

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

Annales
pro experimentis foresticis

11



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

OŽUJAK, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU — POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA ŠUMSKE POKUSE
UNIVERSITATIS IN ZAGREB, FACULTATIS AGRONOMICO - FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

Glasnik za šumske pokuse

**ANNALES
PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS**

Volumen 11

ZAGREB IN JUGOSLAVIA 1953

**UNIVERSITATIS IN ZAGREB, FACULTATIS AGRONOMICO-FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU — POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA ŠUMSKE POKUSE

**GLASNIK
ZA ŠUMSKE POKUSE**

Knjiga 11

ZAGREB 1953

IZDAVAČKI ZAVOD JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE
ZNANOSTI UMJETNOSTI

Urednik

Prof. dr. ANTUN LEVAKOVIĆ

Ing. J U R A J K R P A N, Zagreb

**I STRAŽIVANJA HIGROSKOPIJSKE
RAVNOTEŽE VLAGE UZDUHA I DRVETA**
**(INVESTIGATIONS ABOUT MOISTURE CONTENT
EQUILIBRIUM BETWEEN AIR AND WOOD)**

Sadržaj (Contents)

- I Higroskopska ravnoteža vlage između uzduha i drveta (The equilibrium moisture content between air and wood)
 - 1. Važnost sušenja drveta (The importance of wood seasoning)
 - 2. Higroskopska i koloidna svojstva drveta (The hygroscopic and colloidal properties of wood)
 - 3. Higroskopska ravnoteža vlage (The equilibrium moisture content)
 - 4. Granice vlage drveta u stanju ravnoteže (The moisture content limits at equilibrium)
 - 5. Činioći ravnoteže vlage (The factors of the equilibrium)
 - 6. Svrha i zadatak istraživanja (The aim of the research)
 - 7. Način određivanja vlage u drvetu u stanju ravnoteže (The method of the determination of the moisture content at the equilibrium)
- II Kolebanje ravnoteže vlage u vremenu (The oscillation of the equilibrium with respect to the time)
 - 1. Kolebanje ravnoteže vlage u Zagrebu (Grič) u toku 50 godina (The oscillation of the equilibrium in Zagreb (Grič) during the last 50 years)
 - 2. Ravnoteža vlage u Zagrebu, Sarajevu i Mostaru u toku 30 godina (The equilibrium moisture content in Zagreb, Sarajevo and Mostar during the last 30 years)
 - 3. Apsolutno odstupanje srednjaka vlage drveta pojedinog decenija od srednjaka za više decenija (The absolute deviation of the mean moisture content in wood of the single decennium as to the mean value of few decennia)
- III Kolebanje ravnoteže vlage po lokalitetima u FNR Jugoslaviji (The oscillation of the equilibrium with regard to the localities in Yugoslavia)
 - 1. Meteorološki podaci (Meteorological data)
 - 2. Ravnoteža vlage u različnim mjestima (The equilibrium at different localities)
 - 3. Lignoizohigre (The lignoizohygryc lines)
 - 4. Ravnoteža vlage u Hrvatskom Primorju i kontinentalnoj Hrvatskoj (The equilibrium moisture content on the littoral and continental parts of the Croatia)
 - 5. Ravnoteža vlage u šumi »Samar« (The equilibrium in the forest »Samar«)
 - 6. Primjena u operativi (The application in the practice)
- IV Zaključak (Conclusion)

I HIGROSKOPSKA RAVNOTEŽA VLAGE IZMEĐU UZDUHA I DRVETA¹

1. Važnost sušenja drveta

Drvo je porozan materijal, koji može primiti veliku količinu vode u obliku pare ili tekućine. Sirovo drvo ima uvek veći postotak vlage od onoga, koji se traži kod upotrebe. Samo u izuzetnim slučajevima može se korisno upotrebiti i sirovo drvo.

Promjenom sadržaja vlage u velikoj se mjeri mijenjaju i svojstva drveta: težina, čvrstoća, tvrdoća, utezanje, bubrenje i t. d. Čvrstoća na pritisak u smjeru vlakanaca apsolutno suhoga drveta 3–4 puta je veća od čvrstoće na pritisak drveta napojenog vodom. Slično se vlada i čvrstoća na vlak poprečno na smjer vlakanaca (*Greenhill-ove krivulje*). (TIEMANN 133, 225, 228). Primajući vlagu apsolutno suho drvo bubri, sve dok se ne zasiti vlagom. Od drveta se kod upotrebe traže odredena svojstva, i to ona, koja pokazuju suho drvo. Sirovu drvetu treba ukloniti suvišnu vlagu prirodnim ili umjetnim sušenjem. Kod nas se primjenjuju oba načina sušenja. Radi uštede na vremenu u posljednje se vrijeme pridaje sve veće značenje umjetnom sušenju. No uza sve to prirodno sušenje zauzima kod nas važno mjesto, jer se kudikamo veće količine drveta još uvek suše prirodnim putem.

Za poznavanje toka prirodnog sušenja neophodno je potrebno poznavati utjecaj činilaca, od kojih sušenje zavisi, a to su: relativna vлага, temperatura i cirkulacija uzduha. Ti činioci kolebaju u vremenu i prema lokalitetima. Njihov utjecaj na prirodno sušenje drveta nije istražen u FNR Jugoslaviji. Ta je činjenica dala pogodu, da se istraži utjecaj osnovnih činilaca temperature i relativne vlage na prirodno sušenje drveta, kako bi se dobili potrebni kriteriji za pravilno sušenje.

2. Higroskopska i koloidna svojstva drveta

Svojstvo drveta da može upijati vlagu iz uzduha, zovemo higroskopnost. *Pidgeon* i *Mass* odredili su eksperimentalnim putem higroskopnost smrekovine [*Picea sitchensis* Britt. (*alba*)] (tablica br. 1) kod temperature 23° za različne relativne vlage uzduha.

Tablica 1

Pritisak pare u mm Hg	1,95	4,58	9,21	10,51	12,78	15,51	17,45	20,40
Relativna vлага %	9,25	22,72	37,50	50,31	60,68	73,82	83,22	97,43
Upijanje vode u %	2,7	5,1	9,5	10,1	12,3	13,8	14,1	20,0

¹ Na ovaj rad potaknuo me je prof. dr. A. Ugrenović, koji se osvrnuo na to pitanje u Tehnologiji drveta str. 122–124, Zagreb 1950. Istraživanja su izvršena u Zavodu za tehnologiju drveta na Poljopr.-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Za te pokuse uzete su probe ispod 0,15 g težine, dužine 1,5 mm u smjeru vlakanaca idrvno brašno.

Kod stalne temperature drvo upija to više vode, što je veća relativna vлага uzduha, koji ga okružuje.

Ta su istraživanja pokazala, da se drvo vlada kao gel. Geli ili galerte su koloidni talozi, koji nastaju na dva načina: ili taloženjem koloida pod utjecajem nekih sredstava, koja uzrokuju skupljanje koloidnih čestica (micela) u polučvrstu masu, ili kad suha supstanca upija vodu ili koje drugo disperzno sredstvo i prelazi u polučvrstu masu. Geli su heterogeni sistemi s kapilarama; zbog toga imaju upravo golemu unutarnju površinu. Unutarnja površina 1 g drveta iznosi 310.000 cm^2 (A. STAMM po PIDGEON i MASS-u). Upijanje vode u obliku pare kod drveta proporcionalno je unutarnoj površini. Ta voda čini s drvetom koloidni sistem, a poznata je pod imenom »vezana voda«. Kad se govori o higroskopskoj vodi, misli se na vezanu vodu, koju drvo upija iz uzduha u obliku pare, sve dok se unutarna površina njome ne zasiti.

Higroskopnost drveta može se smanjiti ili povećati, ali se ne može potpuno ukloniti, a da se drvo pritom kemijski ne promijeni i da mu se ne smanji čvrstoća. Kad bi se ta pogreška drveta uspjela odstraniti, ono bi postalo još kvalitetniji materijal za upotrebu. Higroskopnost drveta smanjuje se na polovicu, ako ga zagrijavamo 3 do 4 sata kod temperature 350°F ($176,7^\circ \text{C}$) (TIEMANN, 142). Napajanjem drveta kreozotom i vrućim parafinom smanjuje mu se higroskopnost. Firnis, boje, laneno ulje i druge tvari polupropusne za vlagu, koje se upotrebljavaju kod površinske obrade, sprečavaju da drvo prima vlagu, dok je zaštitni sloj čitav. Da bi se zapriječilo upijanje vlage iz uzduha, oblaže se ponekad površina drveta tankim slojem aluminija, ili se bojama dodaje aluminijski prah (DESCH 98). Forest Products Laboratory (USA) vršio je više godina pokuse napajajući drvo vodenom otopinom sintetskih smola. Kad otopina prodre između micela, pod utjecajem katalizatora i povišene temperature nastaje polimerizacija. Kad se takav materijal osuši, on prima manje vode od običnog drveta, koje nije bilo podvrgnuto takvu postupku. U nekim je slučajevima takav materijal zasićen vlagom već kod 8% prema 24 do 32% kod prirodnog drveta. Meko se drvo napaja vodenom otopinom sintetskih smola brzo, ali tvrdo drvo slabo ili nikako. U tom leži prva teškoća; druga se sastoji u tom, što postupak nije ekonomičan (TIEMANN 143).

3. *Higroskopska ravnoteža vlage*

Između vlage uzduha i vlage drveta nastaje nakon nekog vremena uravnoteženost, koju zovemo *higroskopska ravnoteža vlage uzduha i drveta* ili kraće *ravnoteža vlage* (Gleichgewichtszustand, Feuchtegleichgewicht, hygroskopisches Gleichgewicht, equilibrium, équilib-

libre hygroscopique). *Higroskopska ravnoteža vlage je ravnoteža između parcijalnog pritiska vodene pare uzduha, koji okružuje drvo, i pritiska pare na površini drveta kod konstantne temperature. To je prirodnji zakon o raspodjeli vlage između uzduha i drveta.*

Između parcijalnog pritiska vodenе pare uzduha (rel. vlage) i vlage drveta kod konstantne temperature postoji upravno proporcionalna zavisnost. Većem parcijalnom pritisku vodenе pare uzduha (relativnoj vlazi) kod stalne temperature odgovara veća vлага drveta.

Krivulje, koje izražavaju tu zavisnost, zovu se izoterme, jer se radi o konstantnim temperaturama. Izoterme imaju oblik blagih krivulja sličnih slovu S.

Do higroskopske ravnoteže dolazi na dva načina, i to: isparivanjem vode iz drveta, – krivulja tako dobivena zove se *izoterna desorpcije*, – i upijanjem vlage iz uzduha (kad drvo upija vlagu iz uzduha) – krivulja se tada zove *izoterna adsorpcije*.

Izoterme adsorpcije i desorpcije kapilarno poroznih koloidnih tijela u većini se slučajeva ne poklapaju. Ako se kod nekih tijela i poklapaju, onda se poklapaju samo u krajnjim točkama, t. j. kad relativna vлага iznosi 0% ili 100%. *Nepoklapanje izotermi adsorpcije i desorpcije zove se histereza*. Ona se opaža i kod drveta. Za drvo se općenito uzima da histereza iznosi prosječno oko 15% (ordinate) iznosa vlage drveta, koji pokazuje izotermu desorpcije. To praktično znači, da su iznosi vlage izoterme adsorpcije (upijanja) manji od iznosa vlage izoterme desorpcije (isparivanja) oko 1–3% vlage drveta u apsolutnom smislu.

Mi ovdje promatramo drvo, koje poslije sječe i prerade isparivanjem vode (desorpcija) dolazi u higroskopsku ravnotežu, prema tome ne uzimamo u obzir histerezu.

Pod vlagom drveta u stanju ravnoteže razumijevamo postotak vlage drveta u odnosu na apsolutno suho drvo, koji ono ima, kad nastupi ravnoteža vlage. U toku daljih izlaganja pod vlagom drveta podrazumijevat ćeemo vlagu drveta u stanju higroskopske ravnoteže i označivat ćeemo je s $v\%$.

4. Granice vlage drveta u stanju ravnoteže

Gornja je granica ili maksimalni iznos vlage u drvetu ona kolичina vlage, koju drvo može primiti iz uzduha u obliku pare, kad se dovoljno dugo nalazi u uzduhu potpuno zasićenom vlagom. Stanje, kod kojeg su sve stanične stijenke zasićene higroskopskom vlagom i kod kojega nema u drvetu slobodne vode, označio je *Tiemann točkom zasićenosti vlakanaca* (fiber saturation point). Točka zasićenosti vlakanaca nije istražena za sve vrste drveta. Ona varira prema vrstama u relativno širokim granicama. Točka zasićenosti vlakanaca po *Kollmannu* kreće se, kako je spomenuto, od 24 do 32%, po *Tren-*

delenburgu iznosi prosječno 28 do 30%, a po *Tiemannu* od 20 do 32% u odnosu na apsolutno suho drvo. Apsolutno suho drvo je ono, koje je izgubilo svu vlagu. Takvo stanje se ne može postići sušenjem drveta na atmosferskom uzduhu.

Donja granica vlage u drvetu zavisi od temperature i relativne vlage uzduha, a kreće se, kako će kasnije biti pokazano, u našim prilikama oko 9% vlage u drvetu u odnosu prema apsolutno suhom drvetu.

Vлага drveta u stanju ravnoteže varira u Jugoslaviji od nekih 9% do točke zasićenosti vlakanaca 24–32%.

5. Činioci ravnoteže vlage

Od geografskih i klimatskih prilika nekog kraja zavisi promjena temperature i relativne vlage uzduha, a time i vлага u drvetu, koja odgovara ravnoteži. Prema tome ravnoteža vlage zavisi od mnogih činilaca: od geografskog položaja, nadmorske visine, godišnjeg doba, blizine velikih vodenih površina (mora, jezera i rijeka), količine oborina, jačine vjetrova i t. d.

Klimatski činioci neprestano kolebaju, što izaziva i kolebanje postotka vlage u drvetu, jer ona zavisi od tih činilaca. Ovdje treba imati na umu, da svi ti činioci izražavaju svoj utjecaj na temperaturu i relativnu vlagu uzduha. Od geografskih i klimatskih činilaca zavise promjene temperature i relativne vlage uzduha. Dovoljno je poznavati samo ta dva činioца, da bi se odredila vлага u drvetu. Znatan utjecaj na brzinu, kojom vлага drveta dolazi u ravnotežu s vlagom uzduha, ima i treći činilac: izmjena uzduha (cirkulacija), koja nije predmet ovog istraživanja.

Drvo ne može vjerno pratiti promjene temperature i relativne vlage uzduha, jer je potrebno neko vrijeme, da vлага prođe kroz sve slojeve drveta. Brze promjene mogu se odražavati samo na površini drveta ili na vrlo tankim slojevima drveta kao što su furniri. Zbog toga smđ se ovdje ograničili samo na mjesecne i godišnje srednjake temperature i relativne vlage za duži vremenski period.

6. Svrha i zadatak istraživanja

Poznavanje vlage u drvetu od bitne je važnosti za njegovu upotrebu. Kod sušenja drveta javlja se utezanje, pucanje i drugi nedostaci. Navlaživanje drveta prouzrokuje povećanje njegovih dimenzija i uvećanje težine, što je isto tako ozbiljan nedostatak. *Ravnoteža vlage je kriterij za određivanje donje granice vlage drveta, koju ono može imati na slobodnom prostoru, kad mu je površina dovoljno dugo izložena uzduhu.* Ona pokazuje, do koje granice treba drvo sušiti, da bi se moglo korisno upotrebiti, i koliko

će postotaka vlage drvo primiti, ako mu je vlaga manja ili izgubiti, ako mu je vlaga veća, od vlage, koja odgovara ravnoteži.

Kod nas se suše na slobodnom prostoru, *prirodno*, velike količine drveta, stoga je važno znati, do kojeg se postotka vlage, u nekom mjestu ili kraju može drvo osušiti, kad dosegne ravnotežu s vlagom uzduha, i koliko mjeseci u toku godine možemo očekivati, da će drvo imati postotak vlage, koji je manji ili jednak onome, koji se traži od prirodno osušenog drveta.

Zadatak je ovog rada, da odredi kolebanje vlage u drvetu i granice tog kolebanja u dužem periodu vremena u većem broju mjesta u FNR Jugoslaviji, a svrha mu je, da osvijetli utjecaj temperature i relativne vlage uzduha na prirodno sušenje drveta.

7. Način određivanja vlage u drvetu u stanju ravnoteže

Kad je drvo doseglo stanje ravnoteže s okolnim uzduhom određene temperature i relativne vlage, sadržaj vlage u drvetu može se odrediti bilo kojom metodom, koja osigurava dovoljnu točnost. Da se ne bi svaki put određivao sadržaj vlage u drvetu dugotrajnim mjerjenjem, izradili su mnogi istraživači i neki instituti tabele i grafikone, iz kojih se za određenu temperaturu i relativnu vlagu uzduha može odmah očitati sadržaj vlage u drvetu u postocima. Takve tablice ili grafikone izradili su *Loughborough, Koehler, Dunlap, Moll*, institut *Forest Products Laboratory* (Madison) i drugi.

Neki su istraživali samo jednu vrstu drveta kod određenih temperatura, a drugi više vrsta drveta kod jedne ili više temperatura. Najbolje služe oni podaci, koji se mogu upotrebiti za sve temperature i relativne vlage.

Loughborough je izradio grafikon za određivanje vlage u drvetu eksperimentalnim istraživanjem *Picea sitchensis Carr.* *Kolmann* (57) kaže, da se taj grafikon može upotrebiti s dovoljnom točnošću za sve vrste drveta, jer su odstupanja kod manje i srednje vlage neznačajna. Razlike su to znatnije, što se više približava točki zasićenosti vlakanaca. Po našem mišljenju za izravno očitavanje vlage u drvetu ovaj inače pouzdani grafikon nije najzgodniji, jer treba interpolirati temperaturne linije, što može biti skopčano s pogreškama. Za područje relativne vlage 90–100% većina vrijednosti u grafikonu dobivena je ekstrapolacijom. Najprikladniji je $t-\varphi-v$ dijagram, koji je u ruskoj literaturi poznat pod imenom *Čulickoga* (Uspaskij 30). On je izrađen za temperature od -20°C do $+100^{\circ}\text{C}$ i za sve relativne vlage. *Vanjin* (183) i *Uspaskij* (30) tvrde, da se pomoću tog dijagrama može odrediti vlaga u drvetu s točnošću od 0,50 do 0,75%. Dijagram je izrađen na temelju brojnih istraživanja*: *Jenkins* (1934), Kiln-Drying British Columbia Lum-

* Ing. J. Švorc: Vysoušení dřeva, v Praze 1941, str. 30.

ber, A W F-55 - Künstliches Trocknen von Holz (1940), *Forest Products Laboratory* Madison (1920-1940) i *Forest Products Research Laboratory Princes - Risborough* (1928-1937).

Mi smo ovdje uporedili vrijednosti za vlagu drveta, očitanu s grafikona od *Loughborougha* (označen u tablici s L) i s vrijednostima očitanim s povećanog (na milimetar papiru) $t\text{-}\varphi\text{-}v$ dijagrama za temperature 21° i 27° C. Ovdje je uzet grafikon *Loughborougha* izražen u °C po *Kollmannu* (58).

Tablica 2

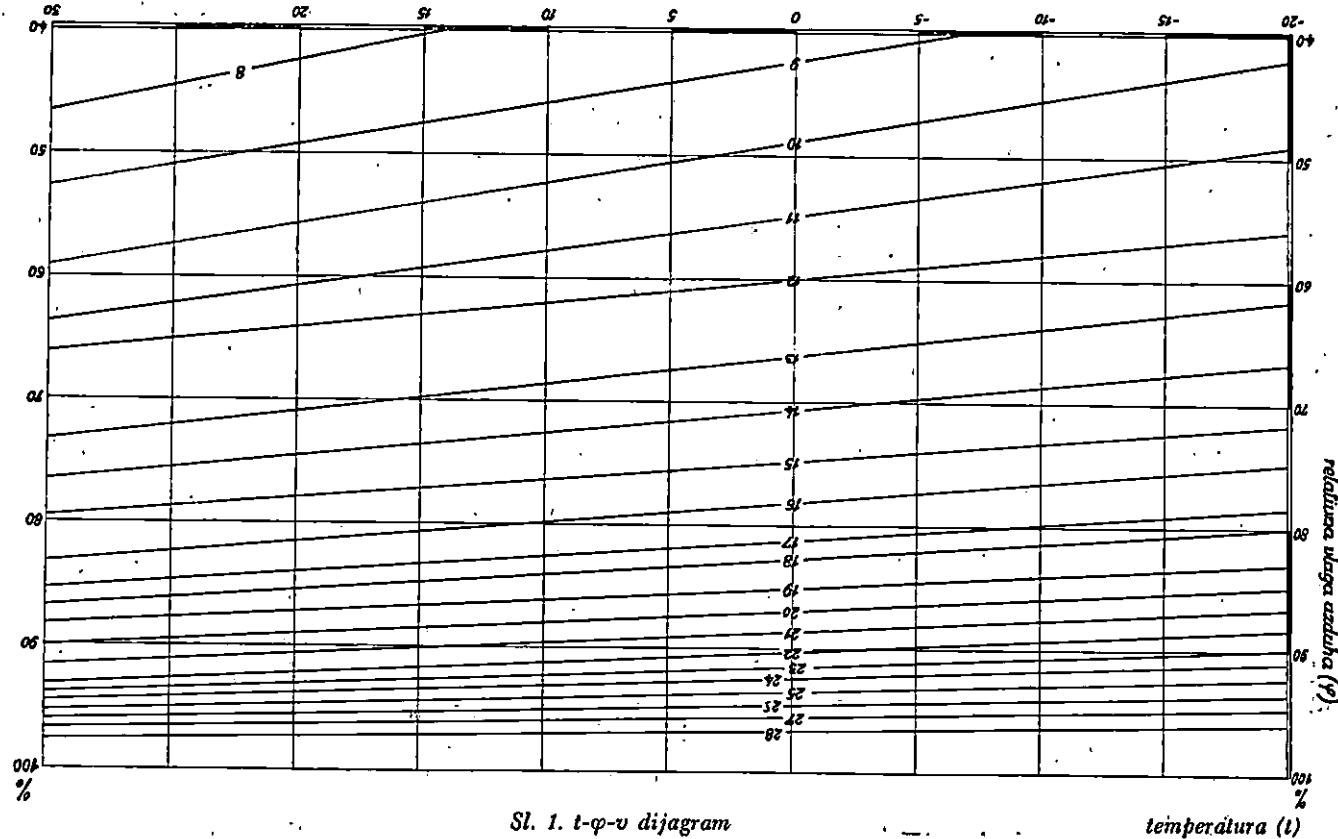
Relativna vлага %	10	20	30	40	50	60	70	80	90
L $t\text{-}\varphi\text{-}v$ $t = 21^\circ C$	2,9	4,5	6,3	7,5	9,2	10,8	12,9	16,1	20,7
	2,9	4,7	6,3	7,6	9,2	10,8	12,8	15,6	20,6
L $t\text{-}\varphi\text{-}v$ $t = 27^\circ C$	2,4	4,3	6,0	7,3	9,2	10,7	12,9	15,8	20,3
	2,6	4,4	6,0	7,3	8,8	10,4	12,7	15,3	20,2

Odstupanja vrijednosti vlage u drvetu očitanih s $t\text{-}\varphi\text{-}v$ dijagrama od vrijednosti očitanih s dijagrama od *Loughborougha* nisu veće od 0,5 % vlage drveta u absolutnom smislu. Decimale su procjenjivane okularno na oba grafikona. Sa $t\text{-}\varphi\text{-}v$ dijagrama se može očitavati vlagu drveta i kad su temperature izražene na desetinu stupnja točno, a relativna vlagu na cijele brojeve. U toku daljih izlaganja očitavana je vlagu drveta s $t\text{-}\varphi\text{-}v$ dijagrama. Sl. 1 prikazuje $t\text{-}\varphi\text{-}v$ dijagram za relativnu vlagu 40-100% i temperature od $-20^\circ C$ do $+30^\circ C$.

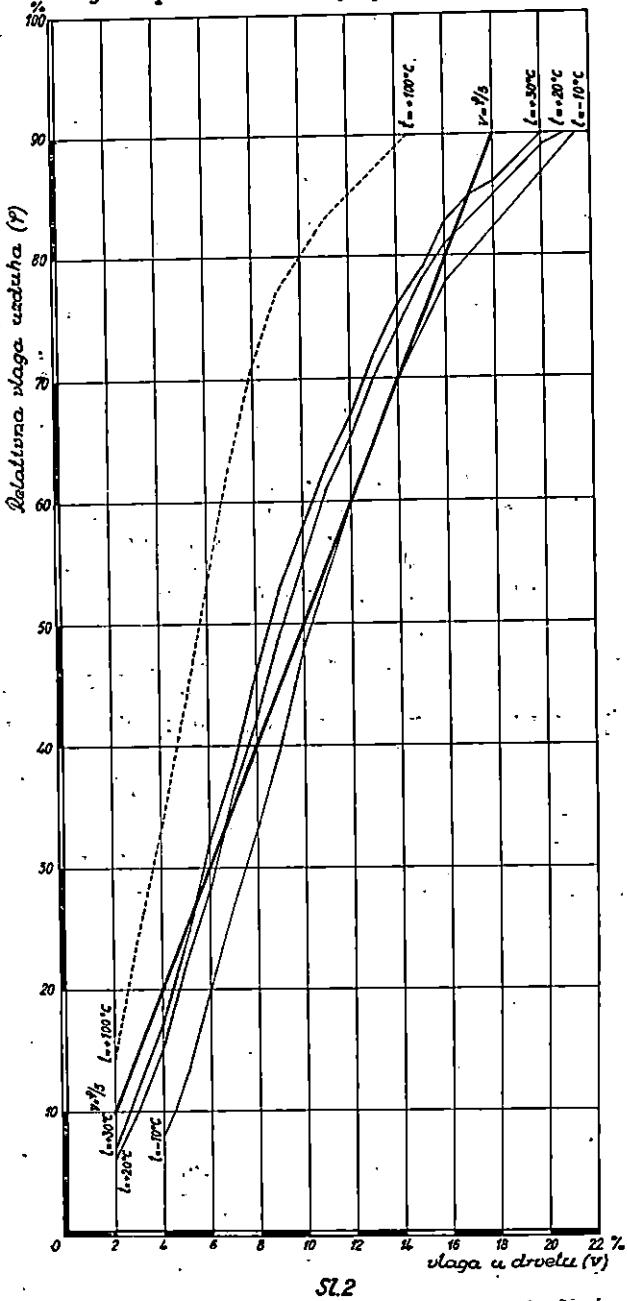
Temperatura i relativna vlagu različito utječe na vlagu drveta. Na sl. 2 nacrtane su krivulje pomoću $t\text{-}\varphi\text{-}v$ dijagrama, koje pokazuju vlagu drveta kod konstantnih temperatura: $-10^\circ C$, $+20^\circ C$, $+30^\circ C$ i $+100^\circ C$.

Kad se temperatura mijenja od $-10^\circ C$ do $+100^\circ C$, najveća razlika vlage u drvetu iznosi 7,2% u absolutnom smislu kod relativne vlage 85%, a najmanje 3,2% kod relativne vlage 14%. Kad se temperatura mijenja od $-10^\circ C$ do $+30^\circ C$, najveća razlika vlage drveta iznosi 2,3% u absolutnom smislu, kod relativne vlage 83%, a najmanja 1,3% kod relativne vlage 70 i 78%. Mjesečni i godišnji srednjaci temperature uzduha kreću se u Jugoslaviji u granicama od $-10^\circ C$ do $+30^\circ C$ (tablica 11).

Na sl. 2 se može promatrati utjecaj temperature na vlagu drveta kod stalne relativne vlage. U tablici br. 3 očitana je vlagu drveta sa sl. 2 (nacrtane na milimetar-papiru) za temperature $+20^\circ C$, $+30^\circ C$ i $+100^\circ C$ za relativne vlage 10-90%.



*Određivanje vlagе u drvetu u stanju
higroskopske ravnoteže po formuli $v = \frac{y}{y_0}$*



Tablica 3

Relativna vлага %	Vлага drveta u % kod temperature			Razlika vlage u drvetu za	
	+20°C	+30°C	+100°C	10°C	80°C
10	3,0	2,6	—	0,4	—
20	4,7	4,4	2,6	0,3	2,1
30	6,2	5,7	3,6	0,5	2,6
40	7,6	7,2	4,7	0,4	2,9
50	9,1	8,6	5,7	0,5	3,4
60	10,8	10,4	6,7	0,4	4,1
70	13,0	12,6	7,8	0,4	5,2
80	15,7	15,3	10,0	0,4	5,7
90	21,0	20,0	14,5	1,0	6,5

Iz tablice 3 i sl. 2 vidi se, da kod stalne relativne vlage višoj temperaturi uzduha odgovara manja vлага u drvetu. Kod stalne relativne vlage (u granicama 10–90%) razlika temperature od 10°C (+ 20°C i + 30°C) uvjetuje najveću promjenu vlage u drvetu 1% u apsolutnom smislu, a razlika od 80°C (+ 20°C i + 100°C) 6,5% u apsolutnom smislu ili na 10°C prosječno 0,8%.

Na istoj slici može se promatrati i utjecaj relativne vlage na vlagu drveta kod stalne temperature. Promatrajmo, kako utječe relativna vлага drveta kod stalne temperature + 20°C. Krivulja $t = + 20^\circ\text{C}$ pokazuje vlagu drveta za različne relativne vlage uzduha.

Tablica 4

Relativna vлага %	Razlika vlage drveta %	Porastu relativne vlage za 1% odgovara porast vlage drveta u %
10–20	1,7	0,17
20–30	1,5	0,15
30–40	1,4	0,14
40–50	1,5	0,15
50–60	1,7	0,17
60–70	2,2	0,22
70–80	2,7	0,27
80–90	5,3	0,53
Ukupno 10–90	18,0	

Utjecaj promjene relativne vlage kudikamo je veći od utjecaja promjene temperature. To navodi na pomicao, *ne bi li se vlaga drveta mogla izraziti samo pomoću relativne vlage uzduha, kad se temperatura uzduha mijenja u relativno uskom području -10°C do $+30^{\circ}\text{C}$.* To bi bilo od znatne koristi, jer bi to bio jednostavan način određivanja vlage u drvetu na temelju poznavanja samo jednog činioca, pa bi tada i tabele i grafikoni bili nepotrebni.

U FNR Jugoslaviji srednje mjesecne i godišnje temperature uzduha kreću se u relativno uskom području temperature (tablica 11). Sve srednje mjesecne i godišnje temperature padaju u granice -10°C do $+30^{\circ}\text{C}$, a kako smo uzeli u obzir mjesta iz različitih klimatskih područja različite nadmorske visine, može se očekivati, da će sve srednje mjesecne i godišnje vrijednosti temperature uzduha u FNR Jugoslaviji pasti u te granice.

Linije, koje pokazuju vlagu u drvetu na sl. 2, ne razlikuju se mnogo u svom srednjem dijelu od pravaca. Ta nas je činjenica navela na misao, da konstruiramo pravac označen s $v = 1/5 \varphi$ (ili što je za računanje zgodnije $v = 2/10 \varphi$). To znači, da je vлага drveta jednaka jednoj petini relativne vlage uzduha.

Linija $1/5 \varphi$ teče između krivulje $t = -10^{\circ}\text{C}$ i $t = +30^{\circ}\text{C}$ za relativne vlage 27–85%, izvan tih granica ona daje niže rezultate vlage, nego što je drvo ima kod svih temperatura između -10°C i $+30^{\circ}\text{C}$. Ta empirijska formula može dobro poslužiti za vrijednosti relativne vlage 30–82% kod temperature -10°C do $+30^{\circ}\text{C}$. U tom intervalu najveća apsolutna odstupanja iznose 1,6% vlage drveta, što se vidi iz tablice br. 5.

Tablica 5

Relativna vlaga $\varphi\%$	$1/5 \varphi$	Vlaga u drvetu kod temperature		Najveća apsolutna odstupanja od $1/5 \varphi$
		-10°C	$+30^{\circ}\text{C}$	
10	2,0	4,5	2,6	2,5
20	4,0	6,0	4,4	2,0
25	5,0	6,7	5,2	1,7
30	6,0	7,5	5,7	1,5
40	8,0	9,0	7,2	1,0
50	10,0	10,3	8,6	1,4
60	12,0	12,0	10,4	1,6
70	14,0	14,0	12,6	1,4
80	16,0	16,9	15,3	0,9
82	16,4	17,8	15,7	1,4
90	18,0	21,4	20,0	3,4

U praksi se često susrećemo s relativnom vlagom 40–80%, ali isto tako s relativnom vlagom iznad 80%, za koje vrijednosti rezultati dobiveni po formuli znatno odstupaju od stvarnih vrijednosti, što za to područje čini formulu neupotrebljivom.

Ako ispustimo Bjelašnicu (tablica br. 11) s nadmorskom visinom 2067 m, mjesecni i godišnji srednjaci temperature padaju u granice od $-2,9^{\circ}\text{C}$ do $+26^{\circ}\text{C}$. U tom temperaturnom području još je veća točnost određivanja vlage po spomenutoj formuli $v=1/5\varphi$. Tada je odstupanje vrijednosti dobivenih po toj formuli manje od 1% od stvarnih. Mesta s velikom nadmorskom visinom (kao Bjelašnica) mogu se ispustiti, jer nas i ne zanima, kako stoji s vlagom u drvetu na visokim planinskim masivima.

Po spomenutoj formuli može se s približnom točnošću odmah reći, kolika će biti vлага drveta, kad se temperatura kreće u granicama $-2,9^{\circ}\text{C}$ do $+26^{\circ}\text{C}$, a relativna vlagu 30–82%. Ako je na pr. relativna vlagu 70%, onda će biti vlagu u drvetu 1/5 tog iznosa ili 14%.

II KOLEBANJE RAVNOTEŽE VLAGE U VREMENU

1. Kolebanje ravnoteže vlage u Zagrebu (Grič) u toku 50 godina

Srednje mjesecne i godišnje temperature uzduha u razdoblju od 50 godina (1891–1940) uzete su iz publikacije Državnog geofizičkog zavoda u Zagrebu: Građa za klimu Hrvatske 2. svezak – Klimatski podaci za Zagreb, Grič – Opservatorij iz razdoblja 1862–1941, Zagreb 1946. Podaci o relativnoj vlazi izvadeni su iz knjiga i izvještaja Uprave hidrometeorološke službe i Geofizičkog zavoda u Zagrebu.

Za srednje mjesecne i godišnje vrijednosti temperature i relativne vlage uzduha očitana je vlagu drveta sa $t-\varphi-v$ dijagrama. Tako je izrađena tablica br. 6. Na sl. 3 nacrtani su za cijelo razdoblje 1891–1940, mjesecni srednjaci temperature, relativne vlage i vlage u drvetu za pojedine godine, decenije i za pet decenija.

Na kraju tablice br. 6 nalaze se mjesecni i godišnji srednjaci i amplitude, relativne vlage i vlage u drvetu za 50 godina. U vremenu od 1. III. do 30. IX. (7 mjeseci) pedesetogodišnji srednjaci vlage drveta u Zagrebu kretali su se ispod 15%, najmanji je padao u srpanj s 12,6%, a najveći u prosinac s 18,4%. Godišnji srednjak vlage drveta u tom razdoblju iznosio je 14,6%. Iz tog se prosjeka vidi, da je u Zagrebu najveći mjesecni srednjak relativne vlage iznosio 84% u prosincu, a najmanji 68% u travnju i srpnju, što znači, da postoje dva minimuma. Ekstremne vrijednosti mjesecnih i godišnjih srednjaka temperature, relativne vlage i vlage drveta iz tablice br. 6 prikazani su u tablici br. 7.

Tablica 6

Srednje mjesечne i godišnje temperature uzduha (t), relativne vlage (φ) i vlage u drvetu (v) u Zagrebu (Grič) u razdoblju 1891 do 1940 godine (50 godina)

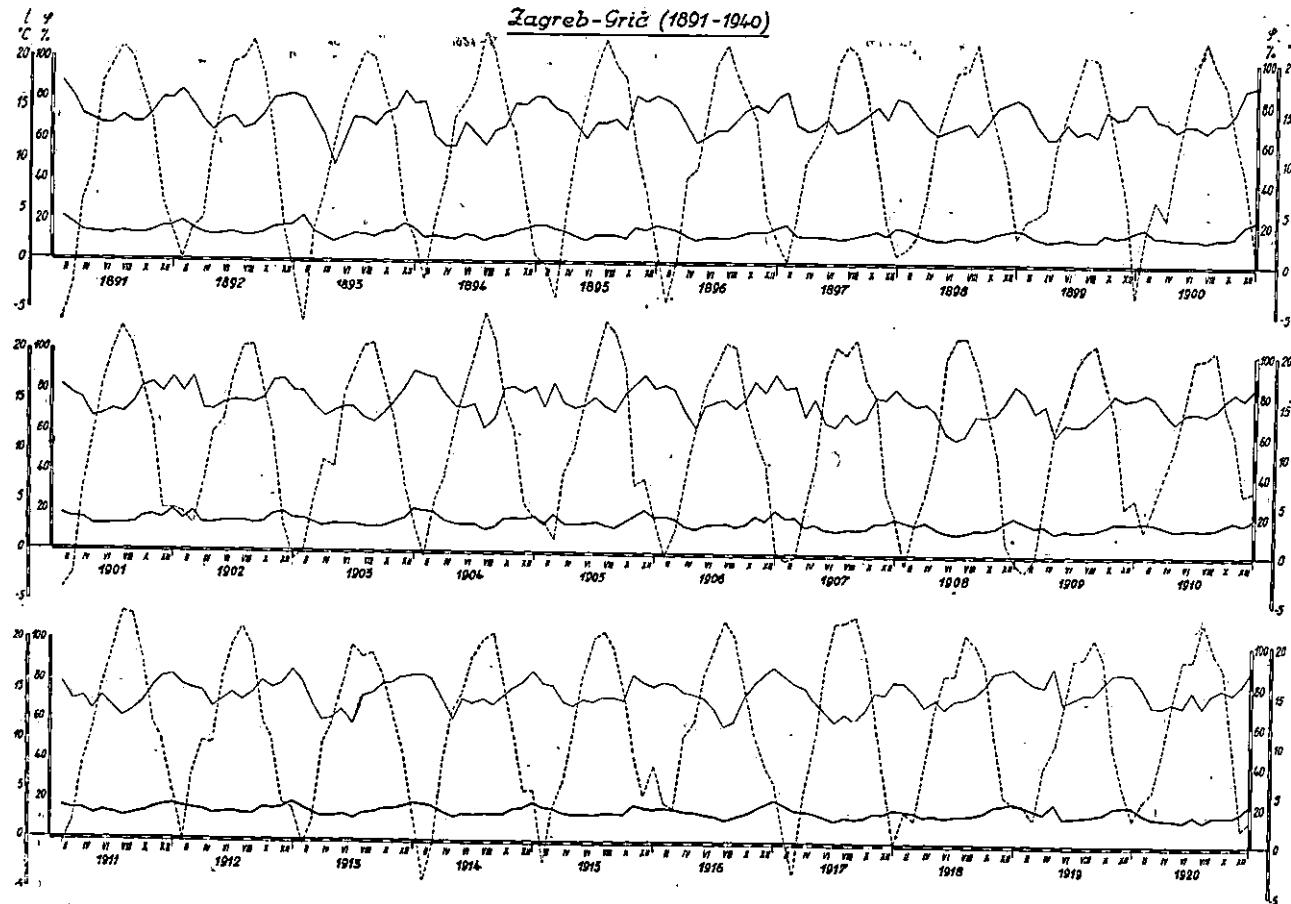
God.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G. v.	Amp- lituda
1891	t	-6,5	-2,8	5,8	8,7	17,4	19,2	21,0	20,1	17,1	13,6	5,7	2,7	10,2	27,5
	φ	88	81	71	69	67	67	71	68	68	73	80	80	74	21
	v	21,9	17,1	13,8	13,2	12,5	12,4	13,0	12,6	12,7	13,9	16,4	16,5	14,4	8,6
1892	t	0,1	3,0	4,2	11,9	16,1	19,6	20,2	21,8	18,8	12,2	4,2	-1,1	10,9	22,9
	φ	84	77	69	64	69	71	65	67	72	80	81	82	73	20
	v	18,5	15,5	13,5	12,3	12,8	13,1	12,3	12,4	13,4	15,9	16,7	17,7	14,1	6,2
1893	t	-6,3	3,2	6,8	11,5	15,6	18,1	20,7	20,2	16,4	13,1	4,4	2,1	10,5	27,0
	φ	80	72	62	47	60	71	70	67	73	75	84	78	70	37
	v	16,8	14,3	12,2	9,2	11,2	13,2	12,8	12,4	13,7	14,5	18,3	15,8	13,3	9,1
1894	t	-2,0	3,7	7,7	14,3	15,7	18,1	22,9	20,0	15,1	12,6	6,1	0,5	11,2	24,9
	φ	79	62	57	57	69	64	58	65	67	78	78	82	68	25
	v	16,4	12,2	11,0	10,7	12,8	12,1	10,3	12,2	12,6	15,4	15,7	17,5	12,8	6,8
1895	t	-0,3	-3,8	4,4	10,9	15,3	19,4	22,9	19,5	18,2	11,0	7,0	1,4	10,4	25,8
	φ	82	76	74	68	61	69	69	71	66	83	80	83	74	22
	v	17,6	15,6	14,6	12,8	11,4	12,7	12,7	13,1	12,4	17,1	16,3	18,0	14,1	6,6
1896	t	-4,1	0,1	8,3	9,3	14,8	19,7	21,5	18,6	16,6	13,8	4,8	2,2	10,5	25,6
	φ	81	77	67	59	63	63	66	71	76	78	75	82	72	23
	v	17,2	15,7	12,8	11,3	12,0	12,3	12,3	13,1	14,6	15,3	14,8	17,3	13,8	6,0
1897	t	0,0	4,5	9,9	11,6	13,9	19,8	21,5	20,8	17,1	9,8	3,9	0,3	11,1	21,5
	φ	85	69	66	67	71	65	67	70	74	78	72	83	72	20
	v	19,0	13,4	12,6	12,7	13,4	12,2	12,4	12,8	14,0	15,5	14,2	18,0	13,8	6,8
1898	t	1,3	2,7	6,9	12,9	15,9	19,0	19,4	21,1	16,7	13,2	9,2	2,6	11,7	19,8
	φ	81	75	68	64	66	68	70	64	70	78	80	82	72	18
	v	16,9	14,9	13,0	12,2	12,4	12,6	12,8	11,9	13,0	15,3	16,1	17,3	13,7	5,4
1899	t	4,4	4,7	5,6	11,8	15,1	18,3	21,1	20,5	16,4	11,0	7,3	-3,0	11,1	24,1
	φ	79	69	63	63	70	65	67	64	77	73	74	81	70	18
	v	16,0	13,4	12,3	12,2	13,1	12,3	12,4	11,9	14,9	14,1	14,5	17,0	13,3	4,8
1900	t	2,9	6,4	4,4	10,1	14,9	19,6	22,3	19,6	17,8	12,3	8,2	1,0	11,6	21,3
	φ	81	73	72	67	70	70	67	71	71	77	88	89	75	22
	v	16,7	14,3	14,2	12,7	13,1	12,8	12,4	13,0	13,2	15,1	20,2	21,2	14,6	8,8
Prosjek 1891-1900	t	-1,1	2,1	6,4	11,3	15,5	19,1	21,3	20,2	17,0	12,3	6,1	0,9	10,9	22,4
	φ	82	73	67	63	67	68	67	68	71	77	79	82	72	19
	v	17,4	14,5	12,8	12,1	12,6	12,6	12,4	12,6	13,2	15,1	15,9	17,4	13,8	5,3

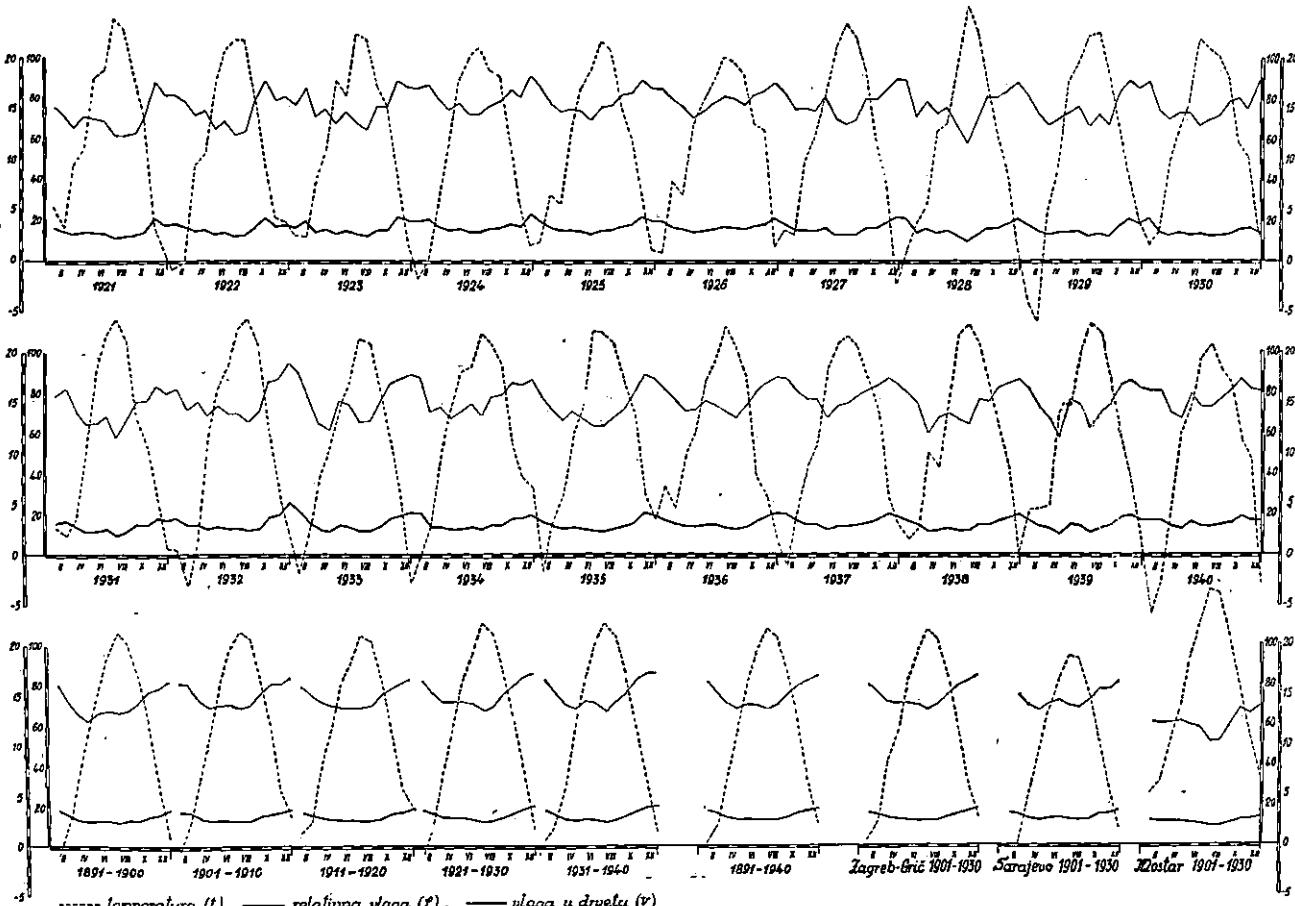
God.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amp. lituda
1901	<i>t</i>	-4,0	-2,4	6,3	11,8	16,6	20,2	22,3	20,3	16,3	12,5	4,2	4,2	10,7	26,3
	φ	82	78	76	67	68	70	69	74	82	84	79	87	76	20
	<i>v</i>	17,9	16,1	15,1	12,7	12,7	12,8	12,7	13,8	16,4	17,7	16,0	19,8	14,8	7,1
1902	<i>t</i>	3,8	2,7	6,7	11,8	12,2	17,7	20,4	20,5	16,5	11,5	2,9	-0,8	10,5	21,3
	φ	79	87	71	71	74	75	75	74	76	85	86	80	78	16
	<i>v</i>	16,1	19,9	13,7	13,5	14,3	14,3	14,2	13,8	14,6	18,4	19,3	16,7	15,4	6,4
1903	<i>t</i>	-0,1	5,2	9,0	8,5	15,9	18,1	20,6	20,8	16,8	12,7	7,2	2,6	11,4	20,9
	φ	80	73	68	70	72	72	67	65	69	75	81	90	74	25
	<i>v</i>	16,6	14,4	12,9	13,5	13,6	13,4	12,4	12,2	12,8	14,5	16,6	21,7	14,3	9,5
1904	<i>t</i>	-0,4	5,0	7,7	12,6	16,4	19,9	23,5	21,1	15,1	12,1	4,9	3,4	11,8	23,9
	φ	88	87	79	73	72	74	62	67	82	83	80	83	78	26
	<i>v</i>	20,7	19,8	15,8	14,0	13,5	13,8	11,1	12,4	16,5	17,0	16,4	17,8	15,4	9,6
1905	<i>t</i>	-3,1	1,2	8,1	10,5	15,5	19,4	23,2	21,9	18,5	6,8	7,4	3,3	11,1	26,3
	φ	73	85	75	73	74	78	73	71	79	84	89	83	78	18
	<i>v</i>	14,7	18,9	14,7	14,1	14,2	15,0	13,4	12,9	15,4	18,2	20,8	17,9	15,4	7,9
1906	<i>t</i>	0,3	2,1	7,1	12,4	16,5	18,7	21,1	20,7	15,4	11,7	9,1	-0,3	11,2	21,4
	φ	84	82	71	63	74	76	77	73	77	86	81	90	78	27
	<i>v</i>	18,5	17,3	13,7	12,1	14,0	14,5	14,7	13,5	14,9	18,8	16,5	21,9	15,4	9,8
1907	<i>t</i>	-0,5	-0,2	4,7	8,8	18,1	20,6	20,1	21,5	17,5	15,6	6,3	3,9	11,4	22,0
	φ	83	84	69	78	66	64	70	66	69	79	78	83	74	20
	<i>v</i>	18,1	18,6	13,4	15,5	12,4	11,9	12,3	12,3	12,8	15,5	15,7	17,9	14,3	6,7
1908	<i>t</i>	-1,0	3,1	5,8	10,0	19,4	21,6	21,7	19,0	15,4	10,8	1,2	-0,8	10,5	22,7
	φ	78	75	76	72	61	58	60	69	69	70	77	85	71	27
	<i>v</i>	16,0	14,9	15,1	13,8	11,2	10,4	10,7	12,7	12,8	13,4	15,6	19,0	13,6	8,6
1909	<i>t</i>	-1,6	-0,3	6,4	12,5	15,2	18,8	20,3	21,0	17,2	13,4	4,6	5,7	11,1	22,6
	φ	81	72	75	60	66	65	66	70	75	81	78	79	72	21
	<i>v</i>	16,8	14,3	14,8	11,4	12,5	12,2	12,3	12,8	14,3	16,2	15,7	16,0	13,8	5,4
1910	<i>t</i>	2,4	5,4	8,0	10,9	15,4	19,5	19,7	20,5	15,0	12,1	6,2	6,5	11,8	18,1
	φ	81	79	72	67	71	72	71	73	78	82	79	84	76	17
	<i>v</i>	16,8	16,0	14,0	12,7	13,3	13,3	13,0	13,6	15,3	16,7	16,0	18,2	14,8	5,5
Prosjek	<i>t</i>	-0,4	2,2	7,0	11,0	16,1	19,5	21,3	20,7	16,4	11,9	5,4	2,8	11,2	21,7
1901-1910	φ	81	80	73	69	70	70	69	70	76	81	81	84	75	15
	<i>v</i>	16,9	16,5	14,3	13,0	13,0	12,8	12,7	12,7	14,7	16,3	16,7	18,4	14,6	5,7

God.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amp- litude
1911	<i>t</i>	-0,5	2,0	7,6	11,0	15,7	18,9	22,6	22,4	17,8	11,9	9,6	4,9	12,0	23,1
	φ	78	69	71	64	71	66	61	64	68	76	81	82	71	21
	<i>v</i>	16,0	13,6	13,8	12,3	13,3	12,5	10,9	11,8	12,7	14,8	16,4	17,0	13,5	6,1
1912	<i>t</i>	0,2	6,6	9,8	9,4	16,1	19,5	21,3	18,9	11,9	10,0	3,7	3,1	10,9	21,1
	φ	77	75	74	66	70	73	70	73	79	76	78	85	75	19
	<i>v</i>	15,6	14,6	14,4	12,6	13,0	13,6	12,8	13,6	15,7	14,9	15,8	18,8	14,6	6,2
1913	<i>t</i>	-0,4	1,9	9,8	11,8	15,5	19,5	18,4	18,8	16,4	12,7	8,8	2,7	11,3	19,2
	φ	80	68	60	61	65	59	72	74	78	79	82	83	72	24
	<i>v</i>	16,6	13,3	11,6	11,7	12,3	10,7	13,4	13,9	15,2	15,6	16,8	17,9	13,7	7,2
1914	<i>t</i>	-4,2	-0,4	7,9	13,0	15,0	18,3	20,1	20,8	15,7	11,0	4,9	5,0	10,6	25,0
	φ	83	81	71	61	71	69	71	68	72	77	79	85	74	24
	<i>v</i>	18,3	16,9	13,7	11,6	13,3	12,7	13,0	12,6	13,6	15,2	16,0	18,7	14,3	7,1
1915	<i>t</i>	2,3	3,6	6,1	11,1	16,6	20,2	20,9	19,2	14,9	8,9	4,6	7,6	11,3	18,6
	φ	79	78	70	68	71	70	72	72	71	84	80	78	74	16
	<i>v</i>	16,2	15,8	13,6	12,8	13,3	12,8	13,3	13,3	13,3	18,0	16,4	15,5	14,3	5,2
1916	<i>t</i>	3,9	3,2	10,4	11,9	16,9	19,7	22,2	20,6	15,4	11,2	8,0	6,0	12,5	19,0
	φ	80	79	75	74	72	67	57	61	73	79	84	88	74	31
	<i>v</i>	16,4	16,1	14,6	14,3	13,6	12,5	10,2	11,0	13,8	15,7	18,1	20,3	14,3	10,1
1917	<i>t</i>	1,1	-3,2	4,6	9,7	17,3	22,0	22,2	22,7	19,1	12,4	6,1	-0,3	11,1	25,9
	φ	84	80	78	72	66	61	65	62	67	76	75	81	72	23
	<i>v</i>	18,5	16,7	15,7	13,9	12,3	10,9	12,1	11,2	12,5	14,8	14,7	16,8	13,8	7,6
1918	<i>t</i>	3,1	-2,3	7,4	13,4	16,9	17,0	21,1	20,0	17,9	11,2	4,8	4,0	11,6	18,8
	φ	81	76	69	72	68	72	73	75	79	86	87	88	77	20
	<i>v</i>	16,8	15,3	13,3	13,7	12,7	13,5	13,5	14,2	15,4	18,8	19,8	20,4	15,2	7,7
1919	<i>t</i>	4,0	2,4	7,8	9,6	13,2	18,5	18,8	20,7	18,5	9,9	5,6	2,7	11,0	18,3
	φ	84	81	79	89	70	73	75	75	80	85	86	85	80	19
	<i>v</i>	18,3	16,8	15,9	20,6	13,2	13,7	14,3	14,2	15,6	18,5	19,2	18,8	16,0	7,4
1920	<i>t</i>	4,3	5,3	9,7	14,2	18,5	18,5	22,3	19,4	17,9	9,4	1,9	2,6	12,0	20,4
	φ	78	69	69	71	69	77	69	76	78	76	80	88	75	19
	<i>v</i>	15,7	13,4	13,2	13,4	12,7	14,8	12,6	14,5	15,2	14,9	16,5	20,5	14,6	7,9
Prosjek 1911-1920	<i>t</i>	1,4	2,4	8,1	11,5	16,2	19,2	21,0	20,4	16,6	10,9	5,8	3,8	11,4	19,6
	φ	80	76	72	70	69	69	69	70	75	79	81	84	74	15
	<i>v</i>	16,5	15,2	13,9	13,3	12,8	12,7	12,6	12,7	14,3	15,7	16,7	18,3	14,3	5,7

