježeno da je 15. X. 1816. općina počela sijek šume na Sv. Grguru, Golom, Sorinju, Barbatu i Lunu, a svo posječeno drvo imalo se odvesti u Zadar za vojsku da se vladi vrati dug, što je lani (1815) dala narodu mnogo hrane, jer je vladala glad na otoku.

D. Lasman (1906) o uzgajanju i obnovi šuma na Rabu piše:

»Gdje je ma iole kakav izrastak ili ostatak crnike taj se stavi na panj i već za kratki niz godina je površina pošumljena – gdje toga nema, tamo se uzgaja šuma iz sjemena. – Nu pošto tako zasađeno drvlje vrlo sporo raste, to se za polučenje većeg prihoda popunjuju čistine ili sjemenom ili biljkama pinjola (Pinus pinea); primorskoga bora (Pinus halepensis); morskoga bora (Pinus pinaster); crnoga bora (Pinus austraica); a ispod ovih se onda sadi još i žir crnike. Premda crnika zastora ne trpi, ona ipak

vegetira i znatno ojača već i u prvom dvadeset godištu. Pošto ona odnosna površina dolazi do sječe, to se posjeku svi borovi, a i crnika stavi na panj, a time je onda i pretvorba obavljena, tj. i tlo trajno sa crnikom pošumljeno. – Crnika u smjesi sa borovima izraste uspravno i bujnije se razvije u visinu.

Pošto se zajedno s borovima sječe, razširi se znatno tako da onda zastre tlo posvema.

Ovaj uzgoj crnike u smjesi sa borovima potiče iz novijega doba, nu predvidjeti je već i sada, da će vlasniku odbacivati vanredne koristi, pošto se ti borovi budu mogli vanredno dobro unovčiti kao građevno drvo, a još tim više što već i uz vladajuće uvjete, postizavaju u dobi od 20 godina znatnu visinu i za mene neviđenu debljinu od 30 do 40 cm na panju. U tom naročito prednjači Pinus pinaster. Pinusi se doduše do sada nisu onovčivali, a pošto je kultura istih u većem omjeru počela tek pred kojih desetak godina, i to samo na mjestima, gdje se je morala crnika žirom uzgajati. Imade međutim pojedinih manjih čestica zasađenih i mnogo starijim pinusima, koje će s korim doći i do sječe, a onda će se tek moći i prava vriednost istih ocieniti.

Uspjeh kultura tih borova vanredno je povoljan: sjetvom uzrasle biljke poluče već u prvoj godini visinu od 20 do 30 cm, što naravno u sliedećih godina još i rapidno raste. Po meni pregledane 5 i 6 godišnje kulture bile su 7 do 8 metara visoke!

Namjesništvo u Zadru, kao vrhovna nadzorna vlast, naručjuje potrebito sjeme Pinus pinaster izravno iz Pariza, a Pinus pinea iz Toskane. – Prema izjavi šumara sjeme je to od izvanredne kvalitete, tako, da je uspjeh sjetve redovito 60 do 70 posto. Nad lukom »sv. Mara« na južnom obronku šume Capofronte uz vrlo liepo sagrađenu kuću za lugara, te stan za šumara, što ću uostalom još i poslie spomenuti, nalazi se sadašnji šumski vrt za uzgoj tih raznih borova i ostalih presađenica.

Prošlih godina bio je u tom vrtu uspjeh sjetve 70 do 80 posto, na godinu 1904. radi ustrajne i dugotrajne suše bio je uopće slab. Sjetva sjemenom u šumi obavlja se redovito u mjesecu kolovozu, a sjeme nikne još iste godine, tako da su pod konac biljke jur prilično velike. – Sadnja biljaka obavlja se od mjeseca studenoga do konca veljače, kojom zgodom se i neuspjele kulture popravljaju.

Izim spomenutih vrsti sadi se jošte i to pokusa radi, i uz morsku obalu tamarix (Tamarix gallica), i to sadnjom 30 cm dugih šiba.

Ova vrst drva odolieva štetnom zasolivanju, pa se stoga sadi uz morsku obalu i to prvo, da se oti dielovi pošume, a drugo služi zaštitom ostalim iza nje zasađenim vrstama drva, na koje zasolivanje štetno upliva.

Popriečni kulturni troškovi po jutru iznašaju kod sadnje 100 do 120 kruna, a kod sjetve 60 do 80 kruna, što ovisi o sastavima tla i duljini radnog dana. Branjevine ostalih šuma izuzev šumu Capofronte, u kojoj je paša bezuvjetno zabrtanjena, u koliko su izvršene napadaju blaga, ograđuje se sa suhozidom od 1 do 1,60 metr. visine te 80 cm doljnje širine, uz cienu od 30 do 40 fil. po tek. metru, tamo gdje imade na mjestu obilno kamenja, inače se prema udaljenosti kamena povećava i taj trošak.«

UZGOJNI RADOVI U PROŠLOSTI

SILVICULTURAL ACTIVITIES IN THE PAST

Proučavajući pisanu povijest otoka Raba, a poznavajući njegove šume danas, ne možemo se oteti dojmu i činjenicama da se briga o tim šumama vodila još u davnoj

prošlosti. Iako se uzgajanje šumama kao znanstvena disciplina razvila negdje prije dva stoljeća iz straha da će šume u Evropi propasti i da neće davati potrebno drvo, ipak iz pisanih podataka vidimo da je ta briga nazočna već 1442. godine, kad je na Rabu uočeno da velika opasnost za šume potječe od koza. Isto tako 1487. godine radi zaštite šuma, dužd zabranjuje upotrebu svih vapnenica u kojima se loži drvo, a lugari koji imaju zadatak čuvanja šuma službeno su uvedeni u rapske šume već 1829. godine.

Šuma Dundo ima centralnu ulogu u rapskim šumama danas i u prošlosti. Tako je već u prošlom stoleću bila izdvojena od ostalih općinskih šuma te se je njome posebno gospodarilo, a 1862. godine je u njoj sagrađena lugarnica u kojoj se stanovao lugar (Josip Stella) koji je čuvao šumu Dundo, a s njom je posebno upravljao šumar iz Klane. Osnove gospodarenja u šumarstvu svih zemalja čine značajnu podlogu i garanciju da će se šumom stručno gospodariti. Prve gospodarske osnove izrađene su (1894) za šume Dundo i Kalifront koje danas zauzimaju površinu od 1141 ha suvislo obrasle šume, dok su nažalost šume hrasta crnike na Frugi i Sorinju u zadnjem degradacijskom stadiju (garig i kamenjara).

Šuma Dundo je 1915. godine izlučena iz redovnoga gospodarenja i u njoj se više ne provode organizirane sječe. Estetska uloga značajnija je od porizvodnje drveta, što je došlo do izražaja u novoj gospodarskoj osnovi sastavljenoj 1932. godine.

Šuma Kalifront je još iz davnina bila opterećena pravom služnosti u kojoj su Rabljani imali pravo sjeći »malu šumu« (veliki vrijes, planiku, zeleniku i dr.) bez naknade. Prva je gospodarska osnova (1894) propisala i način gospodarenja koji je pogodovao više sporednim vrstama nego crniki. Ophodnja za crniku je bila porpisana na 40 godina, a za ostale vrste na 10 godina. Isti autor tvrdi da je sječa vrlo neuredna te da se svake godine sijeće čistom ili golom sječom površina od 50 ha.

Takav način gospodarenja uzrokom je degradacije, jer se crnika postupno povlačila pod utjecajem ostalih vrsta koje nakon sječe imaju veći i brži prirast od crnike, a išao je u prilog onima koji su imali pravo služnosti, a nisu bili u stanju sagledati štetne posljedice za cijeli otok.

Šumarski stručnjaci su upozoravali na štetno i pogrešno gospodarenje te su isticali potrebu zabrane golih sječa u korist uzgajanja »trajnih šuma« crnike s dugom ophodnjom. Tako Zakon o šumama iz 1929. godine zabranjuje svaku golu sječu u šumama Raba, Paga. Sve se sječe mogu voditi uz nadzor stručnjaka i na osnovi gospodarske osnove.

Takve vrlo značajne i stručne odredbe su naišle na otpor žitelja Raba jer su sklopljene i trajne šume reducirale broj pratilaca crnike na normalnu mjeru. Pod pritiskom javnosti odustalo se od tih odredaba te se dopustio, manji obrast nakon sječe. Postupno se došlo na čiste sječe uz ostavljanje manjeg broja najlošijih stabala crnike, tzv. pričuvaka. Tako se nastavila degradacija tih šuma koja je tek nedavno prekinuta.

Uzgojni radovi u prošlosti obavljali su se zajedno s radovima na iskorištavanju jer je sve sječeno na panj, iz kojega su zbog jake izbojne snage svih vrsta drveća (osim Juniperusa) izbijali izbojci i na taj je način šuma bila obnovljena. Nakon tako obavljenoga prvog sijeka u šumi visokoga uzgojnog oblika (sjemenjači) nastala je panjača koja se stoljećima tako obnavljala. Zbog takve obnove šuma i utjecaja paše nastale su plješine i počeo se pojavljivati krš na većini površina otoka Raba. Radi ozelenjivanja toga krša unošeni su alohtoni borovi na Rab.

Crnika ima jaku izbojnu snagu u početku, da bi ona sve više slabila i nakon deset i više sječa na panju (čepovanja) ona se u potpunosti osuši i panj propadne. Tako se taksator D. Lasman još 1906. godine oduševljava velikom reproduktivnom snagom crnike i piše:

»Kod crnike su jednogodišnji izbojci poprečne visine od 1 mtr. Mjerio sam jedan proljetni izbojak, koji je postigao visinu od 2,12 m. Skoro iz svakog panja, naravno prema veličini istoga izbije po 20 do 30 izbojaka. U istoj godini stvori se na bivšem panju grm, koji zastire po 10 do 15 m². Vidio sam jedan panj u proljeću 1904. godine posječenog stabla crnike u promjeru od 60 cm, te sam na njemu prebrojio 43 kriepke za daljnji rast prikladne mladice, od kojih su pojedine preko 1,5 m visoke.«

Nakon vjekovnog iskorištavanja i obnavljanja rapskih šuma (niskim uzgojnim oblikom) u obliku panjače reproduktivna snaga crnike je maksimalno smanjena i iz njezinih panjeva se sada razvijaju samo niska i kržljava stabalca crnike, a veći dio panjeva propada potpuno.

POČETAK INTRODUKCIJE ALOHTONIH BOROVA NA RABU

THE INTRODUCTION OF THE ALLOCHTHONOUS PINES IN RAB

Iako su Rabljani vodili računa o svojim šumama, one nisu ostale imune na loše zahvate i ostale negativne utjecaje. Kao rezultat čitavog niza negativnih utjecaja stvoreni su različiti stupnjevi degradacije šuma crnike s kamenjarom kao zadnjim stupnjem. Budući da se u rapskim šumama ne nalazi od prirode ni jedna vrsta šumskog drveća četinjača, prvi korak zaustavljanja degradacije i postupnog povratka degradiranih šuma (kamenjara, garig) u viši uzgojni oblik je pošumljavanje četinjačama.

Prvi pokušaji unošenja borova na otok Rab zabilježeni su još 1862. godine kada je šumarski savjetnik Eugen Deimel poslao sjeme bora *»Pinus maritima«* na Rab. Sjeme je skupljeno na Korčuli, a posijano je na šumskim predjelima Dundo i Kalifront.

Sustavan rad na unošenju borova na Rabu počinje dolaskom na Rab šumarskog inženjera Pravdoja Belije. Njegovim radom stvorene su kulture borova, i to alepskog bora, primorskog bora, crnog bora i grupica i pojedinih stabala pinije i brucijskog bora. Pošumljavanja su započeta na najznačajnijim i turistički najvrednijim lokalitetima (Komrčar, Frkanj i dr.).

Takvim radom do 1939. godine se na Rabu podiglo 190 ha borovih kultura koje i danas imaju značajnu ulogu u općekorisnim funkcijama šuma Raba.

Nakon rata pa do 1984. godine podignut je 601 ha borovih šuma. Ukupna površina borovih kultura na Rabu iznosi 791 ha, od čega se u privatnom posjedu nalazi 49 ha.

PRIRODNE ZNAČAJKE GOSPODARSKE JEDINICE NPŠO – OPIS OROGRAFSKIH, HIDROGRAFSKIH I KLIMATSKIH I VEGETACIJSKIH PRILIKA

NATURAL CHARACTERISTICS OF THE NPŠO MANAGEMENT UNIT-A DESCRIPTION OF THE OROGRAPHIC, HIDROGRAPHIC, CLIMATIC AND VEGETATION CIRCUMSTANCES

U makroreljefnim razmjerima sjeverni je dio mirnijih položaja, tj. sa širim platoima i depresijama, gdje osim plitikih dolaze i duboka tla kao rezultat akumulacije zemljišnog nanosa erozijskim putem. Prema morskoj obali, u pravcu juga i jugozapada, teren je strm i intenzivnije razveden dubokim jarugama i oštrim grebenima, te je površina tla isprana, više kamenita, čak i stjenovita, a tla su plitka i s mnogo skeleta.

Mikroreljef istraživanog terena je tipičan kao i za druga područja našeg krša, zastupljen brojnim vrtačama, dulibama, stjenovitošću i kamenitošću, a vidljivi su i znakovi erozije.

U hidrografskom pogledu teren ove gospodarske jedinice je vrlo slabo razvijen. Nema potoka, već su razvijena samo neka mala bujična područja u pojedinim uvalama. Oborinska voda teče tim bujicama samo za vrijeme obilnih kiša ili u slučaju provala oblaka. Drugih vodenih tokova nema.

GEOLOŠKA PODLOGA – GEOLOGICAL BASIS

Novija geološka istraživanja pokazuju da je otok Rab izgrađen od gornjokrednih i paleogenskih naslaga. Gornjokredni slojevi se sastoje od vapnenca s rijetkim uloščima dolomitnih vapnenaca u bazi. Naslage paleogena djelomično su zastupane formanisfernim vapnencima, a većim dijelom klastičnim naslagama (lapori, pješčenjaci, konglomerati i breče) (M a m u ž i ć 1962).

TLO – SOIL

Najveća površina šume Kalifront, a time i NPŠO, nalazi se na sedimentima gornje krede, a samo jedan manji sjeverozapadni dio je kvartarne starosti.

Uski obalni pojas gornje krede čine rudistni vapnenci litološki dosta monotona serija vapnenaca, koji se odlikuju visokim sadržajem $CaCO_3$, (96–98%) malo nerastvorivog ostatka.

Drugu litološku seriju krednih sedimenata, koji zahvaćaju najveću površinu šume Kalifront čine vapnenci s uloščima dolomita, koji sadrže manje karbonata ($CaCO_3$), a više nerastvorivog ostatka od prethodne serije, što je važno za tvorbu tla na kraškom terenu.

Najposlije, jedan manji dio ove šume dolazi na tlima koja su se razvila na rastresitim, crvenkastosmeđim, ilovastim, dubokim sedimentima kvartara. Oni za-

premaju veću površinu centralnog dijela šume Kalifront.

I najzad, na kvartarnim sedimentima, u sjeverozapadnom dijelu šume koji su po svojoj konzistenciji najerodibilniji, zbog reljefno zaravnjenih, mirnih položaja dolaze duboka, ilovasto-pjeskovita tla i bez skeleta (rasadnik).

Tipovi tala ove gospodarske jedinice jesu:

- karbonatni koluvij s prevagom zemljišog materijala, ilovast,
- koluvijalni nanos s prevagom detritusa stijena, apsolutno skeletno tlo,
- smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), erodirana, plitka tla (stjenovitost: 70–80%),
- smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), tipično plitko (stjenovitost: 50–70%).
- smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), lesivirano, plitko do srednje duboko (stjenovitost: 30–50%,
- smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), lesivirano, skeletno (stjenovitost: 10–30%),
- smeđe tlo na vapnencu (kalkokambisol), lesivirano, srednje duboko do duboko (stjenovitost: 0–30%),
- distrično tlo, lesivirano, na crvenkastosmeđim pijescima, dvoslojno, plitko do srednje duboko,
- distričnosmeđe tlo, lesivirano, na crvenkastosmeđim pijescima, dvoslojno, duboko (Pedološka karta A. V r a n k o v i ć).

Smeđa tla na vapnencu i crvenice dolaze na tvrdim mezozojskim vapnencima u obliku mozaika, tj. ne pokazuju površinski jasnu graničnu pravilnost. Razvijena su ili kao površinski plitka ili srednje duboka tla, pretežno u međustjenovitim prostorima. Skelet tla čine veće gromade stijena, koje jednim dijelom strše iznad tla, a više su zastupljene u samom profilu, gdje ih pokriva tanji zemljišni pokrivač.

Unutar samog profila tla dolaze prostorno veći ili manji »džepovi« onih tala o čijoj veličini ovisi količina tla uopće, kao i njegova dubina, što je u izravnoj vezi s mogućnošću razvoja korijenova sustava šumskog drveća. Dakle, tvrda i kompaktna geološka podloga vapnenac limitirajući je čimbenik dubina tla odnosno prostorne zastupljenosti soluma.

Po mehaničkom sastavu to su glinovita tla, pri čemu pokazuju jasnu pravilnost, tj. ona su teža u dubljem (B) r, – horizontu. Poroznost im se kreće u širokom intervalu od malo do vrlo poroznih tala.

Kapacitet za vodu je malen do osrednji (crvenice), odnosno vrlo malen (kalkokambisol). Tla niže vrijednosti kapaciteta za vodu djelomučno idu u korist većeg kapaciteta za zrak.

Reakcija tla je praktično neutralna kod crvenice, dok je slabo kisela kod smeđeg tla na vapnencu. Apsorpcijski kompleks, u vezi s tim, visoko je zasićen bazama (V%).

S obzirom na količinu humusa ta su tla jako humozna, međutim humusno akumulativni horizont je dosta plitak, tako da su uz dubinu ispod 7 cm ta tla slabo humozna. Isto tako su vrlo bogata dušikom. No odnos C : N u površinskom humusno akumulativnom horizontu (AD_2) kod smeđeg tla na vapnencu indicira na humus slabije kvalitete (sirovi humus).

U pogledu opskrbljenosti fiziološki aktivnim hranivima ta su tla, a što je dosada u više radova konstatirano, bogata sadržajem K_2O, dok su fiziološki aktivnim P_2O_5 slabo opskrbljena (u tragovima).

Dok crvenice i smeđa tla na vapnencu (kalkokambisol) dolaze na tvrdoj geološkoj podlozi vapnenca, naša eutrična smeđa tla razvila su se na rastresitim kvartarnim sedimentima. Dolaze djelomično kao profil s različitom litološkom građom (dvoslojni profil) i zastupljena su u obliku mozaika i u zemljišnim kombinacijama. U vezi s tim valja konstatirati da su na nekim mjestima zastupljeni i rastresiti sedimenti i vapnenci, dakle dvije vrste matičnog supstrata, što pruža još učestaliju izmjenu varijanti zemljišnih jedinica.

Temeljem dobivenih rezultata o tim tlima po mehaničkom sastavu površinski horizont, tj. horizont A i (B) eutričnog smeđeg tla spadaju u pjeskovito-glinaste ilovače, dok su dublji horizonti I i II glinoviti (pjeskovita glina i laka glina – slojeviti profil). Također su jasne i razlike u poroznosti između genetskih horizonata i dubljih slojeva (I i II) s obzirom na ukupni sadržaj pora. Dok su gornji horizonti porozni, dublji slojevi u profilu su malo porozni.

Kapacitet za vodu je malen do osrednji, ali u ovom slučaju s neznatnim apsolutnim razlikama za cijeli profil. Kapacitet za zrak je, međutim, slabiji, odnosno manji oko 2 do 5 puta u dubljim slojevima u odnosu na gornje horizonte.

Po reakciji spada u slabo kisela tla, a pH je gotovo konstantan u profilu (pH 6, osim u površinskom horizontu gdje je nešto veći i iznosi 6,3).

Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama (V%) visok je i iznosi između 77,5 i 86%.