Ged.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amp. lituda
1921	<i>t</i>	5,2	3,3	9,3	10,8	17,9	18,5	23,8	22,6	17,5	13,3	3,2	0,5	12,1	23,3
	φ	76	71	65	70	69	68	61	61	62	71	87	81	70	26
	<i>v</i>	15,1	13,9	12,5	13,3	12,8	12,6	10,8	10,9	11,6	13,4	19,9	16,8	13,2	9,1
1922	<i>t</i>	-0,8	-0,4	9,2	10,8	16,8	20,5	21,7	21,7	15,6	9,2	4,1	3,8	11,0	22,5
	φ	81	78	71	73	64	68	61	63	79	88	78	80	74	27
	<i>v</i>	16,9	16,0	13,6	14,1	12,1	12,6	11,0	11,5	15,6	20,1	15,8	16,4	14,3	9,1
1923	<i>t</i>	2,3	2,2	7,7	10,7	17,7	16,1	22,3	21,7	17,1	15,2	7,9	1,9	11,9	20,4
	φ	76	84	70	74	67	73	67	64	75	75	88	85	75	24
	<i>v</i>	15,2	18,4	13,5	14,4	12,5	13,8	12,4	11,8	14,3	14,4	20,2	18,9	14,5	8,4
1924	<i>t</i>	-1,8	0,0	5,5	11,5	17,6	19,9	21,0	18,6	18,1	11,7	5,4	1,5	10,8	22,8
	φ	84	86	79	74	77	72	72	76	78	84	80	91	79	19
	<i>v</i>	18,6	19,5	16,0	14,3	14,8	13,3	13,3	14,5	15,1	17,7	16,3	22,5	15,7	9,2
1925	<i>t</i>	1,8	6,4	5,5	12,4	16,8	18,6	21,4	20,6	15,0	11,9	6,1	0,9	11,5	20,5
	φ	85	77	73	74	73	69	75	76	81	82	89	84	78	20
	<i>v</i>	18,9	15,4	14,3	14,3	13,7	12,7	14,9	14,4	16,1	16,7	20,8	18,5	15,4	8,1
1926	<i>t</i>	0,6	7,6	6,3	13,0	15,5	17,7	20,0	19,4	18,2	13,3	12,3	1,4	12,1	19,4
	φ	84	79	75	70	73	77	80	79	76	81	83	87	79	17
	<i>v</i>	18,5	15,8	14,7	13,2	13,8	14,8	15,3	15,3	14,5	16,2	17,0	20,0	15,7	6,8
1927	<i>t</i>	2,9	2,4	9,5	12,2	15,9	21,0	23,3	21,9	18,4	11,7	7,4	-1,4	12,1	24,7
	φ	82	74	74	73	80	69	67	69	79	79	84	89	77	22
	<i>v</i>	17,2	14,7	14,4	14,0	15,7	12,7	12,4	12,3	15,4	15,7	18,1	21,3	15,0	8,9
1928	<i>t</i>	0,9	3,7	5,2	12,6	13,4	19,1	25,0	22,4	17,9	12,3	8,6	1,7	11,8	24,1
	φ	88	70	78	72	75	66	57	69	80	80	84	87	75	31
	<i>v</i>	20,6	13,7	15,7	13,7	14,5	12,3	9,9	12,7	15,7	15,9	18,0	20,0	14,6	10,7
1929	<i>t</i>	-4,0	-7,2	4,7	8,9	17,5	19,7	22,0	22,3	18,3	12,9	8,2	4,0	10,6	29,5
	φ	81	72	67	70	73	76	66	72	67	83	89	85	75	23
	<i>v</i>	17,1	14,0	12,9	13,5	13,7	14,4	12,2	13,2	12,4	17,0	20,7	18,7	14,6	8,5
1930	<i>t</i>	1,6	3,0	9,7	12,9	15,4	22,0	21,7	20,2	18,2	11,5	10,2	2,5	12,4	19,4
	φ	88	74	70	73	73	67	70	72	79	81	75	87	76	21
	<i>v</i>	20,6	14,7	13,4	14,0	13,7	12,4	12,8	13,3	15,4	16,3	14,6	19,9	14,7	8,2
Prosjek 1921-1930	<i>t</i>	0,9	2,1	7,3	11,5	16,5	19,3	22,2	21,1	17,3	12,3	7,4	1,7	11,6	21,3
	φ	83	77	72	72	72	71	68	70	76	80	84	86	76	18
	<i>v</i>	18,0	15,6	14,0	13,8	13,5	13,1	12,5	12,9	14,5	15,9	18,1	19,4	14,7	6,9

God.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amplituda
1931	<i>t</i>	2,6	1,9	3,5	9,8	18,1	21,7	23,4	21,1	13,6	11,0	6,1	0,7	11,1	22,7
	φ	79	82	71	65	65	69	58	67	76	76	84	80	73	26
	<i>v</i>	16,2	17,3	13,9	12,4	12,2	12,7	10,2	12,4	14,7	14,8	18,2	16,6	14,1	8,0
1932	<i>t</i>	0,6	-3,2	1,4	11,0	16,4	18,6	22,4	23,4	20,8	12,6	6,4	1,8	11,0	26,6
	φ	82	72	76	69	74	70	70	66	71	86	87	95	76	29
	<i>v</i>	17,5	14,5	15,3	13,1	14,0	12,8	12,7	12,2	13,0	18,8	19,6	26,3	14,8	14,1
1933	<i>t</i>	-1,9	2,4	7,7	10,4	14,6	17,0	21,5	21,1	16,5	11,7	6,1	-2,8	10,4	24,3
	φ	93	77	65	62	76	74	66	66	76	85	87	89	76	28
	<i>v</i>	22,0	15,6	12,5	11,9	14,7	14,0	12,3	12,2	14,6	18,4	19,6	21,3	14,8	10,1
1934	<i>t</i>	0,1	2,8	9,7	14,7	18,1	18,5	21,9	20,8	18,4	11,2	7,8	6,8	12,6	21,8
	φ	88	71	73	68	71	75	69	78	79	85	84	87	77	20
	<i>v</i>	20,6	14,0	14,1	12,7	13,2	14,3	12,7	15,0	15,3	18,4	18,1	19,6	15,1	7,9
1935	<i>t</i>	-1,7	3,4	6,0	11,7	14,7	22,0	21,9	20,9	17,3	14,1	6,3	3,5	11,7	23,6
	φ	79	72	67	71	67	64	64	68	72	81	89	87	73	25
	<i>v</i>	16,3	14,2	12,8	13,5	12,6	11,8	11,8	12,6	13,5	16,2	20,8	19,9	14,0	9,0
1936	<i>t</i>	6,7	4,5	9,8	12,1	17,2	19,3	22,7	20,6	17,3	7,8	6,1	1,6	12,1	21,1
	φ	82	77	71	72	76	74	71	68	74	81	85	88	77	20
	<i>v</i>	16,9	15,4	13,6	13,7	14,6	13,9	12,3	12,6	14,0	16,6	18,6	20,5	15,1	7,9
1937	<i>t</i>	-1,0	4,1	8,5	10,9	18,2	20,8	21,6	20,4	17,2	12,4	5,3	2,5	11,8	22,6
	φ	87	81	77	77	68	74	75	79	82	84	88	84	80	20
	<i>v</i>	20,0	16,7	15,2	15,2	12,6	13,8	14,0	15,3	16,4	17,7	20,3	18,4	16,0	7,7
1938	<i>t</i>	1,6	2,6	10,3	8,7	14,8	21,8	22,7	20,8	16,8	12,6	8,3	0,6	11,8	22,1
	φ	80	74	60	68	70	67	65	77	76	83	85	87	74	27
	<i>v</i>	16,6	14,7	11,5	12,9	13,1	12,4	12,1	14,7	14,6	17,0	18,5	20,0	14,3	8,5
1939	<i>t</i>	4,4	4,5	4,8	15,0	14,7	19,8	22,9	21,9	17,1	11,4	7,3	1,2	12,1	21,7
	φ	82	73	67	58	77	74	62	70	74	84	86	82	74	28
	<i>v</i>	17,1	14,4	12,9	10,7	15,0	13,8	11,2	12,7	14,0	17,8	19,0	17,4	14,3	8,3
1940	<i>t</i>	-5,9	-2,9	5,4	12,0	14,8	19,3	20,7	18,3	16,9	11,3	9,3	-3,0	9,7	26,6
	φ	81	81	70	68	80	73	73	77	81	87	82	81	78	19
	<i>v</i>	17,3	17,0	13,6	12,7	15,8	13,6	13,6	14,8	16,0	19,3	16,9	17,0	15,5	6,6
Prosjek 1931-1940	<i>t</i>	0,6	2,0	6,7	11,6	16,2	19,9	22,2	20,9	17,2	11,6	7,0	1,3	11,4	21,6
	φ	83	76	70	68	72	71	67	72	76	83	86	86	76	19
	<i>v</i>	18,0	15,3	13,6	12,8	13,5	12,0	12,4	13,3	14,6	17,1	19,1	19,4	14,8	7,0
Prosjek 1891-1940	<i>t</i>	0,3	2,2	7,1	11,4	16,1	19,4	21,6	20,7	16,9	11,8	6,3	2,1	11,3	21,3
	φ	82	76	71	68	70	70	68	70	75	80	82	84	75	16
	<i>v</i>	17,5	15,3	13,7	12,8	13,0	12,8	12,6	12,8	14,3	15,9	16,9	18,4	14,6	5,8





23

57.3

Tablica 7

Srednjaci		Mjesečni srednjaci			Godišnji srednjaci		
		vrijednost	mjesec i godina	amplituda	vrijednost	godina	amplituda
temperature	najveći najmanji	25° C -6,5° C	VII. 1928. I. 1891.	31,5° C	12,6° C 9,7° C	1934. 1940.	2,9° C
rel. vlage	najveći najmanji	95% 47%	XII. 1932. IV. 1893.	48%	80% 68%	1919. 1937. 1894.	12%
vlage drveta	najveći najmanji	26,3% 9,2%	XII. 1932. IV. 1893.	17,1%	16% 12,8%	1919. 1937. 1894.	3,2%

Tablica br. 7 pokazuje, da ekstremne vrijednosti mjesecanih i godišnjih srednjaka relativne vlage i vlage u drvetu padaju u isto vrijeme. Ovaj se paralelizam još jasnije vidi u tablici br. 8 i na sl. 3. On pokazuje, da na vlagu drveta jače utječe relativna vлага nego temperatura uzduha.

Tablica br. 8 pokazuje učestalost, t. j. koliko puta i u koji mjesec padaju ekstremne vrijednosti mjesecanih srednjaka temperature, relativne vlage u drvetu u razdoblju 1891–1940 godine.

Tablica br. 8

Mjesečni srednjaci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
najveći temperature	—	—	—	—	—	—	37	13(1)	—	—	—	—
najmanji	28	7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	14
rel. vlage	najveći najmanji	10	2	—	1	—	—	—	—	3	10	24
	(1)	1(1)	18	4(2)	8(2)	13	6(1)	—	—	—	—	—
vlage drveta	najveći najmanji	10	2	—	1	—	—	—	—	3	10	24
	—	—	1	18	4	8(2)	13	6	—	—	—	—

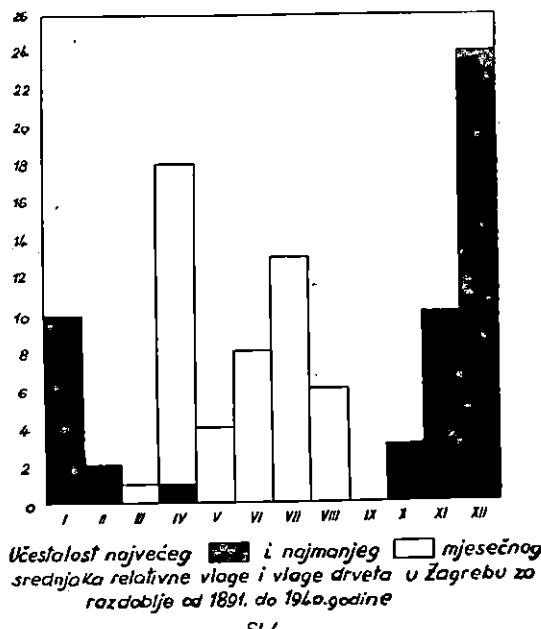
Brojevi u zagradama pokazuju, da su ekstremne vrijednosti mjesecanih srednjaka u nekim slučajevima kroz više mjeseci u godini jednake, što se pojavljuje zbog toga, jer se relativna vлага zaokružuje na cijele brojeve.

Iz tablice br. 8 i sl. 4 izlazi, da je najveći mjeseci srednjak relativne vlage i vlage drveta u Zagrebu najčešći u prosincu, a najmanji je najčešći u travnju. Najveći mjeseci srednjak temperature najčešći je u srpnju, a najmanji u siječnju.

2. Ravnoteža vlage u Zagrebu, Sarajevu i Mostaru u toku 30 godina

U tablici br. 9 i na sl. 3 nalaze se mjesecni i godišnji srednjaci temperature, relativne vlage i vlage u drvetu za razdoblje od 30 godina (1901–1930), za Zagreb, Sarajevo i Mostar. Podaci za Zagreb (Grič) uzeti su iz istih izvora kao i podaci u tablici br. 6, a za Sarajevo i Mostar dobiveni su od Uprave hidrometeorološke službe pri Vladi NR Bosne i Hercegovine.

Mjesečni srednjaci vlage drveta za navedeno razdoblje od 30 godina iznosili su u Mostaru 9,2–13,3%, u Sarajevu 12,7–17,4% i u Zagrebu 12,5–18,8%. Za isto razdoblje iznosio je godišnji srednjak vlage drveta u Zagrebu 14,6%, u Sarajevu 14,4% i u Mostaru 11,4%.



3. Apsolutno odstupanje srednjaka vlage drveta pojedinog decenija od srednjaka za više decenija

Tablica br. 10 pokazuje apsolutno odstupanje srednjaka vlage drveta pojedinog decenija od srednjaka za više decenija. Zadnja okomita rubrika tablice br. 10 pokazuje apsolutno odstupanje srednjaka vlage jednog decenija od srednjaka za sve decenije iste meteorološke postaje. Apsolutno odstupanje nije veće od 0,8%.

Ako se želi dobiti pregled o kretanju vlage drveta za jednu pokrajinu ili državu u jednom određenom vremenskom razdoblju (na pr. u jednom deceniju) treba ustanoviti srednjake vlage drveta za veći broj mjeseci. Redovno se ne raspolaže istodobnim podacima o temperaturi i relativnoj vlazi, kad se radi o većem broju mesta i dužem vremenskom intervalu. Iz tablice br. 10 vidi se, da se vлага drveta može ustanoviti za bilo koje jednakog dugo vremensko razdoblje (decenij), a da se pritom ne udaljujemo mnogo od prave vrijednosti, koju bismo dobili za istodobne podatke. Na temelju

Tablica 9

Postaja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G. v.	Ampli-tuda
Zagreb (Grič)	<i>t</i>	0,6	2,2	7,5	11,3	16,2	19,3	21,5	20,7	16,8	11,7	6,2	2,8	11,4	20,9
	φ	81	77	72	71	71	70	68	70	75	80	82	85	75	17
	<i>v</i>	16,8	15,5	14,0	13,6	13,3	12,9	12,5	12,8	14,3	16,0	17,0	18,8	14,6	6,3
Sarajevo	<i>t</i>	-1,5	0,2	5,4	9,3	13,8	16,5	18,8	18,6	15,2	10,2	5,4	1,5	9,4	20,3
	φ	80	76	70	68	71	73	70	69	73	78	78	82	74	14
	<i>v</i>	16,7	15,4	13,6	12,9	13,4	13,8	12,8	12,7	13,8	15,4	15,7	17,4	14,4	4,7
Mostar	<i>t</i>	5,2	6,3	10,1	13,5	18,5	22,1	25,4	25,1	20,7	15,3	10,6	7,1	15,0	20,2
	φ	63	61	61	62	60	59	52	52	60	68	66	69	61	17
	<i>v</i>	12,3	11,9	11,7	11,8	10,9	10,5	9,2	9,2	10,8	12,7	12,6	13,3	11,4	4,1

Tablica 10

Postaja	Razdoblje	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aps. odstup. za decenij
Zagreb	1891–1940	1,0	1,2	0,9	1,0	0,5	0,3	0,0	0,5	1,1	1,2	2,2	1,0	0,8
Beograd	1921–1950	2,3	0,3	0,4	0,5	0,8	0,6	0,4	1,3	1,1	1,1	0,6	1,5	0,7
Sarajevo	1901–1930	0,7	0,7	0,7	0,8	1,1	0,6	1,4	1,5	0,9	0,7	0,7	1,5	0,5
Mostar	1901–1930	0,7	0,4	0,8	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,7	0,9	0,4	1,1	0,8

toga za neku pokrajinu ili državu može se s dovoljnom točnošću ustanoviti vлага ravnoteže, iako se ne raspolaže posve istodobnim podacima temperature i relativne vlage uzduha za sva mesta.

III KOLEBANJE RAVNOTEŽE VLAGE PO LOKALITETIMA U FNR JUGOSLAVIJI

1. Meteorološki podaci

Od Uprava za hidrometeorološku službu pojedinih narodnih republika dobiveni su podaci izvađeni iz originalnih mjesecnih meteoroloških izvještaja. Za NR Sloveniju iz originala su izvađeni podaci samo za Ljubljantu, a za ostala mesta iz prijepisa, koji su sačuvani u Ljubljani, jer su originali nestali za vrijeme drugog svjetskog rata.

Meteorološki podaci za pojedina mesta uzeti su:

1. od Uprave hidrometeorološke službe pri Komiteju za vodno gospodarstvo LRS (Ljubljana akt br. 2465 od 25. I. 1951.) za: Bled, Ljubljantu, Ruše, Maribor, Rogašku Slatinu, Novo Mesto i Golnik;

2. od Savezne uprave hidrometeorološke službe, Pomorsko meteorološko odelenje (Split akt br. 4706 od 23. februara 1951.) za: Zadar, Šibenik, Dubrovnik, Hercegnovi, Split, Hvar i Rab;

3. od Uprave hidrometeorološke službe pri Vladi NR Bosne i Hercegovine (Sarajevo akt br. 3527 od 2. I. 1951.) za: Sarajevo, Mostar, Tuzlu, Banju Luku, Bihać i Travnik;

4. od Uprave hidrometeorološke službe pri Vladi NR Srbije (Beograd akt br. 6149 od 5. I. 1951.) za: Kragujevac, Niš, Zaječar, Vršac, Novi Sad, Beograd, Titovo Užice, Rankovićevo, Koviljaču, Veliko Gradište i Kosovsku Mitrovicu;

5. od Uprave hidrometeorološke službe pri Vladi NR Makedonije (Skoplje akt br. 4086 od 2. I. 1951.) za: Prilep, Demir Kapiju, Štip, Skoplje i Bitolj.

6. Podaci za meteorološke postaje: Kraljevicu, Crikvenicu, Senj, Gospic, Ravnu Goru, Topusko, Zagreb-Borongaj, Zagreb-Maksmir, Zagreb-Grič, Klenovnik, Lepoglavu, Čakovec, Sl. Požegu, Sl. Brod, Osijek i Sremsku Mitrovicu uzeti su iz publikacije: Geofizički zavod u Zagrebu – Građa za klimu Hrvatske, 1. svezak, Klimatski podaci za 18 postaja u Sjevernoj Hrvatskoj iz god. 1928 do 1937, Zagreb 1943.

7. Za meteorološke postaje: Gorica, Trst, Opatija, Pazin, Učka i Pula, u nedostatku originalnih podataka uzeti su podaci iz publikacije dr. *Ervin Biel*, Klimatographie des ehemaligen Österreichischen Küstenlandes, Wien 1927.

8. Podaci za Bjelašnicu uzeti su iz knjige dr. *J. Moscheles*, Das Klima von Bosnien und Herzegowina, Sarajevo 1918, god., a za Livno iz knjige Zemljopis Hrvatske I, Zagreb 1942.

Iskaz meteoroloških postaja

Red. broj	Postaja	Nadmor. visina	Sjever. širina	Istoč. dužina od Gr.	Red. broj	Postaja	Nadmor. visina	Sjever. širina	Istoč. dužina od Gr.
		m	°	'			m	°	'
1	Bled	501	46-22	14-07	32	Čakovac	170	46-23	16-26
2	Ljubljana	298	46-04	14-31	33	Lipik	154	46-25	17-10
3	Ruše	309	46-32	15-31	34	Slav. Požega	152	45-20	17-41
4	Maribor	275	46-32	15-39	35	Slav. Brod	96	45-09	18-01
5	Rogaška Slatina	230	46-14	15-38	36	Osijek	94	45-33	18-41
6	Novo Mesto	193	45-48	15-11	37	Bihać	234	44-49	15-52
7	Golnik	500	46-20	14-20	38	Banja Luka	160	44-47	17-12
8	Gorica	86	45-57	13-37	39	Travnik	500	44-14	17-40
9	Trst	26	45-39	13-46	40	Tuzla	360	44-32	18-42
10	Pula	82	44-52	13-51	41	Sarajevo	630	43-52	18-26
11	Pazin	275	45-14	13-56	42	Bjelašnica	2067	43-12	18-15
12	Učka	950	45-17	14-12	43	Livno	808	43-50	17-01
13	Opatija	11	45-20	14-18	44	Mostar	70	43-21	17-49
14	Kraljevica	1	45-16	14-34	45	Titovo Užice	432	43-51	19-52
15	Crikvenica	2	45-10	14-41	46	Koviljača	125	44-30	19-09

16	Senj	7	44-59	14-54	47	Srem. Mitrovica	87	44-58	19-37
17	Rab*	16	44-45	14-48	48	Beograd	133,6	44-48	20-28
18	Zadar	15	44-07	15-14	49	Petrovaradin	79	45-15	19-52
19	Šibenik	39	43-44	15-54	50	Novi Sad	124	45-15	19-52
20	Split	128	43-31	16-26	51	Vršac	91	45-07	21-18
21	Hvar**	10	43-10	16-26	52	Vel. Gradište	83	44-45	21-31
22	Dubrovnik	20	42-38	18-05	53	Zaječar	128	43-54	22-16
23	Hercegnovi*** . . .	70	42-26	18-36	54	Kragujevac	175	44-01	20-54
24	Gospic	565	44-33	15-22	55	Rankovićevo	200	43-43	20-41
25	Ravna Gora	793	45-23	14-57	56	Niš	195,4	43-21	21-52
26	Topusko	120	45-18	15-58	57	Kos. Mitrovica	521	42-53	20-52
27	Zagreb-Borongaj . . .	121	45-49	16-01	58	Skoplje	240	42-00	21-28
28	Zagreb-Grič	163	45-49	15-59	59	Demir-Kapija	110	41-25	22-15
29	Zagreb-Maksimir . . .	121	45-49	16-01	60	Štip	322	41-44	22-12
30	Klenovnik	248	46-16	16-05	61	Prilep	661	41-21	21-33
31	Lepoglava	225	43-13	16-03	62	Bitolj	587	41-03	21-23

¹ Podaci za Livno odnose se na džamiju u Livnu

* Nadmorska visina meteorološke stанице била је 342 м 1935-1940. године

** Nadmorska visina meteorološke stанице била је 241 м 1936-1940 године

*** Nadmorska visina meteorološke stанице била је 5 м 1935-1940 године

Tablica 11

30 Srednje mjesecne i godisnje temperature uzduha (t), relativne vlage (φ) i vlage u drvetu (v) u razlicnim mjestima FNR Jugoslavije za duzi niz godina

Postaja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amplituda	Razdoblje	Broj god.
Bled	t	-1,4	0,4	4,6	8,8	13,4	17,8	19,6	18,9	15,2	9,5	4,9	-1,5	9,2	21,1	1930-1933 1935-1940	10
	φ	87	79	73	75	73	74	74	75	79	84	86	86	79	14		
	v	29,1	16,3	14,4	14,7	13,8	14,0	13,8	14,2	15,5	18,0	19,2	19,6	15,8	6,3		
Ljubljana	t	-1,3	0,3	4,7	9,7	14,0	18,0	19,8	18,6	15,0	9,8	5,0	-1,1	9,3	21,1	1931-1940	10
	φ	89	80	75	73	75	75	73	77	81	86	89	90	80	17		
	v	21,3	16,6	14,8	14,2	14,5	14,3	13,6	14,8	16,1	18,9	20,9	21,9	16,1	8,3		
Ruše	t	-1,3	-0,5	2,7	10,6	13,3	17,7	20,0	18,9	15,8	9,7	4,5	0,7	9,3	21,3	1932, 1934 1935, 1939	4
	φ	70	63	68	60	65	64	64	71	76	79	82	85	71	25		
	v	13,9	12,5	13,3	11,5	12,3	12,1	12,0	13,1	14,7	15,7	17,1	18,9	13,6	7,4		
Maribor	t	0,0	1,1	5,2	9,8	14,6	18,3	20,1	18,7	15,1	10,0	5,4	0,1	9,9	20,1	1930-1939	10
	φ	88	81	76	75	77	79	75	80	83	82	87	88	81	13		
	v	20,6	16,3	15,1	14,6	14,9	15,4	14,2	15,6	16,9	16,8	19,7	29,6	16,4	6,4		
Rogaška Slatina	t	-0,8	0,0	4,5	9,3	14,2	18,2	19,8	18,3	14,8	9,4	4,8	-0,5	9,3	20,6	1930-1939	10
	φ	84	78	75	74	77	77	76	77	81	84	85	87	79	13		
	v	18,6	16,0	14,8	14,3	15,0	14,8	14,4	14,8	16,2	18,0	18,7	20,0	15,8	5,7		
Novo Mesto	t	-0,6	-0,5	5,1	10,0	15,1	19,1	21,2	19,9	15,7	10,4	5,8	0,6	10,2	21,8	1929-1936 1938 i 1939	10
	φ	87	80	76	73	75	74	70	76	81	86	89	90	80	20		
	v	20,0	16,6	15,1	14,2	14,4	13,9	12,8	14,4	16,1	18,9	20,9	21,8	16,0	9,0		
Golnik	t	-0,9	0,6	4,8	7,9	13,0	16,5	18,7	17,9	14,8	9,0	4,5	-0,2	8,9	19,6	1932-1938	7
	φ	84	76	74	76	76	77	75	77	82	85	88	88	80	14		
	v	18,6	15,3	14,6	15,0	14,7	14,8	14,2	14,8	16,5	18,5	20,4	20,6	16,1	6,4		
Gorica	t	2,9	4,4	7,6	12,4	16,6	20,5	22,9	22,2	18,2	13,3	7,8	4,5	12,8	20,0	1870-1914 1891-1914	45
	φ	69	69	69	65	68	68	65	70	76	74	74	74	69	11		
	v	13,5	13,4	13,3	12,4	12,7	12,6	12,1	12,1	12,9	14,7	14,5	14,6	12,9	2,6		

Postaja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amp- lituda	Razdoblje	Broj god.
Trst	<i>t</i>	4,1	5,2	8,3	12,4	16,7	20,7	23,4	22,7	19,1	14,4	9,3	6,0	13,5	19,3	1870–1914	45
	<i>φ</i>	69	70	67	63	65	64	62	62	65	71	69	71	66	9	1891–1914	24
	<i>v</i>	13,4	13,6	12,7	12,1	12,3	11,9	11,1	11,2	12,2	13,4	13,2	13,8	12,5	2,7		
Pula	<i>t</i>	4,9	5,6	8,2	11,9	16,2	20,4	23,2	22,6	18,9	14,5	9,9	6,7	13,6	18,3	1870–1914	45
	<i>φ</i>	75	75	75	74	74	71	69	69	73	78	77	78	74	9	1891–1914	24
	<i>v</i>	14,8	14,7	14,7	14,3	14,1	13,0	12,6	12,6	13,6	15,2	15,2	15,6	14,2	3,0		
Pazin	<i>t</i>	1,5	2,9	6,0	10,5	15,0	18,6	21,1	20,0	15,9	11,5	6,3	3,5	11,1	19,6	1884–1914	31
	<i>φ</i>	73	72	70	65	63	65	61	62	68	75	76	79	69	18	1891–1914	24
	<i>v</i>	14,5	14,2	13,6	12,4	12,0	12,2	11,0	11,4	12,7	14,6	15,1	16,2	13,1	5,2		
Učka	<i>t</i>	-1,5	-0,4	2,3	6,0	10,3	13,8	16,7	15,7	12,2	8,4	3,5	0,5	7,3	18,2	1891–1906	16
	<i>φ</i>	70	75	76	65	65	64	67	71	75	73	78	71	14		1891–1914	24
	<i>v</i>	13,9	15,1	15,2	12,6	12,4	12,3	12,1	12,6	13,5	14,7	14,4	15,9	13,7	3,8		
Opatija	<i>t</i>	4,7	5,5	8,1	11,9	16,0	19,8	22,4	22,0	18,2	13,8	9,2	6,2	13,2	17,7	1886–1914	29
	<i>φ</i>	76	77	77	76	78	77	73	72	77	82	79	79	77	10	1891–1914	24
	<i>v</i>	15,2	15,4	15,3	14,7	15,2	14,7	13,4	13,2	14,7	16,6	15,7	15,9	15,0	3,4		
Kraljevica	<i>t</i>	6,1	5,4	9,0	12,5	17,5	21,5	24,4	23,8	20,0	14,9	11,1	7,0	14,4	19,0		
	<i>φ</i>	75	73	77	79	79	72	69	69	73	78	82	77	75	13	1928–1937	10
	<i>v</i>	14,7	14,3	15,2	15,6	15,4	13,2	12,6	12,6	13,6	15,2	16,7	15,3	14,4	4,1		
Crikvenica	<i>t</i>	5,9	5,4	9,1	12,6	17,4	21,4	24,1	23,5	19,7	14,6	10,8	6,9	14,3	18,7		
	<i>φ</i>	72	67	70	72	71	67	64	66	70	74	77	74	70	13	1928–1937	10
	<i>v</i>	14,1	12,8	13,4	13,7	13,2	12,4	11,7	12,2	12,8	14,2	15,2	14,5	13,2	3,5		
Senj	<i>t</i>	5,5	5,0	9,0	12,8	17,7	21,5	24,8	24,2	20,3	15,1	11,1	6,7	14,5	19,8		
	<i>φ</i>	74	72	70	74	75	70	65	67	70	72	73	73	71	10	1928–1937	10
	<i>v</i>	14,6	14,1	13,4	14,2	14,3	12,8	12,0	12,3	12,8	13,6	14,1	14,3	13,4	2,6		
Rab	<i>t</i>	6,1	7,1	9,3	12,7	17,2	21,5	24,2	23,3	20,1	15,1	11,6	7,1	14,6	18,1		
	<i>φ</i>	75	71	65	71	72	67	59	63	69	73	75	71	69	16	1935–1940	11
	<i>v</i>	14,7	13,7	12,5	13,4	13,5	12,4	10,5	11,4	12,7	13,8	14,6	13,7	12,9	4,2		1946–1950	11

Postaja.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amplituda	Razdoblje	Broj god.
Zadar	<i>t</i>	6,5	7,5	9,9	12,8	18,2	21,5	24,0	23,9	20,7	15,7	11,8	8,2	15,1	17,5	1947-1950	4
	<i>φ</i>	71	71	68	70	72	66	64	65	76	74	75	72	70	12		
	<i>v</i>	13,7	13,7	12,8	13,2	13,4	12,3	11,7	12,0	14,4	14,1	14,6	13,9	13,1	2,9		
Šibenik	<i>t</i>	4,5	7,4	10,0	14,5	19,1	22,8	26,0	25,3	21,9	15,2	11,8	7,2	15,5	21,5	1946 i 1947 1949 i 1950	4
	<i>φ</i>	57	65	64	66	70	63	57	58	67	69	73	68	65	16		
	<i>v</i>	11,2	12,5	12,3	12,5	12,8	11,4	9,8	10,2	12,4	12,8	14,0	13,0	12,3	4,2		
Split	<i>t</i>	7,1	8,1	10,6	14,4	18,5	22,8	26,0	25,2	21,7	16,7	13,0	8,2	16,0	18,9	1926-1928	17
	<i>φ</i>	66	62	63	63	64	59	53	54	63	68	71	67	63	18	1933-1940	
	<i>v</i>	12,7	12,2	12,2	12,0	12,1	10,5	9,8	9,5	11,6	12,7	13,4	12,7	11,9	4,1	1945-1950	
Hvar	<i>t</i>	8,1	8,8	10,5	13,8	18,2	22,2	25,0	24,3	21,2	16,5	13,5	8,8	15,9	16,9	1936-1940	10
	<i>φ</i>	73	70	68	70	71	65	63	65	71	74	75	73	70	12	1946-1950	
	<i>v</i>	14,2	13,4	12,8	13,2	13,2	12,1	11,3	12,0	12,9	14,0	14,5	14,2	13,9	3,2		
Dubrovnik	<i>t</i>	8,4	9,4	11,1	14,4	18,6	22,5	25,1	24,3	21,2	16,6	13,4	9,6	16,2	16,7	1936-1940	10
	<i>φ</i>	64	64	66	67	72	68	64	63	68	68	72	66	67	9	1945-1947	
	<i>v</i>	12,4	12,3	12,6	12,6	13,4	12,5	11,7	11,3	12,6	12,7	13,7	12,6	12,6	2,4	1949 i 1950	
Herceg novi	<i>t</i>	9,1	9,3	10,9	14,3	18,2	22,2	25,0	24,2	21,1	17,3	13,3	10,0	16,2	15,9	1935-1940	9
	<i>φ</i>	68	67	60	69	72	68	63	65	70	75	75	70	69	12	1948-1950	
	<i>v</i>	12,9	12,7	11,5	12,9	13,4	12,5	11,3	12,0	12,8	14,3	14,5	13,3	12,8	3,2		
Gospic	<i>t</i>	-1,6	-2,5	3,3	8,4	13,2	17,1	19,4	18,7	14,2	9,3	5,2	0,3	8,3	21,9	1928-1937	10
	<i>φ</i>	85	80	80	78	77	75	70	73	79	85	89	87	80	19		
	<i>v</i>	19,0	16,7	16,4	15,6	15,0	14,3	12,8	13,6	15,6	18,5	20,9	20,0	16,1	8,1		
Ravna Gora	<i>t</i>	-2,5	-2,9	1,3	6,1	11,0	14,8	17,1	16,1	12,4	7,5	3,4	-1,0	6,9	20,0	1928-1937	10
	<i>φ</i>	90	85	85	83	82	79	78	80	85	88	91	91	85	13		
	<i>v</i>	22,0	19,1	18,9	17,6	16,7	15,6	15,2	15,7	18,3	20,2	22,3	22,7	18,3	7,5		
Topusko	<i>t</i>	-1,1	-1,0	5,0	10,3	15,2	18,9	20,8	19,8	15,5	10,3	5,9	1,1	10,0	21,9	1928-1937	10
	<i>φ</i>	90	85	83	79	80	79	76	80	86	88	91	92	85	16		
	<i>v</i>	21,9	19,0	17,7	15,7	15,7	15,3	14,4	15,6	18,6	20,0	22,1	23,5	18,4	9,1		

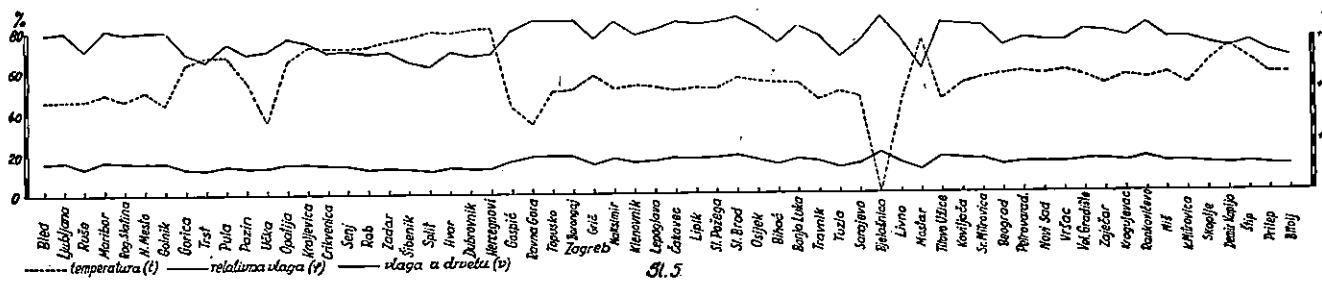
Postaja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amp-plituda	Razdoblje	Broj god.
Zagreb (Borongaj)	<i>t</i>	-0,8	-0,2	5,2	10,4	15,3	18,8	21,0	19,9	16,0	10,6	5,9	1,2	10,3	21,8	1928-1937	10
	φ	91	86	84	80	78	78	76	79	82	88	91	93	85	17		
	<i>v</i>	22,6	19,5	18,2	16,0	15,2	15,1	14,4	15,3	16,5	20,0	22,1	24,5	18,4	10,1		
Zagreb (Grič)	<i>t</i>	0,4	1,5	6,6	11,5	16,4	19,9	22,3	21,3	17,5	11,8	7,2	2,2	11,6	21,9	1928-1937	10
	φ	84	75	71	70	72	71	67	70	76	82	85	87	76	20		
	<i>v</i>	18,5	15,0	13,8	13,3	13,6	13,1	12,4	12,8	14,6	16,7	18,6	20,0	14,8	7,6		
Zagreb (Maksimir)	<i>t</i>	-0,8	-0,1	5,2	10,4	15,3	18,8	21,0	20,0	16,1	10,6	5,9	1,1	10,3	21,8	1928-1937	10
	φ	90	85	83	80	82	79	77	80	84	89	92	92	84	15		
	<i>v</i>	21,9	18,9	17,7	16,0	16,5	15,3	14,7	15,6	17,4	20,7	23,0	23,5	17,9	8,8		
Klenovnik	<i>t</i>	-0,6	0,4	5,8	10,4	15,9	19,0	21,2	19,9	16,6	11,0	6,0	1,2	10,6	21,8	1928-1937	10
	φ	85	77	74	72	72	73	69	75	77	82	86	89	78	20		
	<i>v</i>	19,0	15,7	14,6	13,8	13,6	13,6	12,7	14,1	14,8	16,7	19,1	21,1	15,4	8,4		
Lepoglava	<i>t</i>	-0,5	0,5	5,3	10,2	15,2	18,7	21,9	19,6	16,0	10,9	6,3	1,4	10,4	21,5	1928-1937	10
	φ	85	83	82	75	76	74	72	77	79	82	85	87	80	15		
	<i>v</i>	19,0	18,0	17,0	14,6	14,7	13,9	13,3	14,7	15,5	16,7	18,7	20,0	16,0	6,7		
Čakovac	<i>t</i>	-1,2	-0,7	5,1	10,0	15,8	19,0	21,0	19,6	15,9	10,3	5,6	0,7	10,1	22,2	1928-1937	10
	φ	88	85	83	79	80	78	77	80	83	87	90	90	84	13		
	<i>v</i>	20,6	19,0	17,7	15,7	15,7	15,1	14,7	15,6	16,8	19,4	21,5	21,8	17,9	7,1		
Lipik	<i>t</i>	-0,8	-0,5	5,3	10,6	15,5	19,0	21,1	19,8	15,8	10,7	6,3	1,5	10,4	21,9	1928-1937	10
	φ	89	82	80	78	80	78	76	79	83	87	90	91	83	15		
	<i>v</i>	21,1	17,6	16,3	15,4	15,7	15,1	14,4	15,3	16,8	19,4	21,5	22,5	17,2	8,1		
Sl. Požega	<i>t</i>	-1,1	-0,9	5,0	10,2	15,7	19,0	21,5	20,3	16,3	10,5	6,1	1,0	10,3	22,6	1928-1937	10
	φ	90	86	85	82	81	79	76	80	83	88	90	91	84	15		
	<i>v</i>	22,0	19,6	18,7	16,7	16,1	15,3	14,3	15,6	16,8	20,0	21,5	22,5	17,9	8,2		
Sl. Brod	<i>t</i>	-0,6	0,2	6,2	11,6	16,7	20,0	22,4	21,3	17,4	11,7	6,9	1,6	11,3	23,0	1928-1937	10
	φ	92	88	86	83	83	82	78	83	84	89	92	94	86	16		
	<i>v</i>	23,6	20,6	19,1	17,0	16,7	16,2	14,9	16,6	17,2	20,6	23,0	25,4	18,8	10,5		

Postaja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amp- lituda	Razdoblje	Broj god.
Osijek	<i>t</i>	-1,0	-0,1	5,8	11,2	16,6	20,0	22,5	21,1	16,9	11,4	6,6	1,3	11,0	23,5	1928-1937	10
	<i>φ</i>	89	83	80	78	77	75	71	76	80	85	89	90	81	19		
	<i>v</i>	21,3	18,1	16,3	15,4	14,8	14,2	12,9	14,3	15,7	18,3	20,8	21,7	16,3	8,8		
Bihać	<i>t</i>	-1,0	1,4	6,3	10,7	15,9	19,1	20,8	20,2	15,6	11,7	5,5	3,5	10,8	21,8	1901-1910	10
	<i>φ</i>	77	78	72	68	67	70	69	69	77	80	78	79	74	13		
	<i>v</i>	15,7	15,9	14,0	12,8	12,6	12,8	12,7	12,7	14,9	16,0	15,7	16,1	14,3	3,5		
Banja Luka	<i>t</i>	-1,1	-0,1	6,0	11,4	15,9	19,1	22,9	20,6	17,0	11,1	6,8	0,9	10,8	23,1	1932-1940	9
	<i>φ</i>	84	86	82	80	79	78	76	79	81	84	85	87	82	11		
	<i>v</i>	18,6	19,5	17,0	16,0	15,5	15,1	14,3	15,3	16,0	17,8	18,6	20,9	16,7	5,7		
Travnik	<i>t</i>	-2,6	0,1	4,7	9,2	14,4	17,1	18,8	18,9	14,5	10,3	4,2	1,3	9,2	21,5	1902-1911	10
	<i>φ</i>	81	83	78	74	71	73	73	72	76	81	83	84	77	13		
	<i>v</i>	17,0	18,1	15,7	14,4	13,3	13,7	13,6	13,4	14,7	16,3	17,8	18,5	15,2	5,2		
Tuzla	<i>t</i>	-1,2	0,0	5,0	10,0	14,9	18,5	20,3	19,1	15,3	10,6	6,1	0,1	9,9	21,5	1931-1940	10
	<i>φ</i>	69	64	60	62	66	66	65	68	70	72	73	74	67	14		
	<i>v</i>	13,7	12,6	11,7	12,0	12,4	12,3	12,2	12,6	13,1	13,8	14,3	14,7	12,7	3,0		
Sarajevo	<i>t</i>	-1,5	0,2	5,4	9,3	13,8	16,5	18,8	18,6	15,2	10,2	5,4	1,5	9,4	20,3	1901-1930	30
	<i>φ</i>	80	76	70	68	71	73	70	69	73	78	78	82	74	14		
	<i>v</i>	16,7	15,3	13,6	12,8	13,4	13,7	12,8	12,7	13,8	15,4	15,7	17,4	14,4	4,7		
Bjelashnica	<i>t</i>	-9,6	-8,4	-6,4	-2,6	2,8	6,6	9,1	9,8	5,9	2,3	-3,7	-5,5	0,0	19,4	1901-1910	10
	<i>φ</i>	84	86	80	89	86	88	83	78	84	89	89	88	86	11		
	<i>v</i>	19,0	20,0	16,8	21,3	19,3	20,2	17,3	15,5	18,2	21,0	21,5	21,0	19,5	6,0		
Livno	<i>t</i>	-1,3	0,4	3,9	7,8	12,8	16,2	18,8	18,3	14,4	10,3	4,2	1,3	8,9	20,1	1892-1913 1893-1912 s prekidom	21 8
	<i>φ</i>	82	80	78	72	72	67	66	73	79	79	82	75	16			
	<i>v</i>	17,6	16,6	15,7	13,9	13,7	13,5	12,5	12,3	13,8	15,7	16,1	17,4	14,7	5,3		
Mostar	<i>t</i>	5,2	6,3	10,1	13,5	18,5	22,1	25,4	25,1	20,7	15,3	10,6	7,1	15,0	20,2	1901-1930	30
	<i>φ</i>	63	61	61	62	60	59	52	52	60	68	66	69	61	17		
	<i>v</i>	12,3	11,9	11,7	11,8	10,9	10,5	9,2	9,2	10,7	12,7	12,6	13,3	11,4	4,1		

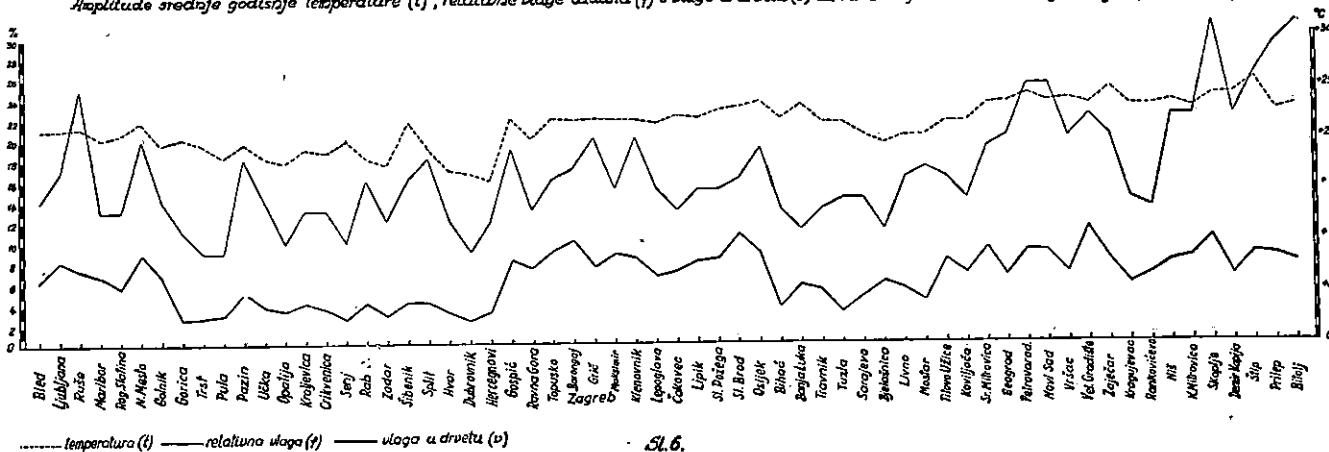
Postaja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amp- lituda	Razdoblje	Broj god.
Titovo Užice	<i>t</i>	-2,8	-0,5	5,1	9,4	13,9	17,7	18,9	18,1	14,8	10,5	5,5	-0,7	9,2	21,7	1933-1940	8
	<i>φ</i>	91	88	82	75	77	80	77	79	81	84	87	91	83	16		
	<i>v</i>	22,8	20,6	17,0	14,6	15,0	15,7	14,7	15,4	16,2	17,9	19,7	22,7	17,3	8,2		
Koviljača	<i>t</i>	0,2	0,9	5,9	10,7	16,1	19,5	21,6	19,9	16,4	11,1	6,6	0,1	10,7	21,5	1931-1933 1936-1940	8
	<i>φ</i>	83	83	77	76	79	77	77	79	82	87	90	89	82	14		
	<i>v</i>	19,5	18,0	15,3	14,8	15,5	14,7	14,6	15,3	16,4	19,4	21,4	21,2	16,7	6,8		
Sremska Mitrovica	<i>t</i>	-0,7	-0,3	5,8	11,4	16,8	20,0	22,5	21,2	17,2	12,1	7,1	1,5	11,2	23,2	1928-1937	10
	<i>φ</i>	90	87	81	77	76	77	72	76	79	84	88	91	81	19		
	<i>v</i>	21,9	20,0	16,7	15,1	14,6	14,7	18,2	14,4	15,4	17,7	20,2	22,5	16,3	9,3		
Beograd	<i>t</i>	-0,5	1,0	6,3	11,7	17,1	20,6	22,8	21,1	17,7	12,7	7,1	1,0	11,6	23,3	1931-1940	10
	<i>φ</i>	83	78	69	64	66	65	63	66	67	76	81	83	72	20		
	<i>v</i>	18,1	15,9	13,3	12,3	12,4	12,2	11,5	12,3	12,5	14,8	16,6	18,0	13,7	6,5		
Petrovaradin	<i>t</i>	-0,6	0,5	6,2	11,6	17,3	20,6	23,5	22,2	18,3	12,9	7,3	1,9	11,8	24,1	1928-1937	10
	<i>φ</i>	85	79	77	72	71	69	63	68	70	78	85	88	75	25		
	<i>v</i>	19,0	16,3	15,3	13,7	13,2	12,7	11,4	12,5	12,8	15,3	18,5	20,5	14,6	9,1		
Novi Sad	<i>t</i>	-0,4	1,0	6,2	11,8	16,9	20,6	23,1	21,5	18,0	12,8	6,9	0,8	11,6	23,5	1931-1940	10
	<i>φ</i>	87	82	74	67	69	67	62	67	69	77	84	84	74	25		
	<i>v</i>	20,0	17,4	14,6	12,7	12,7	12,4	11,1	12,4	12,7	15,0	18,1	18,5	14,3	8,9		
Vršac	<i>t</i>	-0,4	0,8	6,4	12,1	17,7	21,0	23,3	21,7	18,1	13,2	7,5	1,4	11,9	23,7	1931-1940	10
	<i>φ</i>	83	80	73	67	68	69	65	68	69	76	81	85	74	20		
	<i>v</i>	18,1	16,6	14,3	12,7	12,6	12,7	12,1	12,5	12,7	14,7	16,5	18,9	14,3	6,8		
Veliko Gradište	<i>t</i>	-1,0	0,2	6,1	11,3	17,5	20,0	22,2	20,9	17,0	12,8	6,4	1,8	11,3	23,2	1931-1937	7
	<i>φ</i>	87	84	76	73	71	74	73	75	77	82	84	93	79	22		
	<i>v</i>	20,1	18,5	15,1	14,1	13,2	13,3	13,5	14,1	14,8	16,7	18,2	24,4	15,7	11,2		
Zaječar	<i>t</i>	-2,2	-0,3	5,2	10,8	16,1	20,1	22,5	20,8	16,7	11,8	5,4	-0,2	10,6	24,7	1931-1940	10
	<i>φ</i>	88	83	76	73	73	72	68	72	75	81	88	87	78	20		
	<i>v</i>	20,7	18,2	15,2	14,1	13,7	13,3	12,5	13,3	14,3	16,3	20,3	20,0	15,4	8,2		

Postaja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.v.	Amp- litudu	Razdoblje	Broj god.
Kragujevac	<i>t</i>	-0,5	0,8	6,0	11,4	16,6	20,3	22,6	21,0	17,3	12,6	7,2	1,1	11,4	23,1	1931–1940	10
	<i>φ</i>	83	78	73	71	73	71	70	72	73	80	83	84	76	14		
	<i>v</i>	18,2	15,8	14,3	13,5	13,7	13,0	12,7	13,3	13,7	15,9	17,5	18,5	14,8	5,8		
Rankovićovo	<i>t</i>	-1,1	0,9	6,9	11,7	16,2	20,1	22,0	20,1	16,9	12,0	7,0	1,2	11,2	23,1	1934–1940	7
	<i>φ</i>	88	86	79	78	78	78	75	80	81	84	87	86	82	13		
	<i>v</i>	20,6	19,4	15,9	15,4	15,2	15,0	14,0	15,6	16,0	17,7	19,7	19,5	16,7	6,6		
Niš	<i>t</i>	-0,5	0,8	6,1	11,5	16,6	20,3	22,9	21,5	18,0	13,2	7,4	1,0	11,6	23,4	1931–1940	10
	<i>φ</i>	87	82	74	70	71	70	65	66	70	77	83	87	75	22		
	<i>v</i>	20,7	17,4	14,5	13,3	13,3	12,8	12,1	12,3	12,9	15,0	17,5	20,0	14,6	7,9		
Kosovska Mitrovica	<i>t</i>	-1,4	0,2	4,8	10,2	15,1	19,2	21,4	20,2	16,4	12,5	6,6	0,4	10,5	22,8	1931–1935 1937–1940	9
	<i>φ</i>	85	80	74	70	70	70	66	67	70	77	84	88	75	22		
	<i>v</i>	19,0	16,6	14,6	13,4	13,1	12,8	12,3	12,4	13,0	15,1	18,2	20,6	14,6	8,3		
Skoplje	<i>t</i>	0,5	1,8	7,0	12,4	17,0	21,5	24,5	23,3	19,4	13,3	7,5	2,0	12,5	24,0	1925–1940	16
	<i>φ</i>	85	79	75	69	69	63	56	58	67	76	82	87	72	31		
	<i>v</i>	18,9	16,2	14,7	13,0	12,7	11,6	9,8	10,3	12,4	14,7	16,8	20,9	13,7	10,2		
Demir-Kapija	<i>t</i>	1,9	3,8	8,9	13,9	18,4	23,0	26,0	24,4	21,0	15,7	9,9	4,4	14,2	24,1	1934–1940	7
	<i>φ</i>	81	75	61	67	67	61	60	63	64	74	82	82	70	22		
	<i>v</i>	16,8	14,8	11,8	12,6	12,5	10,8	10,5	11,3	11,9	14,1	16,7	17,1	13,2	6,6		
Štip	<i>t</i>	1,2	1,9	7,4	12,5	17,2	21,8	24,7	23,5	18,8	14,3	8,8	2,5	12,9	23,5	1927–1940	14
	<i>φ</i>	85	80	74	70	71	67	60	62	66	75	82	86	73	26		
	<i>v</i>	18,9	16,5	14,5	13,2	13,2	12,4	10,6	11,1	12,3	14,4	16,8	19,3	13,9	8,7		
Prilep	<i>t</i>	0,4	0,8	5,3	10,9	15,4	19,9	22,8	22,0	18,1	12,9	7,9	1,8	11,5	22,4	1926–1940	15
	<i>φ</i>	82	76	69	65	65	60	54	54	62	69	78	83	68	29		
	<i>v</i>	17,5	15,3	13,4	12,4	12,3	10,8	9,6	9,6	11,5	12,9	15,6	18,0	12,8	8,4		
Bitolj	<i>t</i>	0,4	0,1	5,9	10,8	15,5	20,1	23,0	22,2	17,9	13,1	7,8	2,0	11,5	22,9	1928–1930 1932 i 1933 1935–1938	9
	<i>φ</i>	78	72	64	64	62	55	49	55	59	69	77	80	66	31		
	<i>v</i>	15,9	14,3	12,5	12,3	11,6	9,8	8,7	9,7	10,7	12,9	15,3	16,5	12,6	7,8		

Srednja godišnja temperatura (t), relativna staga vruća (r) i vlaga u drvetu (v) u raznim mjestima F.N.R. Jugoslavije (tablica br. 11.)