Po količini humusa jedino je A horizont dosta humozan (4,6%). Dublji horizonti su vrlo slabo humozni, a s obzirom na C : N odnos može se zaključiti da je humus dobre kvalitete.

Što se tiče fiziološki aktivnih hraniva, slabo su opskrbljena; s P_2O su slabije opskrbljena i od crvenica i od kalkokambisola. Naime, samo površinski humusno akumulativni horizont spada u klasu dobre opstrbljenosti tim biljnim hranivom, dok je u ostalom dubljem dijelu profila opskrbljenost tla s K_2O na granici između II. i III. klase, tj. slabe do srednje opskrbljenosti (V r a n k o v i ć 1976. i 1985).

KLIMA – CLIMATE

Na otoku vlada vrlo povoljna mediteranska klima s blagim zimama i ugodnim umjereno toplim ljetima. U zimskim mjesecima živa u termometru vrlo rijetko pada ispod nule. Snijeg, koji pokriva vrhunce Velebita, samo je lijepa vizualna dekoracija panorami otoka u zimi i gotovo nepoznat stanovnicima otoka. U ovom stoljeću Rabljani su imali prilike vidjeti snijeg svega tri puta na svom otoku.

Srednje godišnje oborine iznose 1 122 mm i nisu suviše nejednolično raspoređene; ipak su proljeće i ljeto najsušniji dio godine; najmanje je oborina u prosincu. Ljetna vrućina je podnošljivija nego, naprimjer, u Crikvenici. Formula klime, po K ö p p e n u, jest Cfsax. Srednja godišnja temperatura bila je u razdoblju 1946–1958. 15,6°C (1892–1938. godine 14,5°C). Najtopliji je srpanj (24,6), a najhladniji siječanj (7,5). Razlika temperatura između siječnja i srpnja je 17,1°C, što znači da je klima na Rabu prelazna između maritimne i kontinentalne. Apsolutni maksimum bio je 05. 07. 1952. godine (37°C) i minimum 06.01. 1947. (– 10°C) tj. razlika je 47° (u Crikvenici 50,5°). Na Rabu je manji broj vrućih i toplih, hladnih i studenih dana nego u Crikvenici. Relativna vlaga zraka je prosječno 70,4% u 7 sati, 59,4% u 14 sati i 67,5% u 21 sat, prosječno godišnje 65,8%. Rab spada u najsunčanije krajeve

Evrope. Od 1122 mm oborina u najtoplijem dijelu godine padne 43%. Mraz se rijetko pojavi, vrlo je čest bio u 1952. godini (Slijepčević 1960).

Srednje temperature zraka na otoku se kreću ovako: I. tromjesečje 7,1°C, II. tromjesečje 13,9°C, III. tromjesečje 26,0°C i IV. tromjesečje 12,8°C.

Srednju temperaturu iznad 18°C otok Rab ima oko 142 dana ili oko 38% dana u godini, a iznad 10°C oko 266 dana ili 73%. Po broju sunčanih sati u godini Rab spada u najsunčanije krajeve Evrope s prosječno 6,8 sati dnevno ili 2479 sati na godinu. Osim toga otok Rab ima godišnje prosječno 91 potpuno vedar dan (bez ijednog oblačka). Na otok je u razdoblju 1960–1979. godine palo u prosjeku 1042 mm oborina na godinu. Najmanje oborina ima u ljetnim mjesecima (15%) i u proljeće (17,6%), a najviše u jesen (37,8%) i zimi (29,6%).

Blagom podneblju i klimi otoka mnogo pridonosi brdoviti lanac Kamenjak, koji otok prirodno štiti od utjecaja hladnih i suhih sjevernih i sjeveroistočnih vjetrova. Zahvaljujući tom brdskom lancu, temperatura je u zimskim mjesecima mnogo viša nego u priobalnim mjestima duž Podvelebitskog kanala.

U zimskim ranim proljetnim danima na otoku puše suhi i prohladan sjeveroistočnjak – bura. U jesen je čest jugo – vjetar jugoistočnog smjera, topao i vlažan, koji donosi vlagu i koji nebo prekrije gustim tamnim oblacima s obiljem kiše.

ŠUMSKA VEGETACIJA OTOKA RABA I NPŠO – RAB

FOREST VEGETATION OF THE ISLAND OF RAB

Otok Rab spada u red najzelenijih otoka na Jadranu, šume pokrivaju oko 40% njegove površine. Prema svojoj veličini (93,6 km^2) Rab je deveti otok našeg Jadrana, a prema zelenilu, tj. obraslosti šumom (37,5 km^2), drugi, jer ga jedino otok Mljet nadmašuje svojim zelenilom.

Za vrijeme vladavine Austro-Ugarske Monarhije i stare Jugoslavije nastavljeno je iskorištavanje i prodaja rapskih šuma s tom razlikom da se u ovom stoljeću, uviđajući prije učinjene greške, počela smirivati erozija građevinskim radovima i pošumljavanjem. Podignuto je dosta šumskih kultura. Od dolaska nadšumara Pravdoja Bellije (1890–1945) podignuto je 190 ha, a od 1945. do 1965. godine 600 ha, te od 1965. do 1980. godine 1 ha na NPŠO Rab. Danas imamo na otoku 791 ha kultura alohtonih borova i oko 3000 ha prirodnih šuma hrasta crnike u raznim degradacijskim oblicima (panjača, makija, garig). (Detaljnije o povijesti rapskih šuma vidi Rauš 1978.).

ŠUMSKE FITOCENOZE – FOREST PHYTOCENOSES

Fitocenološka istraživanja pokazuju da su na otoku Rabu razvijene ove šumske fitocenoze:

Ass. Orno-Quercetum ilicis H-ić 1958
Subass: Orno-Quercetum ilicis typicum H-ić 1958
Facies: Pinus halepensis
Subass: Orno-Quercetum ilicis ericetosum Rauš 1974
Facies: Quercus pubescens

ŠUMA HRASTA CRNIKE (*ORNO'QUERCETUM ILICIS* H–IĆ 1958)

THE MEDITERRANEAN OAK FOREST (*ORNO–QUERCETUM ILICIS* H–IĆ 1958)

Crnikova šuma je raširena u veoma sličnom sastavu odjužne Francuske do Grčke; u nas je zastupana posebom asocijacijom. Ona pokriva uski rub jugozapadne i južne Istre, prelazi na najjužniji dio Cresa, Raba i Paga i zaprema sve otoke prema jugoistoku od Lošinja, a kopno dalmatinske Hrvatske.

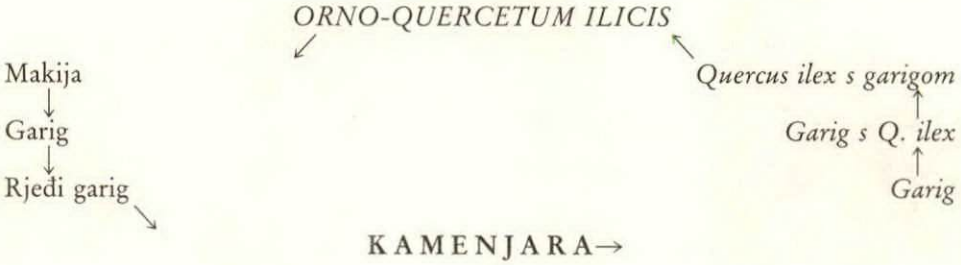
U arealu crnikove šume luče se jasno tri zemljopisne varijante: sjeverna, srednja i južna. U sjevernu pripada Istra s kvarnerskim otocima, u srednju dalmatinski otoci do uključivo Hvara i Šćedra zajedno s uskim pojasom susjednog kopna, a u južnu Pelješac i područje južnije od njega.

Diferencijalne vrste za spomenute zemljopisne varijante su: 1) u srednjoj varijanti: *Styrax officinhalis* i *Poterium sp.*, 2) u srednjoj i južnoj: *Rosmarinus officinalis, Euphorbia dendroides, Anthylis Barba-Jovis, Anagyris phoetida, Ephedra nebrodensis* i dr., 3) samo u južnoj varijanti: *Phylyrea angustifolia, Calycatome spinosa, Phlomis fruticosa, Putoria calabrica, Convolvus cneorum, Marsdenia erecta, Arbutus andrache* i dr., 4) u sjevernoj varijanti (Lošinj) i južnoj varijanti nalazi se kao reliktna vrsta *Quercus coccifera.*

Crnikova šuma razvijena je u tri subasocijacije: *Orno-Quercetum ilicis typicum* H-ić – niska šuma ili gusto sklopljena makija s mirtom (mrčom) najraširenija je oblik naših makija s velikim brojem facijesa i *Orno-Quercetum ilicis ericetosum arboreae* Rauš – zaprema najsjevernije područje hrasta crnike, a vezana je za duboka i isprana tla (Rab). U njezinu sastavu prevladava *Erica arborea, Arbutus unedo, Cistus saviefolius, Pteridium aquilinum, Helianthemum gutatum* i dr.

Regresivna sukcesija crnikovih šuma ide preko panjača, makija, gariga do kamenjara, a prirodna progresivna sukcesija od kamenjara obraslih guščim ili rjeđim raznim zelenim i sitnim grmljem, preko gariga rjeđih makija sastavljenih od sitnijeg i krupnijeg polugrmlja i grmlja, zatim preko gušćih makija sve do pravih makija ili – još dalje – crnikovih šuma s podstojnom makijom. Zahvat u progresivnoj sukcesiji ovisi o stupnju degradacije.

Brže napreduje ako se u kamenjaru ili garigu forsira i pomaže crnika uzgojena iz sjemena ili sadnica.



Promatrajući strukturu zajednice na području Kalifronta, možemo zaključiti da u šumama pretežo dominira hrast crnika (*Quercus ilex*) nastao iz panja ili iz sjemena, te ga prate manje ili više svi elementi crnikovih šuma (*Phillyrea media, Arbutus unedo, Erica arborea* i dr.). Udio pratilica ovisan je o strukturnim karakteristikama dotične sastojine.