Ampitudo srednje godišnje temperature (t), relativne vlage vruća (r) i vlage u drvetu (v) za razna mesta u F.N.R. Jugoslaviji (tablica br. 11.)



2. Ravnoteža vlage u različnim mjestima

Za navedene 62 meteorološke postaje u FNR Jugoslaviji (tablica br. 11) mjesечni srednjaci relativne vlage uzduha kreću se u granicama 49–94%, temperature $-9,6^{\circ}\text{C}$ do $+26,0^{\circ}\text{C}$ i vlage drveta 8,7–25,4%. Amplituda relativne vlage iznosi 45%, temperature $35,6^{\circ}\text{C}$ i vlage drveta 16,7%. Ekstremne vrijednosti mjesечnih srednjaka relativne vlage i vlage u drvetu padaju u iste mjesecе.

Tablica br. 12 pokazuje učestalost ekstremnih vrijednosti mješčnih srednjaka vlage u drvetu za navedene 62 meteorološke postaje. Brojevi u zagradama označuju, da ima godina, u kojima su te ekstremne vrijednosti u toku više mjeseci iste godine jednake, što se javlja, kako je rečeno, zbog toga, jer se relativne vlage zakružuju na cijele brojeve.

Tablica 12

Mjesечni srednjak vlage drveta	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
najveći	9(2)	—	—	—	—	—	—	—	—	2	11	40
najmanji	—	—	1	3	4	—	49(1)	5(5)	—	—	—	—

Za navedene 62 postaje najveći mjesечni srednjak vlage drveta najčešći je u prosincu, a najmanji u srpnju.

Sl. 5 prikazuje godišnje temperature, relativnu vlagu i vlagu drveta, sl. 6 amplitude za različna mjesta prema tablici br. 11, a sl. 6 a ravnotežu vlage drveta u Zagrebu, Sarajevu, Mostaru, primorskom i kontinentalnom dijelu Hrvatske za sezonu eksplotacije šuma (1. X.–31. III.) i sezonu sušenja (1. IV.–30. IX.).

3. Lignoizohigre

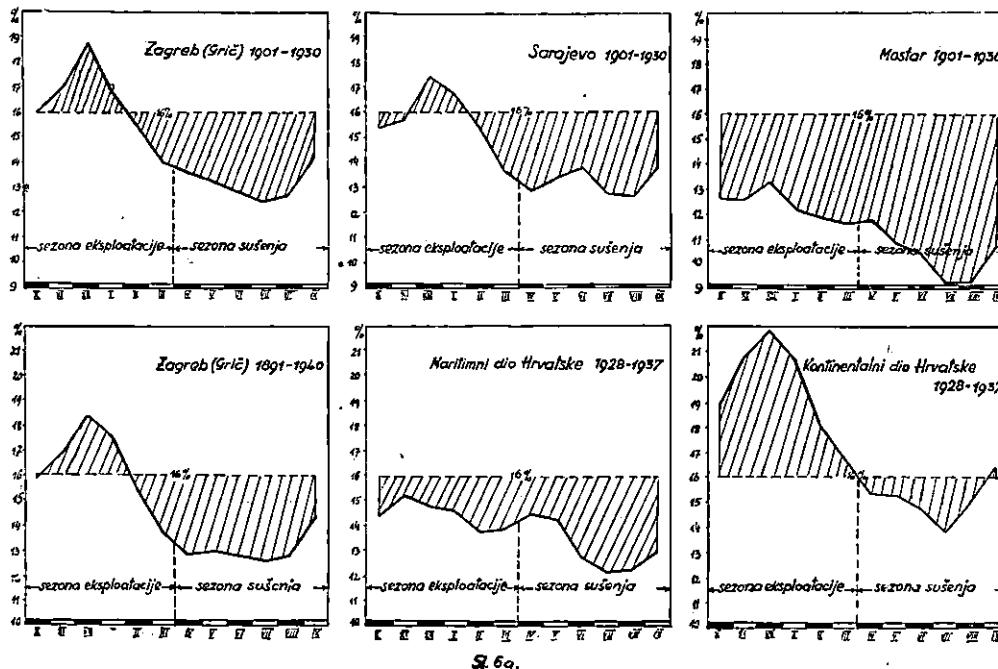
Lignoizohigrama nazivam crte, koje spajaju mesta jednake vlage u drvetu.

Godišnji srednjaci vlage drveta za duži niz godina (tablica br. 11) napisani su uz svako mjesto na karti FNR Jugoslavije (sl. 7), koja je izrađena prema karti Informativnog priručnika o Jugoslaviji. Pomoću tih brojeva povučene su lignoizohigre.

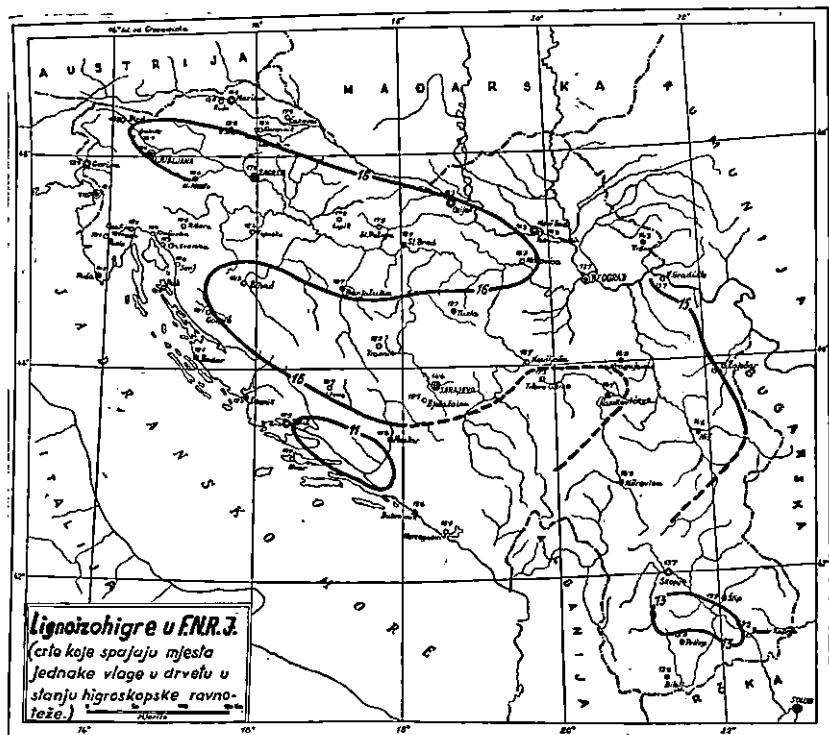
Sl. 7 pokazuje, da je prosječna vlagu drveta u Hrvatskoj i Slavoniji iznad 16%, u većem dijelu Bosne ispod 16%, u primorskim predjelima kao i u onim mjestima, gdje je jak utjecaj sredozemne klime (dolina Neretve i Vardara) 11 do 14%, a u istočnim dijelovima Srbije i u Vojvodini 14 do 15%.

Lignoizohigra 16% dijeli Jugoslaviju u dva dijela. Ona je od velikog značenja, jer se od prirodno osušenog drveta traži, da ima najviše 15 do 16% vlage u odnosu na apsolutno suho drvo. Tok

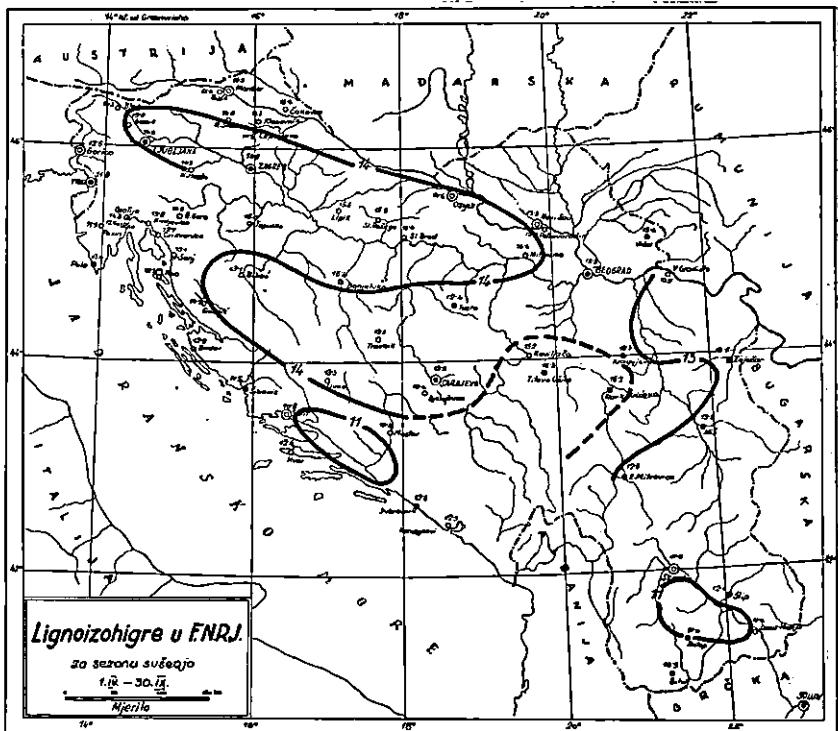
Ravnoteža vлаге u drvetu



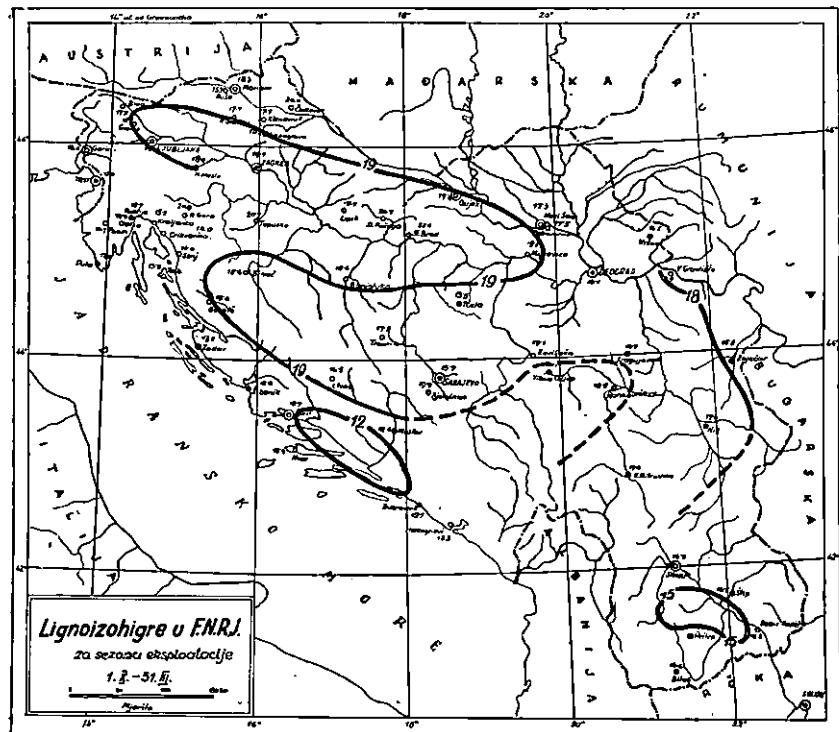
Sl. 60.



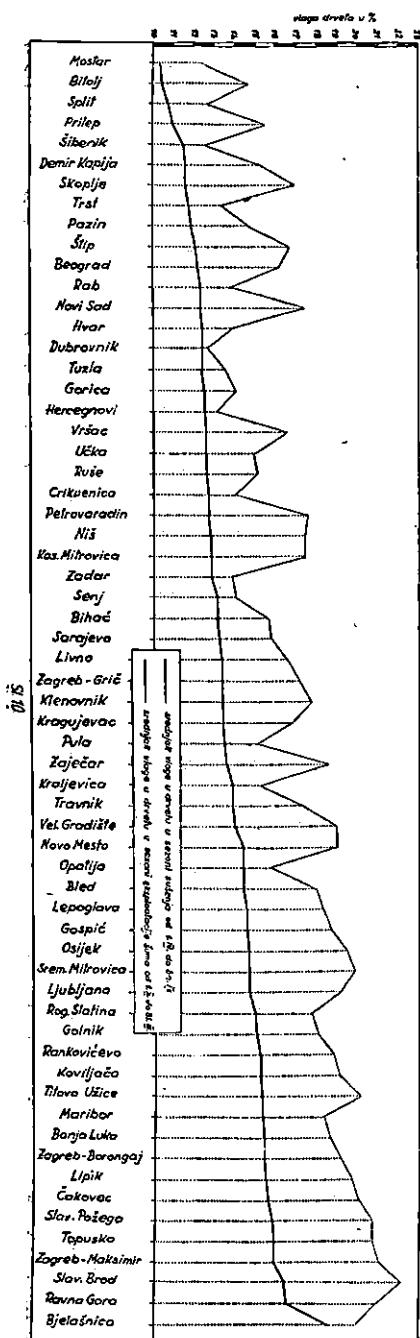
Sl. 7. Lignoizohigre 11, 13, 15 i 16 % konstruirane su pomoću srednjaka vlage u drvetu iz tablice br. 11. Lignoizohigra 16% približno se poklapa s izohigrom 80% (Juričić, Zemljopis Hrvatske I, str. 223).



Sl. 8. Lignoizohigre 11, 13 i 14% konstruirane su na osnovu podataka iz tablice br. 13 za razdoblje od 1. IV. do 30. IX.



Sl. 9. Lignoizohigre 12, 15, 18 i 19 % konstruirane su pomoću podataka iz tablice br. 13 za razdoblje od 1. X. do 31. III.



lignoizohigre 16% približno se poklapa s tokom izohigre 80% (JURIĆ, Zemljopis Hrvatske, I, str. 223, sl. 23). Lignoizohigra 16% prelazi iz Podunavlja pored Sremske Mitrovice u Posavinu, a kod izohigre 80% nema tog prijelaza.

Lignoizohigra 16% teče preko Novog Mesta i Ljubljane kraj Bleda, preko Rogaške Slatine i Lepoglave na Osijek, obilazi Sremsku Mitrovicu i prelazi na desnu obalu Save, teče ispod Banje Luke iznad Bihaća, pored Gospića i Livna između Sarajeva i Mostara, pored Koviljače prema Rankovićevu, a dalje se može na slučivati, da teče prema masivima Crne Gore. Podaci, kojima raspolaćemo, nisu dovoljni da se ustanovi cijeli tok ove lignoizohigre.

U tablici br. 13 izračunati su polugodišnji srednjaci na temelju podataka iz tablice br. 11, i to za sezonu sušenja od 1. IV. do 30. IX. i za sezonu eksploatacije šuma od 1. X. do 31. III. Mjesta u tablici br. 13, poredana su po veličini srednjaka vlage za sezonu sušenja. Na osnovu podataka iz tablice br. 13 konstruirane su lignoizohigre za sezonu sušenja i sezonu eksploatacije (sl. 8 i sl. 9).

Lignoizohigri 16% na sl. 7, t. j. godišnjem srednjaku vlage, odgovara na sl. 8 u sezoni sušenja 14%, a u sezoni eksploatacije 19% vlage na sl. 9.

Što je veća razlika srednjaka vlage između sezone sušenja i sezone eksploatacije u pojedinom mjestu, to drvo više »radi«. Ta razlika se vidi na sl. 10 i tablici 13.

Tablica 13

Postaja	Srednjak vlage u drvetu		Razlika	Postaja	Srednjak vlage u drvetu		Razlika
	za sezonu sušenja	za sezonu eksploracije			za sezonu sušenja	za sezonu eksploracije	
Mostar	10,4	12,4	2,0	Klenovnik	13,3	17,7	4,4
Bitolj	10,5	14,6	4,1	Kragujevac	13,3	16,7	3,4
Split	10,8	12,7	1,9	Pula	13,4	15,0	1,6
Prilep	11,0	15,5	4,5	Zaječar	13,5	18,5	5,0
Šibenik	11,5	12,6	1,1	Kraljevica	13,8	15,2	1,4
Demir-Kapija	11,6	15,2	3,6	Travnik	13,8	17,2	3,4
Skoplje	11,6	16,9	5,3	Veliko Gradište	13,9	18,9	5,0
Trst	11,8	13,4	1,6	Novo Mesto	14,3	18,9	4,6
Pazin	11,9	14,7	2,8	Opatija	14,3	15,7	1,4
Štip	12,1	16,7	4,6	Bled	14,3	17,9	3,6
Beograd	12,2	16,1	3,9	Lepoglava	14,5	18,2	3,7
Rab	12,3	13,8	1,5	Gospic	14,5	18,6	4,1
Novi Sad	12,3	17,3	5,0	Osijek	14,6	19,4	4,8
Hvar	12,4	13,9	1,5	Sremska Mitrovica	14,6	19,8	5,2
Dubrovnik	12,4	12,7	0,3	Ljubljana	14,6	19,1	4,5
Tuzla	12,4	13,5	1,1	Rogaška Slatina	14,9	17,7	2,8
Gorica	12,5	14,0	1,5	Golnik	15,0	18,0	3,0
Hercegnovi	12,5	13,2	0,7	Rankovićovo	15,2	18,8	3,6
Vršac	12,6	16,5	3,9	Koviljača	15,2	19,1	3,9
Učka	12,6	14,9	2,3	Titovo Užice	15,3	20,1	4,8
Ruše	12,6	15,2	2,6	Maribor	15,3	18,3	3,0
Crikvenica	12,7	14,0	1,3	Banja Luka	15,4	18,6	3,2
Petrovaradin	12,7	17,5	4,8	Zagreb-Borongaj	15,4	21,2	5,8
Niš	12,8	17,4	4,6	Lipik	15,5	19,7	4,2
Kosovska Mitrovica	12,8	17,4	4,6	Čakovac	15,6	20,0	4,4
Zadar	12,8	13,8	1,0	Slavonska Požega	15,8	20,7	4,9
Senj	13,1	14,0	0,9	Topusko	15,9	20,7	4,8
Bihać	13,1	15,6	2,5	Zagreb-Maksimir	15,9	21,0	5,1
Sarajevo	13,2	15,7	2,5	Slavonski Brod	16,4	22,1	5,7
Livno	13,3	16,5	3,2	Ravna Gora	16,5	20,9	4,4
Zagreb-Grič	13,3	17,1	3,8	Bjelašnica	18,6	19,9	1,3

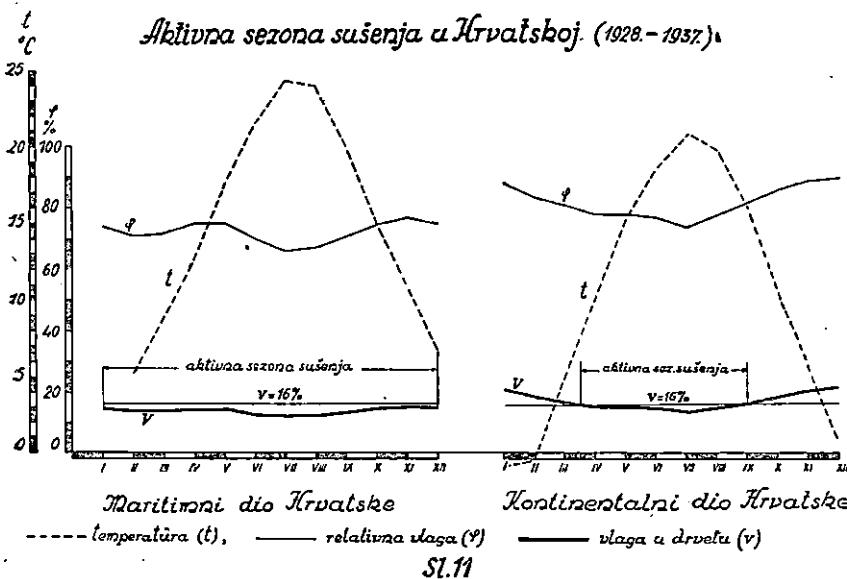
Abramenko je razdijelio SSSR u rajone jednake amplitude kolebanja srednjih mjesecnih veličina vlažnosti zračno-suhog stanja (SELJUGIN str. 136, sl. 64). U knjizi Wood handbook (str. 193, sl. 44) USA su podijeljene na jednoj karti na područja, za koja se preporučuju različiti postoci vlage u drvetu za drvo upotrebljavano unutar građevina, a mi se bavimo drvetom, koje je izloženo uzduhu na otvorenom prostoru.

4. Ravnoteža vlage u Hrvatskom Primorju i kontinentalnoj Hrvatskoj

Tablica br. 14 pokazuje prosjek za Hrvatsko Primorje i kontinentalnu Hrvatsku za decenij 1928–1937. Za Hrvatsko Primorje uzeti su srednjaci za postaje: Kraljevica, Crikvenica i Senj, a za kontinentalnu Hrvatsku: Gospić, Ravna Gora, Topusko, Zagreb (Borongaj, Grič i Maksimir), Klenovnik, Lepoglava, Čakovac, Lipik, Sl. Požega, Sl. Brod i Osijek.

Tablica 14

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G.V.
Hrvatsko Primorje	t°C	5,8	5,3	9,0	12,6	17,5	21,5	24,4	23,8	20,0	14,9	11,0	6,8	14,1
	φ%	74	71	72	75	75	70	66	67	71	75	77	75	72
	v	14,6	13,8	13,9	14,5	14,3	12,8	12,2	12,3	13,0	14,4	15,2	14,4	13,6
Kontinentalna Hrvat.	t°C	0,9	0,5	5,0	10,1	15,2	18,7	20,9	19,8	15,9	10,5	5,9	1,0	10,1
	φ%	88	83	81	78	78	77	74	78	82	86	89	90	82
	v	20,6	18,1	16,7	15,4	15,3	14,8	13,8	15,0	16,4	18,9	20,8	21,8	16,7



Na sl. 11 prikazani su grafički podaci tablice br. 14. Horizontalne linije na sl. 11 pokazuju 16% vlage u drvetu. Prosječna vlaga drveta u Hrvatskom Primorju manja je od vlage u drvetu u kontinentalnoj Hrvatskoj, a u Hrvatskom Primorju temperatura je znatno viša.

U Hrvatskom Primorju mjesечni srednjaci vlage u drvetu u toku cijele godine manji su od 16%, a u kontinentalnoj Hrvatskoj od travnja do konca rujna. Ako označimo vrijeme, u kojem je vlaga u drvetu manja od 16%, aktivnom sezonom sušenja, onda vidimo, da ona traje u Primorju u toku cijele godine, a u kontinentalnoj Hrvatskoj samo 6 mjeseci.

U Hrvatskom Primorju mjesечni srednjaci vlage u drvetu za navedeni decenij kretali su se u granicama 12,2–15,2%, a u kontinentalnoj Hrvatskoj 13,8–21,8% (tablica br. 14).

5. Ravnoteža vlage u šumi »Samar«

Zavod za šumske pokuse Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu osnovao je pokušnu meteorološku postaju u šumi Samar (Mala Kapela) između Vrhovina, Škara i Dobre, gdje su od godine 1929. do 1932. prikupljeni meteorološki podaci za istraživanja smolareњa, koja su vršili prof. *Ugrenović* i prof. *Šolaja*. Pokušna meteorološka postaja nalazila se na geografskoj širini 44° 53' 41" i geografskoj dužini 33° 5' 0", na nadmorskoj visini oko 840 m. Motrenja su vršena samo u lipnju, srpnju, kolovozu i rujnu. Podaci o temperaturi i relativnoj vlazi, kao i vlazi drveta, koju smo za pripadne temperature i relativne vlage očitali sa *t-φ-v* dijagrama, prikazani su u tablici br. 15.

Tablica 15

Godina		VI	VII	VIII	IX
1929	<i>t</i>		17,8	17,0	13,4
	<i>φ</i>		75	83	75
	<i>v</i>		14,0	16,3	14,0
1930	<i>t</i>		16,6	15,9	14,4
	<i>φ</i>		73	74	81
	<i>v</i>		13,4	13,7	15,6
1931	<i>t</i>	17,5	19,5	18,8	
	<i>φ</i>	72	66	74	
	<i>v</i>	13,2	11,8	13,6	
1932	<i>t</i>		16,7	18,9	17,2
	<i>φ</i>		80	76	83
	<i>v</i>		15,3	14,0	16,7

Iz tablice br. 15 vidimo, da vлага drveta u ljetnim mjesecima može i u šumi iznositi ispod 15–16%, što se traži od prirodno osušenog drveta.

6. Primjena u operativi

Prepostavimo, da neka engleska tvrtka 1. IV. želi kupiti u Jugoslaviji jelove i smrekove daske 25 mm debljine sa stovarišta: Bled, Ljubljana, Ravna Gora, Sarajevo, Tuzla i Travnik i bukove daščice za podove (parket) od Belišća.

Daske iz Hrvatske i Slovenije i bukove daščice za podove imaju se utovariti u brod između 20. i 31. iduće godine na Rijeci, a daske iz Bosne u isto vrijeme u Dubrovniku. Mjesto odredišta je Liverpool. Daske, kad stignu u mjesto odredišta, ne smiju imati više od 16% vlage u odnosu na težinu apsolutno suhog drveta, a daščice za podove ne smiju imati više od 8% vlage. Robu treba u brodu tako uskladištiti, da se onemogući jako navlaživanje.

Mogu li poduzeća, koja raspolažu navedenom robom, prihvati takav uvjet što se tiče vlage u drvetu?

Tablica br. 16 sadržava mjesečne srednjake temperature, relativne vlage i vlage u drvetu za razdoblje 1891–1915 za Liverpool. Podaci za temperaturu i relativnu vlagu uzeti su po Isajevu, Šum. list septembar 1933, a vлага drveta očitana je sa dijagrama. Srednjak vlage drveta iznosi za Liverpool u travnju (kada će tamo stići roba) 15,6%. Zahtjev kupca je prema tome za jelove i smrekove daske realan.

Srednjak vlage drveta za ožujak za navedena mjesta nalazi se u tablici br. 11. On iznosi za: Bled 14,4%, Ljubljani 14,8%, Ravnu Goru 18,9%, Opatiju 15,3% (koju uzimamo mjesto Rijeke), Sarajevo 13,6%, Tuzlu 11,7%, Travnik 15,7%, Dubrovnik 12,6%, Osijek 16,3% (koji uzimamo mjesto Belišća). Uvjet za jelove i smrekove daske mogu prihvati sva poduzeća (stovarišta) osim Ravne Gore, koja ga mora odbiti. Ako Ravna Gora ipak želi izvršiti ovu isporuku, ona mora ili umjetnim putem dosušiti daske na 15–16% vlage ili ih mora na vrijeme otpremiti u Rijeku, tamo ih uredno složiti i prirodnim putem osušiti tako, da će u ožujku imati oko 15% vlage.

Bukove daščice nije moguće osušiti prirodnim putem do 8% vlage, već treba popruge umjetnim putem sušiti na 5–6% vlage, preraditi ih u daščice za podove (parket), umotati ih u nauđeni papir, koji je nepropustan za vlagu i u takovu stanju otpremiti.

Taj primjer pokazuje, kako poznavanje ravnoteže vlage može korisno poslužiti za reguliranje ugovornih odnosa.

Tablica 16

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	G,v.
Liverpool	$t^{\circ}\text{C}$	4,2	4,4	5,4	7,7	10,8	13,9	15,9	15,1	13,3	9,6	6,9	5,0	9,3
	φ	86	86	82	78	76	76	78	81	82	84	86	88	82
	v	19,3	19,3	17,0	15,6	14,3	14,7	15,3	16,2	16,7	18,0	19,1	20,3	16,3

Podaci o ravnoteži vlage mogu korisno poslužiti kod izbora mjesta za tvornicu, koja izrađuje proizvode vrlo osjetljive na vlagu kao na pr. panel-ploče. Iz tablice br. 3 može se zaključiti, kako u kojem mjestu »radi« drvo u toku godine. Pomoću ravnoteže vlage mogu se rješavati i različni drugi problemi sušenja, koji se javljaju u proizvodnji.

IV. ZAKLJUČAK

1. Komparacijom je ustanovljeno, da kod određivanja vlage drveta u stanju higroskopske ravnoteže između vrijednosti dobivenih pomoću $t\text{-}\varphi\text{-}v$ dijagrama i vrijednosti dobivenih pomoću dijagrama od *Loughborough-a* nema razlika većih od 0,5% vlage u drvetu u apsolutnom smislu.

2. Promjena temperature uzduha za 10°C kod stalne relativne vlage ne izaziva veću promjenu vlage u drvetu od 1% u apsolutnom smislu. Promjena relativne vlage za 10% kod stalne temperature izaziva promjenu vlage u drvetu 1,4–7,0% u apsolutnom smislu. Promjene su u vlasti drveta to veće, što je uzduh bliže potpunom zasićenju vlagom. Utjecaj relativne vlage na vlagu drveta veći je od utjecaja temperature.

3. Najvećoj relativnoj vlazi uzduha odgovara i najveća vlagu drveta, i obratno.

4. Vlagu drveta u stanju ravnoteže može se približno točno izraziti formulom $v = 1/5 \varphi$, gdje je v postotak vlage u drvetu u odnosu na apsolutno suho drvo, a φ relativna vlagu uzduha. Ta formula daje približne rezultate za vrijednosti relativne vlage $\varphi = 30\text{--}82\%$, kada se temperatura kreće u uskom području od $-2,9^{\circ}\text{C}$ do $+26,0^{\circ}\text{C}$, u koje padaju svi mjesечni i godišnji srednjaci temperature u Jugoslaviji, osim mjesta na visokim planinama. U tom području temperature vrijednosti, dobivene po formuli, odstupaju za manje od 1% od stvarnih.

5. Srednjak vlage u drvetu u stanju ravnoteže za jedan decenij odstupa za manje od 1% u apsolutnom smislu od srednjaka za više decenija.

6. Lignoizohigre su crte, koje spajaju mjesta jednake vlage u drvetu, koje je svoju vlagu uravnotežilo vlagom uzduha. Lignoizohigra, koja spašava mjesta sa 16% vlage u drvetu u stanju ravnoteže razdvaja Jugoslaviju u dva dijela i teče preko Novog Mesta i Lju-

bljane kraj Bleda preko Rogaške Slatine i Lepoglave na Osijek, obilazi Srijemsku Mitrovicu i prelazi na desnu obalu Save, teče ispod Banje Luke, iznad Bihaća pored Gospića i Livna prema Kozljači na Rankovićevo. Može se naslućivati, da dalje teče prema masivima Crne Gore. Njen tok se približno poklapa s izohigrom 80%. Hrvatska, znatan dio Slovenije i sjeverne Bosne imaju prosječnu godišnju vlagu u drvetu u stanju ravnoteže veću od 16%. Veliki dio Bosne ima vlagu drveta u stanju ravnoteže manju od 16%, osim mesta s velikom nadmorskog visinom (kao Bjelašnica 2.067 m). Na našoj obali Jadrana prosječna godišnja vlagu drveta u stanju ravnoteže iznosi 11–15%, u Makedoniji 12–14%, u istočnoj Srbiji i Vojvodini 14–15%.

Za razdoblje od 1. IV. do 30. IX. (sezona sušenja u većem kontinentalnom dijelu Jugoslavije) lignoizohigra 14% i lignoizohigra 19% za razdoblje 1. X. do 31. III. (sezona eksploracije), poklapaju se s lignoizohigrom 16%, koja predstavlja godišnji srednjak.

7. Aktivna sezona sušenja, pod kojom razumijevamo ono godišnje doba, u kojem vлага u drvetu u stanju ravnoteže iznosi najviše 15 do 16%, traje na našoj obali Jadrana i u mjestima pod utjecajem sredozemne klime kao u dolini Vardara i Neretve preko cijele godine, a u kontinentalnom dijelu Hrvatske od 1. travnja do konca rujna.

THE EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT BETWEEN AIR AND WOOD

Air and wood are hygroscopic bodies, which have the ability to hold moisture. The amount of moisture which wood can retain depends upon the temperature and relative humidity of the air.

The relative humidity is the influencing factor of greater importance than the temperature of air. When the relative humidity increases by 10 per cent, at a constant air temperature, the moisture content in wood at equilibrium increases by 1,4–7,0 per cent (absolutely). The difference in the moisture content of wood is greater when air is nearing full saturation. When the temperature increases by 10°C, the moisture content of wood increases beneath 0,5% (absolutely), by constant relative humidity.

When the temperature varies between 10°C below zero and 30°C above zero, the moisture content in wood can be determined at equilibrium by means of the formula $v = 1/5 \varphi$, where v means the moisture content in wood, and φ = relative humidity in percentage. For instance, if $\varphi = 70\%$, $v = 14\%$. Beneath $\varphi = 30$ per cent, and above $\varphi = 82$ per cent, the formula differs to a greater extent.

In order to determine the moisture content in wood at equilibrium, $t\text{-}\varphi\text{-}v$ diagram is used. This diagram has been compared with the diagram of *Loughborough* for Sitka spruce (*Picea sitchensis*) (KOLLMANN 58), and they differ by less than 0,5 per cent.

The oscillation of the moisture content in wood at equilibrium in Zagreb (Grič – Opervatorij) during 50 years (1891–1940) shows, that between the relative humidity of the air and moisture content in wood is in parallel relation. When the relative humidity of air is at the maximum, the moisture content of wood has also a maximum, and vice versa (for the monthly amount of the relative humidity and temperature of air).

It was found, that the moisture content of wood in one decennium differs for Zagreb, Beograd, Sarajevo and Mostar between the average amount for several decennia by less than 1 per cent.

For 62 meteorological stations in Yugoslavia, there was determined the moisture content of wood at equilibrium for a longer period of time, and on this basis the »*lignoizohygric lines*« were established, connecting the places having the same moisture content of wood at equilibrium for the mean monthly temperature and relative humidity of air.

The wood on the Mediterranean Coast as well as in the places with Mediterranean climate, such as the valleys of the Neretva and Vardar rivers, has an average moisture content of 11–15 per cent, which is in equilibrium, while in Croatia, Slovenia and northern Bosnia it has above 16 per cent, and in eastern Serbia and Vojvodina 14–15 per cent.

The *lignoizohygric line* of a 16 per cent moisture content of wood runs nearly the same way as the isohyre of 80 per cent relative humidity of air. This line runs through Novo Mesto and Ljubljana, near Bled, across Rogaška Slatina and Lepoglava to Osijek, passing near Sremska Mitrovica, Banja Luka, Bihać and Gospić, continuing near Livno and running towards Koviljača and Rankovićevo. We might anticipate, that it continues towards the mountains of Montenegro.

In the period of air seasoning (1. IV. – 30. IX.) the lignoizohygric line of 16 per cent turns into that of 14 per cent, and in the logging period (1. X. – 31. III.) it is changed into that of 19 per cent.

The active period of seasoning during the year occurs when the moisture content of wood at equilibrium is beneath 16 per cent. The active period for wood seasoning on the Mediterranean Coast as well as in the places which have a Mediterranean climate, lasts throughout the year. In the continental parts of Croatia the active seasoning period lasts from April to September.

LITERATURA – LITERATURE

- Biel E., Klimatographie des ehemaligen österreichischen Küstenlandes, Wien 1927.
- Desch H. E., Timber its structure and properties, London 1938.
- Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, Merkheft »Freilufttrocknung«, 6, Berlin 1943.
- Direkcija za informacije pri Vladi FNRJ, Informativni priručnik o Jugoslaviji.
- Državni geofizički zavod u Zagrebu, Grada za klimu Hrvatske 2. svezak. Klimatski podaci za Zagreb, Grič – Opervatorij iz razdoblja 1862 do 1941 (80 godina), Zagreb 1946.
- Forest Products Laboratory, Wood handbook, 1940.
- Geofizički zavod u Zagrebu, Grada za klimu Hrvatske, 1. svezak. Klimatski podaci za 18 postaja u sjevernoj Hrvatskoj iz godine 1928 do 1937, Zagreb 1943.
- Hawley L. F., Wood-liquid relation, Technical Bulletin No 248. United States Department of Agriculture, Washington, June, 1931.
- Henderson H. L., The air seasoning and kiln drying of wood, New York, 1946.
- Hribar J., Umjetno sušenje drva, Tehnički list, Zagreb,
- Institut National du Bois, Rapport d'activité du laboratoire, Paris, 1948–1949.
- Isajev J. P., O značenju vlage u drvetu, Šumarski list, Zagreb, septembar 1933.
- Juričić H., Vлага u zraku, Zemljopis Hrvatske I, Zagreb, 1942.
- Koehler A., The properties and uses of wood, New York and London, 1924.
- Koehler A. and Thelen R., The kiln drying of lumber, u njemačkom prijevodu od Warlimonta, Berlin 1929.
- Kollmann F., Technologie des Holzes, Berlin 1936.
- Kollmann F., Künstliche Holztrocknung und Holzlagerung, Berlin, 1942.
- Kovačević M., Temperatura zraka, Zemljopis Hrvatske I, Zagreb, 1942.
- Кротов Е. Г., Фанерное производство, Москва – Ленинград, 1947.
- Лыков А. В. и Ауэрман Л. Я., Теория сушки капиллярно пористых коллоидных материалов пищевой промышленности, Москва, 1946.
- Mathewson J. S., The air seasoning of wood, U S Department, Technical Bulletin No 174, 1930.
- Milosavljević M., Klimatologija, Beograd, 1951.
- Moll Fr., Künstliche Holztrocknung Berlin 1930.
- Moscheles J., Das Klima von Bosnien und Hercegovina, Sarajevo, 1918.
- Neubrech W. L., Wood and relative humidity, American Artisan, 4, 5, Chicago, 1949.
- Pidgeon M. – Mass O., The adsorption of water by wood, The Journal of the American Society, Vol. 52, March 1930, 1053–1069.
- Селогин Н. С., Сушка древесины, Ленинград, 1940.
- Stillwell S. T. C., The moisture content of wood with special reference to furniture manufacture, Forest Products Laboratory, 1929, Bulletin No 5.
- Švorc J., Vysoušení dřeva, V Praze, 1941.
- Tiemann H. D., The kiln drying of lumber, 1917.
- Tiemann H. D., Principles of drying lumber at atmospheric pressure and humidity diagram, Washington, 1912.
- Tiemann H. D., Wood technology, constitution, properties and uses, London, 1947.
- Ugrenović A., Tehnologija drveta, Zagreb, 1950.
- Успасский, Древесина и ее обработка, Москва, 1946.
- Вакин С. И., Древесиноведение, Ленинград, 1934.
- Uillière A., Manuel de séchage des bois, Paris, 1948.
- Wild H. – Jelinek C., Psychrometer – Tafeln für das hundertteilige Thermometer, Wien, 1871.

Ing. ROKO BENIĆ

**ISTRAŽIVANJA O ODNOŠU IZMEĐU ŠIRINE
GODA I ZONE KASNOG DRVETA KOD
POLJSKOG I OBIČNOG JASENA**

(*FRAXINUS ANGUSTIFOLIA VAHL I FRAXINUS
EXCELSIOR L.*)

*Investigations of the correlation between the annual ring width and
proportion of summerwood in Fr. angustifolia Vahl and Fr.
excelsior L.*

(A contribution to the knowledge of the structure of Ash wood)

Sadržaj – Contents

- I. Uvod (Cilj istraživanja i problematika) – Introduction (The problems and aims of the investigations)
- II. Pôdručje istraživanja – The area investigated
- III. Metodika rada – Method of work
- IV. Rezultati istraživanja – Results of the investigations
 1. Širina goda – Annual ring width
 2. Odnos između širine goda i učešća kasnog drveta – Ratio between the annual ring width and proportion of summerwood
 - Korelacija između širine goda i učešća kasnog drveta – Correlation between the annual ring width and proportion of summerwood
 - Razlike u širini zone kasnog drveta između poljskog i običnog jasena – Differences in summerwood width between Fr. angustifolia and Fr. excelsior
 3. Kolebanja širina godova i zona ranog i kasnog drveta u toku života stabla – Changes of the annual ring width and the width of spring and summerwood during the life of the tree
- V. Zaključak – Conclusion

I. UVOD (PROBLEMATIKA I CILJ ISTRAŽIVANJA)

S obzirom na gradu goda sve vrste jasena ubrajamo u krupno-prstenasto porozno drveće. U godu jasena jasno se razlikuje zona ranog od zone kasnog drveta.

Budući da se odnos između ranog i kasnog drveta u godu mijenja sa širinom goda, a u vezi s time i tehnička svojstva drveta, cilj našeg rada bio je istražiti odnos, koji postoji između širine goda i učešća kasnog drveta u godu naših vrsta jasena: poljskog jasena (Fr. *angustifolia* Vahl) i običnog jasena (Fr. *excelsior* L.). To je pitanje ne samo od naučnog interesa, nego je važno i za upotrebu drveta, a do danas nije za naše jasene istraženo.

Sličnim istraživanjima kod običnog jasena (Fr. *excelsior*) bavili su se Clarke i Kollmann, ali se njihova istraživanja odnose na jasen iz Engleske, odnosno iz Njemačke. Glavna naša domaća vrsta jasena je poljski jasen, koji dolazi u poplavnim nizinskim šumama rijeka Save, Drave i Dunava (FUKAREK) i koji dosada nije bio uopće u ovom smislu proučavan. S druge strane rezultati njemačkih i engleskih istraživanja ne mogu se primijeniti ni na naš obični jasen (Fr. *excelsior*), jer je naš jasen rastao u drugim ekološkim prilikama.

II. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Materijal za ova istraživanja odabran je u tipičnim sastojinama poljskog i običnog jasena.

Područje nizinskih Posavskih šuma fakultetske šumarije Lipovljani predstavlja tipično područje, u kojem dolazi poljski jasen. On se ovdje nalazi u čistim i mješovitim sastojinama. U mješovitim sastojinama dolazi sa hrastom lužnjakom (*Quercus pedunculata* Ehrl.), brijestom (*Ulmus campestris* Smith) i drugim listačama (johom, topolom, a na sušim predjelima gdjekad se podstojno pojavljuje i grab). Za svrhu ovih istraživanja odabrana su dominanta stabla iz čistih i mješovitih sastojina, tako da podjednak broj stabala otpada na jedne i druge sastojine.

Stabla običnog jasena odabrana su u dva područja. To su: Zagrebačka gora (Sljeme – nadmorska visina 1020 m), gdje obični jasen čini gotovo čistu sastojinu, i Gorski Kotar (masiv Risnjaka – predjel Risnik, odjel 2, nadmorska visina 900 m), gdje obični jasen dolazi pojedinačno u sastojini bukve i jele.

Napomena: Istraživanja su izvršena u Zavodu za tehnologiju drveta Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (predstojnik Zavoda prof. dr. A. Ugrenović) uz materijalnu pomoć Šumskog gospodarstva Polj.-šumarskog fakulteta u Zagrebu. Kod obrade materijala pomagali su mi savjetom prof. dr. A. Ugrenović, predstojnik Zavoda i dr. I. Horvat, izv. profesor za tehnologiju drveta, kojima se ovom prilikom zahvaljujem za pomoć.

Podatke o područjima i sastojinama, iz kojih potječe materijal za istraživanja, daje tabela 1.

Kao podloga za ova istraživanja služilo je ukupno 28 stabala, i to 18 stabala poljskog jasena i po 5 stabala običnog jasena iz svakog područja.

III. METODIKA RADA.

Za ova istraživanja upotrebljena su srednja stabla iz normalno sklopjenih čistih i mješovitih sastojina obrasta 0,8–1,0; biološki ona idu u grupu dominantnih stabala s normalno razvijenom krošnjom.

Na oborenim stablima na udaljenosti 4,60 m od donjeg kraja ispiljeni su kolutovi debljine cca. 5,0 cm, koji su služili za mjerjenje širine goda i zone kasnog drveta u godu. Pored toga, mjerjenja širine goda i zone kasnog drveta vršena su i na prizmatiskim próbama veličine $3 \times 3 \times 2$ cm, izrađenima iz koluta istog položaja u deblu, kao što je naprijed rečeno. Te su probe izrađene iz kolutova, koji su upotrebljeni za istraživanje fizičkih svojstava jasenovine, odnosno za istraživanje osržavanja poljskog jasena.

Mjerena širine godova te zone kasnog drveta u godu vršena su u smjeru radija sjever-jug od periferije prema centru.

Za mjerjenje je upotrebljena lupa povećanja 8 s ugradenim mjerilom podjele 0,1 mm i mogućnošću ocjenjivanja na 0,05 mm. Srednja širina goda i učešće kasnog drveta obračunato je iz mjerena u smjeru sjever-jug. Ovako obračunate širine godova i zona kasnog drveta u godu služile su u daljim istraživanjima i obračunavanjima.

U svrhu statističke obrade materijala godovi su razvrstani u razrede širine 0,4 odnosno 0,2 mm. Za ove razrede obračunato je postotno učešće kasnog drveta u godu po formuli

$$k = \frac{\sum p \cdot a}{n}, \quad (1)$$

gdje k označava srednji postotak zone kasnog drveta u razredu, p pojedinačne postotke kasnog drveta, a broj godova u razredu s postotkom p kasnog drveta, a n ukupni broj godova u razredu.

Na temelju ovako obračunatih srednjih postotaka učešća kasnog drveta u godu vršena su ostala obračunavanja i utvrđivanja potrebnih veličina (signifikantnosti razlika između poljskog i običnog jasena, te korelacija između širine goda i učešća kasnog drveta u godu). Načini biometričkog obračunavanja prikazani su u idućem poglavljiju kod razmatranja o rezultatima istraživanja.

Tabela 1

Područja i sastojine, iz kojih potječe materijal za istraživanja

Redni broj	Vrsta jasena	Područje		Tlo		Prosj. količina oborina mm	Vrsta sastojine	Napomena (Asocijacija)
		Šumarija	Šum. područje	Opis	Nadmor. vis. m			
1	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	Šumarija Lipovljani, Polj. šumar. fakultet Zagreb	Posavske šume (Cardać, greda, Vrboviti jarak i Opeke)	Duboka dosta humozna naplavina. U proljeće dugo vlažno	95- 97	871 (486)	Čiste sastojine jasena i mješovite hrasta, jasena i briješta s pojedinačnim johama, topolama i podstojnim grabom	Querceto-Genistetum elatae (nizinske šume hrasta, jasena i briješta)*
2	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Šumarija »Sljeme« GNO-a Zagreb	Zagrebačka gora (Sljeme kod piramide)	Dosta humozno tlo, srednje dubine, na silikatnoj podlozi	1020	1106 (644)	Sastojina jasena s pojedinačnim stablima javora, jele i smreke)	Acereto-Fraxinetum croaticum (šuma gorskog javora i jasena)**
3	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Šumarija Crni Lug, Šum. gosp. Rijeka	Risnjak (Risnik odj. 2)	Plitko, vrlo propusno kraško tlo. Podloga vapnenac	900	2199 (863)	Preborna sastojina bukve i jele s pojedinačnim stablima javora i jasena	Fagetum croaticum abietetosum (šuma bukve i jele)***

Napomena: Količine oborina u zagradama odnose se na vegetacijski period od 1. IV. do 30. IX.

Količine oborina za Lipovljane uzete su prema podacima stanice Novska za vrijeme od 1925 do 1939; Za Zagrebačku goru obračunate su prema podacima stanice »Sljeme« za vrijeme od 1888 do 1948. (s prekidima od 1900-1910, 1923, 1943 i 1945)

Za područje Risnjaka uzete su u obzir količine oborina prema stanici Delnice za vrijeme od 1925-1950 (s prekidom od 1941 do 1946)

* Po Horvatu.

IV. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

1. Širina goda kod poljskog jasena (*Fr. angustifolia*) i običnog jasena (*Fr. excelsior*)

Rezultati mjerjenja prikazani su u tabeli 2 i 3 te na sl. 1.

Tabela 2
Raspored širine godova

Razred širine godova	Poljski jasen Fr. angustifolia Vahl Područje: Pos. šume—Lipovljani		Obični jasen Fr. excelsior L. Područje: Zagrebačka gora (Sljeme)		Obični jasen Fr. excelsior L. Područje: Gorski Kotar (Risnjak)		Opaska	
	mm	br. godov.	%,	br. godov.	%,	br. godov.	%,	
—0,4	4	0,4		4	0,8	13	3,5	
0,5—0,8	83	7,6		88	17,3	61	16,6	
0,9—1,2	147	13,4		194	38,1	98	26,5	
1,3—1,6	147	13,5		140	27,5	103	28,2	
1,7—2,0	212	19,4		45	8,8	60	16,4	
2,1—2,4	154	14,1		20	3,9	16	4,4	
2,5—2,8	133	12,2		3	0,6	10	2,7	
2,9—3,2	108	9,9		6	1,2	1	0,3	
3,3—3,6	45	4,1		5	1,0	1	0,3	
3,7—4,0	35	3,2		4	0,8	3	0,8	
4,1—4,4	11	1,0		—	—	—	—	
4,5—4,8	6	0,6		—	—	1	0,3	
4,9—5,2	2	0,2		—	—	—	—	
5,3	2	0,2		—	—	—	—	
5,9	2	0,2		—	—	—	—	
Svega	1091	100,0		509	100,0	367	100,0	
Aritm. sredina »m« mm	2,05		1,28		1,34			
Sred. grijeska ar. sred. »f _m « mm	0,0274		0,0244		0,0310			
Standardna devijacija σ mm	0,904		0,550		0,595			
Sred. grijeska st. dev. »f _σ « mm	0,0194		0,0172		0,0219			

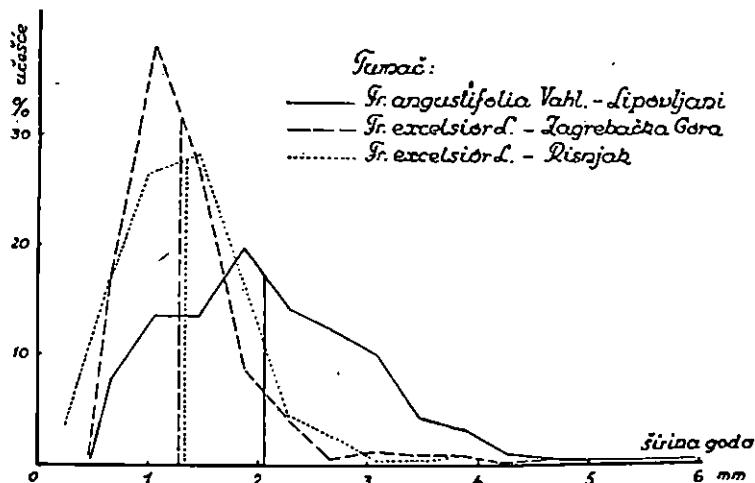
Prosječne širine godova i njihove amplitude iznose za pojedine vrste jasena i staništa kako slijedi:

- a) Poljski jasen — *Fraxinus angustifolia* iz Posavskih šuma šumarije Lipovljani 0,4 ... 2,05 ... 5,9 mm
- b) Obični jasen — *Fraxinus excelsior* sa Zagrebačke gore 0,4 ... 1,28 ... 4,0 mm
- c) Obični jasen — *Fraxinus excelsior* iz Gorskog Kotara 0,2 ... 1,34 ... 4,5 mm

Tabela 3

Postotak kasnog drveta s obzirom na širinu goda

-Sirina goda mm	Fr. angustifolia Vahl. (Lipovljani)			Fr. excelsior L. (Zagr. Gora)			Fr. excelsior L. (Risnjak)			Napomena	
	Broj go- dova	Učešće kas. drveta (Min ... Sred ... Maks.)		Broj go- dova	Učešće kas. drveta (Min ... Sred ... Maks.)		Broj go- dova	Učešće kas. drveta (Min ... Sred ... Maks.)			
		%	%		%	%		%	%		
0,2	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,4	4	0,0 ... 6,3	25,0	4	0,0 ... 12,5	25,0	12	0,0 ... 38,8	66,7	—	
0,5—0,6	39	0,0 ... 20,4	66,6	28	16,7 ... 37,2	80,0	20	33,3 ... 57,2	80,0	—	
0,7—0,8	44	0,0 ... 32,1	87,5	60	12,5 ... 45,2	85,7	41	28,6 ... 59,6	87,5	—	
0,9—1,0	64	0,0 ... 35,6	70,0	91	28,2 ... 50,0	90,0	44	44,4 ... 67,2	80,0	—	
1,1—1,2	83	9,1 ... 46,8	91,0	103	36,4 ... 57,2	83,4	54	41,7 ... 67,6	83,4	—	
1,3—1,4	71	21,4 ... 55,2	85,8	93	23,1 ... 60,1	85,8	64	53,8 ... 73,7	85,7	—	
1,5—1,6	76	18,8 ... 56,1	81,2	47	31,3 ... 63,4	81,3	39	60,0 ... 73,3	86,7	—	
1,7—1,8	100	38,9 ... 62,6	83,4	30	47,1 ... 62,5	88,3	39	60,0 ... 77,1	88,2	—	
1,9—2,0	112	31,6 ... 67,1	85,0	15	55,0 ... 70,0	85,0	21	59,2 ... 75,4	85,0	—	
2,1—2,2	82	40,9 ... 65,4	86,4	12	57,1 ... 71,4	86,9	13	66,7 ... 76,5	86,4	—	
2,3—2,4	72	54,2 ... 71,2	91,7	8	50,0 ... 65,4	73,9	3	75,0 ... 83,0	87,0	—	
2,5—2,6	81	40,0 ... 72,4	96,2	1	—	73,1 ... —	6	65,4 ... 77,2	80,8	—	
2,7—2,8	52	39,3 ... 70,6	96,4	2	74,1 ... 78,1	82,2	4	77,8 ... 85,5	92,8	—	
2,9—3,0	64	50,0 ... 74,4	86,5	4	63,1 ... 74,0	80,0	—	—	—	—	
3,1—3,2	44	61,2 ... 75,4	90,5	2	77,5 ... 79,4	81,3	1	—	84,4	—	
3,3—3,4	34	64,7 ... 75,9	91,1	4	72,7 ... 75,8	81,9	—	—	—	—	
3,5—3,6	11	60,1 ... 76,9	83,0	1	—	83,0 ... —	1	—	68,6	—	
3,7—3,8	21	67,6 ... 78,2	94,9	3	67,6 ... 74,8	81,0	3	71,4 ... 76,4	84,2	—	
3,9—4,0	14	64,2 ... 79,6	97,5	1	—	80,0 ... —	—	—	—	—	
4,1—4,2	5	71,5 ... 78,5	87,9	—	—	—	—	—	—	—	
4,3—4,4	6	51,2 ... 78,0	97,7	—	—	—	—	—	—	—	
4,5—4,6	2	77,8 ... 79,2	80,5	—	—	—	1	—	77,8	—	
4,7—4,8	4	70,9 ... 77,9	81,3	—	—	—	—	—	—	—	
4,9—5,0	1	—	86,1	—	—	—	—	—	—	—	
5,1—5,2	1	—	62,8	—	—	—	—	—	—	—	
5,3	2	66,1 ... 72,8	79,4	—	—	—	—	—	—	—	
5,9	2	79,7 ... 89,0	98,0	—	—	—	—	—	—	—	
	1091			509			367				



Sl. 1. Širina godova poljskog i običnog jasena
Annual ring width by *Fr. angustifolia* and *Fr. excelsior*

Poljski jasen iz Posavskih šuma šumarije Lipovljani ima šire godove i veću amplitudu širine nego obični jasen iz Zagrebačke gore i iz Gorskog Kotara. Amplitude i frekvencije naročito se ističu na frekvencijskom poligону (sl. 1).

2. Odnos između širine goda i učešća kasnog drveta

U tabeli 3 donijeli smo rezultate učešća zone kasnog drveta u širini goda. Podaci su iskazani s minimumima i maksimumima i aritmetičkim sredinama; zaokruživanje postotaka kasnog drveta s obzirom na širinu goda izvršeno je na jednu decimalu.

Već iz ovoga pregleda vidi se, da poljski jasen kod iste širine goda ima užu zonu kasnog drveta od običnog jasena. S druge strane i kod običnog jasena postoje razlike u širini zone kasnog drveta između jasena iz Zagrebačke gore i iz Gorskog Kotara. Naime jasen iz Zagrebačke gore kod iste širine godova ima užu zonu kasnog drveta nego jasen iz Gorskog Kotara. Da se preciznije prikaže zavisnost širine zone kasnog drveta od širine goda, zatim razlike, koje postoje između poljskog jasena s jedne i običnog jasena s druge strane i razlike između različnih staništa običnog jasena, rezultati istraživanja obrađeni su biometrički.

3. Korelacija između širine goda i učešća kasnog drveta

Kod prstenasto-poroznih vrsta drveta širina goda i širina zone kasnog drveta u godu stoje u međusobnoj korelaciji. Clarke (po Kollmannu str. 20) je za obični jasen iz Engleske (*Fr. excelsior*) tu korelaciju predočio jednadžbom vršne parabole (vidi formulu 4).

Imajući u vidu, da obrazovanje kasnog drveta počinje tek pošto je potpuno završen prirast ranog drveta, mi smo statističkim putem na temelju podataka mjerjenja došli do zaključka, da se ovaj odnos može predstaviti formulom.

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{b}{x}}, \quad (2)$$

gdje x označava širinu goda, y postotno učešće kasnog drveta u godu, e bazu prirodnih logaritama i b parametar zavisan od vrste jasena i staništa.

Krivulja konstruirana na temelju ovog izraza odgovara prirodi odnosa između širine kasnog drveta u godu i širine goda. Njena je karakteristika, da se kod malih veličina x vrijednost y približava nuli, a kod velikih x teži prema 100, što odgovara prirodi odnosa između širine zone kasnog drveta i širine goda.

Parametar (eksponent) b da se obračunati iz eksperimentalnih podataka po izrazu:

$$b = \frac{\sum \frac{1}{x} \cdot (2 - \lg y)}{\sum \frac{1}{x^2} \cdot \lg e} = \frac{2 \sum \frac{1}{x} - \sum \frac{1}{x} \cdot \lg y}{\lg e \cdot \sum \frac{1}{x^2}}. \quad (3)$$

Veličine za obračun eksponenta b za poljski jasen iz područja nizinskih šuma šumarije Lipovljani i obični jasen iz Zagrebačke gore i Risnjaka iskazane su u tabeli 4. U tabeli iskazane su također veličine eksponenta b obračunate iz podataka mjerjenja i obračunavanja učešća kasnog drveta u godu.

Tabela 4
Obračun korelaceione krivulje

Područje	Vrsta jasena	Broj mjerena godova	$\sum \frac{1}{x}$	$\sum \frac{1}{x^2}$	$\sum \frac{1}{x} \cdot \lg y$	b
Posavske šume šumarije Lipovljani	Poljski jasen <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	1091	677,8011	567,7976	1.137,7539	0,88345
Zagrebačka Gora (Sljeme)	Obični jasen <i>Fraxinus excelsior</i> L.	509	464,9279	493,1026	793,1724	0,63826
Gorski Kotar - Risnjak	Obični jasen <i>Fraxinus excelsior</i> L.	367	336,9487	401,3832	607,8408	0,37894

Premda tome učešće kasnog drveta u godu, a prema ispitivanim uzorcima, može se za poljski jasen i obični jasen prikazati ovim izrazima:

1) Poljski jasen (Fr. angustifolia Vahl) iz Posavskih šuma Šumarije Lipovljani:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,88045}{x}} \quad (2a)$$

2) Obični jasen (Fr. excelsior L.) iz Zagrebačke Gore:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,63826}{x}} \quad (2b)$$

3) Obični jasen (Fr. excelsior L.) iz Gorskog Kotara:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,37894}{x}} \quad (2c)$$

Vrijednost obračunatih izraza za korelaciju između širine goda i zone kasnog drveta u godu pokazuje korelacijski koeficijent. Veličina korelacijskog koeficijenta predstavlja naime jačinu korelacije. Korelacijski su koeficijenti* pojedinih izraza ovi:

Tabela 5
Obračun korelacijskih koeficijenata

Vrsta jasena	Područje	Broj godova n	$\Sigma(y - \bar{y})$	$s_{yf(x)}$	$\Sigma(m_y - \bar{m}_y)$	σ_y^2	Korelacijski koeficijent r	Srednja grijeska korel. koeficijenta fr
Poljski jasen Fr. angustifolia	Posav. Šume (Lipovljani)	1091	4.917,07	4,50694	252.470,71	231,41219	0,9902	$\pm 0,00058$
Obični jasen Fr. excelsior	Slijeme — Zagr. Gora	509	5.508,34	10,82189	48.041,03	94,38316	0,9409	$\pm 0,00508$
Obični jasen Fr. excelsior	Risnjak — Gorski Kotar	367	7.161,37	19,51327	26.444,99	72,05719	0,8539	$\pm 0,01414$

* Korelacijski koeficijenti obračunati su prema ovim izrazima:

$$r = \sqrt{1 \pm \frac{s_{yf(x)}}{\sigma_y^2}} ;$$

$$s_{yf(x)} = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} ;$$

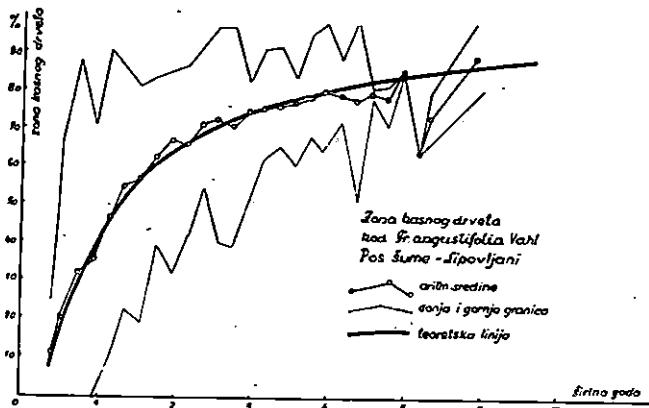
$$\sigma_y^2 = \frac{\sum (y - m_y)^2}{n} ;$$

$$f_r = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} .$$

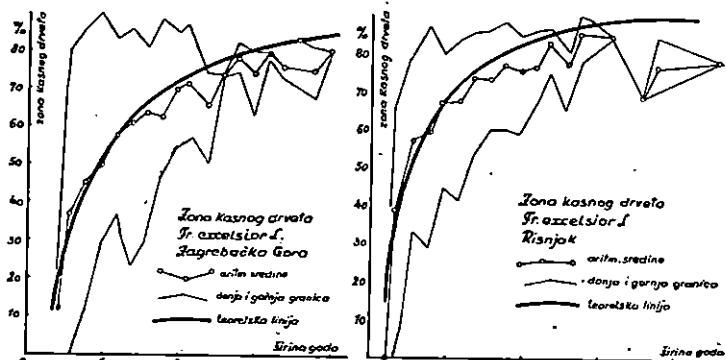
U ovim izrazima znaće: r = korelacijski koeficijenat; $s_{yf(x)}$ = standardna devijacija izraza σ_y = standardno odstupanje y od njihove aritmetičke sredine; f_r = srednja pogreška korelacijskog koeficijenta; y = stvarne vrijednosti postotka kasnog drveta u godu (prema korelacijskoj krivulji); m_y = aritmetička sredina stvarnih vrijednosti y ; n = broj godova, koji je služio za obračun korelacijske jednadžbe. Obračun korelacijskih koeficijenata prikazan je u tabeli 5.

- 1) Poljski jasen – Fr. angustifolia iz Posavskih šuma šumarije Lipovljani:
 $r = 0,9902 \pm 0,00058$
- 2) Obični jasen – Fr. excelsior iz Zagrebačke Gore (Sljeme):
 $r = 0,9409 \pm 0,00508$
- 3) Obični jasen – Fr. excelsior iz Gorskog Kotara (Risnjak):
 $r = 0,8539 \pm 0,0141$

S obzirom na naprijed iskazane veličine korelacijskih koeficijenata odnosa između širine goda i zone kasnog drveta, obračunatih



Sl. 2. Učešće kasnog drveta u godu poljskog jasena iz Posavskih šuma šumarije Lipovljani
 Proportion of summerwood in the ring of Fr. angustifolia from Lipovljani.



Sl. 3. Učešće kasnog drveta u godu običnog jasena iz Zagrebačke gore (Sljeme)
 Proportion of summerwood in the ring of Fr. excelsior from Zagrebačka gora (Sljeme)

Sl. 4. Učešće kasnog drveta u godu običnog jasena iz Gorskog Kotara (Risnjak)
 Proportion of summerwood in the ring of Fr. excelsior from Gorski Kotar (Risnjak)

na temelju izraža 2a, 2b i 2c, vidi se, da je korelacija između širine goda kod 1) i 2) potpuna, a kod 3) vrlo dobra. Dakle širina je zone kasnog drveta funkcija širine goda, a prema tome i prirasta.

Na sl. 2, 3 i 4 prikazane su korelacijske krivulje te aritmetičke sredine postotka učešća kasnog drveta u godu s njihovim minimumima i maksimumima.

Kako smo već naveli, Clarke je (prema Kollmannu str. 20) na temelju svojih istraživanja engleskog jasena za odnos između širine goda i učešća kasnog drveta u godu izveo izraz:

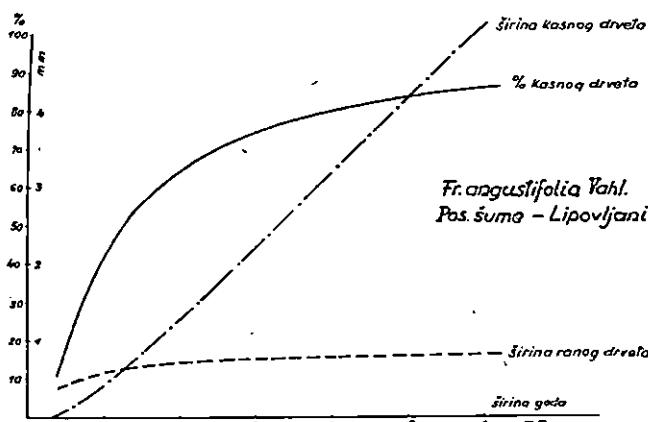
$$c = 0,53 \cdot j^{0,18} \quad (4)$$

gdje c označava učešće kasnog drveta u godu, a j širinu goda.

U općem obliku ova jednadžba predstavlja vršnu parabolu

$$y = a \cdot x^b \quad (4a)$$

Kako učešće kasnog drveta u godu ne može prijeći 100% (odnosno 1, ako se obračunava u dijelovima širine goda), smatramo, da naši izrazi bolje reprezentiraju ovaj odnos.



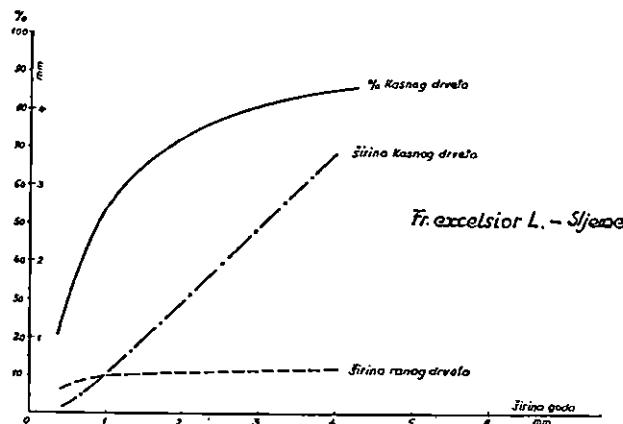
Sl. 5. Odnos širine ranog drveta, širine kasnog drveta, učešće kasnog drveta i širine goda kod poljskog jasena iz Lipovljana

Ratio of springwood width, summerwood width and proportion of summerwood with respect to the annual ring width of Fr. angustifolia from Lipovljani

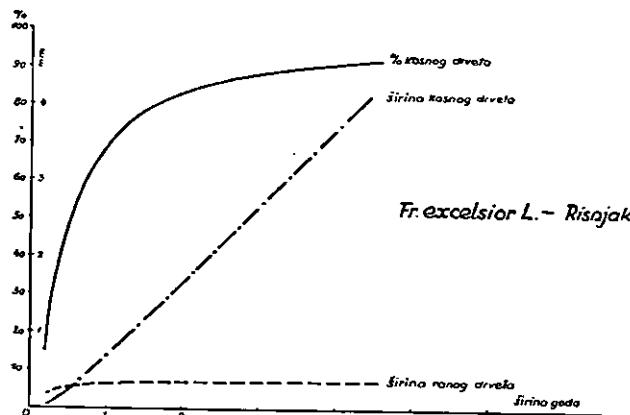
Na temelju mjerjenjem utvrđenih i obračunatih odnosa između širine goda i zone kasnog drveta u godu jasena i grafičkih prikaza (sl. 5, 6 i 7) vide se ove činjenice:

Kod vrlo uskih godova, t. j. kod godova širine ispod 0,4 mm praktički se ne pojavljuje zona kasnog drveta, i to kako kod poljskog, tako ni kod običnog jasena.

Učešće kasnog drveta u godu ne povećava se ravnomjerno sa širinom goda. Kod poljskog jasena kod godova širine do 1,50 mm učešće kasnog drveta u godu se naglo povećava; kod godova širine



Sl. 6. Odnos širine ranog drveta, širine kasnog drveta, učešća kasnog drveta i širine goda kod običnog jasena iz Zagrebačke gore
Ratio between springwood width, summerwood width and proportion of summerwood with respect to the annual ring width of *Fr. excelsior L.* - *Sjeme*



Sl. 7. Odnos širine ranog drveta, širine kasnog drveta, učešća kasnog drveta i širine goda kod običnog jasena iz Gorskog Kotara
Ratio between springwood width, summerwood width and proportion of summerwood with respect to the annual ring width of *Fr. excelsior L.* - *Risnjak*

između 1,50 i 3,00 mm to povećanje je slabije, a kod godova preko 3,00 mm širine ono je već maleno. Ista zakonitost vrijedi i za obični jasen, i to kako onaj iz Zagrebačke Gore, tako i za onaj iz Gorskog Kotara (Risnjak) (sl. 5, 6 i 7).

Širina zone kasnog drveta u godu je gotovo linearno proporcionalna sa širinom goda, kako je to dokazao već i Clarke. Kod vrlo uskih godova širina zone kasnog drveta približava se nuli te praktički kao da ne postoji.

Širina zone ranog drveta kod vrlo uskih godova neznatno se povećava sa širinom goda, i to kako kod poljskog, tako i kod običnog jasena. U godova poljskog jasena širih od 2,00 mm, odnosno širih od 1,00 mm kod običnog jasena ona je približno konstantne veličine.

Poljski jasen ima, kod godova iste širine širu zonu ranog drveta nego obični jasen. Prosječna širina zone ranog drveta kod ispitivanih uzoraka poljskog jasena iznosi oko 0,75 mm; kod običnog jasena iz Zagrebačke gore ona je približno jednaka 0,55 mm, a kod običnog jasena iz Gorskog Kotara (Risnjak) 0,35 mm. Širina zone ranog drveta u godu je prema tome jedna od karakteristika vrste jasena ali i ekoloških uvjeta staništa.

Razlike u širini zone kasnog drveta između poljskog i običnog jasena

Podaci istraživanja odnosa širine zone kasnog drveta i širine goda pokazuju nam neke razlike između poljskog i običnog jasena, iako je osnovna zakonitost ista. Postavlja se pitanje, da li su razlike u učeštu kasnog drveta u godu između poljskog jasena s jedne strane i običnog jasena s druge strane, odnosno između običnog jasena s raznih staništa (Zagrebačka gora i Risnjak) statistički opravdane ili su posljedice slučaja. Opravdanost razlika dvaju svojstava izražava se u biometrički veličinom faktora signifikantnosti t .

Faktor signifikantnosti t obračunava se po izrazu

$$t = \frac{m_1 - m_2}{m_d} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} \quad (5)$$

gdje m_1 i m_2 predstavljaju aritmetičke sredine dvaju nizova, koji se uspoređuju; n_1 i n_2 frekvencije pojedinih nizova, a sa prosječnu standardnu devijaciju obračunatu po izrazu

$$s_d = \sqrt{\frac{1}{n_1 + n_2 - 4} \cdot [\sum (y_1 - m_{y_1})^2 + \sum (y_2 - m_{y_2})^2]} \quad (6)$$

Uvid u tabelu 3 pokazuje, da se najveće razlike u učeštu kasnog drveta u godu između poljskog jasena s jedne strane i običnog jasena s druge strane i između običnog jasena iz Zagrebačke Gore i Risnjaka pokazuju kod uskih godova.

Radi toga obračunali smo signifikantnost razlika učešća kasnog drveta u godu za godove širine 0,7–0,8 mm; 1,1–1,2 mm; i 1,5–1,6 mm.

Tabela 6 prikazuje taj obračun i faktore signifikantnosti

Tabela 6

Obračun signifikantnosti

Širina goda u mm	1) Polj. jasen – Fr. angustifolia Vahl (Lipovljani)					2) Ob. jasen – Fr. excelsior L. (Zagreb: Gora)				
	n	m	f _m	σ	f _σ	n	m	f _m	σ	f _σ
0,7-0,8	44	32,1	2,78	18,48	1,970	60	45,2	2,72	17,55	1,602
1,1-1,2	83	46,8	2,00	18,22	1,414	103	57,2	1,02	10,38	0,723
1,5-1,6	76	56,1	1,62	14,15	1,148	47	63,4	1,30	8,93	0,921

n	m	f _m	σ	f _σ	Razlike u učešću kas. dryva između			Faktor signifikantnosti <i>t</i> između		
					1 i 2	2 i 3	1 i 3	1 i 2	2 i 3	1 i 3
41	59,6	2,14	13,71	1,514	10,1	14,4	27,5	3,7133	4,4110	7,7474
54	67,6	1,26	9,25	0,890	10,4	10,4	20,8	4,8823	6,2636	7,7355
39	73,3	1,02	6,37	0,732	7,3	9,9	17,2	3,1647	5,7977	7,2092

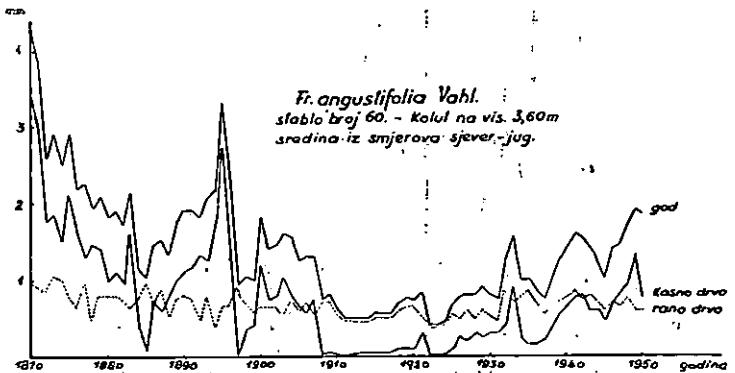
U biometriji se smatra, da su razlike između aritmetičkih sredina dajaju nizova statistički opravdane, ako je faktor signifikantnosti kod većeg broja podataka veći od trostrukog srednjeg pogreške aritmetičke sredine, odnosno od veličine obračunate po Kolleru (Vidi Kollerov dijagram za *t* – Tavčar 38).

Faktori signifikantnosti promatranog učešća kašnog drveta u širini goda između poljskog jasena iz Posavskih šuma, šumarije Lipovljani i običnog jasena iz Zagrebačke gore i Gorskih Kotara veći su od 3. Znači, da se u tim slučajevima radi o tri posebna kolektiva, kojih se rezultati ne mogu kumulirati. Budući da se kod poljskog i običnog jasena radi o dvije vrste jasena, te razlike su potpuno razumljive. No navedena tabela pokazuje, da su i razlike u učešću kašnog drveta u godu običnog jasena iz Zagrebačke gore i Gorskih Kotara statistički opravdane te da prema tome postoji razlika u gradu goda kod jasena s ovih dva staništa. Prema tome radi se bar o dva ekološki različita tipa jasena, kod kojih su razlike u gradu goda vjerojatno posljedica ekoloških faktora.

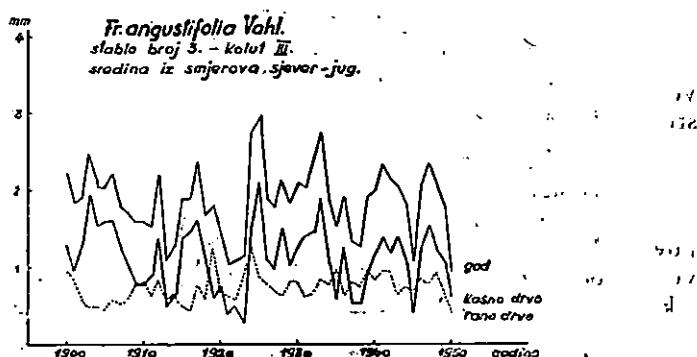
Ta istraživanja ujedno pokazuju, da se tvrdnja Kolmanna (str. 20), da na odnos između širine goda i zone kasnog drveta ne utječu prilike staništa, ne može održati.

Kolebanja širine godova i zona ranog i kasnog drveta u toku života stabla

Da dobijemo uvid, kako se širine godova i širine zona kasnog i ranog drveta mijenjaju u toku života stabla, izvršili smo analize na kolutima otpiljenim iz debla s visine 4,60 m od tla (Vidi sl. 8, 9, 10, 11 i 12).



The changing of the annual ring width during the life of the tree
Fr. angustifolia (Tree Nr. 60 from Lipovljani)

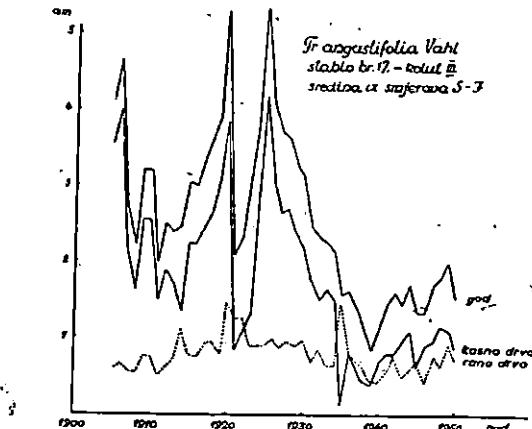


The changing of the annual ring width during the life of the tree
Fr. angustifolia (Tree Nr. 3 from Lipovljani)

Te nam analize pokazuju ovo:

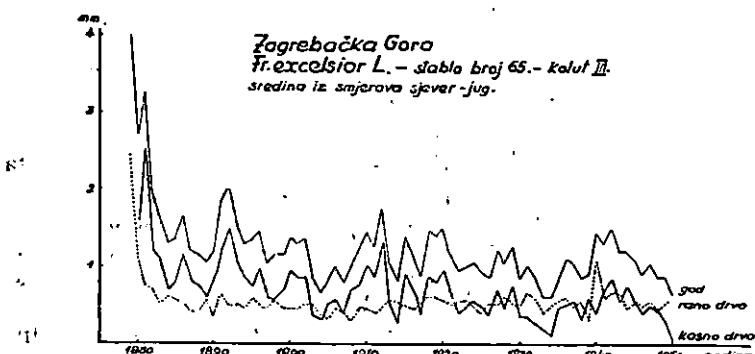
Poljski jasen iz Posavskih šuma šumarije Lipovljani ima veću amplitudu kolebanja širine godova i nepravilnije promjenje u širini godova nego obični jasen. Ta amplituda iznosi među dva susjedna

goda kod pojedinih stabala i preko 3,00 mm (Sl. 10). Obični jasen iz Zagrebačke gore pokazuje jednoličnije nizanje godova (maksimalna razlika između dva susjedna goda iznosi 0,70 mm) nego jasen iz Gorskog Kotara (maksimalna razlika u širini između dva susjedna



Sl. 10. Kretanje širine godova kod poljskog jasena u toku života stabla (Stablo br. 17 iz Lipovljana)

The changing of the annual ring width during the life of the tree
Fr. angustifolia (Tree Nr. 17 from Lipovljani)



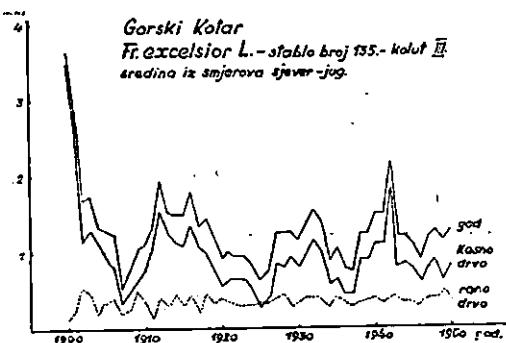
Sl. 11. Kretanje širine godova kod običnog jasena u toku života stabla (Stablo br. 65 iz Zagrebačke gore)

The changing of the annual ring width during the life of the tree
Fr. excelsior (Tree Nr. 65 from Zagrebačka gora)

goda iznosi 1,00 mm). Razlog tome treba vjerojatno tražiti u ekološkim uvjetima staništa.

U tim kolebanjima zona kasnog drveta slijedi širinu goda. Prema tome vanjski uvjeti utječu na širinu goda jačim i slabijim obrazovanjem kašnog drveta.

Širina ranog drveta u toku života stabla približno je podjednaka, odnosno njezine su varijacije praktički neznatne (Vidi sl. 9–12). To je vjerojatno posljedica činjenice, da kambij obrazuje rano drvo



Sl. 12. Kretanje širine godova kod običnog jasena u toku života stabla (Stablo br. 135 iz Gorskog Kotara – Risnjak)

The changing of the annual ring width during the life of the tree
Fr. excelsior (Tree Nr. 135 from Gorski Kotar – Risnjak)

prije listanja uz pomoć rezervnih hraniva, koja se nalaze u stablu. Između različnih vrsta jasena i staništa postoje, kako smo to naprijed dokazali, znatne razlike u širinama ranog drveta u godu. One su vjerojatno u vezi s ekološkim uvjetima staništa.

V. ZAKLJUČAK

Na temelju istraživanja odnosa između širine zone kasnog drveta i širine goda kod poljskog jasena (Fr. angustifolia Vahl) iz Posavskih šuma fakultetske šumarije Lipovljani i kod običnog jasena (Fraxinus excelsior L.) iz Zagrebačke gore (Sljeme – nadmorska visina 1020 m) i Gorskog Kotara (Risnjak, nadm. vis. 900 m), mogu se izvesti ovi zaključci:

1) Širina goda kod Fr. angustifolia Vahl uzgojenog u normalno sklopljenoj čistoj i mješovitoj sastojini kreće se u intervalu između 0,4 i 5,9 mm. Srednja širina goda kod Fr. angustifolia Vahl iznosi 2,05 mm.

Širina goda kod Fr. excelsior L. kreće se za jasen iz Zagrebačke gore u intervalu između 0,4 i 4,0 mm, a za jasen iz Gorskog Kotara između 0,2 i 4,5 mm. Prosječna širina goda za područje Zagrebačke gore iznosi 1,28 mm, a za područje Gorskog Kotara (masiv Risnjaka) 1,34 mm.

Prema tome Fr. angustifolia Vahl ima za oko 50% šire godove od Fr. excelsior L. (Vidi tabelu 1 i grafički prikaz 1).

2) *Širina zone ranog drveta* u godu Fr. *angustifolia* i Fr. *excelsior* ne zavisi od širine goda nego je približno podjednaka za godove različnih širina (Sl. 9-12).

Srednja širina zone ranog drveta u godu iznosi za Fr. *angustifolia* iz područja Lipovljana oko 0,75 mm, a za Fr. *excelsior* je različita prema području, iz kojeg potječu stabla. Fr. *excelsior* iz Zagrebačke gore ima srednju širinu ranog drveta u godu 0,55 mm, a iz Gorskog Kotara 0,35 mm (Sl. 5, 6 i 7). Kod iste vrste jasena (Fr. *excelsior*) širina zone ranog drveta vjerojatno je rezultat ekoloških uvjeta staništa.

3) *Širina zone kasnog drveta* u godu povećava se linearno sa širinom goda. Ta zakonitost opaža se kako kod Fr. *angustifolia*, tako i kod Fr. *excelsior*. Kod vrlo uskih godova, (t. j. godova ispod 1,0 mm širine) to povećanje širine zone kasnog drveta odstupa od pravca te se jače približava ishodištu (Sl. 5, 6 i 7).

Širina zone kasnog drveta u godu kako kod Fr. *angustifolia*, tako i kod Fr. *excelsior*, znatno se mijenja u pojedinim godinama. Te su promjene u vezi s kolebanjima širine godova. Kod Fr. *angustifolia* te promjene su najjače izražene. Fr. *excelsior* pokazuje jednoličnije nizanje godova. No i kod njega postoje razlike u vezi staništa. Fr. *excelsior* iz Zagrebačke gore ima jednoličnije nizane godove nego onaj iz Gorskog Kotara.

4) Odnos između učešća kasnog drveta u godu Fr. *angustifolia* i Fr. *excelsior* i širine goda može se općenito prikazati izrazom:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{b}{x}}$$

gdje x predstavlja širinu goda, a y postotak zone kasnog drveta u godu.

Na temelju podataka istraživanja taj izraz za pojedine vrste jasena i staništa glasi:

a) *Fr. angustifolia* iz područja nizinskih šuma šumarije Lipovljani:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,88345}{x}}$$

b) *Fr. excelsior* iz Zagrebačke gore:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,63826}{x}}$$

c) *Fr. excelsior* iz Gorskog Kotara (masiv Risnjaka):

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,37894}{x}}$$

5) *Fraxinus angustifolia* ima kod godova iste širine širu zonu ranog drveta od Fr. *excelsior* (Sl. 5; 6, I, 9-12). Prema tome u građi goda postoji razlika između Fr. *angustifolia* i Fr. *excelsior*.

UPOTREBLJENA LITERATURA

1. Büsgen, M. - Münch, E., Bau und Leben unserer Waldbäume, Jena 1927.
2. Eames, A. J. - McDaniels, L. H., Introduction to Plant Anatomy, New York-London 1925.
3. Fisher, R. A., Statistical Methods for Research Workers, London 1948.
4. Fukarek, P., Poljski jasen - (Fr. angustifolia Vahl), njegove osobine, rasprostranjenje i šumarsko značenje - Disert. 1952.
5. Hartig, R., Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Berlin 1891.
6. Horvat, I., Šumske zajednice Jugoslavije, Zagreb 1950.
7. Kollmann, F., Die Esche und ihr Holz, Berlin 1941.
8. Tavčar, A., Biometrika u poljoprivredi, Zagreb.
9. Trendelenburg, R., Das Holz als Rohstoff, München-Berlin 1939.
10. Ugrenović, A., Tehnologija drveta, Zagreb 1950.
11. Uajda, Z., Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje hrastovih posavskih donjoposavskih nizinskih šuma, Zagreb 1948.

INVESTIGATIONS OF THE CORRELATION BETWEEN THE ANNUAL RING WIDTH AND SUMMERWOOD PROPORTION IN *FRAXINUS ANGUSTIFOLIA VAHL* AND *FRAXINUS EXCELSIOR L.*

Conclusion

On the basis of investigations made by the author at the Institute for Wood Technology of the Faculty of Agriculture and Forestry in Zagreb (Director Prof. Dr. A. Ugrenović) concerning the correlation between the annual ring width and proportion of summerwood in Fr. angustifolia and Fr. excelsior, it is possible to draw the following conclusions:

1) The annual ring width in Fr. angustifolia lies in the interval between 0,4 and 5,9 mm. The mean annual ring width of this species of ash and the investigated stand (Posavske šume, Lipovljani) was 2,05 mm.

The annual ring width in Fr. excelsior from Zagrebačka Gora (Sljeme) lies in the interval between 0,4 and 4,0 mm, and in Fr. excelsior from Gorski Kotar (Risnjak) between 0,2 and 4,5 mm. The ash wood from Zagrebačka Gora has a mean annual ring width of 1,28 mm, and that from Gorski Kotar, 1,34 mm. Fr. angustifolia from Lipovljani shows a mean annual ring by 50 percent wider than Fr. excelsior from Zagrebačka Gora and Gorski Kotar (Tab. 2 and 3; Fig. 1.).

2) Springwood width in the annual ring of ash (as regards Fr. angustifolia and Fr. excelsior) is not in correlation with the annual ring width, but it is approximately equal for annual rings of different widths (Fig. 9-12). Fr. angustifolia from Lipovljani has a mean springwood width of circa 0,75 mm. Springwood width in the annual ring of Fr. excelsior from Zagrebačka Gora and from Gorski Kotar are not equal. Fr. excelsior from Zagrebačka Gora has a mean

springwood width of circa 0,55 mm, and that from Gorski Kotar (Risnjak) about 0,35 mm (Fig. 5, 6 and 7). These differences are likely to result from ecological conditions of the stand.

3) Summerwood width in the annual ring of ash grows nearly linearly with the change of the annual ring width, an event occurring in *Fr. angustifolia* as well as in *Fr. excelsior*. In very narrow rings (of width less than 1,00 mm), the width of summerwood deviates from the straight line and approaches the origin of the co-ordinate system (Fig. 5, 6 and 7).

The width of summerwood in the annual ring of *Fr. angustifolia*, as well as in that of *Fr. excelsior*, changes considerably in individual years of the life of the tree. These changes are connected with the variation of the annual ring widths of individual years. In *Fr. angustifolia* the differences between the annual ring widths of later years are greater than those in *Fr. excelsior*. *Fr. excelsior* shows differences in the annual ring widths in connection with the changes of stand conditions. *Fr. excelsior* from Zagrebačka Gora has a more uniform sequence of annual rings than the same species from Gorski Kotar.

4) The ratio between the summerwood and ring width in ash may generally be expressed by the formula:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{b}{x}}$$

In this formula, x represents the annual ring width, y the percentage of summerwood, e the base of \ln and b the parameter depending on ash species as well as on characteristics of the stand.

The data related to *Fr. angustifolia* from Lipovljani and to *Fr. excelsior* from Zagrebačka Gora and Risnjak, gave following forms of the above formula:

Fr. angustifolia from Lipovljani:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,88345}{x}}$$

Fr. excelsior from Zagrebačka Gora:

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,63826}{x}}$$

Fr. excelsior from Gorski Kotar (Risnjak):

$$y = 100 \cdot e^{-\frac{0,37894}{x}}$$

The numerical data showing the correlation between the annual ring width and summerwood proportion are given in Tab. 3, and Figs. 2, 3 and 4.

5) In the annual rings of the same width, *Fr. angustifolia* shows a greater proportion of summerwood than *Fr. excelsior*. Hence the difference in the structure of annual rings between *Fr. angustifolia* and *Fr. excelsior*. There are likewise differences in *Fr. excelsior* originating from different stands (Zagrebačka Gora and Risnjak).

Ing. B. EMROVIĆ

O IZJEDNAČENJU POMOĆU FUNKCIJA,
KOJE SE LOGARITMIRANJEM DAJU
SVESTI NA LINEARNI OBLIK
S NAROČITIM OBZIROM NA UPOTREBU KOD
IZRADE DRVNOGROMADNIH TABLICA

Sadržaj – Contents

- 1) Uvod – Introduction
- 2) Opis nekih metoda s kritičkim primjedbama
Description of some methods with critical remarks
- 3) Dalja moguća rješenja
Other possible solutions
- 4) Izjednačenje drvnogromadnih tablica
Adjustment of Tree Volume Tables
- 5) Zaključak – Conclusion.

1. UVOD

Ako su dvije ili više mjerene veličine međusobno zavisne, kao na pr. promjer i visina stabla ili promjer, visina i drvna masa stabla, onda ta zavisnost nije strogo funkcionalna već statistička (stohastička), t. j. jednakim vrijednostima argumenta odgovara po više vrijednosti tamo, gdje bi kod stroge funkcionalne zavisnosti trebalo da bude jedna vrijednost. Da se dobiju srednje, najvjerojatnije vrijednosti funkcije za određene argumente, potrebno je provesti izjednačenje, t. j. pronaći krivulju, koja će se mjerenim (opažanim) podacima najbolje prilagoditi. To izjednačenje može biti grafičko ili računsko. Oblik krivulje treba da je poznat, a kod računskog izjednačenja mora biti zadani analitički oblik krivulje, t. j. funkcija, po kojoj će se izjednačivanje provesti. Kod računskog izjednačivanja obično se upotrebljava metoda najmanjih kvadrata, a rjeđe metoda jednakih momenata*.

* Kod upotrebe običnog polinoma $y = a + bx + cx^2 + \dots$ obje metode daju jednake normalne jednadžbe.

Postupak po metodi najmanjih kvadrata moguć je samo kod funkcija, koje su linearne zavisne od svojih parametara. Ako funkcija nije linearna, potrebno ju je na neki način svesti na linearni oblik. U dendrometriji susreću se često funkcije, kod kojih se logaritmiranjem postiže potrebnii linearni oblik (Levaković¹, Mihajlov², Schumacher³).

Schumacherov logaritamski izraz za volumen stabla

$$\log m = \log a + b \cdot \log d + c \cdot \log h \quad [1]$$

dobiven je logaritmiranjem izraza

$$m = a \cdot d^b \cdot h^c \quad [2]$$

(m = drvna masa, d = prredni promjer, h = visina; a, b, c = parametri) i vrlo se često upotrebljava za izjednačivanje drvnogromadnih tablica. Međutim kod primjene metode najmanjih kvadrata na takav – logaritmiranjem dobiveni – linearni oblik postizava se izjednačenje: 1) kod kojega je suma izjednačenih logaritama jednak sumi neizjednačenih logaritama (t. j. sumi logaritama dobivenih od pojedinih opažanih iznosa); 2) kod kojega je suma, koju obrazuju kvadrati razlika između izjednačenih i neizjednačenih logaritama, jednak minimumu. No traži se zapravo izjednačenje, koje se sastoji u tome, da bi navedeni uvjeti (: suma kvadrata minimum, suma prvih potencija = 0.) bili ispunjeni za originalne iznose (numeruse), a ne za njihove logaritme. Oba izjednačenja odnose se međusobno kao geometrijska i aritmetička sredina. Izjednačenjem se dobiva analogon geometrijske sredine, a traži se zapravo analogon aritmetičke sredine.*

Po Cauchyjevu teoremu aritmetička je sredina uvijek veća od geometrijske sredine, pa će se prema tome s logaritamskim izjednačenjem dobiti uvijek preniski rezultati: to niži, što je veće rasipanje – devijacija – opažanih podataka oko krivulje izjednačenja. Kod potpune korelacije dobit će se na oba načina isti rezultat, no u tom

* Aritmetička sredina $A = \frac{1}{n} \sum x$ je srednja vrijednost, kod koje je udovoljeno uvjetu $\sum (x - A) = 0$ i $\sum (x - A)^2 = \text{minimum}$. Ako se geometrijska sredina

$$G = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdots x_n}$$

logaritmira, izlazi:

$$\log G = \frac{1}{n} \sum \log x,$$

t. j. za logaritam geometrijske sredine dobije se izraz, koji je jednak aritmetičkoj sredini logaritama varijanta. A za tu aritmetičku sredinu vrijede isti uvjeti, t. j.

$$\sum (\log x - \log G) = 0, \quad \sum (\log x - \log G)^2 = \text{minimum}$$

slučaju ne radi se više o izjednačenju. Kod logaritamskog izjednačenja drvnogromadnih tablica ta pojava dobiva značaj sistematske griješke tablica, t. j. tako dobivene tablice daju kod upotrebe sistemske prenische podatke za traženu drvnu masu.

Ovaj rad promatra taj problem,* a da bi diskusija bila lakša i numeričke ilustracije jednostavnije, uzeta je funkcija najjednostavnijeg oblika:

$$y = a x^b \quad [3]$$

2. OPIS NEKIH METODA S KRITIČKIM PRIMJEDBAMA

2.1 Izjednačenje se može provesti i tako, da se jednadžba ne logaritmira, već da se pomoću Taylorove formule dovede na linearni oblik (vidi Ritz-Baur⁴). Za parametre a i b određe se aproksimativne vrijednosti a_0 i b_0 tako, da se odaberu dvije točke dovoljno razdaljene, da se njihove koordinate uvrste u jednadžbu i da se iz nastalih jednadžbi izračunaju iznosi parametara kao nepoznanice (ili grafičkim načinom tako, da se na log-log-papir nanesu opažani iznosi i da se okularno izjednače pomoću pravca: $\log y = \log a + b \log x$). Aproksimativni iznos za $\log a$ je odsječak, što ga taj pravac čini na ordinatnoj osi, a b je nagib pravca). Po metodi najmanjih kvadrata pronalaze se potrebni nadopunjci $\alpha = a - a_0$ i $\beta = b - b_0$ na ovaj način:

$$\begin{aligned} Y &= a x^b = (a_0 + \alpha) x^{b_0 + \beta} \\ &= f(a_0 + \alpha, b_0 + \beta) \\ &= f(a_0, b_0) + \frac{\partial f}{\partial a} \alpha + \frac{\partial f}{\partial b} \beta + \dots \end{aligned} \quad [4]$$

Ako se zanemare viši članovi reda, izlazi:

$$Y = a_0 x^{b_0} + \alpha x^{b_0} + \beta a_0 x^{b_0} \ln x \quad [5]$$

Ako se opažani iznos funkcije, koji odgovara argumentu x_i , obilježi sa y_i , a pripadna izjednačena vrijednost funkcije sa Y_i ; te ako se od lijeve i desne strane gornje jednadžbe odbije y_i , izlazi:

$$Y_i - y_i = a_0 x_i^{b_0} + \alpha x_i^{b_0} + \beta a_0 x_i^{b_0} \ln x_i - y_i \quad [6]$$

* U toku rada pomagali su mi savjetom dr. Antun Levaković, profesor Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu i dr. Vladimir Vranić, profesor Ekonomskog fakulteta u Zagrebu.

odnosno uz zamjenu

$$\left. \begin{aligned} a_0 x_i^{b_0} - y_i &= -K_i \\ x_i^{b_0} &= \frac{A_i}{B_i} \end{aligned} \right\} [7]$$

$$Y_i - y_i = -K_i + A_i \alpha + B_i \beta [8]$$

Po metodi najmanjih kvadrata iznos

$$\Sigma (Y_i - y_i)^2 [9]$$

treba da bude minimum, pa treba

$$\Sigma (-K_i + A_i \alpha + B_i \beta)^2 [10]$$

derivirati i izjednačiti s nulom, dakle:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \alpha} &= 2 \Sigma A_i (-K_i + A_i \alpha + B_i \beta) = 0 \\ &\rightarrow \alpha \Sigma AA + \beta \Sigma AB = \Sigma AK \\ \frac{\partial}{\partial \beta} &= 2 \Sigma B_i (-K_i + A_i \alpha + B_i \beta) = 0 \\ &\rightarrow \alpha \Sigma AB + \beta \Sigma BB = \Sigma BK \end{aligned} \right\} [11]$$

Tako dobivene normalne jednadžbe imaju kao nepoznanice nadopunjke, a ne same parametre. Izračunani dopunjci α_0 i β_0 , dodani aproksimativnim vrijednostima a_0 i b_0 daju drugu aproksimaciju $a_1 = a_0 + \alpha_0$ i $b_1 = b_0 + \beta_0$, s kojom se postupak ponavlja. Daljim ponavljanjem postupka dopunjci a_n i β_n teže prema nuli. Prema tome i lijeve strane normalnih jednadžaba konvergiraju prema nuli, a također i desne strane, t. j.

$$\lim \Sigma AK = \lim \frac{1}{a} \Sigma Y (Y - y) = 0 [12]$$

$$\lim \Sigma BK = \lim \Sigma Y \ln x (Y - y) = 0$$

Dakle je doduše udovoljeno uvjetu

$$\Sigma (Y - y)^2 = \text{minimum} [13]$$

ali nije osim tog uđovoljeno i uvjetu

$$\Sigma (Y - y) = 0, [14]$$

t. j. $\Sigma Y = \Sigma y$, koji bi nam u svrhu potpunog izjednačenja bio isto tako potreban kao i onaj prvi.

Do te pojave dolazi kod upotrebe funkcija, koje nemaju aditivnu konstantu (vidi Willers⁵).

2.2 Logaritimira li se jednadžba

$$y = ax^b \quad [15]$$

izlazi izraz

$$\log y = \log a + b \log x, \quad [16]$$

koji vodi do normalnih jednadžaba:

$$\begin{aligned} n \log a + b \sum \log x &= \sum \log y \\ \log a + b \sum \log x + b \sum \log x \log x &= \sum \log y \log x, \end{aligned} \quad [17]$$

Parametri a i b izračunani na ovaj način nisu identični s iznosima tih parametara izračunanim na način opisan u točki 2.1. U načinu 2.1 udovoljeno je uvjetu

$$\sum (Y - y)^2 = \text{minimum} \quad [18]$$

dok je ovdje (nazovimo ovaj način običnim logaritamskim izjednačenjem) udovoljeno uvjetima

$$\left. \begin{aligned} \sum (\log Y - \log y)^2 &= 0 \\ \sum (\log Y - \log y)^2 &= \text{minimum} \end{aligned} \right\} \quad [19]$$

A kako su to različiti uvjeti, to će i iznosi parametara biti različiti. Kako je spomenuto već u uvodu, »obično logaritamsko izjednačenje« daje prenise rezultate. Suma logaritama na taj način izjednačenih vrijednosti bit će, doduše, jednak sumi logaritama ojažanih iznosa, ali suma numerusa izjednačenih vrijednosti bit će uvek manja od sume ojažanih iznosa. Razlika je to veća, što je veće rasipanje (variance, Streuung) ojažanih podataka oko krijućeg izjednačenja. Kod drvnogromadnih tablica može da razlika iznositi i 3–4%. Kako je već spomenuto, ona ima karakter sistematske grijeske tablica.

Logaritamsko je izjednačenje ekonomično i unatoč primjeni logaritama prikladno za upotrebu. Da bi se kod upotrebe u praksi otklonila spomenuta pojava sistematske grijeske, izrađene su metode, koje to više ili manje uspješno postižu (vidi: Chapman–Meyer⁶). Jedna je od tih metoda ova:

2.3 H. A. Meyer⁷ izradio je tablicu korekcijskih faktora, s kojima treba umnožiti rezultate običnog logaritamskog izjednačenja. Taj korekcijski faktor izведен je na temelju hipoteze, da su razlike logaritama ojažanih iznosa y_{ij} i logaritma izjednačene veličine η_i , t. j. razlike $(\log \eta_i - \log y_{ij})$, normalno distribuirane oko nule, odnosno da su iznosi $\log y_{ij}$ normalno distribuirani oko $\log \eta_i$. Ta hipoteza odgovara stvarnosti tek približno, ali ako distribucija i nije baš potpuno normalna, po toj hipotezi izračunani faktori bit će ipak upotrebljivi.

Prepostavi li se dakle, da su za neki određeni x — iznos pripadni logaritmi opažanih iznosa $\log y = M$ normalno distribuirani oko sredine $\log \eta = \mu$ sa standardnom devijacijom σ , onda je

$$d f(M) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(M-\mu)^2}{2\sigma^2}} \cdot dM \quad [20]$$

Izvedu li se supstitucije

$$M = \log y, \rightarrow dM = \log e \frac{1}{y} dy, \quad [21]$$

izlazi distribucija samih y — iznosa

$$d\varphi(y) = \frac{\log e}{y} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\log y - \mu)^2}{2\sigma^2}} \cdot dy, \quad [22]$$

koja dakako nije više normalna. Pomnoži li se lijeva i desna strana sa y i integrira od 0 do ∞ , dobit će se na lijevoj strani aritmetička sredina svih y — iznosa, koja bi imala da zadovoljava jednadžbu

$$\int_0^\infty y d\varphi(y) = Y. \quad [23]$$

Na desnoj strani treba provesti supstituciju

$$\log y = M, y = 10^M \rightarrow dy = 10^M \ln 10 dM \quad [24]$$

čime se i granice integrala vraćaju natrag od $-\infty$ do $+\infty$, dakle

$$Y = \int_{-\infty}^{+\infty} \log e \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(M-\mu)^2}{2\sigma^2}} \cdot 10^M \ln 10 \cdot dM. \quad [25]$$

Uvezši u obzir, da je

$$\left. \begin{aligned} \log e \cdot \ln 10 &= 1 \\ 10^M &= e^{\ln 10^M} = e^{M \ln 10} \end{aligned} \right\}, \quad [26]$$

izlazi:

$$Y = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\left[-\frac{(M-\mu)^2}{2\sigma^2} + M \ln 10 \right]} \cdot dM \quad [27]$$

$$Y = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\left[-\frac{(M-\mu + \frac{\sigma^2 \ln 10}{2})^2}{2\sigma^2} + (\mu + \frac{1}{2} \sigma^2 \ln 10) \ln 10 \right]} \cdot dM \quad [27]$$

a kako je

$$e^{\left(\mu + \frac{1}{2}\sigma^2 \ln 10\right) \ln 10} = e^{\ln 10 \left(\mu + \frac{1}{2}\sigma^2 \ln 10\right)} = 10^\mu \cdot 10^{\frac{1}{2}\sigma^2 \ln 10} \quad [28]$$

$$Y = 10^\mu \cdot 10^{\frac{1}{2}\sigma^2 \ln 10} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(M-\mu+\sigma^2 \ln 10)^2}{2\sigma^2}} \cdot dM \quad [29]$$

$$Y = 10^\mu \cdot 10^{\frac{1}{2}\sigma^2 \ln 10} = \eta \cdot 10^{\frac{1}{2}\sigma^2 \ln 10} = \eta \cdot f, \quad [30]$$

jer je vrijednost integrala = 1, a $10^\mu = \eta$, jer je $\log \eta = \mu$. Prema tome, da bi se dobila aritmetička sredina opažanih podataka (= Y), potrebno je geometrijsku sredinu (= η) pomnožiti s faktorom

$$f = 10^{\frac{1}{2}(\ln 10) \cdot \sigma^2} = 10^{1,151293 \sigma_{\log y}^2}, \quad [31]$$

Dakle prema gornjem izvodu H. A. Meyera korekcioni faktor, pomoću kojeg bi se kompenzirala pogreška rezultata običnog logaritamskog izjednačenja, zavisan je samo od varijance logaritama opažanih iznosa, te se nakon provedenog običnog logaritamskog izjednačenja može izračunati i rezultate korigirati.

Kod primjene ovog korekcionog faktora na izjednačenje po funkciji $\log Y = \log a + b \log x$ dobit će se, doduše, dobar rezultat, t. j. suma izjednačenih iznosa bit će približno jednak sumi opažanih iznosa. Ali time još nije rečeno, da je i izjednačenje potpuno pravilno i da na taj način dobivene ordinate određuju i najvjerojatniju krivulju. Kod primjene toga načina na izjednačenje pomoću funkcije s jednom ili više varijabla (kao što je to slučaj sa Schumacherovim logaritamskim izrazom za drvnu masu stabla, radi kojega je ta korekcija i izvedena) osim hipoteze, da je distribucija logaritama opažanih iznosa normalna sa standardnom devijacijom $\sigma_{\log m}$, prečutno je usvojena i hipoteza, da je taj $\sigma_{\log m}$ jednak za svaku vrijednost argumenata, a to ne odgovara stvarnosti. Ako se promatra kolektiv izmjera za sastav drvnogromadnih tabela, logaritamska slika rasipanja sasvim je drugačija kod malih promjera i visina, nego kod velikih promjera i visina. Ako je promjer određen i konstantan, $\sigma_{\log m}$ pada s rastenjem visine. Isto tako prosječni $\sigma_{\log m}$ za male promjere veći je nego za velike promjere. Prema tome bilo bi potrebno znati iznos varijance $\sigma_{\log m}^2$ za svaki promjer i visinu, t. j. bilo bi potrebno provesti izjednačenje veličine $\sigma_{\log m}^2$ kao funkcije od d i h .