OPIS UREĐAJNIH RAZREDA S PODACIMA UPOTRIJEBLJENIH NORMALA, ODNOSNO PRIRASNO-PRIHODNIH TABLICA

DESCRIPTION OF MANAGEMENT CLASSES WITH DATA ON USED NORMS AND INCREMENT REVENUE TABLES

I. VISOKE ŠUME PRIMORSKOG I ALEPSKOG BORA I PINIJE
I. HIGH FORESTS OF THE LITORAL ALEPPO PINE AND THE STONEPINE

Šume ovog uređajnog razreda nalaze se u odjelima i odsjecima 1b, 1h, 2d i 8b s ukupnom površinom od 3,4 ha i ukupnom drvnom masom od 619,2 m^3. Budući da su šumske kulture u odjelima 1b, 1h i 2d mlađe ispod 10 godina, drvna masa u njima nije ni određivana, a njihova površina obuhvaća ukupno 0,6 ha.

Kultura primorskog bora obrasta površinu od 2,6 ha (i 0,2 ha neproduktivne površine), a dob joj iznosi 75–80 godina. Drvna masa je određena totalnom klupažom svih stabala po Šumarsko-tehničkom priručniku (ŠTP) 2.4.6 za crni bor, jer za primorski bor ne psotoje tablice. Tečajni prirast je također određen prema G a h r h a r d t u, tablica 7, za IV. bonitet, 70 godina starosti i on iznosi 2,1 m^3.

Za ovaj uređajni razred je značajno da su sastojine dvoetažne i da se u gornjoj etaži nalaze stabla primorskog bora, a ispod njih etaža crnikovih stabala mnogo manje dobi. Borova etaža se predviđa za sječu kao etat glavnog prihoda u prvom (I/1) polurazdoblju.

II. PANJAČA HRAST CRNIKE
II. MEDITERRANEAN OAK STUMP FOREST

Uređajni razred hrasta crnike zauzima najveću površinu šuma NPŠO – Rab, i to 51,6 ha. Drvna masa iznosi 3895,5 m^3 s godišnjim prirastom od 94,1 m^3 ili prosječnom drvnom masom od 75,5 m^3/ha i godišnjim tečajnim prirastom od 18 m^3/ha. Prirast je računat po čl. 16, stav 4.

III. POKUSNE PLOHE I PARK-ŠUMA
III. EXPERIMENTAL PLOTS AND PARK FOREST

Zbog specifičnog tretmana pokusnih ploha i park-šume izdvojene su te sastojine u poseban uređajni razred bez etata. Ukupna površina razreda iznosi 1,7 ha sa 150,3 m^3 drvne mase. U tom se razredu nalazi trajna ploha br. 36 izdovjena po međunarodnim principima projekta »ČOVJEK I BIOSFERA« (MAB).

IV. MAKIJE CRNIKE
IV. THE MAQUIS OF THE MEDITERRANEAN FOREST

Na jugozapdnom dijelu objekta s blagim spuštanjem prema moru nalazi se ovaj uređajni razred na površini od 16,3 ha s ukupnom drvnom masom od 1105,60 m^3 ili 67,8 m^3/ha i godišnjim tečajnim prirastom od 2,5 m^3/ha.

Etat prethodnog prihoda u I/1 polurazdoblju iznosi 90 m^3, dok je ukupni prirast 107,8 m^3, znači da se siječe mnogo manje od prirasta.

V. ZAŠTITNE ŠUME (UZ OBALU)
V. PROTECTION FOREST (ALONG THE COAST)

Ovaj uređajni razred tvore niske makije neposredno uz more. To su dosta nagnuti tereni s pretežno plitkim i ispranim tlima. Površina tih šuma iznosi 17,2 ha. Spomenute šume imaju trajni zaštitni karakter i zaštićuju obalno područje od erozije te daju krajoliku ugodni uvijek zeleni izgled, a turistima dobar ugođaj i doživljaj plavoga mora i zelenih šuma.

VI. RASADNIK
VI. NURSERY

Na zahtjev šumarskog fakulteta Skupština općine Rab rješenjem 01/2-181/1-77 od 4. 04. 1977. odobrila je krčenje šume na površini od 1 ha za potrebe osnivanja eksperimentalnog rasadnika. Rasadnik je osnovan i ograđen uz pomoć tadašnjega Republičkog SIZ-IV, a služi za proizvodnju hortikulturnog i šumskog sadnog materijala te za obavljanje različitih eksperimentata u rasadničkoj i sjemenarskoj proizvodnji.

Rasadnik nosi naslov EKSPERIMENTALNI RASADNIK »ANDRIJA PETRAČIĆ« RAB. Rasadnik je podijeljen u XII tabli u kojima se na karti evidentira stanje proizvodnje u proljeće i jesen svake godine. Uz rasadnik postoji priručni bazen s terasom za skupljanje vode i ograđeno komposište 10 x 10 m.

Pored rasadnika je izgrađena jedna montažna baraka (rasadničarev stan) i nova cisterna za vodu.

Obadva objekta održava radnik – domar Mara Devčić i radnik (poslovođa) Stjepan Devčić koji s djecom stalno živi u objektu.

DOSADAŠNJI NAČIN GOSPODARENJA S BILANCOM PO ODJELIMA ODNOSNO ODSJECIMA
THE SO FAR PRACTICED MANAGEMENT WITH BALANCE PER DEPARTMENTS AND SECTIONS

DOSADAŠNJE GOSPODARENJE NA NPŠO – RAB
SO FAR PRACTICED MANAGEMENT IN THE NPŠO – RAB

Ovim se šumama u proteklom razdoblu nije gospodarilo po programu ili

gospodarskoj osnovi, jer oni nisu postojali. Za gospodarenje su se izrađivali godišnji planovi, a to isključuje mogućnost usporedbe i analize dosadašnjega gospodarenja.

Pošumljavanje je obavljeno prema godišnjim planovima radova u odjelu:
1 h od 0,2 ha kultura alepskog bora podignuta 1977.
2 d od 0,1 ha kultura alepskog bora podignuta 1978.
1 b od 0,3 ha kultura pinije podignuta 1980.

U navedenim odsjecima je obavljena njega šumskih kultura u dva navrata.

Prethodni prihod posječen je u II. dobnom razredu i to:
1977. god. odjel 1a, b i c – 26 m^3 i 4 c – 40 m^3
1978. god. odjel 2b – 26 m^3, 7a – 50 m^3 i 8a – 50 m^3
1979. god. odjel 8 a – 54 m^3
1980. god. odjel 5a – 137 m^3
1981. god. odjel 5a – 276 m^3
1982. god. odjel 6a – 273 m^3
1983. god. odjel 6a – 273 m^3
1984. god. odjel 6a – 393 m^3
1985. god. odjel 8a – 338 m^3

Ukupno je u razdoblju od 1975. do 1985. godine, otkada s tim objektom upravlja šumarski fakultet iz Zagreba, posječeno 1936 m^3 ili 215 m^3 na godinu.

Neobrasloga proizvodnog zemljišta ima 0,4 ha i ono služi kao vrt rasadničara Stjepana Devčića koji sa svojom obitelji živi na objektu NPŠO – Rab, a udaljen je od mjesta Raba 10 km.

Sadašnja otvorenost šuma iznosi 3 km/100 ha, odnosno 30 km/1000 ha.

NAČIN UTVRĐIVANJA PODATAKA
ESTABLISHING THE DATA

Dob sastojina utvrđena je analizom stabala, tj. brojanjem godova.

Drvna masa je utvrđena polaganjem primjernih pruga na površinu od 2 posto (Pravilnik predviđa svega 1%) u II. i IV. uređajnom razredu. Obračun je obavljen na računalu u Katedri za dendrometriju. Totalna klupaža je obavljena u starijim odsjecima; 1d, 2b i 4c, što ukupno iznosi 2,5 posto svih površina. Drvna masa I. uređajnog razreda utvrđena je totalnom klupažom svih borovih stabala i primjenom ŠTP-tab. 2.4.6. za crni bor.

Prirast je određen prema PRAVILNIKU, čl. 16, stav 4.

Smjesa sastojine nije posebno određivana jer je za obračun etata uzeta samo crnika s obzirom na to da su druge vrste drveća sve ispod taksacijske granice.

PODACI O BUDUĆEM GOSPODARENJU
DATA ON FUTURE MANAGEMENT

CILJ I NAČIN GOSPODARENJA
AIM AND METHOD OF MANAGEMENT

GOSPODARSKI CILJ
MANAGEMENT AIMS

Šume Nastavno-pokusnoga šumskog objekta Rab spadaju prema sistematizaciji ZAKONA O ŠUMAMA (NN, br. 41/90) u »šume s posebnom namjenom«. Osnovna im je namjena da služe za nastavne i znanstvene potrebe Šumarskog fakulteta u Zagrebu, a s obzirom na to da je Rab izrazito turistički kraj, to je i najvažniji cilj da budu prilagođene potrebama turizma, tj. da služe za šetnje i pružanje što bolji ugođaja posjetiteljima.

Osim navedenih ciljeva, a zbog uzgojnih i zaštitznih razloga u njima se obavljaju njege, čišćenja i prorede, te tako dobiveni ogrjevni materijal služi za djelomično opskrbljivanje ogrjevom kućanstava otoka Raba.

UZGOJNA NAČELA I SMJERNICE GOSPODARENJA
SILVICULTURAL PRINCIPLES AND MANAGEMENT GUIDELINES

Na području Kalifronta dominiraju makije koje čine jedan stupanj degradacije crnikovih šuma. Osim makije nailazimo na šume niskoga uzgojnog oblika (panjače) i na manjem dijelu površine jedan prelazni stadij srednje šume.

Sve te degradacijske stadije treba pravilnim uzgojnim zahvatima prevesti u viši uzgojni oblik. Konačni cilj, kojemu bi trebao težiti svaki uzgajivač, čini u ovom slučaju regularna sastojina visokoga uzgojnog oblika u kojoj bi u omjeru smjese dominirala crnika nastala iz sjemena s određenim brojem drugih vrsta koje inače pridolaze u tim sastojinama, a koje bi pretežno zauzimale donje etaže u vertikalnom profilu tih sastojina.

Prema tomu namjena rapskih šuma danas je turističko-rekreativna s još uvijek dosta jakom tendencijom opskrbljivanja pučanstva ogrjevnim drvom, vinogradskim koljem i sitnom tehničkom gradom, te pašarenjem stoke na potpuno degradiranim površinama (Kamenjak, Fruga, Sorinj i dr.).