Za funkciju

$$y = a x^b \rightarrow \log y = \log a + b \log x \quad [33]$$

to izjednačenje moglo bi se provesti po formuli

$$\sigma_{\log y}^2 = \log a + \beta \log x \quad [34]$$

premda se kod toga može dogoditi, da za ekstremnu vrijednost argumenta x vrijednost varijance ispadne i negativna, što je dakako besmislica, a ujedno i znak, da bi se σ^2 trebalo izjednačiti barem po formuli

$$\sigma_{\log y}^2 = \log a + \beta \log x + \gamma (\log x)^2 \quad [35]$$

Ali radi praktičnosti, uvezši u obzir još i to, da je to izjednačenje po empirijskoj formuli i da je iznos σ^2 potreban samo kao veličina za izračunavanje korekcionog faktora, može se i to tolerirati. U tome bi slučaju bilo

$$Y = \eta \cdot f = a x^b \cdot 10^{k \sigma^2} \\ (k = \frac{1}{2} \ln 10 = 1,151293) \quad [36]$$

$$\begin{aligned} \log . Y &= \log a + b \log x + k \sigma^2 \\ &= \log a + b \log x + k (\log a + \beta \log x) \\ &= \log a a^k + (b + k \beta) \log x \\ &= \log A + B \log x \end{aligned} \quad \left. \right\} \quad [37]$$

$$Y = A x^B \rightarrow A = a a^k, B = b + k \beta \quad [38]$$

iz čega je vidljivo, da su parametri izračunani običnim logaritamskim načinom pogrešni i to ne samo pararametar a , već i pararametar b , koji određuje nagib pravca u log-log-ravnini. U slučaju da je $\sigma_{\log y}^2$ jednak za svaku vrijednost argumenta x , kako to pretpostavlja H. A. Meyer, korigirao bi se samo iznos parametra a , a iznos pararametra b ostao bi isti.

2.4 G. T. Fehner⁸ u odjeljku o logaritamskom postupku s kolektivima opisuje vezu između geometrijske sredine G i aritmetičke sredine A aproksimativnom jednadžbom

$$G = A \left(1 - \frac{1}{2} \frac{q^2}{A^2} \right),$$

gdje je $q^2 =$ varijanca numerusa = kvadrat standardne devijacije, ali bez izvoda. Dokaz je izveo W. Scheibner⁹ (citirano po Fehneru)*.

2.5 Worthing i Geffner¹⁰ rješavaju ovaj problem na ovaj način: Prelaskom na logaritamski način računanja očekani podaci mijenjaju težinu. Ako se pretpostavi, da originalni podaci (numerusi) imaju težinu 1, onda njihovi logaritmi dobivaju drugu težinu, koja se može odrediti na ovaj način:

* Rad W. Scheibnera nažalost nisam mogao nabaviti, te taj putokaz, koji bi se eventualno mogao iskoristiti, samo napominjem.

Ako je

$$U = f(y_1, y_2, \dots, y_n) \quad [40]$$

a $\sigma_{y_1}, \sigma_{y_2}, \dots, \sigma_{y_n}$ su srednje kvadratne grijeske velicine y_1, y_2, \dots, y_n , onda je

$$\sigma_U = \sqrt{\left(\frac{\partial U}{\partial y_1}\right)^2 \sigma_{y_1}^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y_2}\right)^2 \sigma_{y_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial U}{\partial y_n}\right)^2 \sigma_{y_n}^2} \quad [41]$$

(a to je poznati zakon o gomilanju grijesaka – Fehlerfortpflanzungsgesetz). Prema tome ako je

$$U = f(y) = \ln y \quad [42]$$

$$\sigma_{\ln y} = \frac{dU}{dy} \cdot \sigma_y = \frac{1}{y} \sigma_y, \quad [43]$$

a kako se tezine odnose kao recipročne vrijednosti kvadrata srednjih grijesaka (standardnih devijacija), to izlazi:

$$\left. \begin{aligned} w_{\ln y_1} : w_{\ln y_2} &= \frac{1}{\left(\frac{1}{y_1} \sigma_{y_1}\right)^2} : \frac{1}{\left(\frac{1}{y_2} \sigma_{y_2}\right)^2} \\ &= y_1^2 \sigma_{y_1}^2 : y_2^2 \sigma_{y_2}^2 \end{aligned} \right\} \quad [44]$$

Uz prepostavku, da je tezina originalnih iznosa (numerusa) jednaka jedinici, t. j.

$$\sigma_{y_1} = \sigma_{y_2} = \dots = \sigma_{y_n} = 1 \quad [45]$$

izlazi:

$$w_{\ln y_1} : w_{\ln y_2} = y_1^2 : y_2^2 \quad [46]$$

Dakle kod prijelaza na logaritamski način izjednačivanja potrebno je logaritam svakog opažanog iznosa opteretiti kvadratom njegova numerusa. Na taj način trebalo bi da se dobiju iznosi parametara kao kod direktnog izjednačenja. Autori napominju, da se to u praksi postiže samo približno, a osim toga time nije rečeno, da baš numerusi moraju imati tezinu 1; već da se isto tako može prepostaviti u konkretnom slučaju, da logaritmi imaju tezinu 1, pa u tom slučaju numerusi moraju mijenjati tezinu.

Ta metoda osniva se na prepostavci, da su odstupanja relativno malena i da je suma njihovih kvadrata minimum, a da istodobno suma samih odstupanja nije jednaka nuli (vidi idući točku).

2.6 Schwerdt^{11, 12} ne uzima svaki logaritam opažanog iznosa kao opterećen kvadratom numerusa već samim numerusom.

Ako je jednadžba krivulje

$$Y = f(x) \quad [47]$$

a opažanom (mjeronom) paru podataka (y_i, x_i) odgovara izjednačena vrijednost

$$Y_i = f(x_i); \quad [48]$$

onda po metodi najmanjih kvadrata mora biti:

$$\left. \begin{aligned} \sum l &= \sum (Y - y) = \sum [f(x) - y] && i \\ \sum ll &= \text{minimum} \end{aligned} \right\} \quad [49]$$

Medutim, ako je prikladnije, da se izjednačenje provede po modificiranoj jednadžbi

$$\varphi[Y] = \varphi[f(y)] \quad [50]$$

te da se izjednače funkcije opažanih podataka, onda će i razlike (odstupanja) iznositi

$$\lambda_i = \varphi(Y_i) - \varphi(y_i) \quad [51]$$

Od izjednačenja se traži da bude

$$\left. \begin{aligned} \sum l &= 0 \\ \sum \lambda l &= \text{minimum} \end{aligned} \right\} \quad [52]$$

a ne

$$\left. \begin{aligned} \sum \lambda &= 0 \\ \sum \lambda^2 &= \text{minimum}, \end{aligned} \right\} \quad [53]$$

jer ako je ispunjen posljednji uvjet, nije ujedno ispunjen i prvi uvjet, kako je već i prije spomenuto.

Iz izraza

$$l = Y - y \quad [54]$$

izlazi

$$Y = y + l, \quad [55]$$

a funkcija

$$\varphi(y + l) \quad [56]$$

može se rastaviti u Taylorov red

$$\varphi(y + l) = \varphi(y) + \frac{l}{1!} \varphi'(y) + \frac{l^2}{2!} \varphi''(y) + \dots \quad [57]$$

Ako iznosi l nisu preveliki, dovoljna su prva dva člana, pa prema tome:

$$\varphi(y + l) - \varphi(y) = \varphi(Y) - \varphi(y) = l \cdot \varphi'(y) = \lambda, \quad [58]$$

odnosno

$$l = \lambda \frac{1}{\varphi'(y)}. \quad [59]$$

Ako je

$$\varphi(y) = \log y, \rightarrow \varphi'(y) = \frac{1}{y} \log e, \quad [60]$$

pa je u tom slučaju

$$l = \lambda \cdot y \cdot \frac{1}{\log e} \quad [61]$$

(iznos $\frac{\log e}{1}$ može se kao konstantni faktor ispuštiti).

Ako je nadalje

$$Y = f(x) = a x^b, \quad [62]$$

onda je

$$\varphi(Y) = \log Y = \log a + b \log x \quad [63]$$

Prvi uvjet izjednačenja zahtijeva, da bude

$$\left. \begin{aligned} \sum l &= 0 \\ \sum l &= \sum y \lambda \\ &= \sum y (\log Y - \log y) \\ &= \sum y (\log a + b \log x - \log y) = 0 \end{aligned} \right\} \quad [64]$$

a iz toga izlazi:

$$\log a \sum y + b \sum y \log x = \sum y \log y, \quad [65]$$

a to je prva normalna jednadžba, koja bi se dobila iz uvjeta

$$\sum y \lambda = \text{minimum}, \quad [66]$$

t.j. iz uvjeta logaritamskog izjednačenja uz pretpostavku, da je svaki logaritam opterećen iznosom njegova numerusa. Druga normalna jednadžba glasila bi

$$\log a \sum y \log x + b \sum y \log x \log x = \sum y \log y \log x \quad [67]$$

pa bi trebalo da se iz tih dviju jednadžbi izračunaju iznosi parametara a i b . Rezultati takva izjednačenja zadovoljavali bi približno dobro uvjet, da je suma izjednačenih vrijednosti jednaka sumi opežanih vrijednosti.

Međutim na taj način nije udovoljeno uvjetu

$$\sum ll = \text{minimum}, \quad [68]$$

jer iz tog uvjeta izlazi:

$$\sum ll = \sum [y (\log a + b \log x - \log y)]^2 = \text{minimum}, \quad [69]$$

što dovodi do ovih normalnih jednadžaba:

$$\begin{aligned} \log a \sum y^2 + b \sum y^2 \log x &= \sum y^2 \log y \\ \log a \sum y^2 \log x + b \sum y^2 \log x \log x &= \sum y^2 \log y \log x, \end{aligned} \quad \left. \right\} [70]$$

a to su normalne jednadžbe, koje bi se dobile iz uvjeta

$$\sum y^2 \lambda \lambda = \text{minimum}, \quad [71]$$

t. j. iz uvjeta logaritamskog izjednačenja uz prepostavku, da je svaki logaritam opterećen iznosom kvadrata njegova numerusa, kako je to predloženo od Worthinga i Geffnera. No iz ovih jednadžaba je vidljivo, da nije udovoljeno uvjetu

$$\sum l = 0 \quad [72]$$

pa se od ovakva izjednačenja ne može očekivati, da će suma izjednačenih iznosa biti jednakna sumi opažanih iznosa. Nepovoljni utjecaj pomanjkanja aditivne konstante kod jednadžbe

$$Y = a x^b \quad [73]$$

dolazi do izražaja i kod upotrebe logaritamskog oblika njezina.

Izjednačenje originalnih iznosa po funkciji $Y = a x^b$, uz primjenu Taylorova reda s aproksimacijama i dopunjcima, kako je to opisano u točki 2.1, izvršeno je također na temelju prepostavke

$$\sum ll = \text{minimum}, \quad [74]$$

a da istodobno nije udovoljeno i uvjetu

$$\sum l = 0 \quad [75]$$

Prema tome posljednje dvije normalne jednadžbe s y^2 -iznosima kao težinama bile bi analogne načinu opisanom u točki 2.1. Pretposljednje dvije normalne jednadžbe izvedene iz uvjeta $\sum l = 0$ imaju također analogon u istom smislu. Te jednadžbe mogu se shvatiti kao nulti i prvi momenat ponderiranih ordinata s obzirom na ordinatnu os (suma momenata opažanih iznosa = suma momenata izjednačenih iznosa). Vidi o tome Ritz-Baur⁴ str. 90 (izjednačenje po metodi momenata). Analogne jednadžbe – po metodi jednakih momenata, – a za originalne podatke glasile bi:

$$\Sigma a x^b = \Sigma y, \quad \Sigma a x^b \cdot x = \Sigma y x \quad [76]$$

kojih bi se upotreboom postiglo

$$\sum l = 0, \quad [77]$$

ali ne bi bilo udovoljeno uvjetu

$$\sum ll = \text{minimum}.^* \quad [78]$$

^{*} Upotreba tog načina nije baš jednostavna, jer postoji teškoće kod rješavanja jednadžaba.

Schwerdt uzima uvjet $\Sigma l = 0$. Iz jednadžbe

$$\Sigma y \log y = \log a \Sigma y + b \Sigma y \log x \quad [79]$$

odnosno

$$\frac{\Sigma y \log y}{\Sigma y} = \log a + b \frac{\Sigma y \log x}{\Sigma y} \quad [80]$$

zaključuje, da pravac u log-log koordinatnom sistemu mora da prolazi točkom

$$y_0 = \frac{\Sigma y \log y}{\Sigma y}, \quad x_0 = \frac{\Sigma y \log x}{\Sigma y}. \quad [81]$$

Od svih mogućih pravaca, koji prolaze tom točkom i prema tome zadovoljavaju prednju jednadžbu, odabira Schwerdt onaj pravac, kod kojeg je suma kvadrata razlika = minimum. Postupak je računsko-grafički po Mehmkeovoj metodi (vidi Schwerdt¹² str. 83) te kod nešto većeg broja opažanja mora biti neekonomican.

3. DALJA MOGUĆA RJEŠENJA

3.1 Ako su razlike između opažanih iznosa i sredine (odnosno linije izjednačenja) malene, to se kod Taylorova reda

$$\begin{aligned} \varphi(Y) &= \varphi(y + l) \\ &= \varphi(y) + \frac{l}{1!} \varphi'(y) + \frac{l^2}{2!} \varphi''(y) + \dots \end{aligned} \quad [82]$$

uzima samo prva dva člana reda, a ostali se članovi mogu zanemariti. Ta pretpostavka, iskorištena u prethodnoj točki (Schwerdt), ne može se više dopustiti, ako je disperzija značajna, a to je redovito slučaj. Radi toga bolje je umjesto drugog člana odmah pisati ostatak u Lagrangeovu obliku.

$$\begin{aligned} \varphi(Y) &= \varphi(y + l) \\ &= \varphi(y) + \varphi'(y + \theta l) \end{aligned} \quad [83]$$

a odatle

$$\begin{aligned} \lambda &= \varphi(Y) - \varphi(y) \\ &= l \cdot \varphi'(y + \theta l) \end{aligned} \quad [84]$$

$$l = \lambda \frac{1}{\varphi'(y + \theta l)}.$$

Ako je

$$\varphi(y) = \log y \quad [85]$$

$$l = \lambda(y + \theta l) = \lambda \cdot y_s \quad [86]$$

gdje je

$$0 < \theta < 1 \quad [87]$$

odnosno $y + \theta l$ je neki y_s , koji je veći od y , a manji od Y , t. j.

$$y < y_s < Y \quad [88]$$

Kod aritmetičke sredine

$$\left. \begin{aligned} \Sigma l &= \Sigma(Y - y) = \Sigma Y - \Sigma y = 0 \\ \Sigma Y &= \Sigma y = n Y \rightarrow Y = \frac{\Sigma y}{n} \\ \Sigma l &= \Sigma \lambda \cdot y_s = \Sigma(\log Y - \log y) \cdot y_s \\ &= \Sigma y_s \log Y - \Sigma y_s \log y = 0 \\ \Sigma y_s \log y &= \Sigma y_s \log Y \\ &= \log Y \Sigma y_s \rightarrow \log Y = \frac{\Sigma y_s \log y}{\Sigma y_s} \end{aligned} \right\} \quad [89]$$

t. j. ako se izračuna složena aritmetička sredina logaritama nekog kolektiva y_1, y_2, \dots, y_n , i to tako, da se svakom logaritmu pridijeli kao težina neki iznos y_s , koji je veći od y , a manji od

$$Y = \frac{\Sigma y}{n}, \quad [90]$$

ta složena sredina logaritama dat će logaritam aritmetičke sredine Y , dok bi obična sredina logaritama bez težine dala logaritam geometrijske sredine η .

Iz izraza

$$l = \lambda \cdot y_s \quad [91]$$

izlazi

$$\left. \begin{aligned} y_s &= \frac{l}{\lambda} \\ &= \frac{Y - y}{\log Y - \log y} \end{aligned} \right\} \quad [92]$$

odnosno

$$\log Y = \frac{\Sigma \frac{Y - y}{\log Y - \log y} \cdot \log y}{\Sigma \frac{Y - y}{\log Y - \log y}}, \quad [93]$$

a kako se iznos aritmetičke sredine Y tek traži, to u desnoj strani jednadžbe treba mjesto Y uvrstiti kao aproksimativnu vrijednost $\eta = \text{geometrijska sredina}$

$$\left(\log \eta = \frac{\Sigma \log y}{n} \right). \quad [94]$$

Na taj način dobivena složena sredina može se uzeti kao slijedeća aproksimacija aritmetičke sredine. Ponavljanjem postupka dolazi se do točnog iznosa Y .*

Kako je

$$y < y_s < Y, \quad [95]$$

to se za y_s može naći i neka aproksimativna vrijednost, na pr. aritmetička ili geometrijska sredina između y i Y

$$y_s = \frac{y + Y}{2}, \quad y_s = \sqrt{y \cdot Y} \quad [96]$$

Aritmetička sredina je neprikladna, dok je geometrijska sredina već prikladnija, jer uvrsti li se u jednadžbu složene sredine

$$y_s = \sqrt{y \cdot Y}, \quad [97]$$

izlazi

$$\begin{aligned} \log Y &= \frac{\Sigma y_s \log y}{\Sigma y_s} \\ &= \frac{\Sigma \sqrt{y \cdot Y} \log y}{\Sigma \sqrt{y \cdot Y}} = \frac{\sqrt{Y} \Sigma \sqrt{y} \log y}{\sqrt{Y} \Sigma \sqrt{y}} = \frac{\Sigma \sqrt{y} \log y}{\Sigma \sqrt{y}}. \end{aligned} \quad \left. \right\} \quad [98]$$

Ako se dakle složena sredina logaritama nekog kolektiva izračuna tako, da se svakom logaritmu dodijeli težina drugog korijena iz njegova numerusa, dobit će se logaritam, čiji će numerus približno biti jednak aritmetičkoj sredini originalnih podataka.

Na pr. zadan je kolektiv $x_1, x_2, \dots, x_n = 2, 4, 6, 8, 12, 14, 16, 18$; $n = 8$, aritmetička sredina $A = 10$, $\log A = 1$. Ako je uvjet, da se sredina A mora izračunati iz podataka, koji se sastoje od logaritama gornjih brojeva, to će obična sredina logaritama dati logaritam geometrijske sredine. Upotrebom težina i formule složene sredine logaritama dobit će se iznos, čiji će antilogaritam biti više ili manje bliz aritmetičkoj sredini. Vidi tabelu 1.

* Taj postupak kod aritmetičke sredine nema dakako smisla, ali dobiva svoj smisao kod krivulje, odnosno plohe izjednačenja.

Tabela 1

red. br. ord. no. <i>r</i>	težina <i>p</i>	$\log A_r = \frac{\sum p \log x}{\sum p}$	A_r	$\delta_r = \frac{A_r - A}{A} \cdot 100$
1	1	0,908 6291	8,10269	- 18,97%
2	\sqrt{x}	1,004 9158	10,11383	+ 1,14%
3	x	1,072 0090	11,80345	+ 18,03%
4	x^2	1,145 8216	13,99010	+ 39,90%
5	$\frac{A - x}{\log A - \log x}$	1,000 0000	10,00000	± 0,00%
6	$\frac{A_1 - x}{\log A_1 - \log x}$	1,002 8814	10,06657	+ 0,67%
7	$\frac{A_6 - x}{\log A_6 - \log x}$	0,999 9087	9,99790	- 0,021%

Iz tih podataka vidi se, da u konkretnom slučaju upotreba težine $p = 1$ (geometrijska sredina) daje procjenu aritmetičke sredine za 18,57% prenisko. Naprotiv, upotreba težine $p = x$ daje procjenu za 18,03% (dakle približno za isto toliko) previsoko, dok upotreba izraza \sqrt{x} kao težine daje sasvim upotrebljiv rezultat. Kod kolektiva sa zvonolikom distribucijom bile bi te grijeske manje i kod upotrebe izraza \sqrt{x} kao težine praktički beznačajne.

Pod rednim brojem 6 i 7 upotrebljena je težina

$$p = \frac{l}{x} = \frac{A - x}{\log A - \log x}, \quad [99]$$

gdje je umjesto aritmetičke sredine A uzeta kao aproksimacija geometrijska sredina A_1 . Rezultat A_6 je pogrešan samo za + 0,67%, a iduća aproksimacija je A_7 za - 0,021%.

3.2 Postupci izvedeni u točki 3.1. mogu se sada primjeniti na funkciju

$$\log Y = \log a + b \log x, \quad [100]$$

(odnosno na funkciju sa 2 varijable

$$\log Y = \log a + b \log x_1 + c \log x_2, \quad [101]$$

gdje i dobivaju svoj puni smisao. Ovdje se, međutim, mora izabrati ili uvjet

$$\Sigma l = 0 \quad [102]$$

ili pak uvjet

$$\Sigma ll = \text{minimum}, \quad [103]$$

jer obadva istodobno nije moguće postići.

$$3.2.1 \quad y_s = \frac{Y - y}{\log Y - \log y}, \quad \Sigma l = 0 \quad [104]$$

$$\left. \begin{aligned} \Sigma l &= \Sigma l \cdot y_s \\ &= \Sigma y_s (\log Y - \log y) \\ &= \Sigma y_s (\log a + b \log x - \log y) = 0. \end{aligned} \right\} \quad [105]$$

$$\log a \Sigma y_s + b \Sigma y_s \log x = \Sigma y_s \log y \quad [106]$$

Ovaj izraz ima oblik prve normalne jednadžbe, koja bi se dobila iz uvjeta

$$\Sigma y_s \lambda = \text{minimum}, \quad [107]$$

t. j. po postupku logaritamskog izjednačenja po metodi najmanjih kvadrata, ako je svaki logaritam opterećen težinom u iznosu y_s . Druga normalna jednadžba po istom uvjetu ($\Sigma y_s \lambda = \text{minimum}$) glasila bi

$$\log a \Sigma y_s \log x + b \Sigma y_s \log x \log x = \Sigma y_s \log y \log x \quad [108]$$

Budući da se izjednačene ordinate (Y) tek traže, to je za izračunavanje iznosa y_s potrebno upotrebiti aproksimativne vrijednosti.

Kao aproksimativne vrijednosti za Y mogu se upotrebiti rezultati grafičkog izjednačenja ili rezultati kakva običnog računskog načina, a također i rezultat običnog logaritamskog izjednačenja. S dobijenim iznosima treba postupiti kao s idućom aproksimacijom za Y kod računanja vrijednosti y_s . Postupak treba ponavljati, dok se ne dobiju rezultati, koji bi mogli zadovoljiti, t. j. dok razlike u iznosima parametara dvaju uzastopnih postupaka ne postanu bezznačajni.

3.2.2

$$y_s = \frac{Y - y}{\log Y - \log y}, \quad \Sigma ll = \text{minimum} \quad [109]$$

dovodi do normalnih jednadžaba

$$\left. \begin{aligned} \log a \Sigma y^2_s + b \Sigma y^2_s \log x &= \Sigma y^2_s \log y \\ \log a \Sigma y^2_s \log x + b \Sigma y^2_s \log x \log x &= \Sigma y^2_s \log y \log x, \end{aligned} \right\} \quad [110]$$

koje imaju oblik normalnih jednadžaba dobivenih uz uvjet

$$\Sigma y^2_s \lambda = \text{minimum}. \quad [111]$$

Ovaj način, kod kojeg treba postupiti analogno kao u 3.2.1, logaritamski je oblik načina 2.1. te se čini, da bi kod dovoljnog broja ponavljanja oba načina morala dati identični rezultat. Međutim se ipak ne dobivaju isti iznosi parametara. Uzrok je tomu taj, što je u načinu 3.2.2. i skala za x logaritamska, t. j. u normalnim jednadžbama dolazi iznos $\log x$, a ne x . Radi toga vrijednosti parametra konvergiraju (ponavljanjem postupka) prema nešto različitim

iznosima, no razlike nijesu velike. Što se tiče samo konvergencije ili – drugim riječima – potrebnog broja ponavljanja postupka za istu točnost parametra, čini se, da je ona podjednaka u oba načina, samo je način 3.2.2. možda nešto ekonomičniji.

3.2.3

$$y_s = \sqrt{Y \cdot y}, \quad \Sigma l \cong 0 \quad [112]$$

3.2.4

$$y_s = \sqrt{Y \cdot y}, \quad \Sigma ll \cong \text{minimum} \quad [113]$$

su dva približna načina slična načinima 3.2.1 i 3.2.2.

3.2.5 Izjednačenje se može provesti uz pomoć jednadžbe

$$\log Y = \log a + b \log x \quad [114]$$

i metodom momenata, tako da bude udovoljeno uvjetu

$$\Sigma l \cong 0 \quad [115]$$

Ako je

$$Y_0 = \frac{\Sigma \Sigma y}{N} \quad [116]$$

aritmetička sredina svih y -iznosa odnosno ordinata težišta ukupnog kolektiva mjerjenih (opažanih) iznosa, onda je

$$\Sigma L_y = \Sigma (Y_0 - y) = 0, \quad [117]$$

a to je ujedno suma nultih momenata ordinata, ako apscisu os zamislimo kao prebačenu – translatiranu – u težište. U tom bi slučaju L_y bila nova ordinata opažanog iznosa, a L_Y pripadna ordinata kružnje izjednačenja. Kako je po metodi momenata potrebno, da suma nultih momenata opažanih iznosa bude jednak sumi nultih momenata izjednačenih iznosa, zatim da suma prvih momenata opažanih iznosa bude jednak sumi prvih momenata izjednačenih iznosa i t. d. (prema broju parametara u jednadžbi), to mora biti i

$$\Sigma L_Y = \Sigma (Y_0 - Y) = 0. \quad [118]$$

No kako je

$$l = L_y - L_Y, \quad [119]$$

to mora biti i

$$\Sigma l = \Sigma L_y - \Sigma L_Y = 0. \quad [120]$$

Uzme li se analogno prijašnjim slučajevima

$$\begin{aligned} y_s &= \frac{L_y}{A_y} \\ &= \frac{Y_0 - y}{\log Y_0 - \log y} \cong \frac{Y_0 - Y}{\log Y_0 - \log Y} = \frac{L_Y}{A_Y} \end{aligned} \quad [121]$$

i dalje:

$$\left. \begin{aligned} \sum L_y &= \sum y_s A_y = \sum y_s (\log Y_0 - \log y) = 0 \\ \sum L_Y &= \sum y_s A_Y = \sum y_s (\log Y_0 - \log Y) \\ &\quad = \sum y_s (\log Y_0 - \log a - b \log x) = 0 \\ \sum y_s (\log Y_0 - \log y) &= \sum y_s (\log Y_0 - \log a - b \log x) = 0 \end{aligned} \right\} [122]$$

izlazi:

$$\log a \sum y_s + b \sum y_s \log x = \sum y_s \log y \quad [123]$$

Analogno izlazi iz sume prvih momenata:

$$\log a \sum y_s \log x + b \sum y_s \log x \log x = \sum y_s \log y \log x \quad [124]$$

a te iste jednadžbe dobili bismo i iz uvjeta •

$$\sum y_s AA = \text{minimum}, \quad [125]$$

kod čega bi se za y_s uzeo dakako izraz

$$y_s = \frac{Y_0 - y}{\log Y_0 - \log y}. \quad [126]$$

3.2.6 Za y_s može se približno uzeti

$$y_s = \sqrt{Y_0 \cdot y}, \quad [127]$$

što također približno odgovara uvjetu

$$\sum l = 0 \quad [128]$$

i izjednačenje po metodi momenata. Ovdje se, međutim, $\sqrt{Y_0}$ kao konstanta može izbaciti iz težine, tako da se kao težina dobije \sqrt{y} .

Prema tome, ako se provede logaritamsko izjednačenje po metodi najmanjih kvadrata, a uz upotrebu funkcije

$$\log Y = \log a + b \log x, \quad [129]$$

tako da se svakom logaritmu opažanog iznosa dade težina u iznosu drugog korijena iz njegova numerusa, dobit će se približno rezultat analogan izjednačenju numerusa po metodi jednakih momenata.

3.3 Za ilustraciju svih tih načina neka posluži najprije jedan jednostavan primjer (Schwerdt¹¹)

x ≈	1,0	1,6	2,5	6	8	10	$\Sigma x = 29,1$
y =	2,5	5,0	10	45	90	140	$\Sigma y = 292,5$

[130]

Rezultati iskazani su u tabeli 2.

4. IZJEDNAČENJA DRVNOGROMADNIH TABLICA

Izjednačenje može se dakle izvesti na više načina. Izbor načina zavisi o ekonomičnosti, o strukturi materijala, koji se izjednačuje i o cilju, radi kojeg se izjednačenje vrši.

4.1 Postupak po metodi najmanjih kvadrata ekonomičan je tek uz upotrebu mašina za računanje. Ako je, međutim, materijal, koji treba obraditi, dosta velik (a kod drvnogromadnih tablica je to potrebno, jer točnost tablica zavisi o veličini uzorka), onda će unatoč mašinskom računanju^{*} biti potrebno izabrati metodu, kod koje ne treba račun ponavljati nekoliko puta. Dakle metode s aproksimacijama bile bi neekonomične.

4.2 Struktura materijala zavisi o distribuciji iznosa argumenata, o distribuciji opažanih iznosa funkcije oko linije izjednačenja i o varijanci tih iznosa funkcije. Obično je najpovoljnija konstantna (pravokutna) distribucija argumenata, t. j. svakom argumentu (ili svakom paru argumenata) odgovara jednak broj opažanih iznosa funkcije. Tako na pr. »putstva za sastav drvnogromadnih tablica njemačkih šumsko-pokusnih postaja« u § 8 zahtijevaju, da modelna stabla budu »po mogućnosti s jednakom razdiobom na visine i starosti¹⁸. To je međutim vrlo teško postići i redovito materijal, a naročito, ako je velik, poprima distribuciju populacije, iz koje je izvaden, a ta je zvonolika i redovito asimetrična.

Pogodna je simetrična i barem približno normalna distribucija opažanih iznosa funkcije oko linije izjednačenja.

Povoljna je malena varianca tih opažanih iznosa. Povoljno je nadalje, da je ta varianca konstantna za svaki iznos argumenata, a ako već nije konstantna da je u jednostavnoj (ne komplikiranoj) zavisnosti od iznosa argumenata.

4.3 Cilj, zbog kojeg se vrši izjednačenje, također ima utjecaja na izbor načina. Kod drvnogromadnih tablica cilj je izjednačenja, da se pronađu srednje vrijednosti, koje će onda kod praktične primjene služiti kao procjena drvne mase za dani prsni promjer i visinu. Kod toga se ne traži samo najvjerojatnija procjena ukupne drvne mase sviju stabala, jedne sastojine, koja bi bila bar približno iste strukture kao i materijal, iz kojeg su sastavljene tablice, već se traži i najvjerojatnija procjena i za pojedine skupine stabala jednog debljinskog stepena ili razreda.

4.4 Kao primjer za demonstraciju uzima se izvadak iz materijala za sastav drvnogromadnih tablica za bukvu iz Moslavačke gore¹⁹, i to uglavnom materijal prsnog promjera $d = 14$ cm.

* Kod toga se imaju na umu obične mašine za računanje ručne ili motorne, a ne moderni automati, koji rade sa perforiranim karticama ili trakama papira.

¹⁸ Taj materijal potječe iz bukovih šuma Moslavačke gore s područja bivših poduzeća Našičke i Nihaga, gdje se prema ugovoru o prodaji mase na panju vršila procjena pomoću primjernih stabala. Stabla su obarana i mjerena sekcioniranjem. Izbor primjernih stabala vršio se na različite načine, različiti ljudi su rukovodili mjerjenjem i t. d., tako da pouzdanost tih podataka nije bez rezerve za istraživačku upotrebu.

Tabela 2

Red. br. Ord. no.	Težina Weight p	Udovoljeni uvjeti Fulfilled conditions	Opis načina Method of adjustment	a	$\log a$	b	ΣY	$\Sigma (Y - y)$	$\frac{\Sigma (Y - y)}{\Sigma y} \cdot 100$	$\Sigma (Y - y)^2$	$\Sigma (\log Y - \log y)$	$\Sigma (\log Y - \log y)^2$
1	$p = 1$	$\Sigma \lambda \lambda = \text{minimum}$	Obično logaritamsko izjednačenje Common logarithmic treatment		0,351 207	1,749 230	281,3842	-11,1158	-3,8003%	262,1284	-0,000 001	0,010 639
2			2. aproksimacija	0,828 223		2,070 878						
3		Izjednačenje s dopunjcima, $\Sigma ll = \text{minimum}$. Kao prva aproksimacija uzeti su rezultati običnog logaritamskog izjednačenja.	3. aproksimacija	0,957 888		2,142 348						
4		<i>Adjustment with supplements. $\Sigma ll = \text{minimum}$. As the first approximation the results of the common logarithmic adjustment are taken.</i>	4. aproksimacija	1,124 694		2,090 981						
5			5. aproksimacija	1,134 041		2,092 588	288,4125	-4,0875	-1,3974%	25,3243		
6			6. aproksimacija	1,133 934		2,092 617	288,4037	-4,0963	-1,4004%	25,3199		
7			7. aproksimacija	1,133 901		2,092 629	288,4027	-4,0977	-1,4009%	25,3206		
8	$p = y$	$\Sigma l \sim 0$ $\Sigma y \cdot \lambda \cdot \lambda = \text{minimum}$	log izjednačenja s težinama Weighted log adjustment		0,253 791	1,879 065	293,2331	+ 0,7331	+ 0,3506%	68,1900	-0,158 210	0,031 095
9	$p = y^2$	$\Sigma ll \sim \text{minimum}$ $\Sigma y^2 \lambda \lambda = \text{minimum}$	"		0,095 462	2,050 472	290,2565	- 2,2435	- 0,7670%	26,8405	-0,545 403	0,135 030
10	$p = \sqrt{Y_1 \cdot y}$	$\Sigma l \sim 0$ $\Sigma p \lambda \lambda = \text{minimum}$	"		0,250 109	1,881 956	292,4904	- 0,0096	- 0,0033%	68,3879	-0,170 809	0,030 025
11	$p = \sqrt{Y_{10} \cdot y}$	2. aproksimacija	"		0,243 715	1,889 132	292,5002	+ 0,0002	- 0,0007%	65,0437	-0,185 613	0,032 515
12	$p = Y_1 \cdot y$	$\Sigma ll \sim \text{minimum}$ $\Sigma p \lambda \lambda = \text{minimum}$	"		0,083 755	2,062 241	289,5362	- 2,9638	- 1,0133%	26,0793	-0,577 004	0,166 903
13	$p = Y_{12} \cdot y$	2. aproksimacija	"		0,066 846	2,079 976	288,9506	- 3,5494	- 1,2135%	25,4546	-0,620 229	0,164 939
14	$p = Y_{13} \cdot y$	3. aproksimacija	"		0,066 152	2,080 711	288,9311	- 3,5689	- 1,2201%	25,4406		
15	$p = \left(\frac{Y_1 - y}{\log Y_1 - \log y} \right)^2$	$\Sigma ll \sim \text{minimum}$ $\Sigma p \lambda \lambda = \text{minimum}$	"		0,083 322	2,062 690	289,5180	- 2,9820	- 1,0195%	26,0557		
16	$p = \left(\frac{Y_{15} - y}{\log Y_{15} - \log y} \right)^2$	2. aproksimacija	"		0,067 394	2,079 406	288,9658	- 3,5342	- 1,2183%	25,4642		
17	$p = \left(\frac{Y_{16} - y}{\log Y_{16} - \log y} \right)^2$	3. aproksimacija	"		0,066 541	2,080 330	288,9607	- 3,5313	- 1,2100%	25,4500		
18	$p = \left(\frac{Y_7 - y}{\log Y_7 - \log y} \right)^2$	$\Sigma ll \sim \text{minimum}$ $\Sigma p \lambda \lambda = \text{minimum}$	"		0,066 217	2,080 639	288,9306	- 3,5694	- 1,2203%	25,4417		
19	$p = \sqrt{y}$	$\Sigma l \sim 0$ $\Sigma p \lambda \lambda = \text{minimum}$	"		0,316 024	1,804 114	290,2190	- 2,2810	- 0,7798%	126,1487	-0,030 900	0,093 291
20			Schwerdt - Mehmke	1,360 000	0,133 539	2,010 000	291,3184	- 1,1816	- 0,4040%	31,0244	- 0,449 923	0,100 425

Tabela 3

Bukva iz Moslavačke Gore. Broj modelnih stabala. Prsní promjer $d = 14$ cm, $h =$ totalna visina u metrima, $m^3 =$ kubatura krupnog drva debljeg od 7 cm. Visina panja neodredena.

Beech from Moslavačka Gora. Number of sample trees, dbh = 14 cm, h = total height in meters, $m^3 =$ total cubic meter content (with minimum diameter 7 cm o. b.). The stump height is not defined.

m^3 h \	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σn
h																		
7	2																2	
8		1		1													2	
9	2	4	1														7	
10	1	1	3					1	1								7	
11		2	3	3	2	1	3		1								15	
12	1		2	4	5	4	3	1	1		1						22	
13		1	3	3	3	8	3	7	5	1							34	
14			8	15	11	17	5	3	1					1			76	
15				1	4	11	16	16	34	16	9	5	3		1		116	
16					2	12	17	27	32	21	11	18	4	1	1	1	147	
17						2	6	14	28	23	16	11	13	9	1		123	
18						1	6	6	7	23	27	30	23	2	6	2	1	134
19							1	2	1	11	13	20	29	13	5	2	1	98
20								2	2	9	18	13	9	9		2		64
21									5	2	2	7	7	7	3	3		36
22										1	2	3	4	5	1	2	1	19
23										2		3	1			1		7
24											1	2				1	1	5
25													1			1		2
26														1				1
27															1			
28																	1	
Σn	2	4	9	13	28	61	83	101	156	118	110	115	54	36	13	10	5	918

Obično logaritamsko izjednačenje daje jednadžbu

$$\log \mu = -2,050\,732 + 0,935\,621 \log h \quad [131]$$

μ = masa krupnog drva stabla (m^3)

h = totalna visina (metara)

(prsnji promjer $d = 14$ cm)

Pomoću Fisherovog F – testa (Fisher¹⁴, Linder¹⁵) isprobana je hipoteza linearnosti, t. j. da li je statistički dopušteno izjednačenje podataka po linearnoj jednadžbi

$$\log \mu = \log a + b \log h \quad [132]$$

Ako se podaci slože tako, da svi opažani iznosi iste visine sačinjavaju jednu skupinu, onda analiza varijance pokazuje ovo:

Tabela 4

Uzrok varijacije <i>Source of Variation</i>	Suma kvadrata <i>Sums of Squares</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of Freedom</i>	Varijanca <i>Mean variance</i>
regresioni pravac <i>Linear regression</i>	4,632 691	1	—
oko pravca <i>Deviations from linear regression</i>	0,170 099	19	0,008 953
između skupine <i>Between arrays</i>	4,802 790	20	—
unutar skupina <i>Residual within arrays</i>	4,501 273	897	0,005 018
Ukupno <i>Total</i>	9,304 063	917	—

$$F = \frac{0,008\,953}{0,005\,018} = 1,7841$$

Budući da je $n_1 = 19$; $n_2 = 897$, interpolacijom je iz tabela (Linder¹⁵ str. 141) dobijeno za $P = 0,05$

$$F = 1,878 \text{ a to je } > 1,7841.$$

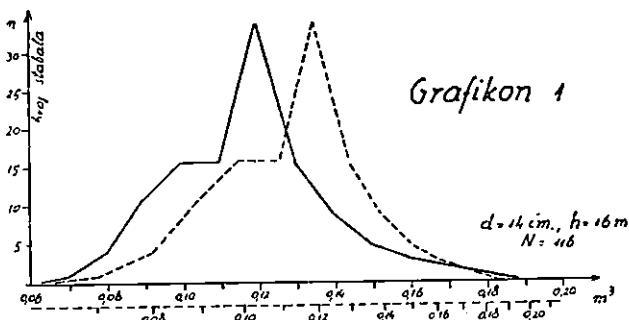
Tabela 5

Red. br. Ord.	Način izjednačenja Method of adjustment	a	$\log a$	b	ΣY	$\Sigma (Y - y)$	$\frac{\Sigma (Y - y)}{\Sigma y} \cdot 100$	$\Sigma (Y - y)^2$
1	Obično logaritamsko izjednačenje Common logarithmic adjustment		— 2,050 732	0,935 621	114,171 513	— 1,408 487	— 1,219%	0,361 760
2	log. izjednačenje s kvadratom numerusa kao težinom Logarithmic adjustment using as weight the square of numerus		— 1,862 152	0,799 854	119,989 185	+ 4,409 185	+ 3,815%	0,380 541
3	log. izjednačenje s numerusom ordinate kao težinom. Logarithmic adjustment using as weight the numerus of the ordinate		— 1,930 877	0,847 073	117,064 429	+ 1,484 429	+ 1,284%	0,361 333
4	log. izjednačenje s drugim korijenom numerusa ordinate kao težinom. Logarithmic adjustment using as weight the square root of the numerus of the ordinate		— 1,998 010	0,897 213	115,589 366	+ 0,009 366	+ 0,008%	0,358 861
5	Izjednačenje pomoću dopunjaka. Kao prva aproksimacija uzeto je obično logaritamsko izjednačenje Adjustment by means of supplements. The common logarithmic adjustment is taken as the first approximation	0,010 416		0,880 074	114,167 528	— 1,412 472	— 1,222%	0,361 028
6		3. aproksimacija	0,010 511	— 1,978 352	0,881 238	115,594 968	+ 0,014 968	+ 0,013%
7		4.		— 1,978 339	0,881 216	115,590 929	+ 0,010 928	+ 0,009%
8		5.		— 1,978 3395	0,881 216	115,590 965	+ 0,010 965	+ 0,009%
9		6.		— 1,978 3388	0,881 2156	115,590 915	+ 0,010 915	+ 0,009%
10	Logaritamsko izjednačenje sa $\sqrt{y \cdot Y_1}$ kao težinom Logarithmic adjustment using $\sqrt{y \cdot Y_1}$ as weight			— 1,989 182	0,890 017	115,584 536	+ 0,004 536	+ 0,004%
11	Logaritamsko izjednačenje sa $\sqrt{y \cdot Y_2}$ kao težinom Logarithmic adjustment using $\sqrt{y \cdot Y_2}$ as weight			— 1,989 789	0,890 510	115,587 757	+ 0,007 757	+ 0,007%
12	Logaritamsko izjednačenje sa $y \cdot Y_1$ kao težinom Logarithmic adjustment using $y \cdot Y_1$ as weight			— 1,939 418	0,854 028			
13	Logaritamsko izjednačenje sa $y \cdot Y_{12}$ kao težinom Logarithmic adjustment using $y \cdot Y_{12}$ as weight			— 1,939 972	0,854 479			
14	Obično logaritamsko izjednačenje s Meyerovom korekturom Common logarithmic adjustment with Meyer's correction					115,749 363	+ 0,169 363	+ 0,147%
15	Obično log. izjednačenje s Meyerovom korekturom uz uvjet: Common log adjustment with Meyer's correction and condition:	$\sigma_{\log u} = \sigma_{\log m, h} = f(\log h)$				115,607 714	+ 0,027 726	+ 0,024%
16	log izjednačenje za h^2 kao težinom log adjust. using h^2 as weight		— 2,013 996	0,905 712				
17	log izjednačenje za h^2 kao težinom s Meyerovom korekturom uz uvjet: log adjust. using h^2 as weight, with Meyer's correction and condition:	$\sigma_{\log u} = \sigma_{\log m, h} = \frac{1}{h} \sigma_{\log m, h - 1}$				115,624 563	+ 0,044 862	+ 0,039%

Dakle pretpostavka linearne korelacije statistički je dopuštena, jer se varijanca oko pravca i varijanca unutar skupina ne razlikuju signifikantno.

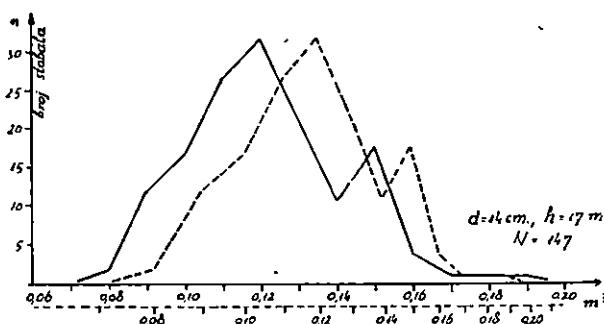
4.5 U tabeli 5 doneseni su rezultati različitih načina izjednačenja. Za logaritamski način govore razlozi ekonomičnosti, jer nema aproksimacija – dakle nema ponavljanja računa. Osim toga ima i drugih razloga u prilog tom načinu.

Kod određenog promjera i odredene visine opažani podaci drvne mase distribuirani su nešto asimetrički, dok je distribucija njihovih logaritama već nešto simetričnija (vidi grafikon 1).

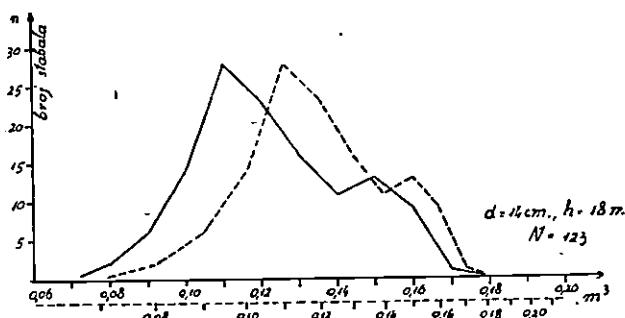


Grafikon 1

$d = 14 \text{ cm.}, h = 16 \text{ m}$
 $N = 116$



$d = 14 \text{ cm.}, h = 17 \text{ m}$
 $N = 147$



$d = 14 \text{ cm.}, h = 18 \text{ m}$
 $N = 123$

Za izjednačivanje povoljan je slučaj, ako opažani podaci imaju jednaku težinu. Kako je težina proporcionalna recipročnoj vrijednosti kvadrata standardne devijacije, dakle recipročnoj vrijednosti varijance, to bi, da budu jednake težine, i varijance morale biti jednake. Iz tabele 6 vidi se, da je varijanca opažanih iznosa funkcije za različite visine istog promjera $d = 14$ cm nekako podjednaka. Varijanca logaritama tih iznosa nešto pada s rastenjem visine. Prema tome povoljnije bi u ovom slučaju bilo izjednačivanje samih iznosa, t. j. numerusa, a ne njihovih logaritama. Ali ako se ne promatra izolirano samo materijal s prsnim promjerom $d = 14$ cm, već u vezi s ostalim materijalom različitih prsnih promjera, može se vidjeti, da varijanca logaritama varira u podnošljivim granicama, dok je varijanca numerusa kod velikih prsnih promjera 100 do 200 puta veća nego kod malih promjera. U tabeli 7 izneseni su podaci za neke prsne promjere i visine s pripadnim varijancama za bukvu Moslavačke gore. Dakle i taj momenat upućuje na izjednačivanje pomoći logaritama.

Tabela 6

$d = 14$ cm.

h	n	σ^2_m	$\sigma^2_{\log m}$
9	7	0,000 048	0,002 633
10	7	0,000 948	0,023 467
11	15	0,000 435	0,010 507
12	22	0,000 474	0,010 357
13	34	0,000 437	0,008 745
14	76	0,000 360	0,005 540
15	116	0,000 381	0,005 426
16	147	0,000 432	0,005 440
17	123	0,000 414	0,005 204
18	134	0,000 404	0,004 680
19	98	0,000 315	0,003 111
20	64	0,000 282	0,002 459
21	36	0,000 408	0,003 637
22	19	0,000 336	0,002 378
23	7	0,000 414	0,002 800

Tabela 7

d	h	n	σ^2_m	$\sigma^2_{\log m}$
14	16	147	0,000 432	0,005 440
25	24	153	0,004 300	0,002 449
35	27	130	0,016 746	0,001 870
45	30	107	0,060 805	0,001 890
55	31	98	0,123 609	0,001 622
65	33	62	0,400 850	0,002 373
75	36	13	0,643 141	0,001 835
78	37	7	1,146 001	0,003 593
78	38	7	0,743 283	0,001 682
79	36	20	0,921 337	0,002 084
79	38	24	1,101 515	0,002 200

4.6 Obični logaritamski način daje, međutim, nešto preniske rezultate i donekle pogrešan nagib (iznos parametra b). Signifikantnost te pogreške zavisi o broju modelnih stabala te se kod malog broja stabala može zanemariti unatoč njezinu karakteru sistematske grijeske. Obično logaritamsko izjednačenje 918 stabala daje rezultat:

$$\log \mu = -2,050 732 + 0,935 621 \log h \quad [133]$$

Standardna grijeska iznosi

$$\sigma_{\log m, \log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log \mu - \log m)^2}{N-2}} = 0,071 954.$$

Postotna pogreška samog volumena iznosi (Meyer, H. A.¹⁶⁾

$$\sigma_m (\%) = 230,26 \cdot \sigma_{\log m} = 16,565 \%$$

Ukupna postotna pogreška procjene 918 stabala iznosila bi

$$\frac{\sigma_m}{\sqrt{N}} = 0,5467 \%,$$

a to je ujedno najveća moguća točnost procjene, koja bi se takvima tablicama dala postići*.

* Standardna grijeska u iznosu $\sigma_{\log m} = 0,071 954$ znači da bi cca $\frac{2}{3}$ logaritamskih opažanih iznosa trebalo da padne između granica $\log \mu \pm 0,071 954$. To bi i bilo tako (ukoliko se prihvati hipoteza normalnosti distribucije, što odgovara stvarnosti samo približno, kako je već spomenuto), kad bi parametri a i b , a također i standardna grijeska, bili pravi parametri populacije. Oni, međutim, nisu pravi parametri, već procjene izračunate iz uzorka veličine 918 stabala, pa su prema tome opterećeni grijeskom uzroka (sampling error). Radi toga nije uputno očekivati manju standardnu grijesku od 0,55%, ako bi se pomoću takvih tablica kubicirao i veći broj stabala od 918.

Ako se kao granice signifikantnosti uzmu $\pm 1,96 \sigma$ ($P = 0,05$), to bi iznos $1,96 \sigma_m = 1,072\%$ bio otprilike iste veličine kao i iznos $-1,219\%$, za koliko je običnim logaritamskim izjednačenjima dobijen preniski rezultat. Prema tome kod izrade tabele za manje od cca 500 modelnih stabala, mogla bi se zanemariti činjenica, da obično logaritamsko izjednačenje daje preniske rezultate.

4.7 Kako taj preniski rezultat ima karakter sistematske grijeske, a iznos $\sigma_{\log m}$ se i onako računa, to je uputno, a kod većeg broja modelnih stabala i potrebno upotrebiti Meyerovu korekturu. Korekcioni faktor u našem primjeru iznosi

$$f = 10^{1,151 \ 293} \sigma_{\log m}^2 = 10^{0,035 \ 961} = 1,01382. \quad [134]$$

Prema tome podatke tablica trebalo bi povećati za $1,382\%$, pa bi procjena ukupne mase 918 stabala iznosila (vidi tabelu 5 red. br. 1 i 14)

$$114,171 \ 513 \cdot 1,013 \ 82 = 115,749 \ 363 \text{ m}^3$$

čime bi se dobio za $+ 0,147\%$ previsoki rezultat.

4.8 Ako je broj modela velik, potrebno je uzeti u obzir i različite iznose varijance za različite vrijednosti argumenata. Iz tabele 6 vidi se, da iznos $\sigma_{\log m}^2$ pada s rastenjem visine. Izjednači li se taj odnos pomoću jednadžbe

$$\sigma_{\log m}^2 = \log a + \beta \log h, \quad [135]$$

izlazi

$$\sigma_{\log m}^2 = 0,035 \ 555 - 0,024 \ 983 \log h^* \quad [136]$$

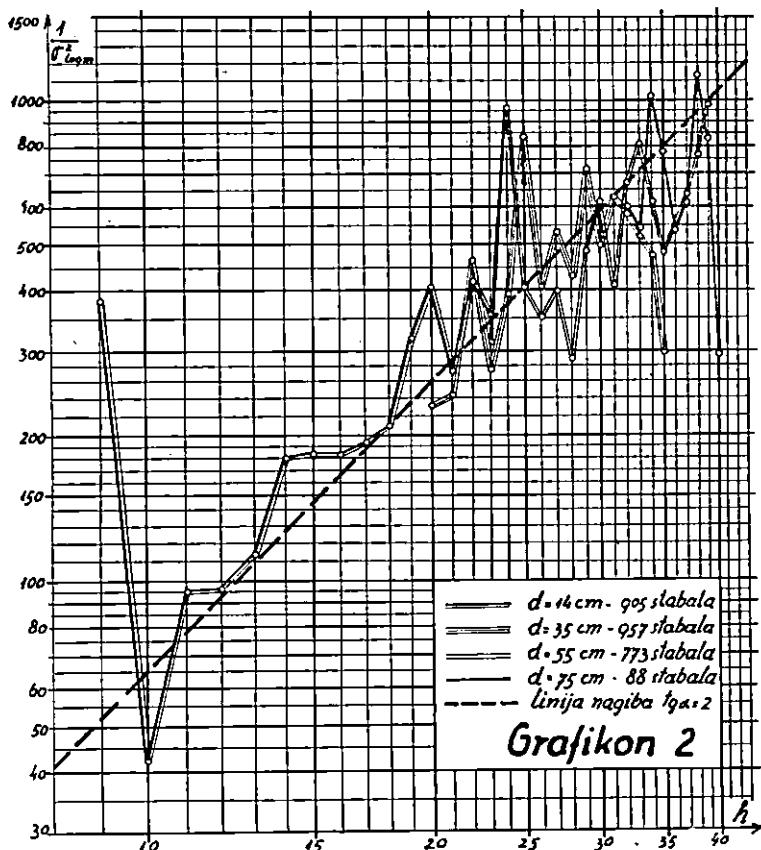
Uz upotrebu Meyerovog korekcionog faktora s tako dobivenom varijancom jednadžba izjednačenja bila bi

$$\begin{aligned} \log M &= \log A + B \log h \\ \log A &= \log a + k \cdot \log h = -2,009 \ 798 \\ B &= b + k \cdot \beta = +0,906 \ 858 \\ k &= \frac{1}{2} \ln 10 = 1,151 \ 293 \\ \log M &= -2,009 \ 798 + 0,906 \ 858 \log h. \end{aligned}$$

Ukupna procjena mase 918 stabala po ovoj formuli dala bi iznos za $+ 0,024\%$ previsoko (vidi tabelu 5, red. br. 15).

* u tabeli 6 i 7 iskazane su varijance s obzirom na sredinu iznosa pripadnih dotičnom iznosu h (odnosne d i h), a ne s obzirom na izjednačenu vrijednost običnog log. izjednačenja. Osim toga uzete su u obzir samo skupine s više od 7 podataka. Prema tome gornja jednadžba ne odgovara potpuno prepostavci, ali joj se približuje.

4.9 Izjednačivanje varijance opisano u prethodnoj točki posao je gotovo isto toliko opsežan kao i samo izjednačivanje tabele. Radi toga dobro je u konkretnom slučaju pokušati pronaći približno rješenje. Kod bukve iz Moslavačke gore varijanca drvne mase mijenja se sa prsnim promjerom i visinom. Prjni promjer utječe vrlo malo, tako da se približno može uzeti da je varijanca zavisna samo od



visine. Nanesu li se na log-log-papir iznosi recipročne vrijednosti varijance logaritama ($1/\sigma^2 \log m$) kao funkcija visine, i to za različite prsne promjere od $d = 14$ cm do $d = 75$ cm, dobit će se sistem točaka (odnosno sistem poligona, ako se spoje točke pripadne istom prsnom promjeru), koji se može odokna, približno doduše, ali šasvima dobro izjednačiti pravcem s nagibom $\operatorname{tg} \alpha = 2$ (grafikon 2).

Prema tome funkcija bi bila oblika:

$$\log \frac{1}{\sigma_{\log m}^2} = \log C + 2 \log h, \quad [138]$$

odnosno

$$\frac{1}{\sigma_{\log m}^2} = C \cdot h^2. \quad [139]$$

Recipročna vrijednost varijance proporcionalna je s težinom, pa se prema tome ta činjenica može sada upotrebiti kod samog izjednačenja tabele tako, da se uzme h^2 kao težina.

Normalne jednadžbe glasile bi

$$\begin{aligned} \log a \sum h^2 &+ b \sum h^2 \log h = \sum h^2 \log m \\ \log a \sum h^2 \log h + b \sum h^2 \log h \log h &= \sum h^2 \log m \log h, \end{aligned} \quad [140]$$

a jednadžba krivulje izjednačenja

$$\log \mu = -2,013 \ 996 + 0,905 \ 712 \cdot \log h. \quad [141]$$

Standardna grijeska jedinice težine ($h^2 = 1$)

$$\sigma_{\log m, (h=1)} = \sqrt{\frac{\sum h^2 (\log \mu - \log m)^2}{N-2}} = \sqrt{1,333 \ 637},$$

a standardna grijeska kod visine h

$$\sigma_{\log m, h} = \sqrt{\frac{1,333 \ 637}{h^2}},$$

Uz upotrebu Meyerove korekture

$$M = \mu \cdot f = a \cdot h^b \cdot 10^{1,151 \ 293} \sigma_{\log m}^2 \quad [142]$$

$$\log M = -2,013 \ 996 + 0,905 \ 712 \log h + 1,51 \ 293 \cdot 1,333 \ 637 \cdot \frac{1}{h^2} \quad [143]$$

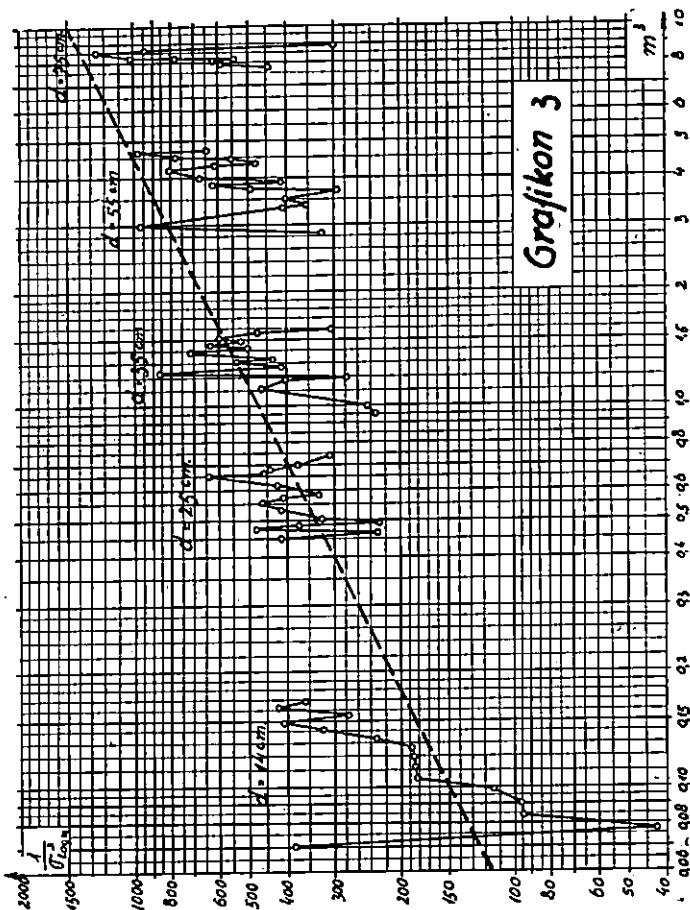
Po ovoj formuli izračunana ukupna masa 918 stabala iznosila bi $115,624 \ 862 \text{ m}^3$, što je za $0,039\%$ previsoko (vidi tabelu 5 red. br. 16).

4.10 Drugi približni način bio bi upotreba \sqrt{m} kao težine. Nanesi li se opet na log-log-papir iznos recipročne varijance ($1/\sigma_{\log m}^2$) kao funkcija sredina opažanih iznosa za dani d i h (grafikon 3), pravac s nagibom $1/2$ prolazi sredinom sistema tako nanesenih točaka za male prsne promjere do cca $d = 30-35 \text{ cm}$.

Prema tome funkcija bi približno imala oblik

$$\log \frac{1}{\sigma_{\log m}^2} = \log C + \frac{1}{2} \log m, \quad [144]$$

t. j. trebalo bi analogno kao u točki 4.9. uzeti kao težinu \sqrt{m} već kod samog izjednačenja volumena. Taj način, međutim, odgovara i ujetima spomenutim u točki 3.2.6., te daje i bez korekture relativno dobar rezultat (za $+ 0,008\%$ previsoko – vidi tabelu 5 red. br. 4).



Upotreba težine \sqrt{m} prema tome prikladna je za izjednačenje drvnogromadnih tablica, naročito ako se radi o mladim i srednjedobnim sastojinama, t. j. ako je maksimalni prsni promjer $d = 30-35$ (pa možda čak i 50 cm).

5. ZAKLJUČAK

Kod primjene postupka teorije najmanjih kvadrata za izradu drvnogromadn'ih tablica, a uz upotrebu Schumacherovog logaritamskog izraza zadrvnu masu stabla nailazimo na neke smetnje:

5.1 Izjednačuju se zapravo logaritmi, a ne numerusi, kako bi zapravo bilo potrebno, t. j. izjednačenje se provodi tako, da je uđovoljeno uvjetima

$$\Sigma (\log M - \log m) = 0; \quad \Sigma (\log M - \log m)^2 = \text{minimum} \quad [145]$$

a ne uvjetima

$$\Sigma (M - m) = 0; \quad \Sigma (M - m)^2 = \text{minimum}. \quad [146]$$

5.2 Logaritamsko izjednačenje daje preniske rezultate, koji imaju karakter sistematske grijeske tablica. H. A. Meyer riješio je taj problem pomoću korekcionih faktora.

5.3 Činjeni su pokušaji, da se logaritamsko izjednačenje modifira tako, da se uz upotrebu težina pridodanim logaritmima postignu unatoč logaritamskom izjednačenju uvjeti [146]. No kako je Schumacherov logaritamski izraz dobiven logaritmiranjem jednadžbe

$$M = a \cdot d^b \cdot h^c, \quad [147]$$

dakle jednadžbe, koja nema aditivne konstante, to je nemoguće istodobno postići uvjete [146] (ta pojava odrazuje se i na logaritamskom obliku jednadžbe); radi toga potrebno je odlučiti se samo za jedan od tih uvjeta, a kako je povoljniji uvjet

$$\Sigma (M - m) = 0, \quad [148]$$

to logaritamsko izjednačenje treba modificirati uz upotrebu težina tako, da bude uđovoljeno tom uvjetu. Prema Schwerdtu^{11, 12} trebalo bi u tom slučaju dodati svakom $\log m$ težinu njegova numerusa, t. j. m ili prema ovdje izvedenom prijedlogu $\sqrt[m]{m}$ (vidi 3.2.6).

5.4 Varijanca $\log m$ nije konstantna, kako to pretpostavlja H. A. Meyer, već se mijenja s promjenom argumenata. Približna i za praktičnu upotrebu prikladna je hipoteza, da je varijanca proporcionalna s recipročnom vrijednosti kvadrata visine. (Vidi 4.9 i grafikon 2), što se može iskoristiti tako, da se h^2 doda kao težina logaritmu volumena i na tako provedeno izjednačenje primjeni Meyerova korektura.

5.5 Prikladna je također hipoteza, da je varijanca $\log m$ proporcionalna s recipročnom vrijednosti $\sqrt[m]{m}$ (vidi 4.10 i grafikon 3), što je također u skladu s prijedlogom iznesenim u stavci 3.2.6. U tom slučaju nije potrebna korektura, jer je već uđovoljeno uvjetu [148].

5.6 Prema tome mogao bi se stvoriti zaključak, da je kod upotrebe logaritamskog postupka za izradu tabela korisno primijeniti težinu $\sqrt[m]{m}$, ako se radi o mladim i srednjedobnim sastojinama. Za olakšanje rada mogle bi se izraditi naročite tablice s ulazima m i s podacima $\sqrt[m]{m}$ i $\sqrt[m]{m} \cdot \log m$.

Kod izrade tablica za deblja stabla povoljnija je upotreba težine h^2 s Meyerovom korekturom.

ON THE ADJUSTMENT BY MEANS OF FUNCTIONS
THAT CAN BE REDUCED TO LINEAR FORMS BY LO-
GARITHMIC TREATMENT WITH SPECIAL REGARD
TO THEIR USE IN THE PREPARATION OF TREE
VOLUME TABLES

1. INTRODUCTION

When applying the least squares treatment, it is necessary to have linear functions because of parameters. If the function is not linear, it is necessary to make it linear by a suitable treatment. In dendrometry, forms of functions are often met with which become linear by logarithmic calculation (Levaković¹, Mihajlov², Schumacher³).

Schumacher's logarithmic expression for timber tree volume [1]^{*} was developed by the logarithmic treatment of expression [2] (m = tree volume, d = diameter at breast height, h = total height; a , b , c , are parameters). However, when applying the least squares treatment to such a logarithmic form of the function, the following will be obtained:

- a) the sum of adjusted logarithms is equal to that of the unadjusted ones (i. e. to the sum of logarithms obtained from the individual amounts observed),
- b) the sum of squares of differences between the adjusted and the unadjusted logarithms is equal to a minimum. But in reality, an adjustment is sought in which the stated conditions (the sum of squares minimum, and the sum of the first powers = 0), would be fulfilled for the original amounts – numeri – and not for their logarithms. The logarithmic adjustment gives the analogon of the geometrical mean, but in reality the analogon of the arithmetical mean is sought^{*}.

* In order to save time and work for the mathematical part of the type setting, all equations and other expressions in the mathematical part of the setting are indicated by numbers in []. The reader is therefore asked to look up for the corresponding expression in the Croatian text.

* The arithmetical mean $A = \frac{1}{n} \sum x$ is the mean value with which conditions $\sum (x - A) = 0$, and $\sum (x - A)^2 = \text{minimum}$, are fulfilled. If the geometrical mean

$$G = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n}$$

is logarithmically treated, it yields $\log G = \frac{1}{n} \sum \log x$, i. e. for the logarithm of the geometrical mean an expression is obtained equal to the arithmetical mean, of the logarithms of variants. For that arithmetical mean however, the same conditions are valid i. e.

$$\sum (\log x - \log G) = 0, \quad \text{and} \quad \sum (\log x - \log G)^2 = \text{minimum}.$$

The geometrical mean is always smaller than the arithmetical one, and therefore the logarithmic adjustment is always giving too low results. The greater the variance of the observed data around the line of adjustment the greater the difference.

The present paper deals with this problem, and in order to facilitate the discussion and make the numerical illustrations simpler, the function of the simplest form has been chosen [3].

2. DESCRIPTION OF SOME METHODS WITH CRITICAL REMARKS

2.1 The function also can be transformed to a linear form by omitting the logarithmic calculation and applying Taylor's formula (see e. g. Ritz-Baur⁴). At first, the approximative amounts of parameters a_0 and b_0 must be determined. The further procedure may be seen in equations [4] to [11]. By repeating the procedure, the amounts a_n and β_n converge towards zero. Hence, not only will the left sides of normal equations [11] converge towards zero but the right ones too, i. e. [12]. This means that condition [13] has been fulfilled, but not simultaneously the condition [14], which should also be achieved. Such things occur when functions with no additive constant are used (see e. g. Willers⁵).

2.2 If equation [15] is logarithmically treated, expression [16] is obtained leading to normal equations [17]. In that way (let us call it common logarithmic treatment) the calculated parameters are not identical with the amounts computed in the manner 2.1. Here the condition [19] has been fulfilled but not the condition [18]. This method gives too low results, and with tree volume tables – that fact assumes the characteristic of their systematic error. The logarithmic treatment, however, is economic in spite of the application of logarithms.

2.3 H. A. Meyer⁷ prepared a table of correction factors by which the result of the common logarithmic treatment should be multiplied (see also Chapman-Meyer⁸). That correction factor has been developed on the hypothesis that the differences of logarithms of observed amounts y_{ij} and of logarithms of adjusted amounts η_i , i. e. the differences $(\log \eta_i - \log y_{ij})$, are normally distributed around zero and that the amounts $\log y_{ij}$ are normally distributed around $\log \eta_i$ respectively. That hypothesis satisfies only approximately the reality, but even if this distribution is not quite normal, the factors calculated according to that hypothesis are still applicable.

Expressions [20] to [31] represent Meyer's derivation taken from the stated Research paper No. 7 in a somewhat more detailed form.

In this way a fairly good result will be achieved; i. e., the sum of amounts observed will be approximately equal to that of the adjusted amounts. But this does not mean yet that this adjustment, too, is quite correct, and that by the ordinates obtained in this way also the most probable line is determined. When applied to Schumacher's logarithmic expression for timber tree volume – besides the hypothesis that the distribution of logarithms of observed amounts is normal with the standard deviation $\sigma_{\log m}$, the hypothesis has also been tacitly accepted that this $\sigma_{\log m}$ is equal for every value of arguments, which, however, does not correspond to reality. If the collective of measurements for the preparation of tree volume tables is studied, then the logarithmic picture of dispersion for a small diameter and height is quite different from that for a great diameter and height. If the diameter is constant, $\sigma_{\log m}$ decreases as the height increases. Thus, the average $\sigma_{\log m}$ for small diameters is greater than for the large ones. Hence, it would be necessary to know the amount of the variance for every diameter and every height, i. e., it would be necessary to carry out the adjustment of the value $\sigma_{\log m}^2$ as a function of d ($= d b h$) and h ($=$ total height). That adjustment could be carried out for the function [33] according to formula [34], although

in doing so the value of the variance for the extreme values of arguments might turn out to be negative. That, of course, would be a nonsense, and at that same time also a sign, that for the adjustment at least [35] should be used. In that case (if formula [34] is used), we should obtain [36] [37] [38]. These, however, show that parameters calculated in the usual logarithmic way are incorrect, that is, not only parameter a , but also parameter b , the latter one deciding the slope of the straight line in the log-log plane. If σ^2 is equal for every value of the arguments as is supposed by H. A. Meyer, only the amount of parameter a will be corrected, while that of the parameter b will remain the same.

2.4 G. T. Fehner⁸ describes the connection between the geometrical mean G and the arithmetical mean A by using the approximate formula [39], in which q^2 is the variance of numeri according Scheibner's proof, whose work, much to my regret, I was not in a position, to obtain.

2.5 This problem was solved by Worthing and Geffner¹⁰ in the following way. Going over to the logarithmic way of calculation, the observed data (which are supposed to have weight = 1) change their weight. It follows from equations [40] to [46], that every logarithm should be weighted with the square of its numerus. This procedure is based on the supposition, that differences are small and the sum of their squares minimum, and that at the same time the sum of differences themselves is not equal to zero. (see 2.6).

2.6 Schwerdt^{11, 12} abstains from taking every logarithm weighted with the square of the numerus, but with the numerus itself only (not with the second, but with the first power of the numerus). If [47] is the equation of the line, and if the adjusted value [48] corresponds to the observed pair of coordinates (y_i, x_i) , then, according to the method of the least squares, [49] is the result. However, if it is more convenient to carry out the adjustment according to the modified equation [50], then the difference will amount to [51]. Adjustment should satisfy conditions [52] and not [53], because if condition [53] is fulfilled, condition [52], is not fulfilled at the same time. Function [55] results from function [54], while function [56] can be split up into Taylor's series [57]. If the l amounts are not too large, the first two members of the series will suffice, hence [58] and [59] respectively. If we have [60], then we also have [61]. Further, from [62] results [63]. The first condition of an adjustment is that $\sum l = 0$, i. e., [64], the results of which is [65], and this is the first normal equation that could be obtained from condition [66], i. e., from the condition of logarithmic adjustment, provided each logarithm is weighted with the amount of its numerus. The second normal equation would be [67], and the amounts of parameters a and b should be calculated by means of these two equations. However, in this way condition [68] is not fulfilled, because it results in [69], leading to normal equations [70], these again are normal equations that could be obtained from condition [71], i. e., from the condition proposed by Worthing and Geffner (see 2.5). This unfavourable influence of the lack of an additive constant in equation [73] is felt also when using its logarithmic form.

Schwerdt takes the condition $\sum l = 0$. He concludes from equations [79] and [80], that in the log-log system of coordinates the straight line should pass through the point [81], and of all the possible straight lines passing through that point, Schwerdt chooses the one whose sum of squares of differences is a minimum. The procedure is an arithmetical-graphical one according to Mehmke's method (see Schwerdt¹², page 83), and is necessarily uneconomical when a somewhat large number of observations is involved.

3. OTHER POSSIBLE SOLUTIONS

3.1 If the differences between the amounts observed and the mean (or the line of adjustment) are small, then with Taylor's series [82] only the first two members are taken, while the rest may be neglected. If, however, these differences are large enough, i. e., if there is a considerable dispersion – which is regularly the case, – then this omission is no longer admissible. It is better there-

fore to put down immediately the rest in Lagrange's form [83] yielding [84] instead of the second member. If we have [85], [86] and [87], $y + \Theta l$ is y_s , which is greater than y and smaller than Y , i. e., [88].

With the arithmetical mean [89], i. e., if the weighted arithmetical mean of logarithms of a collective $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$, is computed by assigning to every logarithm as a weight an amount y_s which is larger than y and smaller than $Y = \frac{1}{n} \sum y$, then this weighted mean will give the logarithm of the arithmetical mean Y . The common mean of logarithms without weight, however, would give the logarithm of the geometrical mean η .

The expression [91] yields [92] and [93] respectively, and since the amount of the arithmetical mean Y is still sought, the amount η should be inserted as an approximate value on the right side of the equation [93] instead of Y ; (η = geometrical mean = [94]). The weighted mean obtained in this way can be taken as the next approximation for Y . By repeating this procedure the exact amount for Y is obtained*.

If [95] is considered, then for y_s an approximate value can also be taken for instance [97] and then [98] is obtained. Hence, if the weighted mean of logarithms of a collective is calculated by assigning to every logarithm the weight of the square root of its numerus, then a logarithm will be obtained whose numerus will be very almost equal to the arithmetical mean of the original data. For instance, let us suppose the following collective is given:

$$x_1, x_2, \dots, x_n = 2, 4, 6, 8, 12, 14, 16, 18$$

$n = 8$, arithmetical mean $A = 10$, $\log A = 1$. If it is stipulated that the arithmetical mean A is to be calculated from data consisting of logarithms of the above stated numbers, then the common mean will yield the logarithm of the geometrical mean. By applying weights and the formula for the weighted mean of logarithms, an expression will be obtained whose antilogarithm is be more or less close the arithmetical mean.

From the data contained in Table 1, it is evident, that by applying the weight \sqrt{x} a very satisfactory result is obtained.

3.2 Processes carried out in point 3.1 can now be applied to function [100] and to the function with two variables [101], and only there they get their full meaning. Here, however, either the condition [102] or the condition [103] must be chosen, as both cannot be fulfilled at the same time.

3.2.1 Condition [104] results in condition [105], and finally in [106], the last of these possessing the form of the first normal equation that could be obtained from condition [107], i. e., in accordance with logarithmical adjustment by the least squares treatment, provided every logarithm is weighted with the amount y_s . The second normal equation would be [108]. Since the adjusted ordinates (Y) must first be sought, it is necessary to calculate the y_s amount, to use as the first approximate values those obtained by the graphical or ordinary logarithmic adjustment.

3.2.2 Condition [109] yields the normal equations [110] possessing the form of normal equations obtained on condition that [111]. This method is the logarithmic form of method 2.1, and it seems that both methods would have to yield an identical result if repeated a sufficient number of times. However, the same parameter amounts are not obtained because here even the scale for x is logarithmic.

* 3.2.3 [112]

3.2.4 [113]

are two approximate methods similar to those in 3.2.1 and 3.2.2.

* With the arithmetical mean this procedure is of course nonsensical, but it gets its value with the line and surface of adjustment.

3.2.5 The adjustment can be carried out according to equation [114] and the method of moments (see Baur⁴, Worthing-Geffner¹⁰) in order to satisfy conditions [115].

If [116] is the arithmetical mean of all y amounts, i. e., if [116] is the ordinate of the gravity centre of the total collective of observed data, then [117] is obtained. (Let us imagine the abscise axis translocated to the gravity centre. In that case L_y = ordinate of the observed amount, and L_Y the pertinent ordinate of the adjustment line). Expression [117] represents the sum of the nullth moments of the amounts observed, and must be equal to the sum of the nullth moments of the adjusted amounts [118], and since we have [119], we must also obtain [120]. If, analogously to the preceding cases, we take [121] and [122], then [123] is obtained. We obtain analogously [124] from the sum of the first moments, but we would also obtain these same equations from condition [125], whereby expression [126] would of course be taken for y_s .

3.2.6 For y_s we could approximately take [127] and this also conforms approximately to condition [128] and to the adjustment according to the method of moments. Here, however, $\sqrt{Y_0}$ as a constant can be eliminated from the weight, and thus \sqrt{y} is obtained as weight.

Hence, if the logarithmic adjustment is carried out according to the method of the least squares and by using function

$$\log Y = \log a + b \log x,$$

so that every logarithm of an observed amount is given the weight equal to the square root of its numerus, then very nearly a result will be obtained, which is analogous to the adjustment of the numeri according to the method of equal moments.

3.3 To illustrate all these ways, a simple example will be shown first (Schwerdt¹¹) [130]. The results are shown in Table 2.

4. ADJUSTMENT OF TREE VOLUME TABLES

This adjustment can consequently be carried out in several ways. The choice of the way depends on the economy of the method, on the structure of the material, and on the aim on account of which the adjustment is being carried out.

4.1 A method is economical, if a repetition of the calculation is not necessary.

4.2 The structure of material denotes the frequency distribution of arguments, distribution of observed amounts around the line of adjustment, and the variance.

4.3 The aim of adjustment with tree volume tables is to find out the mean value which will serve in practice as an estimate of the timber volume for a given diameter and height. Therefore, the most probable estimate is sought not only for the total timber volume of the stand which has a structure similar to that of the population from which material for the preparing of tables has been taken as a sample, but also for the estimate of volumes of individual tree groups, as for instance of a certain class of thickness.

As an illustration an extract is taken from the material which has served for preparing the tree volume tables for the beech trees of Moslavacka Gora* (Moslavačka Mountain).

* That material came from the beech forests of the Moslavacka Gora in northern Croatia. The structure of the stands is in the stage of transition from the virgin to that of the evenaged. The terrain of the forests is hilly. Besides beech trees there are also some oak trees (*Q. sessiliflora*) growing on the mountain ridges.

Trees were felled and measured by sectioning as sample trees for a long-term sales contract. The sample trees were selected in various ways. Since different persons were in charge of the measurements, the reliability of the data cannot be accepted unconditionally.

The hypothesis of linearity for equation [131] was tested by means of the Fisher-Snedecor F-test (Fisher¹⁴, Linder¹⁵) using material having $dbh = 14$ cm (see Tab. 3). The analysis of the variance is given in Tab. 4. Statistically, it is allowed to suppose a linear correlation, because the differences of the variance are not significant.

4.5 Tab. 5 contains the results of different ways of adjustment. The following conditions are in favour of the logarithmic method: a) with a given diameter and height the distribution of observed data of the timber volume shows a certain skewness. With the logarithms of volumes, however, that skewness is somewhat smaller (see Graph 1); b) an equality of weights of the data represents a favourable case for the adjustment of data. Since the weight is proportional to the reciprocal value of the variance, the variance should be approximately the same for the different values of arguments. The variance for the numerus of volume decreases only slightly for a given diameter if the height increases, but there are very great differences with different diameters. With great diameters, the variance is by about 100–200 times greater than with small diameters. The variance of the logarithms of volumes does not show such differences. The influence of the diameter is almost, negligible, but with increasing height the variance decreases a little (see Tab. 6 and 7).

4.6 and 4.7 The logarithmic method gives too low results, it is therefore necessary and useful to apply Meyer's correction when preparing tables for which an adequate number of sample trees is available. In our case the correction factor amounts to [134].

4.8 If the number of sample trees is exceptionally large, then it is also necessary to consider various amounts of the variance of volumes for different values of arguments. One can see in Table 6, that the amount of $\sigma^2_{\log m}$ is decreasing as the height is increasing. If that relation is adjusted according to equation [135], then [136] is obtained, and if now also Meyer's correction factor is applied, [137] will result (see Tab. 5, ord. number 15).

4.9 The variance adjustment as described sub. 4.8 necessitates rather much work. It is therefore worth while trying to find out in a given case an approximate solution. One can accept approximately the hypothesis, that the variance of volume is depending on height only. That hypothesis is at any rate acceptable for the material of Moslavačka Gora. If reciprocal values of the variance of the logarithms of volume ($1/\sigma^2_{\log m}$) are inserted in the log-log paper as a function of height and for different diameters – $dbh = 14$ cm, 35 cm, 55 cm and 75 cm, and if points belonging to the same diameter are connected, four polygons will be obtained, which can be, though only approximately, but quite well adjusted by the straight line having a slope of $\operatorname{tg} \alpha = 2$ (see Graph. 2).

Hence the function would have the forms [138] and [139] respectively.

This fact can now be used with the adjustment itself by weighting in advance every logarithm of volume with the corresponding square of the height (weight is the reciprocal value of variance). The normal equations would have the form of [140], and equations of the curve of adjustment [141]. By applying Meyer's correction, the equations of adjustment would be [142] and [143] respectively (see tab. 5, ord. no 16).

4.10 Another approximate method would be to use $\sqrt[m]{m}$ as weight. If the amount of the reciprocal variance ($1/\sigma^2_{\log m}$) is inserted in log-log paper as the function of means of observed amounts for a given dbh and h (Graph. 3), the straight line having a slope of $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2}$ passes through the middle of the system of so plotted points, but only for small breast height diameters up to about 30–35 cm.

Consequently, the function would have approximately the form [144], i. e., $\sqrt[m]{m}$ should be taken as weight at the adjustment of the volume itself analogously to point 4.9. This method, even without correction, will yield a relatively good result (by 0.008% too high - see Tab. 5, ord. no 4).

It is therefore convenient to use $\sqrt[m]{m}$ as weight for the adjustment of tree volume tables, particularly if young or middle aged stands are the question, i. e., if the maximum dbh is 30 to 35 cm and perhaps even 50 cm.

5. SUMMARY

When applying the theory of the least squares treatment for the preparation of tree volume tables using at the same time also Schumacher's logarithmic expression for the timber tree volume, certain inconveniences are encountered:

5.1 In reality, only the logarithms are being adjusted, and not the numeri, as should be really done, in other words, the adjustment is carried out so as to fulfil the conditions

$$\sum (\log M - \log m) = 0; \quad \sum (\log M - \log m)^2 = \text{minimum} \quad [145]$$

and not the conditions

$$\sum (M - m) = 0; \quad \sum (M - m)^2 = \text{minimum} \quad [146]$$

5.2 The logarithmic adjustment yields too low results, which have the character of a systematic error of tables. H. A. Meyer solved the problem by means of correction factors.

5.3 Efforts were made to modify the logarithmic adjustment so as to fulfil conditions [146] in spite of the logarithmic adjustment by assigning weights to the logarithms.

But since Schumacher's logarithmic expression was obtained by the logarithmic treatment of equation

$$M = a \cdot db \cdot hc \quad [147]$$

i. e., of an equation that has no additive constant, it is impossible to fulfil at the same time conditions [146] too, (that fact is also reflected in the logarithmic form of the equation), and it is therefore necessary to choose only one of these conditions, and since $\sum (M - m) = 0$ [148] is the more favourable one, the logarithmic adjustment should be modified by applying weights in such a way as to fulfil that condition. According to Schwerdt^{11, 12}, one should add in that case to every $\log m$ the weight of its numerus, i. e., m , or $\sqrt[m]{m}$, according to the proposal explained here (see 3.2.6).

5.4 The variance of $\log m$ is not constant as is supposed by H. A. Meyer, but is changing with the change of arguments. The hypothesis that the variance is proportional to the reciprocal value of the height raised to the square, is only an approximate one and quite suitable for practical use (see 4.9 and Graph. 2). Use can be made of this by adding h^2 as weight to the logarithm of volume and by applying Meyer's correction to the adjustment carried out in this way.

5.5 The hypothesis, that the variance of $\log m$ is proportional to the reciprocal value of $\sqrt[m]{m}$ (see 4.10 and Graph. 3), is also suitable and in accordance with the proposal brought forward in 3.2.6. In that case a correction is not necessary, because the condition [148] has already been fulfilled.

5.6 Hence we might conclude that it is useful to apply the weight $\sqrt[m]{m}$ when using the logarithmic method for the preparation of tables if young or middle-aged stands are the question. To facilitate the work, one might prepare special tables with m as an entry, and with $\sqrt[m]{m}$ and $\sqrt[m]{m} \cdot \log m$ as data.

When preparing tables for thicker trees, it is more convenient to utilize the weight h^2 with Meyer's correction.

LITERATURA - LITTERATURE

1. *Levaković A.*, Analitički izraz za sastojinsku visinsku krivulju. Glasnik za šumske pokuse broj 4, Zagreb 1935.
2. *Mihajlov I. S.*, Matematičko formuliranje na zakonot za rastenjeto na šumskite drva i nasadi. Godišen zbornik na zemjodelsko-šumarskiot fakultet na univerzitetot – Knjiga 1. Skopje 1949.
3. *Schumacher F. X. and Hall F. Dos. S.*, Logarithmic Expression of Timber Tree Volume. Jour. Agr. Research, Vol. 47, 1933.
4. *Ritz-Baur*, Handbuch der Mathematischen Statistik, Leipzig 1930.
5. *Willers Fr. A.*, Methoden der praktischen Analysis, Berlin 1928.
6. *Chapman-Meyer*, Forest Mensuration, New York 1951.
7. *Meyer H. A.*, A Correction for a Systematic Error Occuring in the Application of the Logarithmic Volume Equation. The Pennsylvania State Forest School, Research Paper No 7, 1941.
8. *Fechner G. T. – Lips G. F.*, Kollektivmasslehre, Leipzig 1897.
9. *Scheibner W.*, Über Mittelwerte. Auszug aus einem an Herrn Prof Fechner gerichteten Schreiben. Berichte der Kgl. Sächs. Ges. d. Wissensch. Meth. Phys. Klasse 1873.
10. *Worthing A. G., Geffner J.*, Treatment of Experimental Data, New York 1944.
11. *Schwerdt H.*, Über ein graphisches Ausgleichungsverfahren, Phys. Zeitschrift XX, 1919, Leipzig.
12. *Schwerdt H.*, Lehrbuch der Nomographie, Berlin 1924.
13. Arbeitsplan für die Aufstellung von Formzahl- und Baummassentafeln (Festgestellt bei der Berathung zu Eisenach im März 1874).
14. *Fischer R. A.*, Statistical Methods for Research Workers, London 1949.
15. *Linder A.*, Statistische Methoden für Naturwiss., Mediziner und Ingenieure, Basel 1945.
16. *Meyer H. A.*, The Standard Error of Tree Volume from the Logarithmic Volume Equation. Journ. For. 36, 1938.

Ing. ZLATARIĆ BORIS:

NEKI TAKSACIJSKI ELEMENTI JELE I BUKVE U ODНОСУ НА ЕКОЛОГИЈУ И РАЗДИОБУ ШУМА НА РИСЊАКУ

(TREE HEIGHTS AND DIAMETER GROWTH RATE OF
FIR AND BEECH IN RELATION TO THE ECOLOGY
AND DISTRIBUTION OF FORESTS ON RISNJAK)

Sadržaj – (Contents):

- I. Uvod – (Introduction)
- II. Cilj istraživanja – (The aim of the investigation)
- III. Šumska vegetacija Risnjaka – (Forest vegetation of Risnjak)
- IV. Šume masiva Risnjaka – (Forests of Risnjak)
- V. Metodika rada – (Method of working)
- VI. Rezultati i zapažanja – (Results and remarks)
 - a) Prikaz primjernih ploha – (Survey of sample plots)
 - b) Prikaz stabalnih visina – (Survey of tree heights)
 - c) Debljinski prirast – (Diameter increment)
- VII. Diskusija – (Discussion)
- VIII. Zaključci – (Conclusions)
- IX. Literatura – (Literature)
- X. Summary

I. UVOD (INTRODUCTION)

Bilo je korisno istražiti stabalne visine i tok debljinskog prirašćivanja jele i bukve u šumama masiva Risnjaka, koje su u dobroj mjeri sačuvale svoju prirodnu strukturu. U doba, kada se šumsko gospodarstvo intenzivira i kad zahvaća sve veće i dublje komplekse naših šuma, potrebno je pružiti što bolji uvid u mogućnost stvaranja drvene mase, u razlike i ritam prirašćivanja, jer od toga zavise različne uzgojne, uredajne i ekonomske mjere šumskog gospodarstva.

Da bi se obuhvatilo šire područje i da bi pritom različni faktori bili što bolje obuhvaćeni, odlučili smo se za postavljanje profila kroz uži masiv Risnjaka, obuhvatajući kod toga što više šarolikosti u građi šum. zajednica, u kojima bukva i jela čine dominantne vrste.

Šume masiva Risnjaka u mnogom su pogledu zahvalan objekt za slična istraživanja. To dolazi u prvom redu odатle, što jela (kao jedna od glavnih vrsta tog područja) u tom masivu nalazi svoju donju i gornju granicu te na taj način tvori jasni visinski pojas od cca 700 m šumske vegetacije, zatim što se ona nalazi na visokom kršu, gdje odlično zaštićuje tlo i najzad, što proizvodi vrlo vrijednu drvenu masu. Bukva, kao druga važna vrsta tih šuma, ekonomski i uzgojno važan je elemenat šuma G. Kotara.

Istraživanje nekih taksacijskih elemenata bukve (*Fagus silvatica* L.) i jеле (*Abies alba* L.) i gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.) u užem masivu Risnjaka trebalo je da prikaže, u kojoj se mjeri sličnosti u ekološkim odnosima odražavaju na rast i priraščivanje navedenih vrsta u nekim osnovnim šumskim cenozama. Bila je želja, da se pokaže, ukoliko utjecaj vanjskih faktora izaziva određene razlike u visinama i prirastu stabala u široko ograničenim šumskim tipovima.

Istraživanja na terenu vršena su u srpnju i kolovozu 1949., i kolovozu i rujnu 1950. godine. Rezultati u jednom dijelu nužno su orijentacijski i preliminarni, te je potrebno da ih dalja istraživanja upotpune i razrade.

Istraživanja su subvencionirana i povezana s tipološkim kartiranjem vegetacije Risnjaka, što ga je pod rukovodstvom prof. dr. I. Horvata organiziralo Ministarstvo šumarstva FNRJ. U vezi s tim ovaj rad može biti prilogom pitanju, koliko se pogledi fitocenološke nauke mogu uzeti u obzir kod određivanja nekih važnih taksacijskih elemenata u šumi kao gospodarskom objektu.

II. CIŁJ ISTRAŽIVANJA (THE AIM OF THE INVESTIGATION)

Kako je već istaknuto, nastojali smo istražiti, u kojoj su mjeri fitocenološki tipovi šuma okarakterizirani, da je potrebno voditi računa o tome, u kom tipu neko drvo raste. Bilo je potrebno pokazati ukoliko već opisane asocijacije bukve, jеле i smrekе predstavljaju različite šumske tipove, u kojima su stanišni odnosaši takvi, da uvjetuju međusobne razlike u njihovu visinskom i debljinskom prirastu.

Ta su pitanja bez sumnje važna za šumarstvo. Rješenje njihovo možda u jednom vidu i ne predstavlja novost. I prije je naime bilo dosta poznatog o uvjetima rasta i uspijevanja jеле i bukve u tim šumama. I prije je već objašnjeno, da s povećanjem nadmorske visine stabla rastu u sve nepovoljnijim uvjetima, da se njihove visine umanjuju, kad se približujemo gornjoj granici šumskog drveća. Bilo je već poznato, da je tlo u razvoju jedne vrste, pa i čitave fitocenoze, od presudne važnosti, da je stabilna visina pokazatelj tla, da u vrtačama na kršu vladaju drugačije prilike za uspijevanje

šumskog drveća nego na ravnim ili eksponiranim položajima. Osobito u novije vrijeme je mikroklimatologija upozorila na neobično važne razlike u klimatskim faktorima u vezi s reljefom terena. Postalo je jasno, da bez uvažavanja tih saznanja nije moguće ispravno razumjeti (a prema tome ni upravljati) procese razvoja i pomlađenja šuma, specijalno na razbijenom reljefu kao što je krš.

Uza sve to zasluga je sinekologije, da je dala nove poglede na mnoga nejasna pitanja i u praksi ukazala na nove putove i rješenja. U šum. gospodarstvu i proizvodnji danas se mnogo više vodi računa o biološkoj komponenti i njenim elementima, te bi prema tome spoznaja, da različite šumske fitocenoze predstavljaju različita staništa, bila od velikog značaja za uzgajanje i uređivanje šuma.

U našim istraživanjima mi smo se ograničili na:

- 1) proučavanje stabalnih visina jele i bukve (i u manjoj mjeri gor. javora),
- 2) na analizu prirasta prsnog promjera posljednjih 60 godina (1891–1950) na tim vrstama i
- 3) na upoznavanje nekih osnovnih šumsko-uzgojnih elemenata sastojina, koje te vrste tvore u profilu.

Istraživanja stabalnih visina i deblj. prirasta vršena su na bukvi i jeli kao glavnim vrstama masiva Risnjaka, koje se u tom području bez sumnje nalaze u svom optimumu i koje zajedno sa smrekom pokrivaju goleme šumske površine Gor. Kotara. Ta činjenica unosi potrebu nadopunjavanja i proširenja ovih istraživanja, jer je jasno da u tako širokom arealu postoje velike razlike u staništima (klimi i tlu). Zbog toga zaključci se u glavnoj mjeri odnose na masiv Risnjaka, kao i na one plohe, koje su van toga masiva uzimane kao komparativne.

III. ŠUMSKA VEGETACIJA RISNJAKA (FOREST VEGETATION OF RISNJAK)

Profil povučen kroz uži masiv Risnjaka zanimljiv je zbog svoje raznolikosti, zakonitosti i vitalnosti elemenata šumske vegetacije.

Raznolikost ogleda se u znatnom broju vrsta šumskog drveća i grmlja, koje je moguće na relativno kratkom potezu sresti. Iako se obilje vrsta drveća i tipova povećava prelazeći u submediteran, ipak je njihov broj u profilu dovoljan da se kaže, da šumska vegetacija Risnjaka nikako nije jednolika. Ovdje su šumske površine po svojoj gradi raznolike i nejednake vrijednosti.

Pod zakonitosti mislimo na usku povezanost ekoloških faktora s pojmom i gradom određenih sastojina. Ta pravilnost je tolika, da je već po konfiguraciji terena, prema tlu i nadm. visini moguće unaprijed pretpostaviti fisionomiju i vitalnost šumskih zajednica na određenom mjestu.

Kod riječi vitalnost treba istaći u prvom redu, da u toj prirodnoj vegetaciji ima dovoljno uvjeta za razvoj i prirodno pomlađenje (iako ne uvijek u jednakoj mjeri), da prilike staništa dopuštaju razvoj šumskih vrsta do maksimalnih dimenzija. To potvrđuju dimenzije, koje bukva, jela i javor dosežu u tom području. To pokazuje i velika sposobnost regeneracije tih šuma.

To se u prvom redu odnosi na *bukvu*. Ta se vrsta proteže do granice alpske vegetacije i tu prelazi u klekovinu bukve, niža i od 2 m. U subalpinskom pojasu tvori mješovite i čiste sastojine, koje su katkada utjecajem čovjeka i kalamiteta prešle u panjače. Slika se mijenja, kad se spustimo ispod 1300 m, gdje nalazimo stabla znatnih visina i debljina. Pomlađenje bukve ovdje ne nailazi na veće teškoće.

Na tlima ekstremno kisele reakcije, kao što su silikatni škriljevci, čini se da bukva teže podnosi taj aciditet u odrasloj dobi. Zbog toga je njena vitalnost na mnogim silikatnim tlima osjetljivo smanjena.

Jednako je ona rijetka na eksponiranim kamenim blokovima, gdje zbog nepovoljnih okolnosti za podmladak ne dolazi.

Jela je drugačijih zahtjeva prema staništu i ona podnosi ekstreme u drugom pravcu — odlično uspijeva na kiselim škriljevcima, a isto tako izdrži i teške uvjete života na vrletnom i razbijenom reljefu. Do određene nadm. visine (cca 1300 m) naraste do značajnih dimenzija. Prirodno pomlađenje nije uvijek svagdje uspješno. To često predstavlja problem u nekim stariim sastojinama, gdje je tlo zbog veće količine svijetla obrasio korovom. Na takvim mjestima (većinom na silikatu), osim 1–4 god. jelovih biljaka, teško je naći odrasliji jelov podmladak. Čini se, da smjesa sa smrekom povoljno utječe u tom pravcu, kako se vidi na nekim površinama.

Poput mnogih planinskih predjela Hrvatske za Risnjak može se navesti jasno visinsko zoniranje: na pojas bukve i jele nadovezuje se pojas subalpske bukve, pa zatim klekovine bora.

Klekovinā bora (*Pinus mughus*) odlično je razvijena na Risnjaku kao i na Snježniku. Osobito na Risnjaku zauzima ona znatne površine. Njeno zaštitno djelovanje na šumu u nižim elevacijama jasno je vidljivo. Pored izloženih najgornjih elevacija klekovina bora nalazi se katkad i u najhladnijim vrtaćama (inverzija) Risnjaka.

Smreka, koja je mnogo zastupana u tim šumama, zbog blizine mora, ne tvori poseban visinski pojas, nego je ograničena na lokalitete uvjetovane u prvom redu ekstremnim prilikama. Njen razvoj i dimenzije svjedoče, da je ona ovdje u optimumu. To se naročito opaža u vlažnim vrtaćama i hladnim udolicama, gdje je istisla ostale vrste. Tu raste na tlu s debelim naslagama mahova (pa i mahova tresetara). Na takvim teško pristupačnim mjestima javlja se slika netaknute prašume s prebornom strukturon. Osim tih vrtića smreka je naselila i toplije blokove okrenute prema suncu, okružena nekim termofilnim vrstama.

U većim vrtačama često se sreću izrazito uže smrekove krošnje. To je redovito u višim partijama profila Risnjaka. Ovaj uski habitus još više pridonosi dojmu, da je u tim vrtačama sklop veoma rijedak. Bez sumnje je uska piramidalna krošnja nastala procesima selekcije, djelovanjem čestog i teškog snijega.

S tim u vezi стоји појава i odlike *viminalis*, koja se u profilu često javlja i čini se, da je raširena u cijelom području prirodnog areala smreke na Risnjaku. Ovaj karakterističan oblik nalazimo u smjesi s tipičnom smrekom.

Važna je primjesa šuma Gorskog Kotara *gorski javor* (*Acer pseudoplatanus L.*), čije dimenzije debla nerijetko prelaze jelove i bukove. Stara stabla obilno su pokrivena mahovima, veoma često su u donjem dijelu loša, a katkad i šuplja. Krošnje su nepravilne i široke, ali urod sjemena uvijek je dobar. Sočna zelena boja njegova lišća vrlo se dobro uočava na susjednom obronku u zelenilu bukve te se lako vidi njegova brojnost. Penje se do same granice alpske vegetacije. Hirc netočno navodi, da je gorski javor u masivu Risnjaka samo utresen, i da se penje samo do Malog Risnjaka (Š. L. 1899. god.).

Navedene dimenziije nismo mogli zapaziti kod *javora mlječa* (*Acer platanoides L.*), koji je ovdje mnogo rjeđe zastupljen.

U srednjim i nižim položajima masiva sreće se *klen* (*Acer campestre L.*), čije dimenzije negdje iznenaduju. Redovno je obilno u plodu.

Mjestimično je veoma čest i *gorski brijest* (*Ulmus montana With.*), naročito na vlažnijim stranama. *Ulmus campestris L.* nađen je tek niže od Lasca. Upada u oči vitalnost gor. brijesta. Pojave propadanja od holandske bolesti jedva da su uočene. Gotovo jednak tako čest je i *obični jasen* (*Fraxinus excelsior L.*).

Kudikamo rjeđa je *malolisna lipa* (*Tilia parvifolia Ehrh.*) Ona se javlja u skupinama. Zaslzuje pažnju njena otpornost — nađena je u području klekovine bora na 1420 m.

U našem profilu česti su: *Sorbus aria*, *S. torminalis*, *S. aucuparia*, i *S. chamaemespilus*. Posljednji je razvijen u najvišem pojasu Risnjaka, a ostali se javljaju po cijelom profilu, osobito *Sorbus aria* i *S. aucuparia*. *Sorbus aria* postiže odlične dimenziije: na 930 m nađen je u šumi bukve i jele, prsnog promjera 36 cm, visok 16 m. Od drveća u profilu vrlo je rijetka *Tisa* (*Taxus baccata L.*). Nade se u nižim dijelovima, ali je zabilježena na rubu jedne velike vrtače u predjelu Bukovac na 1120 m. Svaki primjerak uglavnom je iz panja, što pokazuje, da je ona i ovdje već gotovo istrijebljena. Da je nekad bila u većem broju, podsjećaju lokalni nazivi (*Tisovac*).

Mjestimice česta je božikovina (*Ilex aquifolium*), koju smo uvijek sretali u vidu manjeg, gustog grma, koji se penje i preko 950 m u visinu.

U donjim dijelovima profila (Bijeća Vodica) nadena je bijela joha (*Alnus incana*). Njeno kanelirano svjetlo deblo postiže dimenzije do preko 50 cm promjera, ali stabačne visine su slabe.

Od brojnih vrba u profilu najčešće su: iva (*Salix caprea*) i velikolisna vrba (*Salix grandifolia*), koja se penje do najviših položaja.

Rasprostranjenje breze i trepetljike jednako je kao i u ostalim planinama na unutarnjem kršu. Krast kitnjak (*Quercus sessiliflora*) slabo je zastupan u profilu. Također i graba (*Carpinus betulus*) ima samo u najnižim partijama.

Od ostale dendroflore, koja je u većoj mjeri zastupana, navodimo: *Rhamnus fallax*, *Sambucus nigra* i *S. racemosa*, *Lonicera alpigena*, *Lonicera xylosteum*, *Lonicera nigra*, *Lonicera Borbasiana*, *Evonymus latifolia*, *Daphne laureola*, *D. mezereum*, *Juniperus nana f. intermedia* i dr.

IV. ŠUME MASIVA RISNJAKA (FORESTS OF RISNJAK)

Šume masiva Risnjaka sastavljene su od većeg broja šumskih fitocenoza. Njihov je broj od Risnjaka prema moru znatan, što je posljedica radikalnog mijenjanja ekoloških prilika na tom potezu. Pa i u samom profilu slika je veoma šarena zbog raznolikosti reljefa i tla. Jako izložene strane, eksponzicije i kraški tip reljefa s manjim i većim vrtačama, izmjena vaspnene i silikatne podloge, uvjetuju izgradnju različitih prirodnih šumskih asocijacija.

Potrebno je istaći, da je utjecaj čovjeka mjestimično veoma značajan, da on mijenja i omjer između glavnih edifikatora. No uza sve to nije teško naći velike površine, gdje je taj utjecaj neznatno promijenio prirodnu sliku vegetacije. Zbog toga mogu se ovdje naći velike plohe odlično karakteriziranih šuma bukve i jele te smreke.

Kao osnovna vrsta četinjača u Gor. Kotaru jela je od prirode rasprostranjena u visinskom pojusu od cca 650–1350 m. Rjeđe tvori čiste sastojine, a u mješovitim šumama s bukvom dolazi na golemlim površinama. Te su šume razvijene na vaspnencima i dolomitima. Na silikatima, koji se na manjim dijelovima Gor. Kotara probijaju na površinu, uglavnom dominira jela. Uz nju je dobro zastupana i smreka, a bukva ovdje često nedostaje.

U našim istraživanjima pošli smo od pretpostavke, da će jasne razlike u stanišnim faktorima odlučno utjecati na istraživane taksonomske elemente. Na taj način nam je raspodjela šuma risnjačkog masiva na šume u subalpinskom pojusu, na šume na vaspnenačkoj i silikatnoj podlozi i posebno šume na eksponiranim strmim i stjenovitim blokovima tvorila bazu, na kojoj smo vršili grupiranje odnosnih šuma. Na tom putu mi smo se poslužili već opisanim šumskim zajednicama (asocijacijama i subasocijacijama) bukve i jele i smre-

ke po Horvatu (3, 4). Prema tome su predmet istraživanja bile ove šume: 1) *šuma subalpinske bukve* (*Fagetum subalpinum*) 2) *subalpinska šuma jele i smreke* na blokovima kamenja (*Abieto-Piceetum calamagrostidis*), 3) *šuma subalpinske smreke* (*Piceetum-subalpinum*), 4) *šuma bukve i jele na vapnu* (*Fagetum-abietetosum*) i 5) *šuma jele na silikatima* (*Abieto-Blechnetum*). Ti tipovi¹⁾ predstavljaju osnovne tipove istraživanog dijela masiva. To vrijedi uglavnom i za veliki dio Gor. Kotara. Vidi se, da pored klime igraju tlo i geomorfološki faktori neobično važnu ulogu u formiraju šumskih fitocenoza Risnjaka.

Mješovita šuma bukve i jele na plitkoj vapnenoj i dolomitnoj podlozi (*Fagetum-abietetosum*) u području Risnjaka zauzima veliko prostranstvo. Ove dvije vrste uspijevaju u smjesi, koja se od plohe do plohe prilično mijenja, ali je u odraslijoj dobi jela prevladala, a bukva zaostala i većim dijelom tvori podstojnu sastojinu, gdje su njene krošnje odlično ispunile prostor između nadraslih jelovih stabala. Jelova stabla u tom položaju uživaju mnogo svijetla i topline, te su im krošnje zbog toga relativno široke i spuštaju se prilično nisko. Pod sklopom krošnja bukve lako je naći veoma zastarjen jelov podmladak. Pravi preborni oblik teško je ovdje sresti, on je jasan tek u vrtačama u smrekovim šumama. Struktura je bukove subalpinske šume prema istraživanjima Miletićevim binominalna (Miletić 1930.), (6).

Drugačije su prilike u *šumi jele na silikatima* (*Abieto-Blechnetum*). Tu je tlo duboko. Površinskom kamenu nema ni traga. U ilovastim škriljevcima i pješčenjacima (numuliti, rabelski i verfenski škriljevci) znatan je postotak gline, koja dobro drži vlagu. Ispod tih naslaga leži vapnena podloga. Teren pod škriljevcima vlažan je i pun izvora. pH veoma je nizak, što indiciraju ekstremno kiseli elementi vegetacije na tim tlima.

Čudno je ipak, kako na tim ekstremno kiselim, mršavim tlima jela postiže najviše stabalne visine. Primjećujemo, da su se izvrci iz debla pokazali mnogo krhkiji i znatno vlažniji od izvrtaka jele na vapnu.

U tim približno jednodobnim sastojinama gusti sklop u mладости i srednjoj dobi formirao je lijepa debla, visoko čista od grana. Nije rijetko da je krošnja reducirana i na manje od jedne trećine stabalne visine. Zbog toga su, zbog poremetnje u ishrani ili zbog naknadnog postranog svijetla, poput živića izbile po deblu kraće grane.

¹⁾ Na ovome mjestu ne možemo se upuštati u odnos pojma šum. fitocenoze, asocijacije prema pojmu šum. tipa ili tipa šume. U doba kad se ovo pitanje kod nas tek postavlja, nemamo još dovoljno podataka ni iskustva da preciziramo taj odnos. S tim više, što je pitanje izgradnje jedne tipologije šuma veoma složeno pitanje, koje će se rješavati kompleksnim istraživanjima, u kojima će šumarska svakako biti među najvažnijima. Tuđa iskustva ne mogu se uvijek i lako kod nas primjeniti. Zbog toga ćemo ovdje ostaviti to pitanje po strani uzimajući termin tip šume posve općenito, više fizionomski nego ekonomski.

Vrlo se slabo prepoznaju ispod »prave krošnje«. Duge su do 2–3 m i relativno tanke. Ispod njih se nastavljaju suhi čaprljevi, koji se negdje spuštaju i do 2 m i time umanjuju vrijednost deblovine. Sklop je inače veoma dobar, osim u starim dijelovima.

U prizemnom zeljastom sloju pokazuju ove šume mnoštvo acidofilnih elemenata. To se vidi iz opisa ploha. Treba ipak dodati, da se pokrovost prizemne vegetacije znatno mijenja – zavisno od vlage, nagiba, te se u tom pravcu mogu razlikovati površine, gdje su bujno razvijene borovnica, kupina, malina i dr. Ima i površina, gdje je tlo gotovo bez vegetacije.

U šumi jele na silikatima upada u oči, da bukve gotovo nema u sloju drveća. Vrlo je vjerojatno, da je čovjek bukvu sjekao na znatnim površinama, pa i u tim šumama, koje su mu zbog svoje male elevacije i blizine putova i naselja ležale pri ruci, te ih na taj način pretvarao u čiste jelove. U tom smislu može se iz gospodarskih knjiga zaista vidjeti da se govori o sječama bukve²⁾.

Ali s druge strane, kad se uoči, da na silikatima nema bukve na ogromnim površinama, a na susjednim vapnencima dolazi odmah u tipičnoj smjesi s jelom, onda dolazimo do zaključka, da se ovdje radi prije o nekom prirodnom redu i uzrocima pojave čiste jelove šume. Na to upućuje i prisutnost smreke u tim šumama i nadalje slaba bukova stabla, koja se podstojno mogu naći na tim površinama. Tu je slab bukov podmladak, kojega na velikim površinama uopće i nema. Bukova stabla, koja su tu viđena, bila su visoka 4–5 m, a izuzetno do 8 metara, što se posve gubi u šumi stabala visokih 35–40 m.