Te se šume obnavljaju sječom na panj i korištenjem reprodukcijske snage svih vrsta drveća.

Na izdvojenom Nastavno-pokusnom šumskom objektu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u zagrebu u predjelu Kalifront istražuje se pretvorba panjače u srednju i visoku šumu oplodnim sječama.

GOSPODARENJE I NAMJENA RAPSKIH ŠUMA U BUDUĆNOSTI (1986–2005)

MANAGEMENT AND FUNCTION THE RAB FORESTS IN FUTURE (1986–2005)

Radi pravilnoga gospodarenja i namjene rapskih šuma potrebo je izraditi gospodarsku osnovu s jednim ciljem gospodarenja. Turističko-rekreativne i ostale idealne koristi od šuma trebaju dominirati u tim smjernicama.

U postojećim šumama treba obavljati čišćenje i prorede radi prevođenja panjače u sjemenjaču. Na panju postupno treba smanjivati broj izbojaka, tako da ostali najbolji izbojci razviju što veći prirast i formiraju zdravu i široku krošnju sposobnu za što bolji urod žira. U svim navedenim radovima moramo nastojati da uzgojimo sastojine koje će imati što prirodniju strukturu u kojoj će biti zastupljeni svi njezini elementi u optimalnom omjeru.

Treba stvarati sastojine s lijepim estetskim izgledom, a uz ceste i putove gdje nema šuma podizati drvorede od borova, čempresa i crnike.

Imajući na umu stanje rapskih šuma i njihovu ulogu u razvoju turizma i zaštiti čovjekova okoliša, mislimo da u njima mora biti trajno prisutno gospodarenje na osnovama šumarske znanosti. Izrada projekata i programa gospodarenja je prvi i najvažniji korak pred svima nama kojima je stalo da se te šume i dalje razvijaju u svom najljepšem i najvrednijem obliku.

Šume Raba su vrlo značajne za razvoj turizma, a tu namjenu trebaju i dalje održavati. Međutim, ne smijemo zaboraviti da su šume kojima se gospodari istodobno i najbolje šume i za razvoj turizma i za ostale idealne koristi koje šuma pruža svojim postojanjem.

ŠUME I TURIZAM OTOKA RABA
FORESTS AND TOURISM OF THE ISLAND OF RAB

Šume i ostala vegetacija na našim otocima i na užem primorskom pojasu čine, osim po svom sastavu i rijetkosti, posebnu vrijednost i u turističkom pogledu. Bez tih šuma i vegetacije neki bi naši primorski krajevi zbog aridnosti klime, prejake insolacije i gologa kamenitog kršnog reljefa odbijali turističke posjetitelje, umjesto da ih privlače. Tipična mediteranska vegetacija daje posebnu draž našem primorskom krškom krajoliku, uvjetuje i regulira povoljnu regionalnu i lokalnu klimu, omogućuje zdrav odmor i prirodnu zaštitu od prejake sunčane žege.

Šume i ostala vegetacija na našim primorskim područjima već su tako ugrožene djelovanjem snažnih prirodnih čimbenika da svaki pretjerani ljudski utjecaj na njih može upropastiti njihovu dalju egzistenciju.

U sadašnje vrijeme maksimalnog razvoja turizma na otoku Rabu odnos čovjeka i šume vrlo je važan. Naime, uvidjela se potreba daljega ozelenjivanja Raba, osobito predjela uz nove ceste, kampove, istaknute grebenove itd. Postupno kod odgovornih ljudi prevladava shvaćanje da nije dovoljno postojeću šumu iskorištavati samo u turističke svrhe, već se mora ulagati i u podizanje novih šumskih površina, parkova, drvoreda, ako želimo i dalje njegovati turizam.

Kad se razmatra turističko značenje šuma otoka Raba, nužno se nameće pitanje: kako rješavati šumarsko-turistički problem čitavoga šumskog kompleksa, jer sa sve većim razvojem turizma u Hrvatskom primorju i posebno na otoku Rabu taj kompleks zelenih površina dobiva sve veće gospodarsko značenje.

Šume, parkovi, poljoprivredne i druge zelene površine zapremaju oko dvije trećine, tj. oko 6000 ha cjelokupnih površina otoka. U tim predjelima već se nalaze objekti koje ljetovališni gosti stalno posjećuju, ponegdje borave cijeli dan. Na nekim se nalaze i suvremeni turistički objekti (Frkanj, Suha punta, Lopar, Banjol, Barbat), na drugima primitivni koji se manjim adaptacijama mogu turistički unaprijediti za kupališta, izlete, lov i drugo. Postoje već i mnoge dobre staze za šetnje i staze za duže ili kraće izlete: oko 10 km koje treba redovno održavati.

Za taj kompleks i za cijeli otok treba izraditi prostorni plan, zatim plan transformacije sastojina i osnovu pošumljavanja, estetskoga i turističkoga oblikovanja krajolika.

S obzirom na dosadašnje gospodarenje rapskim šumama, tj. čistom sječom na panj svakih 20 godina, normalitet sastojine nije bilo moguće uspostaviti, a za budućnost omogućit će se uspostavljanje normalnog stanja sastojina na području NPŠO – Rab, odnosno na cijelom otoku.

PODACI O ETATU – OBRAČUN S OBRAZLOŽENJEM
DATA ON THE FELLING QUANTITY – CALCULATION WITH EXPLANATION

Etat glavnog prihoda računat je samo za primorski bor u odjelu 8b, i to tako da je cjelokupna masa od drugoga debljinskog razreda predviđena za sječu u dvije godine, tj. 200 m^3 godišnje. Sastojina ispod borova je pomlađena crnikom i mladikom bora.

Etat prethodnog prihoda računat je samo za hrast crniku jer su ostale vrste primiješane sve ispod taksacijske granice. Etat je računat na bazi prirasta s intenzitetom proreda od 14 posto.

Predviđeni etat **prethodnog prihoda** za prvo polurazdoblje (I/1) izgleda ovako: Drvna masa hrasta crnike u sastojinama predviđenima za proređivanje iznosi 1325 m^3, a prirast crnike 230 m^3. S intenzitetom od 14 posto dobivamo masu proreda od 220 m^3, što je manje od prirasta hrasta crnike. Kako u toj sastojini prirašćuju i ostale vrste drveta koje su ispod taksacijske granice, predviđeni etat prethodnog prihoda od 220 m^3 za I/1 polurazdoblje ili godišnje 45 m^3 može se prihvatiti. U drugom (II) razdoblju moći će se računati i etat za ostale vrste drveća jer će do tog vremena doseći taksacijsku granicu.

ŠUMSKOUZGOJNI I DRUGI OBAVEZNI RADOVI
SILVICULTURAL AND OTHER OBLIGATORY WORK

Od šumskouzgojnih radova se predviđa obavljanje njege šumskih kultura, sječa podstojne etaže (sitne šume) u odjelima predviđenima za proredu, popunjavanje većih progala nastalih u ranijem gospodarenju (prije nego što je Šumarski fakultet preuzeo objekt).

ZAŠTITA ŠUMA – FOREST PROTECTION

Potencijalna opasnost za svaku mediteransku šumu, a osobito za šume s posebnom i turističkom namjenom, gdje je frekventnost ljudi velika, jest požar. Zbog toga je potrebno provoditi preventivne ove protupožarne mjere:

– postaviti na tablama i plakatima upozorenja na požarnu opasnost (osobito u uvalama i plažama),

– osigurati protupožarnu zaštitu s alatom i sredstvima za gašenje požara (kod zgrada pijesak, voda u bazenima i cisternama, alat: željezne metle, krampovi, kuke, kablovi za vodu, motorna pila, sjekira, vatrogasni aparati i dr.),
– izgraditi protupožarne prosjeke (gdje ne postoje) prema protupožarnom planu za cijeli otok (vidi kartu),
– uz glavne prometnice održavati 10 m širine čistu prugu bez suhog granja,
– zajedno s općinskim štabom osigurati dojavnu službu putem telekomunikacija.

U razdoblju suše (srpanj i kolovoz) treba redovitu opažačku patrolu zajedno sa Šumarijom Rab i općinskim protupožarnim štabom. Za tu svrhu poslužit će nabavljeni moped.

S obzirom na jake vladajuće vjetrove – buru i jugo, postoji opasnost od vjetroizvala i vjetroloma, pa ako do njih dođe, treba ih uklanjati iz šume, jer za bor postoji opasnost od potkornjaka.

Čuvanje šume od požara i bespravnog odnošenja obavlja radnik Stjepan Devčić koji stanuje u središtu objekta pored rasadnika, pa već i na taj način čuva šumu.

UZGOJ DIVLJAČI – GAME BREEDING

Od divljači u ovoj gospodarskoj jedinici dolaze: zec, fazan, kuna i kao unesena divljač dolaze mufloni i jelen aksis. Divljač se slobodno kreće po svim šumama otoka Raba i nema poseban tretman na NPŠO – Rab. S lovištem ovoga objekta upravlja prema dogovoru i ugovoru Lovačko društvo Rab.

NEOBRASLO PROIZVODNO ZEMLJIŠTE
UNFORESTED PRODUCTION LAND

Površina ovog zemljišta iznosi 0,4 ha i upotrebljavat će se za vrt rasadničara i čuvara šume.

SPOREDNI ŠUMSKI PROIZVODI
SUBSIDIARY FOREST PRODUCTS

Šumskih sporednih proizvoda nema na NPŠO – Rab, tj. nisu interesantni zbog male površine.

OTVORENOST ŠUMA – FOREST ACCESSIBILITY

Sadašnja otvorenost šuma iznosi 3 km na 100 ha, odnosno 30 km/1000 ha, što zadovoljava. Predviđa se izgradnja 1 km protupožarne prosjeke, pa će i to povećati otvorenost šuma.

VRIJEME SJEČE I IZVOZA ŠUMSKIH PROIZVODA
FELLING AND TRANSPORTATION TIME OF FOREST PRODUCTS

Vrijeme sječe predviđa se od 1. studenoga do 31. ožujka, a vrijeme izvoza šumskih proizvoda na pomoćno stovarište od 1. studenoga do 30. travnja. Vrijeme izvoza drvnih sortimenata iz šume do krajnjeg korisnika predviđa se od 1. listopada do 31. svibnja u godini s obzirom na opasnost od požara i na turističku sezonu.