Pomanjkanje bukve u tim šumama prilično je davno zapaženo. Tako je A. Kauders (1910) (5) proučavajući prirast jele u Sunđerskom Lugu kraj Fužina забилježio, da se ta šuma razlikuje od okolnih šuma jelovih. On izričito kaže, da »ovdje bukva dolazi samo sasvim sporadično; dok je omorika veoma jaka, i to u istom razmjeru zastupana kao jela, te obje zajedno čine veoma gust sklop«. Frančić (1927) (409), istina, tako nešta izričito ne kaže, ali govori o čistim sastojinama jele u vlažnim uvalama. Po strukturi takvih šuma u dolinama »gdje prevlađuje položito glineno tlo i zavjetrina«, moglo bi se također zaključiti, da se radi o šumama jele (i smreke) na silikatima.

Da li će se negdje od prirode razviti čista ili mješovita sastojina, zavisi o raznim faktorima. Ondje, gdje je tlo siromašnije mineralijama, ili gdje je odviše vlage u tlu, gdje je zatim preveliki aciditet tla, ima redovito više mogućnosti, da se razvije šuma, u kojoj dominira jedna vrsta. To je potvrđeno u brojnim slučajevima. To

²⁾ To vrijedi naročito do pred nekoliko posljednjih decenija, kad se pod utjecajem teorije najveće zemljишne rente forsirala smreka i jelova, a bukva istrebljivala.

su momenti, koji igraju značajnu ulogu i u pojavu jelovih šuma na Risnjaku. Dosta je vjerojatno, da niski pH otežava razvitak bukve, zbog čega je ona ovdje uznakla i pokazuje niski vitalitet³⁾.

Suprotnost odnosima u tlu i prirašćivanju u kiseloj jelovoj šumi nalazimo na teškim vapnenim i dolomitnim blokovima u *subalpin-skoj mješovitoj šumi jele i smreke* (Abieto-Piceetum calamagrostidis). Površina tih šuma zna biti veoma mala, negdje tek nekoliko ara. Upravo je čudna pravilnost, kojom se taj tip javlja u širokom arealu bukve. Nije slučajno, da se razvija na toplijim ekspozicijama (kod nas S, SO, SSW). U tom tipu nema ništa zajedničko s naprijed opisanom šumom. Zajedničke su samo jele i smreke (a pitanje je da li i one). Ovdje je kamenito tlo ekstremno plitko, izgubili se posve vlažni elementi, a pojavit će se i termofilne biljke (Calamagrostis sp., Cirsium erysithales, Thymus sp., Laserpitium sp., Dactylis sp.). To su redovito izloženi tereni, gotovo uvijek na strmim i neprohodnim padinama, neurednog i prašumskog izgleda. Vrlo teški kameni blokovi i odroni kamenja prisiljavaju korjenje drveća, da se probija u pukotine, odakle crpe hranu. Nisu rijetki slučajevi vegetativnog razmnažanja smreke (Zlatarić 1948), a ima primjera silne žilavosti, kojom se ona učvršćuje i održava na tom ekstremno lošem staništu. Dodamo li tome utjecaj vjetra, koji je na tim eksponiranim dijelovima jak, onda je lako predočiti sebi rijedak sklop takve šume. On je često toliko razbijen, da pojedina stabla, odnosno grupe stoje posve slobodno, a krošnje su im nisko razvijene.

U tom su tipu stabalne visine najniže (do cca 20 m), a debla malodrvna, puna grana i čaprljeva. Njihov je prirast slab, godovi su tako uski, da je njihovo očitavanje često predstavljalo velike teškoće. U tim područjima trebalo bi tražiti kvalitete rezonantnog drva.

Možemo navesti dva ekstrema što se tiče sklopa: to je sklop subalpinske bukove šume i sklop subalpinske šume jele i smreke. Prvi je veoma gust bez obzira na to, da li je bukva iz sjemena ili iz panja. Sklop je u subalpinskoj šumi jele i smreke nepotpun i razbijen, a krošnje se samo djelomično i u donjim dijelovima dodiruju, ili se stabla javljaju u manjim grupama. Ovakve razlike u gustoći sastojina pored ostalog zavise i od različitog stepena heliofilnosti bukve, odnosno jele i smreke.

U području masiva Risnjaka ima predjela, gdje prevladaju lišća s velikim brojem vrsta. To su većinom blaži nagibi ili vlažniji lokaliteti, u kojima je jela često neznatno zastupana. Takve sastojine mogu zauzeti znatna prostranstva (na pr. predjel Bukovca, Javorov Kal i dr.). Uz bukvu ovdje se obilno javljaju ob. jasen, gorski brijest, gorski javor, mlječ, jarebika, mukinja, a u nešto manjoj mjeri i malolisna lipa. Obilje površinske vlage omogućilo je razvoj gustog zeljastog pokrova na tlu. Iznenadjuje gust podmladak navedenih vrsta, naročito bukve, jasena, i favora.

3) To pitanje traži još temeljitu obradu, budući da na nekim izrazito kiselim tlima (na pr. u blizini Gerova) bukva posve dobro uspijeva u srednjoj dobi.

Između navedenih tipova često nema jasnih prijelaza. To zavisi od toga, koji faktor odlučuje: ako je tlo i reljef, onda se taj prijelaz može očekivati naglo, ako je klima, onda su prijelazi obično postepeni.

V. METODIKA RADA (METHOD OF WORKING)

Da bi se dobili neki osnovni pokazatelji za jelu i bukvu u užem dijelu masiva Risnjaka, mogle su se proučavati samo tipično razvijene plohe s jasnim šumsko-uzgojnim karakteristikama. Prelazni oblici u gradi pojedinih tipova u pravilu nisu izbjegavani, ali su zastupani u znatno manjem broju. Po vrijednosti prirasta i stabalnih visina, koje oni pokazuju, vidi se očito, da se radi o intermedijarnim podacima. Sastav i struktura takvih ploha mogu naravno biti vrlo složeni i bez posebne studije nije to uvijek lako objasniti i klasificirati. To se u prvom redu odnosi na tipove, gdje se javljaju postepeni prijelazi na tlu ili nadm. visini. Pa i tamo, gdje su takvi prijelazi nagli kao na pr. vapno-silikat, ali se oni poput mozaika izmjenjuju na manjim udaljenostima, nastaju šume nejednolikog sastava. Za takve slučajeve navodimo plohe XXIX, XXX, XX, XXXV i L (vidi prikaz ploha).

Istraživanja prirasta i stabalnih visina vršena su na manjim ili većim primjernim plohama. One su snimane počevši od vrha Snježnika (1506 m) pa preko Risnjaka (1528 m) do Crnog Luga (724 m). To se vidi na priloženoj karti kao i na crtežu 1. Najviša ploha bila je na 1450 m u području klekovine bora, a najniža na 705 m. Prva ploha, u kojoj se obilnije javlja jela, uzeta je na 1.310 m u subalpinskoj plohi smreke i jele na kamenim blokovima. Najniža ploha između Snježnika i Risnjaka kraj Lasca nalazila se na 1030 m. Penjući se prema vrhu Risnjaka plohe obuhvataju uglavnom šume bukve i jele, zatim subalpinske šume jele i smreke i subalpinsku bukovu šumu. Na istočnim padinama Risnjaka, na 1150 m nadm. visine, uzeto je nekoliko ploha subalpinske bukove šume, kao i subalpinske smreke i jele. Sve do najniže točke u Lijeski (na 750 m) uglavnom je to šuma bukve i jele na vagnencu i dolomitu. Konačno uzeto je 7 ploha u jelovim šumama na silikatnoj podlozi.

Radi upotpunjavanja uvršteno je nekoliko stabala bukve i jele nešto podalje samog profila (plohe XLI, XLII, XLIV, XLVI), a zbog komparacije izvrтанo je 21 stablo jele izvan masiva Risnjaka u plohamu XLV (Lučice kraj Delnice, šuma Kondor), XXXIX (Sungerski Lug kraj Fužina) i XLV (kraj Gerova). Ove plohe nanesene su na crtež br. 1 kao posljednje iza ostalih ploha na profilu (osim zadnje, koja je niže elevacije).

Ukupno je u profilu iskorišteno 58 primjernih ploha, s ukupno 642 izmjerena i izvrtna stabla. Od tog broja bilo je 496 stabala jele, 122 stabla bukve i 24 stabla javora.

Primjerne plohe bile su različite veličine od 100 m² do 850 m². Pomanjkanje dovoljnog broja velikih ploha moglo se nadomjestiti većim brojem manjih ploha, čime su se šire obuhvatili različiti ekološki utjecaji reljefa i tla. Na većem broju (43) ploha vršena su mjerenja i proučavanja samo malog broja stabala, i to po 5 stabala bukve, 5 stabala jеле i 1 stablo gor. javora. Na manjem broju ploha izvrtao se po 10–12 stabala jеле, a istraživanja su 1950. g. vršena na plohamama (13) sa znatno većim brojem stabala (30–60) na svakoj plohi.

Odabiranja stabala u plohi vršila su se sa željom, da se dobiju podaci, koji će dati što ispravniju sliku prirašćivanja u sastojini. Bilo je dakle nužno voditi računa kako o nadraslim (predominantnim), tako i o vladajućim (dominantnim) i suvladajućim (subdominantnim) stablima u sastojini. Prirast i razvoj predominantnih stabala pokazuje maksimalne mogućnosti stvaranja drvne mase na određenom staništu i na određenom bonitetu, ali je za dobivanje slike prirasta sastojine potrebno voditi računa o prirastu vladajućih, pa i suvladajućih stabala. To je tražilo, da se od izabrane količine stabala odaberu predominantna, kao i dominantna stabla. Posve potisnuta i zaostala stabla bila su ispuštena. Jednako su tako odabранa defektna stabla.

Jednako je bilo važno voditi računa o utjecaju čovjeka, te je negdje valjalo prijeti znatne površine, da se nađe veća ploha bez posjećenih stabala. U tome pogledu bilo je teškoća u nižim dijelovima profila, gdje je posljednjih godina doznačen i posječen veći broj jelovih stabala.

Iako su plohe bile odabrane tako, da im se moglo dati određeno ime nekog tipa ili šumske zajednice, bilo je zbog dokumentacije korisno izvršiti kraću snimku, u kojoj su navedene osnovne vrste drveća i grmlja i prizemne vegetacije (bez obzira na socijabilitet i množinu). Takav opis vrsta ne može naravno biti dovoljan, jer nije potpun, ali i ovakav pomaže da se vidi, koliko su pojedine plohe unutar istog tipa slične, odnosno koliko se razlikuju prema plohamama drugog tipa. Kod toga napominjemo, da je bilo ploha (naročito u mješovitoj šumi bukve i jеле), u kojima je u sloju zeljastog bilja vidno prevladivala neka vrsta, dajući plohi posebnu sliku. Za takve bi se moglo, možda, uzeti posebno ime (facies), ali u to nismo mogli ulaziti. Da postoji, međutim, potreba da unutar odnosnih tipova s gledišta uzgajanja i uređivanja šuma valja povesti računa o razlikama u staništu, to su istraživanja jasno govorila, jer su se te razlike odrazile na prirašćivanju kao i stabalnim visinama unutar istog tipa.

Svaka je ploha ukratko opisana, označena je njena nadm. visina, ekspozicija i nagib. U tu svrhu služila je busola i aneroidni visnomjer. Plohe su unesene na kartu Risnjakā (1 : 50.000).

Istraživanja na pojedinim stablima ograničila su se na mjerjenje prsnog promjera, izmjere totalne stabalne visine i na 2 nasuprotna izvrtka (negdje i 4) svakog uzetog stabla bukve, jеле, одн. гор. lavorа. На тај начин добivena su 1284 izvrtka. Vađenje izvrtaka vršeno je Presslerovim svrdlom u prsnoj visini. Nakon obilježavanja izvrci su zamatanici u papir i pakovani u papirnate vrećice. Visine stabala mjerene su Christenovim i Blume-Leisovim visinomjerom. Dobar dio stabalnih visina mogao je biti upoređivan s visinama oborenih stabala. Takve stabalne visine mjerene na tlu služile su kao korektiv i kontrola izmjerama visinomjerom. Mjerjenje visina stabala u sastojini zadavalo je znatne teškoće zbog gustoće sklopa kao i podstojne sastojine, te je oduzimalo mnogo vremena. Kao mjerodavne za neku plohu uzimane su maksimalne stabalne visine. One su za svaku plohu, odijeljeno za bukvu i jelu, prikazane na skici br. 1.

Analiza prirasta po izvcima obavljena je 2 mjeseca poslije rada na terenu. Do tog vremena oni su bili pohranjeni i držani u zatvorenom. Prirast promjera istraživan je po decenijima, t. j. periodični prirast je za svaki decenij mjerjen posebno i prikazan kao zasebna veličina. U obračun je uzeto 60 posljednjih godina, a deceniji su bili 1891–1900, 1901–1910, 1911–1920, 1921–1930, 1931–1940, 1941–1950. Točnost očitanja bila je na 0.1 mm.

Suma period. prirasta s oba izvrtka daje periodski prirast promjera datog stabla. Radi upoređivanja prirasta prema ostalim šumskim tipovima izračunata je srednja vrijednost periodičnog deblj. prirasta za sve plohe u svakom tipu (aritmetička sredina). Navedeni postupak proveden je po vrstama za sve istraživane zajednice.

Izbrajanje godova na jelovim izvcima u većem dijelu nije zadavalo teškoća. Godovi su se jasno razabirali. Teškoće su se javljale uglavnom na izvcima jelovih stabala s teških vapnenih blokova, gdje je očitavanje moglo biti jedino pomoću lupe. Mnogo je teže bilo analizirati prirast bukovih izvrtaka. Tu se primjenovalo navlaživanje vodom, a u nekim slučajevima bilo je potrebno i zarezivanje izvrtaka.

Kod određivanja srednjih vrijednosti kao i ostalih varijacijsko-statističkih elemenata služili smo se uobičajenim metodama i formulama. Izračunavanje srednje vrijednosti M , standardne devijacije σ , srednje pogreške m i varijacijskog koeficijenta v izvršeno je prema citiranoj literaturi (TAVČAR, 1946).

VI. REZULTATI I ZAPAŽANJA (RESULTS AND REMARKS)

Istraživanja nekih taksacijskih elemenata jele i bukve u profilu Risnjaka daju mogućnosti za mnoga zaključivanja i zapažanja. Neka od njih mogla su biti dokumentirana i provjerena, a drugima je pružen uvid u nova područja istraživanja.

a) Prikaz primjernih ploha (Survey of sample plots)

Kako smo već naprijed imali prilike da izložimo, opis primjernih ploha treba da omogući jednostavnu i grubu usporedbu pojedinačnih ploha i da u osnovnim crtama skicira situaciju, u kojoj su istraživane vrste u svakom konkretnom slučaju uspijevale. Iz opisa primjernih ploha vidi se, da su na sličnim staništima izrasle sastojine, koje su slične bilo po sastavu vrsta drveća, bilo po vrstama grmlja i prizemne vegetacije. To nam daje pravo da zaključimo, da između vanjskih faktora i postojećih tipova šuma postoji uzročna povezanost i prema tome na Risnjaku razlikujemo nekoliko tipova šumskih zajednica. To su dakle staništa različitih kvaliteta sa čitavom skalom razlika u bonitetima. Danas, nažalost, još o tim detaljima ne znamo mnogo, ali je evidentno, da se na vapnu u srednjim elevacijama, razvila vrlo lijepa mješovita šuma bukve i jеле, da idući u visinu ona biva sve niža i da je u subalp. pojasu prešla u čistu bukovu šumu, koja ubrzo prelazi u klekovinu; zatim da se u subalpinskom pojasu javlja šuma smreke i jеле, koja je u vrtačama naročito izrazito građena. Vidi se obratno, da vrletni topliji vapaneni blokovi u višim položajima nose drugačiju šumu jеле i smreke, a da na silikatnoj podlozi uspijeva bujna jelova šuma. Treba ipak istaknuti, da su ovakvi tipovi samo opća razdoba risnjačkih šuma.

Pritom je jasno, da sama fitocenološka istraživanja neće riješiti probleme šumarske tipologije. I suviše je zamršeno pitanje rasta šumskog drveća, a da bi floristička i općenita ekološka kategorizacija staništa na Risnjaku mogla objasniti činjenice često naoko neznatne, koje u šumskom gospodarstvu igraju znatnu ulogu. Potrebno je stoga nastaviti s razradivanjem postojećih tipova (metodama biologije kao i matematike).

Donosimo prikaz ploha kako su slijedile u profilu.

I. Ploha - N - 1450 m - klekovina bukve

Stablo bukve osamljeno unutar klekovine bora. Drvo iznutra trulo. Teren je nešto zaklonjen od bure. Visina stabla iznosi do 1,5 m, deblo do 10 cm promjera. U sloju grmlja: *Salix grandifolia*, *Juniperus nana*, *Rubus idaeus*. U sloju III:⁴ *Alchemilla* sp., *Parnassia palustris*, *Oxalis acetosella*, *Veratrum album*, *Fragaria vesca*, *Cirsium* sp., *Asplenium viride*, *Cardamine trifoliata*, *Symphytum tuberosum*, *Viola silvestris*, *Lathyrus* sp., *Calamintha grandiflora*, *Homogyne silvestris*.

II. Ploha - S - 1430 m - na strmim grebenima - klekovina bukve

Klekava bukova šuma. Stabla su pri dnu posve sabljasta i dugu se donjim dijelom vuku po tlu. Visina im iznosi do 6 m. Ploha se nalazi na rubu sastojine i prilično je razbijena. Prema rubovima plohe stabla su vrlo granata i gusta.

I. - *Fagus silvatica*

III. - *Petasites albus*, *Urtica* sp., *Calamintha grandiflora*, *Hypericum montanum*, *Valeriana tripteris*, *Aposeris foetida*, *Veronica chamaedrys*, *Plantago* sp., *Rumex alpinus*, *Luzula nemorosa*.

⁴ Sa I. obilježujemo sloj drveća (nadstojna i podstojna etaža), sa II. sloj grmlja, a sa III. sloj prizemne vegetacije.

III. *Ploha* – S – 1420 m – osamljeni gor. javor (*Acer pseudoplatanus*) u subalpinskoj bukovoj šumi, visok 3 m, granat i klekav. Nije zapažen plod na njemu; d = 8 cm. Prizemna flora kao u plohi II.

IV. *Ploha* – O – 1390 m – subalpinska bukova šuma

Bukve sabljastog debla. Visine 8–10 m. Sklop potpun. Sloj grmlja slabo razvijen, gotovo bez podmlatka. To je visoka jednodobna sastojina. Tlo je plitko, crno-smedu humus, s mnogo listinca i suhog granja po tlu. Prizemna vegetacija pokriva oko 10% površine. Kamen izbjiga na površinu. Na plohi ima velik broj suhih stabala i grana. Dominira *Allium ursinum*.

I. – *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*

II. – *Fagus silvatica*

III. – *Allium ursinum*, *Cardamine bulbifera*, *Anemona nemorosa*, *Ctenidium moluscum*, *Calamintha grandiflora*, *Petasites albus*, *Euphorbia amygdaloides*, *Lactuca muralis*, *Fragaria vesca*.

V. *Ploha* – SW – 1385 – strmi nagib – subalpinska bukova šuma

To je visoka bukova šuma sabljastih debala, na strmom terenu. Tlo je kamenito, plitko, humozno. Po tlu mnogo bukova listinca. Sklop 0.9. Visine stabala 8–9 m. Ploha je smještena nad vrtičom i teren se ruši u nju. Ima dosta bukova podmlatka.

I. – *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*

II. III. – *Allium ursinum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Oxalis acetosella*, *Apo-seris foetida*, *Cirsium erysithales*, *Anemone nemorosa*, *Cardamine trifoliata*, *Daphne mezereum*, *Calamintha grandiflora*, *Veratrum album*, *Doronicum austriacum*, *Lamium sp.*, *Mercurialis perennis*.

U toj plohi ima dosta javorovih stabala, koja su debela, ali iznutra redovno trula. Bukva je niža nego u prethodnoj plohi, iako je to povoljnija ekspozicija.

VI. *Ploha* – S – 1340 – nagib veoma strm – subalpinska bukova šuma

Ta je ploha nad malom vrtičom promjera 50 m, dubine 15 m. Dosta je zasjeđivana od susjednog obronka. Donekle je zaštićena od vjetra.

I. – *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*.

II. – *Lonicera alpigena*, *Rubus idaeus*, *Ribes sp.*, *Fagus silvatica*, *Rosa sp.*, *Abies alba*, *Lonicera nigra*.

III. – *Petasites albus*, *Calamintha grandiflora*, *Mercurialis perennis*, *Hacquetia epipactis*, *Veronica chamaedrys*, *Carex silvatica*, *Anemone nemorosa*, *Melica sp.*, *Gentiana symphyandra*, *Artemisia agri-monioides*, *Homogyne silvestris*, *Paris quadrifolia*, *Gentiana asclepiadea*, *Euphorbia amygdaloides*, klice javora i bukve, *Aspidium lonchitis*, *Cyclamen europaeum*, *Valeriana tripteris*, *Galium Schultesii*, *Adenostyles alariae*, *Phyteuma spicatum*, *Cardamine enaeaphyllum*, *Viola silvestris*.

VII. *Ploha* – S – 1310 m – vrlo strm nagib – subalpinska jelova i smrekova šuma.

Na plohi nalaze se tipični elementi te zajednice (vidi 'plohu VIII'). Teški blokovi kamenja, iz kojih rastu smreka i jela.

VIII. *Ploha* – SO – 1250 m – dosta jak nagib – subalp. jelova i smrekova šuma.

To je subalpinska jelova i smrekova šuma na teškim blokovima, koji su uglavnom goli. Korijenje se probija između kamenja. Visine stabala do 15 m. Sklop je vrlo rijedak, podmlatka vrlo malo. Unutar plohe jedna kržljava bukva. Vanredno vreltan teren. Ima dosta trulih stabala, koja leže po kamenju, a dosta ih je i oštećenih. Neposredno na tu plohu nastavlja se klekovina bora. Stabla uživaju dosta svijetla.

- I. – *Picea excelsa*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*.
- II. – *Salix grandifolia*, *Juniperus intermedia*, *Rosa sp.*, *Lonicera xylosteum*, *L. Borbasiana*, *Vaccinium myrtillus*, *Lonicera alpigena*, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium vitis idaea*, *Rubus saxatilis*.
- III. – *Polygonatum verticillatum*, *Cirsium erysithales*, *Asplenium trichomanes*, *Anemone nemorosa*, *Cardamine enaeaphyllos*, *Calamagrostis sp.*, *Aspidium lachnitis*, *Oxalis acetosella*, *Gentiana asclepiadea*, *Convallaria majalis*, *Melampyrum silvaticum*, *Atragene alpina*, *Saxifraga rotundifolia*, *Hylocomium triquetrum*, *Phyteuma spicatum*, *Homogyne silvestris*, *Cardamine trifoliata*, *Veronica urticaefolia*, *Mnium sp.*, *Dicranum scoparium*, *Hypnum moluscum*, *Lycopodium annotinum*, *Polytrichum attenuatum*, *Senecio Fuchsii*.

IX. Ploha – SO – 1245 m – nagib slab – subalpinska smrekova i jelova šuma.

Ta je ploha nekoliko metara ispod prednje, u istoj udubini, koja se pruža prema Lascu. Teren je terasast, s blokovima, koji su ovdje pokriti mahovima, borovnicom, brusnicom i t. d. Sklop je razbijen, ali stabla uživaju nešto manje svijetla. Podmlatka ima vrlo malo. Ploha pada prema dnu vrtace.

- I. – *Picea excelsa*, *Abies alba*
- II. – *Vaccinium myrtillus*, *V. v. idaea*, *Lonicera xylosteum*, *Atragene alpina*, *Rosa sp.*, *Rubus sp.*, *Lonicera Borbasiana*, *L. alpigena*.
- III. – *Anemone nemorosa*, *Hylocomium triquetrum*, *Veratrum album*, *Doronicum sp.*, *Melampyrum sp.*, *Majanthenum bifolium*, *Oxalis acetosella*.

X. Ploha – SO – 1240 m – slabiji nagib – subalpinska smrekova šuma.

Tlo gotovo potpuno pokrito borovnicom. Ploha je na dnu vrtace. Kamenja je manje i ono je obilno prekrito mahovima. Ploha nije odviše vlažna, iako ovdje vjerojatno dugo snijeg leži. Na dnu vrtace ima mnogo natrulih stabala. Sklop je veoma razbijen, stabla su grupimice i pojedinačno. Prašumski izgled.

- I. – *Picea excelsa*, *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Sorbus aucuparia*.
- II. – *Vaccinium myrtillus*, *Abies alba*, *Salix grandifolia*, *Fagus silvatica*, *Lonicera alpigena*, *L. Borbasiana*, *L. xylosteum*, *Atragene alpina*, *Daphne mezereum*, *Sorbus aucuparia*.
- III. – *Cardamine anaefyllos*, *Veratrum album*, *Anemone nemorosa*, *Homogyne sp.*, *Doronicum austriacum*, *Phyteuma spicatum*, *Calamagrostis sp.*, *Hyeratium murorum*, *Centiana asclep.*, *Aster belidiasstrum*, *Viola sp.*, *Dicranum sp.*, *Hylocomium triquetrum*, *H. loreum*, *Veronica chamaedrys*, *Asplenium viride*, *Aspidium dilatatum*, *Polytrichum attenuatum*, *Nephrodium sp.*, *Valeriana tripteris*, *Lycopodium annotinum*, *Cardamine trifoliata*, *Oxalis acetosella*, *Hypnum moluscum*, *Veronica urticaefolia*, *Petasites albus*, *Mercurialis perennis*.

XI. Ploha – O – 1260 m – blagi nagib – prelazni tip – subalpinska bukova šuma.

Tu se jela prvi put pojavljuje u većem broju. Blokovi kamenja nisu veliki, ali su posve goli.

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Sorbus aucuparia*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria*, *Vaccinium myrtillus*, *Rosa sp.*, *Daphne mezereum*, *Acer pseudoplatanus*.
- III. – *Prenanthes purpurea*, *Oxalis acetosella*, *Aposeris foetida*, *Anemone nemorosa*, *Galeobdolon luteum*.

XII. Ploha – O – 1205 m – nagib vrlo blag – bukova i jelova šuma.

Ova ploha leži u udolini na čijoj sjevernoj strani diže se manji kameniti greben. Tlo je plitko i kamenito. Ima prilično mnogo stabala bukve, koja su sabljasta. Sklop potpun. Po tlu je malo podmlatka jеле. Sloj prizemnog raščea pokriva cca. 20% površine.

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Picea excelsa*.
- III. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Lonicera alpigena*, *Sorbus aucuparia*, *Petasites albus*, *Cardamine enaeaphyllos*, *Anemone nemorosa*, *Galeobdolon luteum*, *Paris quadrifolia*, *Solidago v. a.*, *Prenanthes purpurea*, *Cardamine trifoliata*, *Rosa sp.*, *Oxalis acetosella*, *Aremonia agrimonoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Aspidium filix mas*, *Phyteuma spicatum*, *Polygonatum verticillatum*, *Mercurialis perennis*, *Homogyne silvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Alium ursinum*, *Doronicum austriacum*, *Luzula nemorosa*, *Carex silvatica*, *Lactuca muralis*, *Asplenium viride*, *Gentiana asclepiadea*.

XIII. *Ploha* – O – 1140 m – nagib blag – bukova i jelova šuma.

U ovoj plohi drveće raste na veoma plitkom vapnenom tlu, gdje kamenje izbija na površinu i pokriva veliki dio plohe. Ipak blokova kamenja nema. Nisko rašće pokriva preko 20% površine. Mnogo je vađeno bukve na toj plohi, što se vidi po većem broju bukovih panjeva.

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Picea excelsa*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Daphne mezereum*, *Lonicera alpigena*.
- III. – *Abies alba*, *Cardamine enaeaphyllos*, *Anemone nemorosa*, *Carex silvatica*, *Prenanthes purpurea*, *Cardamine trifoliata*, *Oxalis acetosella*, *Aspidium filix mas*.

XIV. *Ploha* – SSU – 1090 m – veoma strm nagib – subalpinska smrekova i jelova šuma na blokovima.

Ploha je pokrita teškim blokovima kamenja, djelomično pokritima mahovima. Humusa vrlo malo. Smještena je nedaleko samog vrha, tako da stabla nadmašuju vrh obronka. Teren veoma vrletan. Sklop jako prekinut i po tlu ima mnogo svijetla. Podmladak se sastoјi od nekoliko zastarćenih jela. Smrekova podmladka nema.

- I. – *Abies alba*, *Picea excelsa*.
- II. – *Abies alba*.
- III. – *Abies alba*, *Atragene alpina*, *Mercurialis perennis*, *Anemone nemorosa*, *Calamagrostis sp.*, *Ranunculus platanifolius*, *Oxalis acetosella*, *Homogyne silvestris*, *Valeriana tripteris*, *Cirsium erisithales*, *Veronica verticillata*, *Senecio Fuchsii*, *Pirola sp.*, *Asplenium sp.*, *Asplenium viride*, *Polygonatum verticillatum*, *Polytrichum attenuatum*, *Hypnum moluscum*, *Brachythecium sp.*, *Tortella tortuosa*.

XV. *Ploha* – S – 1080 m – nagib blag – bukova i jelova šuma.

Tlo plitko, skeletno, s mnogo kamenja, koje je dobro obraslo mahovima (*Hypnum muluscum* i dr.). Podmlatka bukve i jele ima dosta, ali je slabih krošnja. U toj plohi vađeno je mnogo bukve, i to jača dominantna stabla. Po tlu mnogo suhih klada, obrasilih mahovima, mnogi bukovi panjevi već su truli. Ova ploha leži odmah ispod plohe XIV i zato ima još nešto elemenata gornje asocijacije. Zbog plitkoće tla visina stabala je srednja (jela maksimalno do 24 m).

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, *Picea excelsa*.
- II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Picea excelsa*, *Rosa sp.*, *Daphne mezereum*, *Vaccinium myrtillus* (rijedak), *Sambucus racemosa*.
- III. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Picea excelsa*, *Haquetia epipactis*, *Prenanthes purpurea*, *Veronica urticaefolia*, *Mercurialis perennis*, *Galeobdolon luteum*, *Omphalodes verna*, *Cardamine trifoliata*, *C. enaeaphyllos*, *Gentiana asclepiadea*, *Aremonia agrimonoides*, *Polygonatum verticillatum*, *Lactuca muralis*, *Ranunculus platanifolius*, *Cirsium erisithales*, *Homogyne silvestris*, *Paris quadrifolia*, *Valeriana tripteris*, *Solidago v. a.*, *Phyteuma spicatum*, *Calamintha*

grandiflora, *Oxalis acetosella*, *Actaea spicata*, *Epilobium montanum*, *Moerungia muscosa*, *Doronicum austriacum*, *Veratrum album*, *Hypnum moluscum*, *Asplenium viride*, *Neckera crispa*, *Tortella tortuosa*, *Hylocomium loereum*, *Aspidium f. mas*, *Mnium undulatum*.

XVI. *Ploha - N - 1120 m* – nagib vrlo blag – bukova i jelova šuma.

Ploha leži u blagom padu u maloj uvalici kraj ceste. Kamenje zauzima do 30%, nije pokriveno mahovinom. Bukva je isječena, a iz panja potjeralo je mnogo izbojaka. U mješovitoj šumi jela je dosta razdaleko jedna od druge. U prizemnom raštu, koje je inače mršavo razvijeno, prevladuje *Hacquetia epipactis*.

I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.

II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.

III. – *Hacquetia epipactis*, *Veratrum album*, *Oxalis acetosella*, *Cardamine trifoliata*, *Polygonatum verticillatum*, *Athyrium filix semina*.

XVII. *Ploha - N - 1185 m* – nagib veoma blag – bukova i jelova šuma.

Ploha leži u blagoj uvali. Tlo je plitko kamenito. Prije 4–6 godina vadena je sva podstojna bukva, a tu i tamo ostavljeno je pokoje stablo, tako da potisnutih bukovih stabala nema. Nakon te prorede niknulo je mnogo podmlatka jеле, bukve i javora, što pokazuje da je naplodna sjeća posve uspjela.

I. – *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*.

II. – *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Rubus idaeus*.

III. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Fragaria vesca*, *Calamintha grandiflora*, *Ajuga reptans*, *Deschampsia sp.*, *Cardamine trifoliata*, *Oxalis acetosella*, *Aremonia agrimonoides*, *Veronica officinalis*, *Anemone nemorosa*, *Galium sylvaticum*, *Paris quadrifolia*.

XVIII. *Ploha - W - 1240 m* – blagi nagib – bukova i jelova šuma.

Ploha je blago nagnuta prema zapadu prema dnu jedne široke ali plitke vrtače, na raskrsću putova Lazac-Risnjak-glavna cesta. U dnu doline ostaci paljena vapna. Sklop je 0,8. Tlo je prilično kamenito, ali prema dnu uvale biva ga manje. Zbog slabijeg obrasta stabla bukve i jеле su granata, krošnje jako razvijene. Nisko rašće mršavo razvijeno.

I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.

II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*, *Sorbus aucuparia*, *Rosa sp.*

III. – *Oxalis acetosella*, *Heracleum sp.*, *Petasites albus*, *Fragaria vesca*, *Veratrum album*, *Cirsium erisithales*, *Primula acaulis*, *Cardamine trifoliata*, *Aspidium lonchytis*.

XIX. *Ploha - N - 1140 m* – nagib blag – bukova i jelova šuma.

Ova ploha predstavlja vrlo lijepo razvijenu mješovitu šumu bukve i jеле na plitkom skeletnom tlu. Kamenje pokriva oko 35% površine. Tlo je obilno pokrito bukovim listincem. Glavnu etažu krošanja tvore jelova i debela bukova stabla, a u podstojnoj etaži vrlo mnogo je bukovih izbojaka iz panja. Zbog toga je tlo odlično zastrto. Sklop 0,9. Prizemna flora prilično mršavo razvijena.

I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.

II. – *Fagus silvatica*.

III. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Rubus idaeus*, *Oxalis acetosella*, *Anemone nemorosa*, *Cardamine trifoliata*, *Veratrum album*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum verticillatum*, *Hypnum moluscum*, *Asplenium viride* i dr.

XX. *Ploha - W - 1260 m* – nagib prilično strm – subalpinska bukova šuma (prelazni oblik).

To je gotovo čista bukova šuma, koja pokazuje sve karakteristike subalpinske šume. Visine stabala su rel. slabe, a debla su pri dnu sabljasta. Ploha se nalazi

neposredno uz neku uzvisinu, koja krije zapadno sunce. Uz bukvu javlja se tu i tamo jela. Tlo je kamenito i plitko. Kamenje je golo, a medju kamenjem nad humusom mnogo je listinca.

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Daphne mezereum*, *Rubus idaeus*, *Sorbus aucuparia*.
- III. – *Fagus silvatica*, *Veratrum album*, *Cardamine trifoliata*, *Oxalis acetosella*, *Anemone nemorosa*, *Petasites albus*, *Phyteuma spicatum*, *Galeobdolon luteum*, *Lactuca sp.*, *Aconitum vulparia*, *Calamintha grandiflora*.

XXI. Ploha – S – 1370 m – nagib strm – subalpinska bukova šuma.

Ploha je velika i jednolična s teškim vapnenim blokovima. Kamenje zauzima do 40% površine, ono je mjestimice i do 3 m visoko. Po tlu je dovoljno bukova listinca. Stabla su najčešće rašljasta i nešto nagnuta niza stranu, a krošnja je prema gore slabo razvijena. Veoma je mali broj podstojnih stabala. Sloj prizemnog rašća vrlo je slabo razvijen i pokriva neznatni dio tla.

- I. – *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Rubus idaeus*, *Daphne mezereum*.
- III. – *Heleborus sp.*, *Cirsium erisithales*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifoliata*, *Lactuca sp.*, *Veratrum album*, *Veronica urticaefolia*, *Digitalis ambigua*, *Carex silvatica*, *Scopolia carniolica*.

XXII. Ploha – O – 1415 m – nagib strm – klekovina bukve.

Bukova stabla posve su poklekla. Okružena su klekovinom bora (*Pinus mughus*) i visoka su do 2 m najviše.

XXIII. Ploha – SW – 1415 m – nagib strm – klekovina bukve.

Na toj plohi nalazi se nekoliko gorskih javora (*Acer pseudoplatanus*), od kojih su neki posve pogrbljeni (visoki najviše do 4 m), iako im je starost značna. Neke grane su im posve osušene.

XXIV. Ploha – S – 1315 m – nagib vrlo strm – subalpinska šuma smrekova i jelova.

Na toj plohi na razbijenim blokovima stabla rastu većinom pojedinačno ili u manjim grupama. Često su to oštećena stabla, vrlo nisko granata, jer uživaju dovoljno svjetla. Neka od njih izlaze iz same stijene. Teren je vrlo vrletan i neprohodan zbog teških blokova i odrona kamenja, medju koje se drveće probija svojim korijenjem. Čitava je ploha u oštrom nagibu prema dnu vrtače, u koju ulazi subalpinska bukva i koja u dnu vrtače dobiva klekav izgled. Karakterističan je uski piramidalni habitus smrekе, koja na taj način veoma upadljivo odskače od piramidalnog habitusa jele.

- I. – *Picea excelsa*, *Abies alba*.
- II. – *Juniperus nana*.
- III. – *Calamagrostis sp.*, *Scopolia carniolica*, *Atragene alpina*, *Crysanthemum sp.*, *Ranunculus platanifolius*, *Adenostyles alliariae*, *Veratrum album*, *Cardamine enaeaphyllos*, *Hladnikia golaka*, *Gentiana lutea*, *Laserpitium sp.*, *Galium sp.*, *Aconitum vulparia*, *Asplenium viride*, *Dicranum Sautheri*.

XXV. Ploha – U – 1340 m – nagib dosta strm – subalpinska bukova šuma.

Tlo je plitko i pokrito kamenjem do 40% površine. Po tlu vrlo mnogo bukova listinca, kao i bukova podmlatka. Prizemna vegetacija slabo razvijena. Stabla su gotovo sva sabljasta.

- I. – *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*.

- II. – *Fagus sylvatica*, *Daphne mezereum*.
 III. – *Fagus sylvatica*, *Anemone nemorosa*, *Veratrum album*, *Cardamine enaeaphyllos*, *Oxalis acetosella*, *Cardamine trifoliata*, *Prenathes purpurea*, *Aposeris foetida*, *Calamintha grandiflora*, *Heracleum sphondylium*, *Lactuca muralis*, *Valeriana tripteris*, *Galeobdolon luteum*, *Homogyne silvestris*.

XXVI. Ploha – W – 1070 m – teren je ravan – bukova i jelova šuma.

Sastojina raste na ravnom terenu, po tlu je veoma malo kamenja, tlo je dobro obraslo prizemnom florom. Sklop potpun.

- I. – *Fagus sylvatica*, *Abies alba*.
 II. – *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Lonicera nigra*.
 III. – *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Rosa sp.*, *Vaccinium myrtillus*, *Hacquetia epipactis*, *Majanthemum bifolium*, *Aposeris foetida*, *Gentiana asclepiadea*, *Cardamine trifoliata*, *C. enaeaphyllos*, *Calamintha grandiflora*, *Veratrum album*, *Anemone nemorosa*, *Asperula odorata*, *Vicia oroboides*, *Omphalodes verna*.

XXVII. Ploha – O – 1350 m – nagib vrlo strm – subalpinska bukova šuma.

Teren je vrlo kamenit s teškim oštrim blokovima, koji su goli. Debla su sva klekava. Tu i tamo javlja se koja jela. Sklop 0,7.

- I. – *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.
 II. – *Fagus sylvatica*, *Daphne mezereum*, *Rosa sp.*, *Sambucus racemosa*, *Rubus idaeus*.
 III. – *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Phyteuma spicatum*, *Doronicum austriacum*, *Lactuca muralis*, *Cardamine trifoliata*, *Cardamine enaeaphyllos*, *Calamintha grandiflora*, *Epilobium montanum*, *Prenanthes purpurea*, *Geranium Robertianum*, *Veratrum album*, *Anemone nemorosa*, *Scopolia carniolica*, *Oxalis acetosella*, *Valeriana tripteris*, *Saxifraga rotundifolia*, *Symphitum tuberosum*, *Veronica urticaefolia*, *Aspidium lonchitis*, *Hypnum moluscum*, *Athyrium felix femina*, *Brachythecium sp.*

XXVIII. Ploha – SO – 1305 m – nagib blag – subalpinska smrekova i jelova šuma.

Ploha je ispretrgana brojnim škrapama i blokovima. Sklop je potpuno otvoren, i stabla rastu bilo pojedinačno, bilo u manjim grupama. Po plohi ima dosta starih panjeva. Jelova stabla su malodrvna i često vrlo defektna. Mnoge niske jeli imaju zaokružene vrhove. Krošnje jelovih stabala spuštaju se do tla.

- I. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Acer pseudoplatanus*.
 II. – *Picea excelsa*, *Salix grandifolia*, *Lonicera alpigena*, *Juniperus nana*, *Rubus idaeus*, *Atragene alpina*, *Sambucus racemosa*, *Lonicera xylosteum*, *L. nigra*, *Sorbus aucuparia*.
 III. – *Cirsium erisithales*, *Petasites albus*, *Veronica urticaefolia*, *Gentiana asclepiadea*, *Saxifraga rotundifolia*, *Hydrostachys sp.*, *Adenostyles alliariae*, *Calamintha grandiflora*, *Viola silvatica*, *Valeriana triptera*, *Phyteuma spicatum*, *Anemone nemorosa*, *Fragaria vesca*, *Hypéricum montanum*, *Listera cordata*, *Oxalis acetosella*, *Lactuca muralis*, *Veratrum album*, *Homogyne alpinum*, *Moeringia muscosa*, *Solidago v. a.*, *Actaea spicata*, *Paris quadrifolia*, *Aspidium dilatatum*, *Aspidium lonchitis*, *Lycopodium annotinum*, *L. selago*, *Dicranum Sauthieri*, *Asplenium trichomanes*, *Hypnum moluscum*, *Tortella tortuosa*.

XXIX. Ploha – O – 1285 m – nagib strm – subalpinska bukova šuma.

Ploha je dobro pokrivena bukvom. Stabla su sva uglavnom sabljastog debla. To vrijedi i za gorski javor koji je ovdje vrlo debeo i nepravilna uzrasta. Podstojna sastojina je slabo razvijena. Tlo je plitko, dobro pokriveno listincem.

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Sambucus racemosa*, *Daphne mezereum*.
- III. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Lilium martagon*, *Sanicula europaea*, *Cardamine trifoliata*, *C. bulbifera*, *C. enaeaphyllos*, *Euphorbia amygdaloides*, *Luzula* sp., *Moerungia muscosa*, *Petasites albus*, *Lactuca muralis*, *Oxalis acetosella*, *Corydalis* sp., *Viola silvestris*, *Mercurialis perennis*, *Primula acaulis*, *Prenanthes purpurea*, *Sympitum tuberosum*, *Aspidium f. mas*, *Dicranum Sautheri*, *Brachythecium* sp.

XXX. Ploha – S – 1230 m – nagib veoma strm – subalpinska smrekova i jelova šuma.

Teren je vrletan, s teškim kamenim blokovima, koji se strmo ruše u provalliju. Po tlu mnogo izvaljenih i trulih stabala. Tipična slika prašume. Nadrasla stabla vrlo su lijepa oblika, ali davno prešla dob visinskog pričekivanja (krošnje zaobljena vrha). Jača su smrekova stabla bez vrha, a grane obično izlaze u jačem luku iz debla. Po nekim deblima jele penju se mahovi do vrha stabla. Ploha uživa dovoljno vlage.

- I. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. – *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Picea excelsa*, *Rosa* sp., *Sambucus racemosa*.
- III. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Calamintha grandiflora*, *Cirsium eri-thales*, *Atragene alpina*, *Lactuca muralis*, *Aconitum napellus*, *Scopolia carniolica*, *Omphalodes verna*, *Gentiana asclepiadea*, *Petasites albus*, *Senecio* sp., *Salvia* sp., *Calamagrostis* sp., *Homogyne silvestris*, *Ranunculus platanifolius*, *Valeriana tripteris*, *Geranium* sp., *Senecio Fuchsii*, *Epilobium montanum*, *Cardamine trifoliata*, *Oxalis acetosella*, *Fragaria vesca*, *Veronica urticaefolia*, *Aspidium lichenitis*.

XXXI. Ploha – ŠU – 1150 m – nagib prilično strm – bukova i jelova šuma.

Tlo je plitko, s dosta površinskog kamenja. Uz bukvu dobro je razvijena jela. Prizemno rašće vrlo bujno razvijeno. Tipična šuma bukve i jele na vapnu.

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus montana*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Lonicera alpigena*, *Rosa* sp., *Rubus fruticosus*.
- III. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Fraxinus excelsior*, *Omphalodes verna*, *Mercurialis perennis*, *Gentiana asclepiadea*, *Galeobdolon luteum*, *Anemone nemorosa*, *Lactuca muralis*, *Oxalis acetosella*, *Scopolia carniolica*, *Aremonia agrimonoides*, *Phyteuma spicatum*, *Calamintha grandiflora*, *Sanicula europaea*, *Prenanthes purpurea*, *Lusula* sp., *Lilium martagon*, *Asarum europaeum*, *Hypnum moluscum*.

XXXII. Ploha – S – 705 m – nagib umjeren – šuma bukve i jele.

Zbog vađenja bukovih stabala to je danas uglavnom čista jelova šuma. Međutim podstojne bukve ima obilno. Mjestimice obrast veoma dobar. Zbog toga je mnogo potisnutih stabala jele, koja već propadaju. Ima dosta stabala jednostrane krošnje. Ova ploha ima već dublje tlo i po površini gotovo nema kamenja.

Podloga vapnenac.

- I. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Daphne mezereum*, *Rhamnus fallax*, *Rosa* sp., *Vaccinium myrtillus*, *Corylus avellana*, *Rubus idaeus*.
- III. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Omphalodes verna*, *Hacquetia epipactis*, *Prenanthes purpurea*, *Salvia glutinosa*, *Oxalis acetosella*, *Pirola* sp., *Cyclamen europaeum*, *Gentiana asclepiadea*, *Senecio Fuchsii*, *Majanthemum bifolium*, *Paris quadrifolia*,

Euphorbia amygdaloides, *Ajuga reptans*, *Veronica urticaefolia*,
Fragaria vesca, *Galium silratum*, *Carex* sp., *Luzula nemorosa*,
Festuca sp., *Galeobdolon luteum*, *Cardamine trifoliata*, *Sanicula europaea*, *Petasites albus*, *Calamintha grandiflora*, *Lactuca muralis*,
Galium silvaticum, *Veronica officinalis*, *Aremonia agrimonoides*,
Mentha piperita, *Phyteuma spicatum*, *Aspidium f. mas*.

XXXIII. *Ploha - SO - 850 m - nagib vrlo strm - šuma bukve i jele.*

Iako je tlo vrlo strmo, kamenje ne čini veliki dio plohe i tlo se čini nešto dublje. Na tlu preteže *Mercurialis perennis*. Stabla su u grupama i tvore vrlo gust sklop, te im krošnje stoje vanredno visoko. Ima slučajeva da je dio krošnje posve zakrjljao. Slična pojava zapažena je i kod bukve. Po tlu je obilan bukov listinac.

- I. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Daphne mezereum*, *D. laureola*, *Rhamnus fallax*, *Rubus idaeus*.
- III. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Mercurialis perennis*, *Atropa belladonna*, *Anemone nemorosa*, *Galeobdolon luteum*, *Galium silvaticum*, *Asperula odorata*, *Luzula silvatica*, *Cardamine trifoliata*, *Sanicula europaea*, *Lactuca* sp., *Cyclamen europaeum*, *Asarum europaeum*, *Lamium orvala*, *Heracleum sphondylium*, *Senecio nemorensis*, *Petasites albus*.

XXXIV. *Ploha - S - 760 m - nagib strm - šuma bukve i jele.*

Zbog vadenja jačih jelovih stabala sklop je veoma otvoren, tlo je plitko i dobro pokriveno prizemnom florom.

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Rubus idaeus*, *Rhamnus fallax*, *Daphne mezereum*, *Daphne laureola*.
- III. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Senecio* sp., *Lactuca* sp., *Mercurialis perennis*, *Azazum europaeum*, *Calamintha grandiflora*, *Asperula odorata*, *Epilobium montanum*, *Galium* sp., *Paris quadrifolia*, *Atropa belladonna*, *Cyclamen europaeum*, *Cyrstium* sp., *Monotropa hypopitys*, *Oxalis acetosella*.

XXXV. *Ploha - NW - 710 m - nagib veoma blag - jelova šuma na silikatu.*

To je uglavnom čista jelova sastojina, u kojoj bukva čini tek rijetku podstojnu sastojinu. Nema kamenja i tlo je vrlo dobro pokriveno niskim raščem i mahovinom. Vađeno je dosta jela, što pokazuju preostali panjevi. Krošnje jelovih stabala stoje vrlo visoko.

- I. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*.
- II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Rubus fruticosus*.
- III. – *Abies alba* (klice), *Gentiana asclepiadea*, *Fragaria vesca*, *Anemone nemorosa*, *Luzula* sp., *Prenanthes purpurea*, *Oxalis acetosella*, *Sorbus aucuparia*, *Galium rotundifolium*, *Lactuca muralis*, *Cardamine trifoliata*, *Veronica officinalis*, *Circaeal alpina*, *Majanthemum bifolium*, *Luzula luzulina*, *Prenanthes purpurea*, *Polytrichum attenuatum*, *Lycopodium selago*, *L. annotinum*, *Neckera crispa*, *Hoocke-ria* sp., *Mnium undulatum*, *Brunella* sp., *Blechnum spicant*.

XXXVI. *Ploha - O - 760 m - nagib blag - jelova šuma na silikatu.*

- I. – *Abies alba*.
- II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Rubus* sp.
- III. – *Abies alba* (klice), *Blechnum spicant*, *Petasites albus*, *Sorbus aucuparia* (klice), *Gentiana asclepiadea*, *Calamintha grandiflora*, *Prenanthes purpurea*, *Fragaria vesca*, *Veronica officinalis*, *Ajuga reptans*, *Epilobium montanum*, *Luzula* sp., *Brunella vulgaris*, *Athyrium f. femina*, *Lycopodium selago*.

XXXVII. Ploha – N – 790 m – nágib blag – jelova šuma na silikatu.

Na debelom silikatnom tlu obilno je razvijeno prizemno rašće. Napose je bujno razvijena kupina, koja daje izgled plohi. Zapaženo je mnogo jelova podmlatka.

- I. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*.
- II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Rubus fruticosus*.
- III. – *Abies alba* (klice), *Fagus silvatica* (klice), *Calamintha grandiflora*, *Blechnum spicant*, *Epilobium montanum*, *Luzula sp.*, *Brunella vulgaris*, *Hyeratium sp.*, *Lactuca muralis*, *Senecio Fuchsii*, *Sanicula europaea*, *Oxalis acetosella*, *Polytrichum attenuatum*, *Aspidium dilatatum*.

XXXVIII. Ploha – ravno – 790 m – jelova šuma na silikatu.

Mikrорeljef je blago ustalasan. Tlo je duboko silikatno. Po plohi ima znatan broj panjeva obraslih mahovima. Slika preborne šume. Mnoga stabla su niske krošnje.

- I. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Sorbus aucuparia*, *Fagus silvatica*.
- II. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Fagus silvatica*.
- III. – *Abies alba* (klice), *Picea excelsa* (klice), *Vaccinium myrtillus*, *Blechnum spicant*, *Melampyrum vulgare*, *Polytrichum attenuatum*, *Sphagnum sp.*, *Plagiothecium sp.*, *Hylocomium lorense*, *H. triquetrum*, *H. splendens*.

XXXIX. Ploha – ravno – 740 m – jelova šuma na silikatu.

U gornjem sloju prevlađuje jela i smreka, a podstojnu etažu čini bukva. Mahovi i mnoge acidofilne vrste upućuju na to, da je tlo veoma zakiseljeno. Zarastanje panjeva česta je pojava.

- I. – *Abies alba*, *Picea excelsa*.
- II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Picea excelsa*, *Corylus avellana*, *Lonicera xylosteum*, *L. nigra*, *Daphne mezereum*, *Rubus sp.*
- III. – *Abies alba* (klice), *Fagus silvatica* (klice), *Acer pseudoplatanus* (klice), *Heleborus multifidus*, *Veronica officinalis*, *Campanula sp.*, *Blechnum spicant*, *Calamintha grandiflora*, *Ajuga reptans*, *Arenaria agrimonoides*, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Sanicula europaea*, *Gentiana asclepiadea*, *Omphalodes verna*, *Euphorbia amygdaloides*, *Veronica urticaefolia*, *Plantago sp.*, *Euphorbia carniolica*, *Ranunculus platanifolius*, *Fragaria vesca*, *Lactuca muralis*, *Hylocomium triquetrum*.

XL. Ploha – S – 1050 m – nagib dosta strm – bukova i jelova šuma.

Ploha je nagnuta prema nekoj većoj vrtači ispod ceste Mrzle Vodice – Lazac. Po tlu veoma mnogo bukova podmlatka. Stabla su dosta niska, sklop nije potpun.

- I. – *Fagus silvatica*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Daphne mezereum*, *Rubus idaeus*, *Acer pseudoplatanus*.
- III. – *Abies alba* *Fagus silvatica*, *Galium sp.*, *Ajuga reptans*, *Brunella vulgaris*, *Fragaria vesca*, *Prenanthes purpurea*, *Epilobium montanum*, *Calamintha grandiflora*, *Oxalis acetosella*, *Thymus sp.*, *Trifolium sp.*

XLI. Ploha – S – 1100 m – nagib strm – bukova i jelova šuma.

U toj plohi jela je samo pojedinačno između čiste bukve. Tu i tamo gorski javor. Po tlu je sjajan bukov podmladak, koji odlično zastire tlo.

- I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Clematis vitalba*.

III. – *Fagus silvatica* (klice), *Rubus idaeus*, *Helleborus multifidus*, *Cyclamen europaeum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Anemone nemorosa*, *Asperula odorata*, *Campanula trachelium*, *Cirsium erysithales*, *Paris quadrifolia*.