STABILNI OBJEKTI – STABLE OBJECTS

Na NPŠO – Rab postoji fakultetska kuća koja je nastala od nekadašnje lugarnice izgrađene 1895. godine iznad uvale sv. Mare. Kuća je detaljno renovirana, malo proširena i obnovljena tijekom 1976. godine. U njoj su smješteni studenti šumarstva kada se nalaze na terenskoj nastavi na otoku Rabu. Kuća može primiti 40 studenata i 10 nastavnika i ostalog osoblja. Pored kuće se nalazi velika cisterna za vodu, a izgrađen je i jedan novi bazen za vodu za potrebe studenata. Kupljen je i ugrađen agregat za proizvodnju struje, koji je u pogonu kada se održava terenska nastava na objektu.

NASTAVNI I ZNANSTVENI RAD
EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC WORK

Nastavni rad održava se u obliku terenske nastave sa studentima II, III. i IV. godine Šumarskog fakulteta iz Zagreba. Svake godine studenti po godinama proborave na objektu 3 do 6 dana tijekom školske godine. Osim toga objekt posjećuju i studenti šumarstva iz inozemstva.

Znanstveni rad odvija se na pokusnim plohama za potrebe šumarstva, a osnovana je i jedna trajna ploha od 1 ha u sklopu međunarodnog projekta »ČOVJEK I BIOSFERA« (MAB), na koju dolaze stručnjaci različitih struka radi istraživanja prirode. Posebno se znanstveni rad odvija u rasadniku. Uz to NPŠO – Rab posjećuju i različita prirodoznanstvena društva (Hrvatsko ekološko društvo, Hrvatsko biološko društvo i dr.), kao i strani znanstvenici i stručnjaci koji službeno dođu na Šumarski fakultet u Zagrebu.

POKUSNE PLOHE U MAKIJI
EXPERIMENTAL PLOTS IN THE MAQUIS

U odjelu 8, gdje se nalazi makija hrasta crnike i crnog jasena (*Orno-Quercetum ilicis*), postavljene su 1977. godine tri pokusne plohe, svaka površine 400 m^2 (20 x 20). Cilj istraživanja na pokusnim plohama je određen, s tim da se uzgojnim zahvatima i prirodnom regeneracijom potpomognutom s unošenjem žira obavi što je moguće prije konverzije iz makije u sastojinu visokoga uzgojnog oblika.

Na plohi broj 1 obavljeni su zahvati koji imaju zadatak pripreme sastojine (tla i stabala) za prirodnu obnovu. Intenzitet sječe po broju stabala iznosio je 27 posto, a kod crnike 45 posto.

Na plohi broj 2 obavljeni su intenzivni zahvati radi pripreme sastojine za prirodnu obnovu iz unošenje žira crnike pod motiku. Intenzitet sječe po broju stabala iznosio je 28 posto, a crnike 37 posto.

U razdoblju od početka 1977. godine do konca 1983. godine na obadvije plohe obavljene su dvije sječe uz izmjeru prije i nakon zahvata svih stabala na plohama, dvije izmjere ponika i pomlatka, dvije izmjere relativno užitog svjetla, te jedna njega ponika i pomlatka pod zastorom krošanja starijih stabala. Na pokusnoj plohi broj 2 posijano je 40 kg žira pod motiku.

Na pokusnoj plohi broj 3, koja je s obzirom na sječu ostala netaknuta i koja služi kao kontrolna ploha, obavljane su izmjere stabala i registracije ponika i pomlatka te izmjera relativnog užitnog svjetla.

Radi djelomičnog uvida u strukturu sastojine po vrstama drveća i broju stabala na pokusnim plohama 1, 2 i 3 u odjelu broj 8 donosimo numeričke podatke o stanju prije sječe (»0«) i nakon sječe (»S«) na plohama broj 1 i 2, početno stanje na plohi broj 3 na površini od 400 m^2 i na 1 ha.

Tablica 1.

Naziv vrsta	Broj komada			
	Na plohi		Na ha	
	»O«	»S«	»O«	»S«
Crnika (*Quercus ilex*)	240	108	6 000	2 700
Planika (*Arbutus unedo*)	312	141	7 800	3 525
Zelenika (*Phillirea media*)	568	103	14 200	2 575
Erica (*Erica arborea*)	224	48	5 600	1 200
Lemprika (*Viburnum tinus*)	242	30	6 050	750
Tršlja (*Pistacia lentiscus*)	4	–	100	–
Šmrika (*Juniperus axycedrus*)	1	1	25	25
UKUPNO:	1 591	431	39 775	10 775

Intenzitet proreda jači je pri unošenju žira crnike.

Ploha broj 2, odjel 8

Tablica 2.

Naziv vrsta	Broj komada			
	Na plohi		Na ha	
	»O«	»S«	»O«	»S«
Crnika (*Quercus ilex*)	352	130	8 800	3 250
Planika (*Arbutus unedo*)	268	105	6 700	2 625
Zelenika (*Phillirea media*)	394	83	9 850	2 075
Erica (*Erica arborea*)	312	59	7 800	1 475
Lemprika (*Viburnum tinus*)	290	73	7 250	25
Tršlja (*Pistacia lentiscus*)	17	1	425	25
UKUPNO:	1 613	451	40 825	11 275

KONTROLNA PLOHA BEZ UZGOJNIH ZAHVATA – PREPUŠTENA PRIRODNOM RAZVOJU
CONTROL PLOTS WITHOUT SILVICULTURAL ACTIVITIES – LEFT TO NATURAL DEVELOPMENT

Ploha broj 3, odjel 8

Tablica 3.

Naziv vrsta	Broj komada	
	Na plohi »O«	Na 1 ha »O«
Crnika (*Quercus ilex*)	241	6 0250
Planika (*Arbutus unedo*)	263	6 575
Zelenika (*Phillirea media*)	543	13 5750
Erica (*Erica arborea*)	339	8 475
Lemprika (*Viburnum tinus*)	224	5 600
Tršlja (*Pistacia lentiscus*)	20	500
UKUPNO:	1 630	40 750

POKUSNE PLOHE U NISKIM I SREDNJIM ŠUMAMA
EXPERIMENTAL PLOTS IN LOWLAND AND CENTRAL FORESTS

U odjelu 6 predjela Kalifront osnovane su 1978. godine tri pokusne plohe (br. 4, 5 i 6) veličine 300 m^2 u 60-godišnjoj panjači hrasta crnike. Osim stabala crnike nastalih iz panja u sastojini se nalazi veći broj stabala nastalih iz sjemena. Cilj gospodarenja s tim sastojinama je u tome da se zahvatima njege (prorede) postupno sastojina konvertira u srednji odnosno visoki uzgojni oblik.

Ploha broj 4 ostala je netaknuta, dok je u plohama 5 i 6 obavljena proreda.

Struktura sastojine na pokusnim plohama po vrstama drveća i broju stabala prije »0« i nakon »S« prorede izgleda ovako:

Ploha broj 4, odjel 5

Tablica 4.

Naziv vrsta	Broj komada			
	Na plohi		Na 1 ha	
	»O«	»S«	»O«	»S«
Crnika (*Quercus ilex*)	234	–	7 792	–
Erica (*Erica arborea*)	86	–	2 863	–
Planika (*Arbutus unedo*)	64	–	499	–
Zelenika (*Phillirea media*)	15	–	499	–
Lemprika (*Viburnum tinus*)	5	–	166	–
Crni jasen (*Fraxinus ornus*)	18	–	599	–
Trešnja (*Fraxinus ornus*)	22	–	732	–
Maklen (*Acer monspesulanum*)	2	–	67	–
U K U P N O :	446		14 846	

Ploha broj 5, odjel 6

Tablica 5.

Naziv vrsta	Broj komada			
	Na plohi		Na 1 ha	
	»O«	»S«	»O«	»S«
Crnika (*Quercus ilex*)	170	96	5 661	3 196
Erica (*Erica arborea*)	176	61	5 860	2 031
Planika (*Arbutus unedo*)	112	46	3 730	1 532
Zelenika (*Phillirea media*)	10	–	333	–
Lemprika (*Viburnum tinus*)	10	10	333	333
Crni jasen (*Fraxinus ornus*)	6	1	200	33
U K U P N O :	484	214	16 117	7 125

Ploha broj 6, odjel 6

Tablica 6.

Naziv vrsta	Broj komada			
	Na plohi		Na 1 ha	
	»O«	»S«	»O«	»S«
Crnika (*Quercus ilex*)	210	99	6 993	3 297
Erica (*Erica arborea*)	292	138	9 724	4 595
Planika (*Arbutus unedo*)	103	54	3 430	1 798
Zelenika (*Phillirea media*)	17	14	566	466
Lemprika (*Viburnum tinus*)	10	8	330	–
Crni jasen (*Fraxinus ornus*)	1	–	66	–
Mirta (*Myrtus communis*)	2	–	66	–
UKUPNO:	635	305	21 143	10 156

Nakon obavljenih proreda na plohama broj 5 i 6 je ostao pretežan broj stabala crnike nastalih iz sjemena. Tako je na plohi broj 5 ostalo 56%, a na plohi broj 6 58% stabala crnike iz sjemena. Prema tomu možemo tvrditi da su se te sastojine nakon jedne prorede konvertirale u viši uzgojni oblik, tj. od niske šume nastala je srednja šuma.

Daljim uzgojnim zahvatima ta će sastojina postupno preći u šumu visokoga uzgojnog oblika.

U odjelu 5, gdje je smještena sastojina niskoga uzgojnog oblika u dobi oko 40 godina, postavljene su 1978. godine tri pokusne plohe, svaka površina 900 m^2. Plohe su postavljene radi istraživanja kako njega utječe na proizvodnju drvne mase, razvoj strukture sastojine, na konverziju uzgojnog oblika i na proces prirodne obnove u uvjetima koji vladaju u tim sastojinama.

Na dijelu odjela broj 8 u makiji s vrlo lošim izbojcima crnike iz panja osnovana je pokusna ploha na kojoj je obavljena neposredna konverzija u viši uzgojni oblik. Površina je očišćena od svih pratilaca crnike, a pod zastor rijetkih stabala crnike iz panja posađene su sadnice crnike proizvedene u kontejnerima. Koncem svibnja 1983. godine na 1000 m^2 posađeno je 250 sadnica.

Koristeći eksperimentalni rasadnik i sadnice proizvedene u njemu, na više mjesta na Nastavno-pokusnom objektu Rab obavljena su pošumljavanja sadnicama alepskog i primorskog bora te pinije. Pošumljavani su zadnji degradacijski stadiji crnikovih šuma u garigu i kamenjari.

ZAVRŠNE ODREDBE
FINAL ORDERS

KONTROLNA EVIDENCIJA I KRONIKA DOGAĐAJA
CONTROL SURVERY AND THE CHRONICLE OF EVENTS

O svim zahvatima, koji će se obavljati na tom objektu, potrebno je voditi točnu evidenciju u koju se unose podaci po godinama zbivanja u posebne tiskanice, i to:

- čišćenju i njezi šuma,
- o meliorativnim radovima,
- o pošumljavanju,
- o sječama putem proreda,
- o zaštiti i štetama,
- o investicijama.

U kroniku se unose svi događaji i zanimljivi podaci koji se odnose na gospodarenje šumama. U njoj se također obrazlaže nastalo stanje nakon prirodnih katastrofa, požara i dr.

VRIJEME TRAJANJA (VAŽENJA) PROGRAMA
THE TIME OF THE PROGRAMME DURATION

Ovaj program nastao je na osnovi stanja utvrđenoga u 1984. godini.

Program vrijedi za razdoblje od 1. I. 1986. do 31. XII. 1995. godine s perspektivnim planom do 2005. godine. Ako za vrijeme trajanja PROGRAMA dođe do velikih promjena u stanju šuma, potrebno je revidirati PROGRAM.

LITERATURA – LITERATURE

Badurina, O.: Kronika samostana u Kamporu, Rab 1936–1956.
Horvatić, S.: Pregled vegetacije otoka Raba s gledišta biljne sociologije. Rad, knj. 22, str. 1–96 + tabele, Zagreb, 1939.
Lasman, D.: Šumarenje na otoku Rabu. Šum. list, str. 138–163, Zagreb, 1906.
Matić, S., Rauš, Đ. i Vranković, A.: Rezultati istraživanja trajno zaštićenog prirodnog šumskog rezervata »Dundo« na otoku Rabu. Simpozij u Ohridu 1975.
Petračić, A.: Zimzelene šume otoka Raba. Glasnik za šumske pokuse, Zagreb, 6, 1938.
Rauš, Đ.: Šumski ekosistemi Raba (od XV do XX st.), Šum. list, 1–3, 53–65, Zagreb, 1978.
Šafar, J.: Šume Dunda i Kalifront na otoku Rabu smjernice uzgajanja. Institut za šum. i lovna istraživanja NR Hrvatske, Zagreb, 1962.
Šurić, St.: Opis i osnova gospodarenja u državnoj šumi »Dundo« na otoku Rabu. Šum. List, str. 259–265, Zagreb, 1933.

UPUTE AUTORIMA

»Glasnik za šumske pokuse« znanstveni je časopis u kojem se objavljuju originalni znanstveni radovi, doktorske disertacije i magistarski radovi radnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Svi se radovi objavljuju **uz obavezan sinopsis** na hrvatskom jeziku i njegov prijevod na engleskom jeziku, s dvojezičnim naslovima, podnaslovima, te sažetkom (kratkim sadržajem do 1/10 njegova opsega) na engleskom ili njemačkom jeziku.

Radovi se prihvaćaju za tisak na sjednicama Redakcijskog odbora, a na prijedlog glavnog urednika.

Radovi pripremljeni za tisak predaju se glavnom uredniku u dva primjerka (original i kopija) sa svim prilozima. Opseg disertacije može iznositi do 4 tiskana arka. Magistarski radovi objavljuju se u opsegu do 2 tiskana arka, a ostali znanstveni radovi do 1 tiskanog arka, ako ga potpisuju jedan ili dva autora, odnosno za timske radove do dva arka, ako rad potpisuju dva do tri autora, ili do tri arka ako rad potpisuju tri ili više autora. Redakcija iz tehničkih ili financijskih razloga može zahtijevati da autor u još sažetijem obliku preda rukopis.

U navedeni opseg rada ulaze svi prilozi: obavezan sinopsis na hrvatskom i engleskom jeziku, tabele, grafikoni, fotografije, citirana literatura i zažetak na stranom jeziku.

Umoljavaju se autori da se pridržavaju ovih uputa:

Rukopis se predaje pisan na listovima formata 21 × 29,5 cm (A-4) s normalnim proredom i s marginom od 3–5 cm. Jedna stranica sadrži do 35 redaka, a redak 65 slovnih znakova, računajući i praznine između riječi. Listovi se ispisuju samo s jedne strane.

Naslov rada i svi podnaslovi u radu moraju biti napisani dvojezično, s tim da je drugi jezik engleski ili njemački – po izboru autora. Sinopsis na hrvatskom i engleskom jeziku, svaki, priložiti na posebnom listu. Pod sinopsisom se smatra koncizan i točan prikaz članka, bez kritičke procjene. Sadržaj članka mora biti potpuno razumljiv iz sinopsisa (self-contained). Svrha mu je u primarnoj publikaciji da omogući čitaocu da ocijeni je li članak za njega interesantan, a mora biti pisan tako da se bez prerađivanja može upotrijebiti u sekundarnom časopisu.

Ispod sinopsisa upisuju se ključne riječi, najviše 10; na hrvatskom ispod sinopsisa na hrvatskom jeziku i na engleskom ispod sinopsisa na engleskom jeziku, zbog lakše klasifikacije članka.

U okviru teksta citate navoditi prema Autor (godina). Pri tome koristiti znak &, kada su dva autora, umjesto i, and, und itd. Ne navoditi npr. (Rauš i Vukelić 1983), već: (Rauš & Vukelić 1983). Za tri i više autora treba navesti samo prvoga autora i dopisati: i dr., a u engleskom tekstu: et al.

Prilozi (tabele, grafikoni, fotografije, citirana literatura) moraju biti **priređeni odvojeno** od teksta i obilježeni, a dvojezični potpisi (redni broj priloga s objašnjenjem) ispisani zajedno na posebnim listovima papira. Crteži i grafikoni moraju biti izrađeni tušem na paus ili crtaćem papiru, a tabele mogu biti ispisane pisaćim strojem. Fotografije moraju biti izrađene na papiru visokog sjaja. U popisu literature navodi se **samo citirana literatura.** Iza prezimena i inicijala autora navodi se godina objavljivanja citiranog rada, naslov rada ili knjige u originalu (u zagradi se može navesti naslov na stranom jeziku, ako je rad u originalu pisan na našem jeziku, a ima sažetak na stranom jeziku), uobičajena skraćenica časopisa ili izdavača knjige, volumen i broj časopisa, strane rada od-do, odnosno ukupan broj strana knjige!

U popisu literature autori se navode prvo abecednim redom, a potom kronološki. Na primjer:

Bond, J., 1951: Naslov rada. Časopis (službena skraćenica), Vol. broj (u zagradi broj sveska, ako postoji): strana od-do, Mjesto izdavanja časopisa.

Bond, J., Naslov knjige. Broj izdanja, ako ih je bilo više. Izdavač, adresa. Strana na koju se odnosi citat.

Bond, J., P. White & S. Templar, 1950: Naslov priloga u nekoj knjizi. U: Editor: Naslov knjige. Izdavač knjige, adresa. Strana priloga od-do. (U tekstu se ovaj citat navodi kao: Bond i dr. 1950).

Autori za svoj rad dobivaju autorski honorar.

Autori su odgovorni za lekturu i točnost prijevoda na strani jezik. Posebno se to odnosi na stručnu terminologiju.

Autorima će se dostaviti prijelom na korekturu. Jedino su dopušteni ispravci koji se odnose na tisak. Nikakve preinaka rukopisa (skraćivanje ili dodavanje) nisu dopuštene.

Autori će besplatno dobiti 50 separata.

Uredništvo

GRUBEŠIĆ., M: RESEARCH ON SYNECOLOGICAL CONDITIONS OF THE BEAVER (*Castor fiber* L.) HABITAT IN BAVARIAN RIVER BASINS WITH A COMMENT ON POTENTIAL BEAVER HABITATS IN CROATIA (Original in Croatian: *Istraživanje sinekoloških uvjeta obitavanja dobra (Castor fiber* L.*) u porječjima Bavarske s osvrtom na potencijalna staništa dobra u Hrvatskoj,* with English Summary), Glas. šum. pokuse 30:1–20, Zagreb 1994.

The paper presents the information on the beaver obtained during the research in Bavaria in 1991. The beaver is an animal species that had lived in all Europe in the past, but in the 18th and 19th centuries almost disappeared. Its »artifical« settling (reintroduction) during this century took place in northern and Central Europe. Written documents say that the beaver abided Croatia until 19th century and then disappeared.

Within the project called »The Beaver in Bavaria«, 31 locations with this animal habitats were investigated. The results show that the beaver has adapted to the life in new habitats. A comparison of the air temperature, precipitation, soil and vegetation in the present beaver habitats in Bavaria with the potential habitats in Croatia, proves that there are fair conditions for beaver's come-back to Croatia.

Key words: Castor fiber L., beaver, distribution, living environment, habitat, reintroduction.

DIMINIĆ, D: PINE'S MYCOSES IN THE PINE PLANTATIONS OF ISTRIA (Original in Croatian: *Prilog poznavanju mikoza borovih kultura u Istri,* with English Summary), Glas. šum. pokuse 30:21–60, Zagreb 1984.

The mycological research the Alepp pine and Austrian pine plantations, initiated in 1991 and broadened in 1992, encompassed the piantations in whole Istrian area. During this research some injurious fungi on needles, twigs, branches and cones of pines were determined. Among these, *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Duko et Sutton was found to be the most injurious fungi on some localities. As a result of the *S. sapinea* attack, distal twing, branch and whole tree dieback was recorded.

Field and laboratory research results on fungi are presented in the paper. Besides, an attemt was made to explain possible reasons for significant dieback of Austrian pine on some localities in Istria due to harmful impact of *S. sapinea.*

Key words: pine plantations, Aleppo pine, Austrian pine, dieback, *Sphaeropsis sapinea,* Istria, Croatia.

ŠPANJOL, Ž.: THE PROBLEMS OF CROATIAN AND WORLD NATIONAL PARKS (Original in Croatian: *Problematika nacionalnih parkova u svijetu i Republici Hrvatskoj,* with English Summary), Glas. šum. pokuse 30:61–94, Zagreb 1994.

Over the time of the foundations of the national parks in USA, Canada, Australia, Africa and Europe, two major concepts (types) of national parks have evoled: the so-called American, liberal type, and the European, a more closed in character, but also quite a number of others which are the combination of the two.

The first national parks were declared on the territory of Croatia in 1928/29 (Plitvice Lakes, Štirovača, Paklenica, Bijele Stijene). However, This formal protecdtion lasted only for the period of one year. Proclamations and legal protection of National parks did not begin until the 2. World War. Today the Republic of Croatia has seven national parks: Plitvice lakes (1949), Paklenica (1949), Risnjak (1953), Mljet (1960), Kornati (1980), Brijuni (1983), Krka (1985).

The entailing problems should be expertly and adequately solved in terms of function (multifunctionality), technical adaptation of the area, zones, protection, law, property, organization, management, finances, etc.

Key words: national park, world, Croatia, historical development, types, functions, evaluation.

IVKOV, M: SIMULATION OF FOREST STANDS DEVELOPMENT WITH A MODEL OF RADIAL INCREMENT DEPENDENCE ON WATERTABLE LEVELS (Original in Croatian: *Simuliranje razvoja sastojina uz pomoć modela ovisnosti debljinskog prirasta o razini podzemnih voda*), Glas. Šum. pokuse 30:95–142, Zagreb, 1993.

Water plays an important role in low-elevation forest stands development. 'For the purpose of developing a model for simulation of wetland mixed stands development, it is necessary to incorporate in it impact of water on tree growth. We have analysed the imapct of different watertable levels and different water-balance parameters on radial increments of peduncled oak nad field ash in forest Repas in Podravian region. From this analyses we concluded that both watertable level and plant-available water should be included in such model. We have incorporated these conclusions in the preexisting model of forest growth (FORECE). With a new model, the CROFOR, it is possible to make predictions of future development of these forest stands under different future watertable conditions.

Key words: simulationmodel, watertable level, stand development, radial in cement,low-elevation forests

ČAVLOVIĆ, J.: STUMP FOREST SILVICULTURE IN HRVATSKO ZAGORJE (Original in Croatian: *Uređivanje šuma niskog uzgojnog oblika (panjača u Hrvatskom zagorju*, with English Summary), Glas. šum pokuse 30:143–192, Zagreb 1994.

With the disturbed forest ecosystems on the one hand and the increasing need for wood and other forest use on the other, it is necessary to investigate the present and insufficiently used potentials. This refers particularly to the forest soils with different degradation forms of forest vegetation.

In this way was research in coppices carried out. In the research area of Hrvatsko zagorje there are 14,158 ha of coppices both in state and private ownerships. Within the organization class *beech from stump*, a survey was made with descriptions on systematically laid network of square plots in selected sections.

On the basis of the survey, frequency curves of tree number were obtained showing selected structures where the trees are distributed in homogeneous groups. A comparison of adequate norms shows that there is a surplus of wood stock accumulated on the trees of young development stages, revealing a lack of silvicultural work and thinning in these forests. The annual current increment for both forests of over 6 m3/ha is good in terms of quantity, though its quality is bad considering a great number of bad-quality trees from stumps.

According to the obtained research results and the specific problems of state and private forests, management treatments are suggested in order to transfer these stump forests into higher silvicultural forms.

Key words: coppices, state stump forest, private stump forest, frequency curve of tree number, selected structure, tree groups, wood stock, basal area, increment, Hrvatsko Zagorje.

PRPIĆ, B., SELETKOVIĆ, Z. i ŽNIDARIĆ, G.: ÖKOLOGISCHE UND BILOGISCHE URSACHEN FÜR DAS ABSTERBEN VON STIELEICHE (*Quercus robur* L.) IM FLACHLANDWALD TUROPOLJSKI LUG (Original in dem Kroatischen: *Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (Quercus robur* L.) *u nizinskoj šumi »Turopoljski lug«, Deutsche Zusammenfasung)*, Glas. šum. pokuse 30:193–222, Zagreb 1994.

Im Wald Turopoljski Lug in der Flußebene der Save neben Zagreb kam es zum bedeutlichen Absterben der Stieleiche. In dem Jahrzehnt 1981–1990 starben über 100 000 m^3 der Steileichenbäume. Laut Schadensgrad in den kommenden Jahren erwartet man ein Absterben von rund 50% dieser Bäume.

Das Absterben der Stieliche geschieht wegen der Herabsetzung des Grundwasserstandes, des Sauerregens, klimatischen Exzesse, Störung des oberflächlichen Wasserabflußes beim Straße und Dammbau, waldbaulichen Maßnahmen die für die Schaffung der reinen Eichenbeständen- dienten, physiologischen Schwächung der Bäume und Erscheinung der Krankheiten und Schädlinge.

Einführung von dem Standort angehörenden Baumarten wird vorgeschlagen. Dabei soill die Proportion der Stieleiche nicht 60% betragen.

Schlüsselworte: Absterben der Stieleiche; klimatische Exzesse; Sauerregen; Änderung der Wasserverhältnisse; Verjüngung der autochthonen Baumgattungen in Biogruppen

TOMAŠEVIĆ, A.: A MELIORATIVE IMPACT OF ALEPPO PINE (*Pinus halepensis* Mill.) AND STONE PINE (*Pinus pinea* Endl.) UPON DEGRADATED HABITAT OF THE PUBESCENT OAK (*Querco pubescentis-Carpinetum orientalis* H-ić, Anić 1959) IN THE REGION OF ZADAR (Original in Croatian: *Meliorativni utjecaj kulture alepskog bora (Pinus halepensis* Mill.) *i pinije (Pinus pinea* Endl.) *na degradirana stanište hrasta medunca (Querco pubescentis-Carpinetum orientalis* H-ić, Anić 1959) *u Zadarskom području,* with English Summary). Glas. šum. pokuse 30:223–298, Zagreb, 1993.

The research into the issue has shown that the allochthonous species of the Littoral pines at the age of forty already have a considerable impact on soil improvement. The process of soil degradation ceases, especially its »karsting«, and there is a tendency of improvement of the basic soil properties that are essential for successful growth and return of the autochthonous tree and brush species which are the most stable among the forest ecosystem factors of the research area. I have further on found out that a stable humus horizon is being formed and maintained in the soil under the pine cultures, where the transformation of the organic matter is going on, resulting in increased biological activity of the soil compared to the soils without the pine cultures. It has been proved that the Littoral pine cultures generate new forms of energy in the wood matter when compared to the devastated stands of the pubescent oak and the oriental hornbeam. It has also been established that the stone pine can be successfully grown in the forest cultures on typical karst and away from their natural area, which is of great importance for the afforestation of karstlands.

Key words: Aleppo pine, stone pine, Littoral pine, cedar, pubescent oak, bitter oak, Adriatic oak, pimpernel, limestone, red clay, calcocambisol, karsting, karst, humus, area, height increment, diameter increment

MATIĆ, S. PRPIĆ, B., RAUŠ, Đ., MEŠTROVIĆ, Š: REGENERATION OF THE PEDUNCLED OAK FORESTS IN THE SISAK FOREST MANAGEMENT (Orginal in Croatian: *Obnova šuma hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak*), Glas. šum. pokuse 30:299–336, Zagreb, 1993.

In the course of their research in 1985, the authors studied the problems of peduncled oak regeneration in the Sisak forest management. General data, synecological factors and the forest vegetation of the peduncled oak where investigated and presented.

The natural regeneration of the oak forests was thoroughly studied. Suggestions and instruction for further work on peduncled oak regeneration are given in the conclusions.

Key words: peduncled oak, forest phytocoenoses, ecological conditions natural regeneration, forest management

RAUŠ, Đ., MATIĆ, S: RESEARCH ON THE VEGETATION AND SILVICULTURAL PROBLEMS OF COMMON BIRCH (*Betula pendula* Roth.) IN THE POŽEGA AND SLATINA AREAS (Original in Croatian: *Istraživanje vegetacijskih i uzgojnih problema obične breze (Betule pendula* Roth.) *na području Požege i Staline*), Glas. šum. pokuse 30:337–360, Zagreb, 1993.

The authors have studied the seed and seedling issues of the common birch. They have gone into the vegetation and ecological circumstances of the development of the birch stands and described the associating forest phytocenoses in this country.

A structure of the birch forest has been given together with the suggestions for management in birch stands with procedures for raising the cultures of this tree species.

Key words: common birch, seed, nursery, plant associations, structure, management in birch stands.

PRPIĆ, B. VRANKOVIĆ, A., RAUŠ, Đ., MATIĆ, S., PRANJIĆ, A. and *MEŠTROVIĆ, Š.:* ECOLOGICAL AND MANAGEMENT FACTORS INFLUENCING THE DIEBACK OF THE PEDUNCLED OAK IN THE MANAGEMENT UNIT OF KALJE, SISAK FOREST MANAGEMENT (Original in Croatian: *Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje, Šumskog gospodarstva Sisak,* with Summary in English). Glas. šum. pokuse 30:361–420, Zagreb, 1994.

In the Kalje flatland forest round 400,000 m³ of peduncled oak trees have died in the last 20 years. Research has shown that the reasons for it are the damaging effects of several ecological factors. The disastrous dieback of the peduncled oak has been caused by simultaneous swamping of the area and the fall of the groundwater level, all combined with pollutants and climatic excesses.

The paper brings suggestions for the sanction of the present situation.

Key words: dieback of peduncled oak forest, change of water regime, intrusion of pollutants