XLII. Ploha – S – 1170 m – nagib veoma strm – subalpinska jelova i smrekova šuma.

Ploha je pokrivena teškim, velikim i oštrim blokovima kamenja, koji su dje-lovično pokriti mahovima. Među tim kamenjem stabla su duboko uklještena svojim korijenjem. Sklop je raskidan i pojedina stabla su najčešće posve odije-ljena. Jelovih stabala je više od smreke na ovoj plohi.

I. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Acer pseudoplatanus*.

II. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Rosa sp.*, *Juniperus nana*.

III. – *Calamagrostis sp.*, *Homogyne silvestris*, *Mercurialis perennis*, *Cyclamen europaeum*, *Gentiana asclepiadea*, *Phyteuma spicatum*, *Goodyera repens*, *Cirsium erysithales*, *Atragene alpina*, *Oxalis acetosella*, *Carex sp.*, *Hylocomium triquetrum*, *Hypnum moluscum*, *Neckera crispa*, *Hylocomium splendens*, *Asplenium viride*, *Dicranum sp.*

XLIII. Ploha – N – 1025 m – nagib blag – bukova i jelova šuma.

Ploha leži u većoj, ali plićoj uvali. Zbog obilja vlage nisko rašće bujno raz-vijeno. Po tlu vrlo mnogo podmlatka od bukve, a jele vrlo malo. Sva jača bukova stabla isječena. Sklop 0,7. Po mnogim elementima prizemne flore kao i razvitku ta ploha podsjeća na šumu gor. javora i jasena.

I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*.

II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Corylus avellana*, *Rubus fruticosus*, *Daphne mezereum*, *Sorbus aucuparia*, *Rhamnus fallax*.

III. – *Senecio Fuchsii*, *Geranium Robertianum*, *Dactylis glomerata*, *Ajuga reptans*, *Anemone nemorosa*, *Actaea spicata*, *Sanicula europaea*, *Luzula sp.*, *Armenia agrimonoides*, *Fragaria vesca*, *Paris quadrifolia*, *Calamintha grandiflora*, *Doronicum austriacum*, *Petasites albus*, *Gentiana asclepiadea*, *Lactuca muralis*, *Cardamine trifoliata*, *Oxalis acetosella*, *Eupatorium cannabinum*, *Epilobium montanum*, *Polygonatum multiflorum*, *Carex sylvatica*, *Festuca gigantea*, *Asplenium sp.*, *Athirium femina*, *Aspidium f. mas*.

XLIV. Ploha – N – 770 m – nagib strm – bukova i jelova šuma.

Ploha se nalazi uz cestu Lividraga – Gerovo. Uživa dovoljno vlage. Po tlu veoma obilan bukov listinac. U sloju drveća uz bukvu i jelu dolazi i malolisna lipa.

XLV. Ploha – O – 560 m – nagib strm – bukova šuma na silikatu.

Ploha leži između Malog Luga i Zamosta, ispod ceste. Na plohi preteže uglav-nom bukva, koje stabla su veoma granata, s obilno mahova po deblima. Starija stabla su isječena.

XLVI. Ploha – O – 920 m – nagib vrlo strm – bukova i jelova šuma.

To je jednolična sastojina, u kojoj dominira jela, a bukva je suvladajuća. Obrast 0,9. Dosta je dobro zastupan podmladak bukve, a jelova podmladka uglavnom nema. Sloj grmlja slabo razvijen. Kamenje pokriva 30% površine. Ono je posve malo obrasio mahovima.

I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*.

II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Rhamnus fallax*, *Lonicera xylosteum*, *Daphne laureola*, *Daphne mezereum*, *Rubus fruticosus*, *Sambucus nigra*.

III. – *Fagus silvatica* (klice), *Abies alba* (klice), *Acer pseudoplatanus* (klice), *Oxalis acetosella*, *Omphalodes verna*, *Armenia agrimonoides*, *Euphorbia sp.*, *Pulmonaria officinalis*, *Cardamine trifoliata*, *Asperula odorata*, *Luzula silvatica*, *Sanicula europaea*, *Anemone nemorosa*, *Cyclamen europaeum*, *Carex silvatica*, *Lactuca muralis*.

XLVII. Ploha – O – 950 m – nagib umjerenog strm – bukova i jelova šuma.

U plohi nalazi se mala terasa. Blokovi vrlo mali, a ima mjeseta, gdje je tlo bez kamena. Izvan te plohe počinje vrletan teren. U gornjem sloju dominira jela, a bukva tvori dobru podstojnu etažu. Bukva iznikla iz panja. Obrast je 0,8. Jelova stabla prilično granata, krošnje jednostrane. Ima mnogo primjera za korjenjavanja smrekovih donjih grana.

I. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*.

II. – *Fagus silvatica*, *Abies alba*, *Rhamnus fallax*, *Lonicera nigra*, *L. Xylosteum*, *L. glutinosa*, *Daphne mezereum*, *Sambucus nigra*.

III. – *Abies alba* (klice), *Fagus silvatica* (klice), *Mercurialis perennis*, *Omphalodes verna*, *Luzula sp.*, *Asperula odorata*, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Cyclamen europaeum*, *Cirsium erysithales*, *Carex silvatica*, *Galium rotundifolia*, *Petasites albus*, *Senecio Fuchsii*, *Actaea spicatum*, *Homogyne silvestris*, *Lactuca muralis*, *Polygonatum multiflorum*, *Scopolia carniolica*.

XLVIII. Ploha – S – 980 m – nagib strm – bukova i jelova šuma.

Ta ploha zaklonjena je grebenom sa zapada te je lišena popodnevnog svijetla. Razlikuju se dvije etaže krošanja, u kojima gornju tvore jelova stabla. Šklop nije potpun. Jelova stabla lijepa izgleda, punodrvna, s manje čaprljeva i grana u gornjem dijelu debla. Po tlu vrlo malo kamenja. Ono je obrasio mahovima. Vrlo je bujan bukov podmladak, a prizemna zeljasta vegetacija pokriva tek 20% površine tla.

I. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*.

II. – *Fagus silvatica*, *Rhamnus fallax*, *Daphne mezereum*, *D. laureola*.

III. – *Fagus silvatica* (klice), *Acer pseudoplatanus* (klice), *Carex silvatica*, *Seratula tinctoria*, *Lactuca muralis*, *Salvia sp.*, *Fragaria vesca*, *Oxalis acetosella*, *Mercurialis perennis*, *Majanthemum bifolium*, *Gentiana asclepiadea*, *Sanicula europaea*, *Polygonatum multiflorum*, *Cyclamen europaeum*, *Omphalodes verna*, *Cardamine trifoliata*, *Galium rotundifolium*, *Aposeris foetida*, *Fragaria vesca*, *Euphorbia amygdaloides*, *Cephalantera sp.*

XLIX. Ploha – SW – 950 m – nagib strm – subalpinska jelova i smrekova šuma.

To je šuma prašumskog oblika, sklop jako prekinut, stabla niskog rasta. Po tlu leže veliki komadi starih jela i smreka, iz kojih već raste podmladak. Jela čini do 60% sastojine. Po tlu mnogo teških grupa kamenja, između kojih se probijaju stabla.

I. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*.

II. – *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Fagus silvatica*, *Lonicera Xylosteum*, *Acer pseudoplatanus*, *Rosa sp.*, *Rubus idaeus*, *Sorbus aria*, *Atragene alpina*.

III. – *Calamagrostis sp.*, *Lamium sp.*, *Calamintha grandiflora*, *Cirsium erysithales*, *Solidago virga aurea*, *Euphorbia sp.*, *Thymus serpillum*, *Gentiana asclepiadea*, *Polygonatum multiflorum*, *Homogyne silvestris*, *Mercurialis perennis*, *Prenanthes purpurea*, *Asplenium trichomanes*.

L. Ploha - N - 750 m - nagib strm - bukova i jelova šuma.

Ova šuma razvijena je na nešto dubljem tlu. U njoj ima mnogo starih panjeva jela.

- I. - *Abies alba*, *Fagus sylvatica*.
- II. - *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Sorbus aucuparia*, *Rhamnus fallax*, *Corylus avellana*, *Rubus idaeus*, *Daphne mezereum*.
- III. - *Fagus sylvatica* (klice), *Abies alba* (klice), *Galium rotundifolium*, *Carex sylvatica*, *Luzula nemorosa*, *Omphalodes verna*, *Lactuca muralis*, *Veronica urticaefolia*, *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella*, *Cardamine trifoliata*, *Euphorbia sp.*, *Veronica chamaedrys*, *Petasites albus*, *Epilobium angustifolium*, *Fragaria vesca*, *Senecio sp.*, *Sanicula europaea*, *Cyclamen europaeum*, *Paris quadrifolia*, *Asperula odorata*, *Monotropa hypopitys*, *Hylocomium splendens*, *H. triquetrum*, *Polytrichum attenuatum*, *Atropa belladonna*.

LI. Ploha - N - 790 m - nagib strm - bukova i jelova šuma.

U gornjem sloju prevlađuje jela, u donjoj etaži ponikla je gusta bukova panača. Tlo je dobro zaštićeno i obilno pokriveno listinjem. Blokova kamenja nema i ono malo kamenja pokriveno je mahovima. Zbog velikog zastiranja tla prizemna flora vrlo mršavo razvijena. Po stablima jele i bukve mnogo mahova.

- I. - *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*.
- II. - *Fagus sylvatica*, *Daphne mezereum*, *D. aureola*, *Acer pseudoplatanus*.
- III. - *Cyclamen europaeum*, *Mercurialis perennis*, *Polygonatum multiflorum*, *Veronica glochidisperma*, *Lactuca muralis*.

LII. Ploha - W - 835 m - nagib strm - bukova i jelova šuma.

U ovoj sastojini jela je pomiješana između bukovih stabala. Sklop gotovo potpun. Jelova debla su pravna, punodrvna. Podstojno grmlje vrlo gusto, a zeljasti pokrov obilno razvijen.

- I. - *Abies alba*, *Fagus sylvatica*; *Acer pseudoplatanus*.
- II. - *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Rhamnus fallax*, *Daphne mezereum*, *D. laureola*, *Sorbus aria*, *Rosa sp.*
- III. - *Mercurialis perennis*, *Asperula odorata*, *Galium sylvaticum*, *Euphorbia sp.*, *Fagus sylvatica* (klice), *Polygonatum multiflorum*, *Homogyne silvestris*, *Majanthemum bifolium*, *Galium rotundifolium*, *Galeobdolon luteum*, *Cyclamen europaeum*, *Sanicula europaea*, *Fragaria vesca*, *Heracleum sphondylium*, *Veratrum album*, *Gentiana asclepiadea*.

LIII. Ploha - SO - 750 m - nagib strm - jelova šuma na silikatu.

U toj plohi bukva je tek podstojna (do 4-5 m), izuzetno do 8 m visoka. Jelova stabla vrlo su visoka i općenito visoko čista od grana, krošnje uske. Sklop je 0,8. Po vrhu krošnja, koji je u većini slučajeva zaobljen, zaključuje se na zastarjeli i zreli dob ove sastojine. Zarastanje panjeva česta je pojava. Tlo gusto pokriveno jelovim iglicama i s nešto bukova šušnja.

- I. - *Abies alba*.
- II. - *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*.
- III. - *Abies alba* (klice), *Fagus sylvatica* (klice), *Lactuca muralis*, *Gentiana asclepiadea*, *Luzula nemorosa*, *Blechnum spicant*, *Polytrichum attenuatum*.

LIV. Ploha - W - 790 m - nagib strm - jelova šuma na silikatu.

Vrlo gusta čista jelova sastojina. Jelova debla posve punodrvna i visoko čista od čapljjeva. Njihove krošnje često su smještene na samom vrhu stabla. Visina stabala doseže do 40 m. Po tlu vrlo slabo razvijena prizemna vegetacija. Tlo obilno pokriveno iglicama, ostacima grana i izbojaka. Po deblima do znatne visine uspijeva mahovina. Panjevi dobro zarašćuju. To je suši tip i u njemu ima manje mahova (vjerojatno uslijed zapadne ekspozicije).

I. – *Abies alba*.

II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Rubus sp.*, *Vaccinium myrtillus*.

III. – *Blechnum spicant*, *Luzula luzulina*, *Prenanthes purpurea*, *Polytrichum attenuatum*, *Hylocomium splendens*.

LV. *Ploha* – N – 790 m – nagib umjeren – jelova šuma na silikatu.

Ploha se nalazi neposredno pod kotom 830, na nju utječe i WO ekspozicija. U gornjem sloju krošanja dominira jela. Posve razbijena podstojna etaža od slabih i kržljavih bukovih stabala. Grmlja ima vrlo malo, ali zato tlo posve prekrito kupinom. S ove plohe dosta je sjećeno. Jelovi panjevi zarašćuju. Krošnje se nalaze na samom vrhu. Ispod njih spuštaju se živići i do pola stabalne visine.

I. – *Abies alba*.

II. – *Fagus silvatica*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*.

III. – *Abies alba* (klice), *Prenanthes purpurea*, *Hieratium sp.*, *Vaccinium myrtillus*, *Dicranum scoparium*, *Blechnum spicant*, *Polytrichum attenuatum*.

LVI. *Ploha* – S – 805 m – nagib vrlo strm – jelova šuma na silikatu.

Ploha obrasla vrlo gustom, čistom jelovom sastojinom. Pojedina stabla bukve ulaze u gornji sloj krošanja.

I. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*.

II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Vaccinium myrtillus*, *Rubus fruticosus*, *Sorbus aucuparia*.

III. – *Abies alba* (klice), *Lactuca muralis*, *Oxalis acetosella*, *Luzula nemorosa*, *Leucobryum glaucum*, *Polytrichum attenuatum*, *Hylocomium lorense*.

LVII. *Ploha* – O – 750 m – nagib strm – bukova i jelova šuma.

Tlo blago kaménito, a kamenje gotovo posve obrasio mahovinom. U gornjem sloju dominira jela. Njene su krošnje veće nego u prethodnoj, a grane se spuštaju niže, te su rijetka stabla sa živićima. Bukve nema u gornjoj etaži krošanja, ali zato tvori gusto podstojnu sastojinu.

I. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*.

II. – *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Rhamnus fallax*, *Rubus idaeus*, *Daphne mezereum*.

III. – *Acer pseudoplatanus* (klice), *Abies alba* (klice), *Petasites albus*, *Asperula odorata*, *Prenanthes purpurea*, *Eupatorium cannabinum*, *Galium rotundifolium*, *Fragaria vesca*, *Cardamine trifoliata*, *Carex sp.*, *Sanicula europaea*, *Calamintha grandiflora*, *Seratula tinctoria*, *Euphorbia amygdaloides*, *Ajuga reptans*, *Atropa belladonna*, *Asplenium viride*.

LVIII. *Ploha* – S – 770 m – nagib vrlo strm – bukova i jelova šuma.

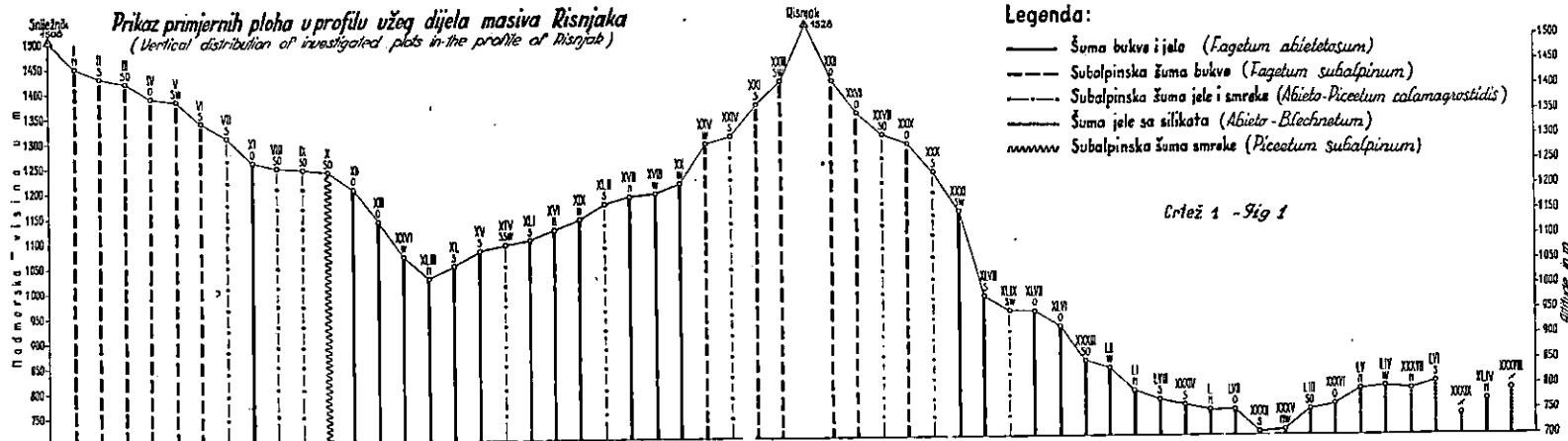
Tlo prilično plitko, visine stabala i prirasti slabiji. Šklop dobar.

I. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*.

II. – *Abies alba*, *Fagus silvatica*, *Rhamnus fallax*, *Daphne mezereum*, *D. laureola*.

III. – *Abies alba* (klice), *Fagus silvatica* (klice), *Acer pseudoplatanus* (klice), *Asperula odorata*, *Mercurialis perennis*, *Cyclamen europaeum*, *Oxalis acetosella*, *Galium rotundifolium*, *Cardamine trifoliata*, *Sanicula europaea*, *Lamium sp.*, *Primula verna*, *Digitalis ambigua*, *Carex sp.*, *Tamus communis*, *Omphalodes verna*, *Serratula tinctoria*, *Fragaria vesca*.

Prikaz primjernih ploha u profilu užeg dijela masiva Risnjaka
(Vertical distribution of investigated plots in the profile of Risnjak)

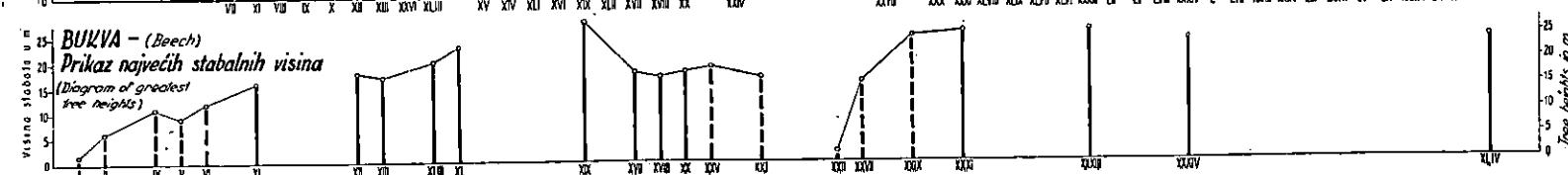


Crtac 1 - Fig 1

JELA - (Fir)
Prikaz najvećih stabalnih visina
(Diagram of greatest tree heights)



BUKVA - (Beech)
Prikaz najvećih stabalnih visina
(Diagram of greatest tree heights)



b) Prikaz stabalnih visina⁵⁾ (Survey of tree heights)

Kako se već letimičnim promatranjem stabalnih totalnih visina iz crteža 1. vidi, u profilu došao je do izražaja *utjecaj nadmorske visine* ploha. U tom pogledu ispoljila se jasna pravilnost. Penjući se gornjoj granici šumske vegetacije stabalne se visine smanjuju, i to na nekoj visini bude naglo i na najkraćim visinskim relacijama. To se naročito lijepo vidi iz jelovih visina na crtežu 1., kojega podaci (i bez izravnavanja) dobro odražavaju ovu činjenicu.

Budući da starost stabala nije bila ustanovljivana, to se kod podataka o stabalnim visinama ima u vidu, da su to uglavnom sastojine u zreloj dobi, odn. stabla, kojima je visinski prirast prešao kulminaciju. Broj varijanata, koje ovdje obrazuju izlomljenu krvulju stabalnih visina, poređanih po smještaju ploha u profilu, prilično je malen (za jelu: 25 u šumi bukve i jеле, 9 u subalpinskoj šumi smrekovoj i jelovoj, 9 u šumi jelovoj na silikatu i 1 u subalpinskoj smrekovoj šumi). Ali ako se uzme, da svaka pojedinačna vrijednost predstavlja najviše stablo u svojoj plohi, da je to visina stabla, koje je između ostalih stabala u svojoj bližoj i daljoj okolini izraslo do maksimuma, koji je tu moguć, onda se vidi, da je taj broj dovoljan da istakne traženi odnos. To potvrđuje očigledna zavisnost stabalnih visina od nadmorske visine, kao i od vrste šumske zajednice.

Da bi se zaključci iz tih odnosa mogli što bolje izvesti pratiti ćemo visine jelovih, odnosno bukovih stabala po našim šumskim grupacijama.

a) Jelova i bukova šuma na vapnencima i dolomitima.

Iz tabele 1. se razabira, da se u šumi bukovoj i jelovoj na vapnu i dolomit (Fagetum abietetosum) u pojasu od 1.000–1.260 m visine najviših jelovih stabala kreću od (17) 21–28 m, a na nižim plohamama od 700–1000 m jelova stabla postižu visinu od 28–38 m.

b) Subalpinska jelova i smrekova šuma.

Stabalne jelove visine na teškim kamenim blokovima u toj šumi (Abieto-Piceetum calamagr.) veoma su male i kreću se od 14–19 m. Stabla iznad 20 m visine veoma su rijetka i na tipično razvijenim plohamama ona su posve izuzetna. To što smo ipak našli visine i do 27 m, objašnjava se činjenicom, da plohe XXX i XLIX imaju prelazni karakter. Tako se ploha XLIX nalazi na donjem rubu jednog većeg razvijenog tipa te je uzrasla na nešto boljem tlu.

⁵⁾ Sastojinu tvore stabla različitih visinskih razreda, već prema visini i položaju krošnje stabla u sastojini. Zbog toga lako je naći u istoj sastojini (iste starosti) stabla različito visoka. Za određivanje boniteta mjerodavna su, međutim, najviša stabla. Na takve se i odnose naši podaci u crtežu 1 i tabeli 1.

c) Jelova šuma na silikatu.

Iako na manjem broju ploha, ipak se može konstatirati, da su jelove stabalne visine u jelovoj šumi na silikatima (Abieto-Blechnetum) na visini od 700–800 m postigle prosječno najviše vrijednosti. One se kreću od 32 do 40 m. Nažalost su podaci s nekih ploha nevjerodstojni, jer su u toku vremena vađena jača jelova stabla (plohe XXXIV, LII i XXXIX), ali ipak u tom stanju visina preostalih stabala još uvijek ostaje u granicama netaknutih ploha te pokazuje najveće jelove visine u profilu.

d) Subalpinska smrekova šuma.

Na tom visokom i vlažnom staništu jela je dosegla slabe stabalne visine, i one se kreću do 17 m.

Istodobno se bukva pokazala nešto plastičnijom od jele. Nažalost je ovdje bilo manje podataka, a neki su morali otpasti, jer je utjecaj sječe promijenio prvotno stanje (ploha XXV, te donekle ploha XVII). No ipak vidljiv je utjecaj elevacije, te su stabla penjući se u visinu sve niža i oko 1.350 m njihove su se visine osjetljivo smanjile. Tu već prestaje jela, koja je dотле išla pojedinačno ili u manjim grupama, i šuma dobiva pravi subalpinski karakter. U još višim dijelovima bukva posve poklekne i puže po tlu. Visina, koju je bukva u subalpinskom pojasu na Risnjaku postigla, iznosi do 19 (25) m, na nižim plohamama bukove i jelove šume na vapnu naraste ona i do 28 m visoko, a vjerojatno i znatno više.

Tabela 1.

Pregled maksimalnih stabalnih visina jele i bukve⁶⁾

Vrsta drveća	Šum. fitocenoza	Nadm. visina	Visine stabala
J e l a	Šuma jelova na silikatu	700—800 m	32—40 m
	Šuma bukova i jelova na vapnu	700—1000 m	28—38 m
	Šuma bukova i jelova na vapnu	1000—1260 m	(17) 21—28 m
	Subalp. šuma jelova i smrekova .	950—1350 m	14—19 m
B u k v a	Šuma bukova i jelova na vapnu	760—1260 m	17—28 m
	Subalpinska bukova šuma	1290—1450 m	8—19 m (25)

⁶⁾ Brojevi u zagradama predstavljaju izuzetne granične vrijednosti, koje se tek u minimalnom broju slučajeva javljaju, a negdje samo jedamput.

Iz tabele 1. izvodimo neke važnije zaključke:

Vrijednosti visina jasno pokazuju, da treba razlikovati nejednake mogućnosti visinskog prirašćivanja jele i bukve u različitim tipovima. Tabela pokazuje, da jelova predominantna i subdominantna stabla (potisnuta i izlučena stabla posve su izlučena iz računa) postižu najviše stabilne visine na kiseloj silikatnoj podlozi (do cca 40 m), odmah zatim na vapnencu i dolomitu (do 38 m), a najmanje su joj visine u subalpinskoj smrekovoј i jelovoј šumi na suhim kamenim blokovima (do cca 27 m).

Ako uzmemo, da su po općem shvaćanju najveće stabilne visine najbolji indikatori tla i staništa, onda je dokazano, da šumske fitocenoze, odnosno tipovi predstavljaju različita staništa. Bolje rečeno – oni predstavljaju kompleksne različitih uvjeta rasta. Obuhvaćeni u jednom tipu, oni se približno određeno razlikuju od drugih tipova, iako unutar njih možemo provesti dalju diferencijaciju. To naročito važi za jelu u smjesi s bukvom na vapnencima. Ima čitav niz ploha u tom tipu u najbližoj nadmorskoj visini, gdje je u uvali tlo dublje, gdje je vlažnije, jer dobiva više površinske vode, gdje je tlo bolje, jer je manje kamena i blažeg je nagiba i t. d. Na svim takvim mjestima bit će veće stabilne visine. Na ovom mjestu utjecaji ekspozicije ostavljeni su po strani, a sigurno je, da bi se moralno navesti čitav niz utjecaja različne prirode (klimatskih, geoloških i dr.) u pojedinim tipovima, koji uvjetuju znatne oscilacije u visinama stabala pojedinih ploha. No uza sav taj varijabilitet ostaje kao činjenica, da između stabilnih visina i šumskih tipova postoji uzročna povezanost, te oni (uz nadmorsknu visinu) obilježuju granice u kojima se visine jelovih stabala kreću.

c) Debljinski prirast⁷⁾ (Diameter increment)

Debljinsko prirašćivanje jele i bukve u profilu Risnjaka pokazuje znatnu varijabilnost. Ona je vidljiva u svim fitocenozama i na svim plohamama. To se najbolje vidi iz tab. 2, u kojoj su unesene srednje vrijednosti debljinskog perioda prirasta za sva stabla na plohamama. Za nas su međutim ovdje pojedine šumske zajednice zanimljive tek kao cjeline.

⁷⁾ Prirast 5 jelovih stabala iz plohe X- (subalpinska šuma smrek) uvršten je u obračunavanjima među priraste subalpinske šume jele i smrek.

Tabela 2.

Period. prirasti promjera u prsnoj visini po primjernim plohamama (jela, bukva i javor)
Periodical diameter increment in b. h. on sample plots (fir, beech and maple)

Šumska fitocenoza	Ploha	Nadm. visina	Eksp.	Vrsta drvra	Broj stabala	Aritm. sredine period. prirasta promjera (u mm) od – do					
						1950 —41	1940 —31	1930 —21	1920 —11	1910 —01	1900 1891
Subalp. bukova šuma <i>(Fagetum subalpinum)</i>	I	1450	N	bukva	1	4,2	4,0	6,0			
	II	1430	S	bukva	2	12,4	14,4	12,4	11,8		
	III	1420	W	javor	1	8,4	6,2	7,6	9,0	6,2	12,2
	IV	1390	O	bukva	6	9,2	10,2	12,0	12,2	12,6	14,2
		1390	O	javor	1	31,4	32,4	21,6	21,6		
	V	1390	SW	bukva	5	8,8	9,8	9,4	10,0	9,8	9,0
		1340	SW	javor	2	11,4	18,0	12,4	13,2	13,2	16,0
	VI	1340	S	bukva	5	11,2	11,6	10,8	9,8	13,0	8,2
	VI	1340	S	javor	2	15,8	17,8	17,8	17,0	16,2	
Subalp. šuma jelova i smrekova <i>(Abieto Pic. calamagrostidis)</i>	VII	1310	S	jela	6	17,0	19,2	16,0	12,0	13,4	20,0
	VIII	1250	SO	jela	5	19,8	25,6	25,0	24,8	21,0	20,8
	IX	1240	SO	jela	5	24,0	23,4	22,4	20,6	14,4	14,6
Subalp. šuma smrekice <i>(Piceetum subalpinum)</i>	X	1240	SO	jela	5	21,6	20,2	26,6	29,2	24,0	22,0
Šuma bukova i jelova na vapnu <i>(Fagetum abietetosum)</i>	XI	1260	O	jela	5	11,0	13,8	14,0	14,0	12,8	16,8
	XI	1260	O	bukva	5	14,4	14,4	14,4	16,2	19,8	17,2
				jela	5	26,2	28,2	30,2	34,8	33,2	36,6
	XII	1205	O	bukva	5	16,8	16,4	20,4	26,0	27,2	
				javor	1	8,4	13,4	17,4	20,0	20,4	23,6
				jela	5	17,0	17,4	25,8	30,8	29,6	33,0
	XIII	1140	O	bukva	5	19,8	19,8	21,6	26,8	24,0	
				javor	1	6,4	7,8	12,6	14,0	22,2	25,0
Subalp. šuma jelova i smrekova <i>(Abieto Pic. calamagrostidis)</i>	XIV	1090	SSW	jela	5	12,4	15,2	15,0	21,6	18,0	22,8

Šumska fitocenoza	Ploha	Nadm. visina	Eksp.	Vrsta drva	Broj stabala	Aritm. sredine period. prirasta promjera (u mm) od – do					
						1950 —41	1940 —31	1930 —21	1920 —11	1910 —01	1900 1891
Šuma bukova i jelova na vapnu <i>(Fagetum abietetosum)</i>	XV	1080	S	jela bukva	5 5	20,8 13,2	28,8 15,4	24,0 19,6	38,4 21,6	33,8 16,4	40,0 14,6
	XVI	1120	N	javor	1	13,2	16,4	14,2	18,8	27,2	20,8
	XVII	1185	N	jela bukva	5 5	26,6 35,2	28,2 43,0	37,0 51,8	43,0 63,6	47,6 41,8	53,6 36,0
	XVIII	1240	W	jela bukva	5 5	35,8 31,8	35,6 41,8	31,4 45,6	36,6 54,2	32,0 44,2	8,8 60,0
	XIX	1140	N	jela bukva	5 5	27,4 34,4	42,4 48,2	46,4 50,4	51,6 31,2	37,2 37,6	31,2 31,8
Subalp. šuma bukova <i>(Fagetum subalpinum)</i>	XX	1260	W	jela bukva	5 5	24,2 10,6	28,2 10,8	31,8 11,6	45,4 13,8	41,2 17,6	49,0 20,0
	XXI	1370	S	javor bukva	1 5	6,6 14,8	10,8 12,6	7,4 13,4	6,6 13,4	7,8 13,2	11,4 14,4
	XXII	1415	O	bukva	1	32,6	23,0	23,4	24,4	26,0	
	XXIII	1415	SN	javor	1	11,8 10,8	11,0 9,6	13,0 9,6	9,0 14,4	10,2	16,2
Subalp. šuma jelova i smrekova <i>(Abieto Pic. calamagrostidis)</i>	XXIV	1355	S	jela	6	20,2	25,2	27,0	35,4	33,4	50,2
Subalp. šuma bukova <i>(Fagetum subalpinum)</i>	XXV	1340	N	bukva javor	5 1	21,2 8,4	21,2 9,8	18,0 11,2	22,2 11,6	21,6 10,0	26,4
Šuma bukova i jelova na vapnu <i>(Fagetum abietetosum)</i>	XXVI	1070	W	jela	5	26,2	36,0	37,8	50,0	38,0	21,0
Subalp. šuma bukova <i>(Fagetum subalpinum)</i>	XXVII	1350	O	bukva	5	20,8	18,4	16,6	19,4	22,6	24,0

Šumska fitocenoza	Ploha	Nadm. visina	Eksp.	Vrsta drva	Broj staba	Aritm. sredine period. prirasta promjera (u mm) od - do					
						1950 —41	1940 —31	1930 —21	1920 —11	1910 —01	1900 1891
Subalp. šuma jelova i smrekova (<i>Abieto Pic. calamagrostidis</i>)	XXVIII	1305	SO	jela	6	21,8	23,2	21,4	27,8	25,0	22,8
Subalp. šuma bukova (<i>Fagetum subalpinum</i>)	XXIX	1285	O	bukva javor	5 1	14,6 14,2	14,6 12,0	15,2 13,4	20,8 10,6	23,4 10,4	24,8 7,8
Subalp. šuma jelova i smrekova (<i>Abieto Pic. calamagrostidis</i>)	XXX	1230	S	jela	5	16,2	20,2	21,4	22,8	20,8	20,8
Šuma bukova i jelova na vapnu (<i>Fagetum abietetosum</i>)	XXXI	1150	SW	jela bukva	5 5	12,8 12,0	21,4 10,8	23,8 12,6	30,0 12,2	31,2 16,0	41,2 20,8
	XXXII	705	S	jela	5	34,2	49,6	48,6	32,8	34,2	35,2
	XXXIII	850	SO	jela bukva	5 5	30,0 14,4	38,0 12,2	38,4 11,0	38,6 11,8	37,0 11,8	41,6 20,8
	XXXIV	760	S	jela bukva	1 5 5	24,8 42,2 27,6	20,4 50,2 32,0	16,6 46,6 17,8	16,0 43,8 17,4	18,8 39,6 22,8	15,4 50,6 22,6
Šuma jelova na silikatu (<i>Abieto Blechnetum</i>)	XXXV	770	NW	jela	6	23,4	28,0	30,2	36,6	36,2	29,6
	XXXVI	760	O	jela	5	36,4	30,0	41,2	30,6	25,6	28,4
	XXXVII	790	N	jela	5	30,6	28,0	22,4	19,4	28,2	34,4
	XXXVIII	790	—	jela	11	22,8	20,4	24,2	27,0	27,2	24,6
	XXXIX	740	—	jela	5	17,4	13,6	21,4	30,0	31,0	30,2
Šuma bukova i jelova na vapnu (<i>Fagetum abietetosum</i>)	XL XLI	1050 1100	S	bukva jela javor	5 5 2	36,0 40,0 18,8	31,0 45,4 22,8	29,2 39,4 22,6	29,0 54,2 30,0	30,6 40,0	25,0 47,0

Šumska fitocenoza	Ploha	Nadm. visina	Eksp.	Vrsta drvna	Broj stabala	Aritm. sredine period. prirasta promjera (u mm) od - do					
						1950 —41	1940 —31	1930 —21	1920 —11	1910 —01	1900 1891
Subalp. šuma bukova i jelova na vapnu (<i>Abieto Pic. calamagrostidis</i>)	XLII	1170	S	jela javor	5 1	13,6 8,2	14,0 16,4	12,0 12,8	15,4 18,2	16,6 22,6	17,8
Šuma bukova i jelova na vapnu (<i>Fagetum abietetosum</i>)	XLIII	1025	N	jela bukva javor	5 5 1	62,6 41,4 35,4	67,0 44,6 63,0	58,8 31,8 17,6	46,6 39,0 20,0		
	XLIV	770	N	jela bukva javor	5 6 1	43,0 24,8 15,4	60,4 27,2 13,6	49,6 25,4 23,4	56,2 25,0 32,0	46,8 17,4 37,8	13,4 38,0
Šuma bukova na silikatu (<i>Fag. sil.</i>)	XLV	560	O	bukva	5	52,6	49,2	32,8	28,6		
Šuma bukova i jelova na vapnu (<i>Fagetum abietetosum</i>)	XLVI	920	O	jela	10	22,7	21,3	26,6	44,7	42,7	52,6
	XLVII	950	O	jela	14	30,3	40,3	38,9	56,8	27,9	
	XLVIII	980	S	jela	13	15,3	16,1	18,8	26,9	30,0	36,2
Subalp. šuma jelova i smrekova (<i>Abieto Pic. calamagrostidis</i>)	XLIX	950	SW	jela	60	24,4	25,0	26,1	31,4	25,3	23,0
Šuma bukova i jelova na vapnu (<i>Fagetum abietetosum</i>)	L	750	N	jela	32	26,3	29,8	24,7	33,6	40,3	45,8
	LI	790	N	jela	23	23,4	33,3	35,1	45,8	51,9	37,4
	LII	835	W	jela	30	11,9	15,7	17,3	26,0	28,8	28,7
Šuma jelova na silikatu) (<i>Abieto Blechnetum</i>)	LIII	750	SO	jela	30	25,9	28,7	31,1	30,2	30,7	32,9
	LIV	795	W	jela	30	19,4	28,2	25,6	44,6	43,0	49,2
	LV	790	N	jela	30	33,8	33,2	34,2	27,0	31,2	28,8
	LVI	805	S	jela	30	24,2	30,6	29,6	31,8	34,0	38,6
Šuma jelova i bukova na vapnu (<i>Fagetum abietetosum</i>)	LVII	750	O	jela	13	32,2	48,0	37,4	40,8	36,2	
	LVIII	770	S	jela	22	25,2	35,6	35,2	38,4	42,0	68,2

Tako je veličina goda u jednom istom stablu bila vrlo različita. Nije potrebno isticati, da je teško naći dva stabla jednakog prirašćivanja. Jela je pokazala širinu godova od 0,1 mm pa do iznad 1 cm. Periodski prirasti od 10 godina kolebali su od 11,0 mm do 67,0 mm. Analogni podaci za bukvu izgledaju: 4,0 do 46,4 mm (period. prirast). Već iz ovoga je vidljivo, da ćemo u ovim sastojjima razlikovati stabla veoma malog do znatnog prirašćivanja mase. Kroz isti period vremena valja prema tome očekivati vjerojatno i bitno različite priraste jelovih i bukovih sastojina na Risnjaku.

Dosljedno metodici, primijenjenoj kod stabalnih visina, mi smo i ovdje pokušali grupirati vrijednosti pojedinih ploha prema poznatim šumskim fitocenozama. Bilo je prirodno očekivati, da će stabla jеле ili bukve u istoj sastojini pokazivati razlike u prirašćivanju. Poznata je činjenica, da (prema klasifikaciji stabala u sastojini) jedno nadraslo stablo jače prirašćuje od vladajućih, a mnogo jače od potisnutih, ali teže je naći vezu između debljinskog prirasta u odnosu na ono, što zovemo šumskim tipom. To je zbog toga, što na prirašćivanje utječe čitav niz faktora, i svi se oni (pozitivni i negativni, kontrolirani i nekontrolirani) uključuju u isti tip. Zbog toga je korisno takve šumske tipove shvaćati, doduše, kao prirodnu podjelu risnjačkih šuma, ali još nedovoljno diferenciranu.

Iako su prirasti pojedinih ploha iste šumske cenoze često znatno različiti, ipak uočavamo, da se one u tome *medusobno* razlikuju. Tako su period. prirasti promjera jеле i bukve najveći u mješovitoj šumi na vagnencima, a najlošiji u subalpinskoj šumi. Čudno je tek, da je jela na silikatnim tlima pokazala lošiji srednji prirast promjera svih stabala (vidi tabelu 3 i crtež 2).

U relaciji s nadmorskom visinom ne javljaju se uvijek slični odnosi, kakvi su postojali sa stabalnim visinama. Prema našim podacima treba zaključiti, da se u pogledu prirasta promjera kod jеле javljaju i drugi faktori, koji su od jednakve važnosti kao i klima. Tako se iz tabele vidi, da su prirasti promjera u Fagetum-abietosum na visinama od 700–900 m nešto niži nego na 900–1100 m, a ovi opet manji od onih na 1100–1300 m. Taj se poredak prekida jedino kod prirasta za period 1910–1891. Dokazivanje ove pojave zahtijevalo bi analizu velikog broja stabala.

Razlike u period. prirastima u tri navedena šum. tipa (Fag.-abiet., Ab.-Pic. cal i Ab.-Bl) za posljednjih 60 godina mogu se prikazati u odnosima 100 : 86 : 68, gdje je veličina prirasta jеле u Fagetum-abiet. uzeta za 100. Istodobno je odnos debljinskog prirasta kod stabala preko 60 cm promjera 100 : 97 : 68. Znatno slabiji prirast u subalpinskom pojasu pokazuje, da stvaranje drvne mase po kojim zaostaje za nižim tipovima jelovih šuma. Međutim taj omjer prirašćivanja prsnog promjera u ovim osnovnim zajednicama jеле u profilu nije u svakom slučaju realan, kako to pokazuju vrijednosti $\frac{Diff.}{mp}$. Ove su vrijednosti u mnogo slučaju dovoljno signifikantne.

Tabela 3 a

Periodski prirasti prsnog promjera u mm (po šumskim zajednicama u svim elevacijama) jela i bukva

Periodical b. h. diameter increment in m/m (in forest associations in various altitudes) of fir and beech

Ime šumske fitocenoze nadm. visina i vrsta	God.	Distribucija periodskog prirasta prsnog promjera u m/m																				<i>n</i>	<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m_M</i>	<i>v</i>
		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80					
Šuma bukova i jelova (Fagetum abietetosum)	1950—41	17	11	18	30	17	22	16	22	15	9	6	2	1	2	2	1	2	—	—	193	26,2	12,8670	0,92622	49,1106	
	1940—31	9	13	10	22	12	20	16	18	15	14	5	6	2	4	5	3	2	—	—	187	33,8	11,2554	0,82306	33,3000	
	1930—21	5	3	11	15	23	23	20	23	15	15	10	8	7	9	1	1	2	1	1	193	33,0	14,0456	1,01106	42,5624	
	— jela	1920—11	3	2	2	5	10	11	14	25	17	20	7	10	13	8	12	7	2	1	—	169	40,4	14,7200	1,12230	36,4356
	700—1300 m	1910—01	2	2	2	5	8	7	16	19	22	22	11	7	5	6	2	3	1	2	—	142	38,0	13,2510	1,11196	34,8684
	1900—1891	1	2	1	2	5	8	6	12	9	12	6	6	4	3	3	1	—	—	85	38,8	14,0156	1,52020	36,1226		
Šuma jelova na siličatu (Abieto-Blechnetum)	1950—41	7	10	15	8	12	13	10	10	5	3	3	2	1	—	1	2	—	—	112	26,6	14,3980	1,35858	54,0326		
	1940—31	4	8	8	10	16	10	10	6	18	8	4	4	3	2	1	1	—	—	113	29,4	13,5552	1,27518	46,1061		
	1930—21	2	7	6	15	16	13	12	10	7	10	7	6	2	—	1	—	—	1	116	29,4	13,7058	1,24804	46,6183		
	— jela	1920—11	1	6	8	7	14	14	15	9	12	9	4	2	3	1	—	—	—	105	29,2	11,4903	1,12136	39,8513		
	700—800 m	1910—1	—	—	4	8	8	8	20	11	12	6	5	—	3	—	1	—	—	86	31,6	9,9882	1,17706	31,6082		
	1900—1891	—	—	—	3	2	7	9	14	8	9	3	1	1	—	1	—	—	—	58	34,6	8,8634	1,16332	25,6167		
Subalpin. šuma jelova i smrekova (Abieto-Piceetum calamagr.)	1950—41	2	8	17	15	15	10	6	5	3	5	—	3	—	—	—	—	—	—	—	89	22,6	10,1132	1,17198	49,7486	
	1940—31	1	10	12	13	15	11	6	8	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	89	23,8	9,8286	1,04182	41,2956	
	1930—21	1	9	10	14	19	11	7	8	4	3	3	—	1	—	—	—	—	—	—	90	23,8	11,6790	1,17974	49,0714	
	— jela	1920—11	2	6	9	14	4	16	9	7	5	3	7	2	3	1	—	1	—	—	89	28,0	13,1864	1,38974	47,0942	
	900—1350 m	1910—1	3	7	17	15	11	13	5	6	2	—	1	3	—	1	—	1	—	—	84	22,2	10,6320	1,16004	47,8918	
	1900—1891	2	5	11	12	11	7	12	4	3	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	70	23,0	9,6726	1,15610	42,0347	
Šuma bukova i jelova i subalp. šuma bukova	1950—41	10	15	19	14	12	7	7	6	3	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	97	19,6	10,5168	1,06780	53,6571	
	1940—31	8	17	23	12	7	4	2	9	2	4	4	—	—	1	—	—	—	—	—	93	16,4	19,9038	2,06390	12,1364	
	1930—21	7	17	23	15	9	3	8	3	4	4	1	1	—	1	—	—	—	—	—	96	19,9	9,9902	1,11960	50,4550	
	— bukva	1920—11	4	18	20	16	8	6	4	2	5	1	2	—	1	—	—	—	—	—	87	18,8	10,0738	1,08002	53,5846	
	700—1400 m	1910—1	2	9	17	12	11	10	8	4	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	69	19,3	7,5444	0,90324	39,2984	
	1900—1891	1	11	11	5	10	10	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	18,0	6,4992	0,91912	36,1066	

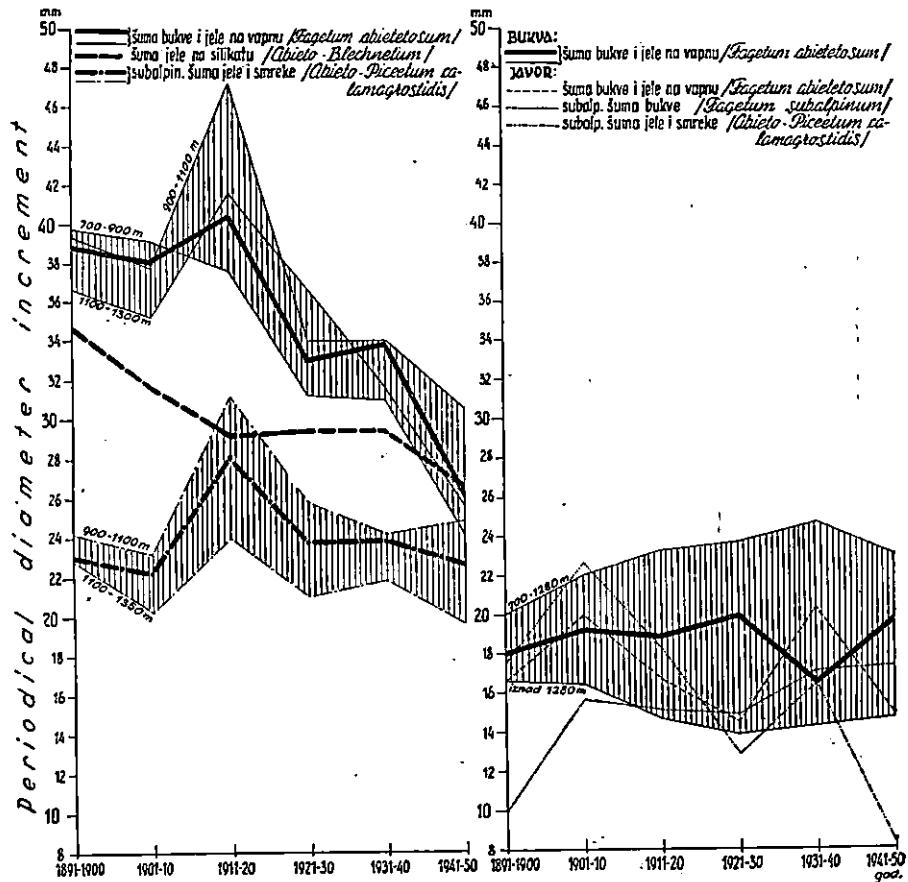
Tabela 3 b

Periodski prirasti prsnog promijera u mm (po razlikama u nadmorskim visinama) jela i bukva

Periodical b. h. diameter increment in m/m (with regard to the altitude differences) of fir and beech

Ime Šumske fitocenoze nadm. visina i vrsta	God.	Distribucija periodskog prirasta prsnog promjera u m/m																			n	M	σ	m_M	v
		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80				
Šuma bukova i jelova (Fagetum abietetosum) — jela 700—900 m	1950—41	13	7	13	16	12	10	5	12	7	5	5	1	—	1	2	—	—	—	—	109	24,2	13,2030	1,26466	54,557
	1940—31	4	12	5	13	7	13	8	5	6	8	8	3	5	2	3	1	2	1	—	106	31,0	16,6830	1,62034	53,816
	1930—21	3	2	10	9	13	15	11	11	9	9	5	5	3	4	—	1	—	—	1	111	31,2	13,8592	1,31542	44,420
	1920—11	1	1	1	5	5	8	13	15	8	14	7	7	4	2	4	3	—	—	—	98	37,6	12,6444	1,27726	33,628
	1910—1	—	—	3	5	4	11	9	13	12	7	5	4	1	2	1	1	—	—	—	82	38,2	12,9028	1,42486	33,776
	1900—1891	—	1	—	—	3	4	3	6	5	6	2	2	3	3	3	1	—	—	—	43	38,8	13,5248	2,06252	34,857
900—1100 m	1950—41	—	2	2	10	3	6	3	3	4	3	1	—	1	—	1	2	—	—	—	42	30,6	15,2708	2,35634	49,904
	1940—31	8	—	6	3	5	2	7	2	4	5	3	1	—	1	2	1	1	—	—	42	34,0	16,6758	2,57314	49,046
	1930—21	1	—	1	4	5	5	6	5	4	3	1	2	3	2	—	—	—	—	—	43	34,0	13,5838	2,07152	39,952
	1920—11	1	—	1	—	1	2	1	4	2	2	—	1	6	4	5	3	1	—	—	34	47,2	16,1802	2,77484	84,250
	1910—1	—	1	1	1	—	1	4	5	5	7	3	2	—	2	—	—	1	—	—	30	37,8	11,4526	2,09094	30,297
	1900—1891	—	—	1	1	1	1	3	1	4	3	3	—	1	—	—	—	—	—	—	19	38,4	10,4346	2,39386	27,473
1100—1300 m	1950—41	4	2	3	4	2	6	8	7	4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	42	25,6	10,9398	1,68804	42,733
	1940—31	2	1	5	3	2	2	6	4	5	3	1	2	1	—	—	—	—	—	—	39	31,6	14,5396	2,32818	46,011
	1930—21	1	1	—	2	5	3	3	7	2	3	4	1	1	3	1	1	1	—	—	39	36,6	15,2184	2,43688	41,581
	1920—11	1	1	—	—	4	1	—	6	7	4	—	2	3	2	3	1	1	1	—	37	41,6	16,0712	2,64206	38,632
	1910—1	1	1	1	1	—	3	2	1	5	4	3	4	2	—	—	1	1	—	—	30	35,2	13,7840	2,51660	39,159
	1900—1891	1	1	1	—	1	3	2	3	3	2	1	1	—	—	2	1	—	—	—	23	36,6	16,5578	3,45356	45,239
Subalp. šuma jelova i smrekova (Abieto—Piceetum cal.) — jela 900—1100 m	1950—41	1	3	7	11	8	7	4	2	8	4	—	3	—	—	—	—	—	—	—	53	24,8	11,7090	1,47098	47,213
	1940—31	—	5	7	8	7	7	4	7	4	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	53	24,2	10,3961	1,41474	42,959
	1930—21	—	4	4	6	15	7	5	4	3	3	2	—	1	—	—	—	—	—	—	54	25,8	9,6726	1,31626	37,491
	1920—11	—	1	10	3	11	4	4	8	1	6	1	3	1	—	—	1	—	—	—	53	31,2	13,0984	1,81642	41,982
	1910—01	1	5	6	11	8	8	2	8	1	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	49	23,2	11,2836	1,61194	48,636
	1900—1891	1	1	6	7	6	5	7	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	24,2	4,4958	0,77798	18,578

Ime šumske fitocenoze nadm. visina i vrsta	God.	Distribucija periodskog prirasta prsnog promjera u m/m																				<i>n</i>	<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m_M</i>	<i>v'</i>	
		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80						
1100—1350 m	1950—41	1	5	10	4	7	3	2	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	19,6	8,1806	1,36344	41,738	
	1940—31	1	5	5	5	8	4	2	1	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	21,8	11,1096	1,85600	50,961
	1930—21	1	5	6	8	4	4	2	4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	21,0	9,2072	1,53455	43,844
	1920—11	2	5	5	4	1	5	5	3	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36	24,0	14,4106	2,40161	60,044
	1910—1	2	2	11	4	3	5	3	3	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	20,2	10,7940	1,80760	53,435
700—1280 m	1900—1891	1	4	5	5	5	2	5	2	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	32	22,8	10,9616	1,98772	48,077
	Suma bukova i jelova (Fagetum abietetosum)	1950—41	4	7	7	9	8	3	7	6	3	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	58	23,0	11,2232	1,46114	48,796
		1940—31	2	8	10	5	6	3	1	9	1	4	4	4	—	—	1	—	—	—	—	—	54	24,6	13,2106	1,99772	53,701
		1930—21	2	8	9	8	6	3	7	3	4	4	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	57	23,6	12,2910	1,60004	52,030
	—bukva	1920—11	—	7	10	7	6	4	4	2	4	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	48	23,2	10,5906	1,49772	45,649
1280—1400 m	1910—1	—	2	7	7	5	7	3	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	22,0	7,5286	1,27256	34,221	
	1900—1891	—	1	6	3	4	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	20,1	5,8852	1,31150	29,180	
Subalpin. šuma bukova (Fagetum subalpinum)	1950—41	6	8	12	5	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	14,7	6,0280	0,96524	41,5152	
	1940—31	6	9	13	7	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	14,2	6,6682	1,05174	46,5830	
	1930—21	5	9	14	7	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	13,8	5,1600	0,82626	37,4461	
	1920—11	4	11	10	9	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	14,7	5,6992	0,91260	38,9822	
	—bukva	1910—1	2	7	10	5	6	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	16,3	6,3260	1,08488	38,7150	
	1900—1891	1	10	5	2	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	16,6	6,5606	1,19780	38,7931	



Crtež 2. – Periodički prirast prsnog promjera jele, bukve i gor. javora
Fig. 2. – Periodical diameter increment of the Fir, Beech and Maple.

To se u prvom redu odnosi na razlike u prirašćivanju jele u šumi jele i bukve i u subalpinskoj šumi smrekovoј i jelovoј, gdje je $\frac{Diff.}{mp}$ jedino u prvom deceniju ispod 3 (1,2703) (vidi tbl. 4). Razlike u periodskim prirastima jele u tipu Abieto-Blechnetum i Abieto-Piceetum calamagrostidis nisu u jednakoj mjeri signifikantne. One su samo u prošlim decenijima visoko opravdane. Također su i razlike prirašćivanja jele u Fagetum-abietosum i Abieto-Blechnetum samo u ranijim decenijima opravdane.

Tabela 4

Srednje vrijednosti prirasta promjera (M) i $\frac{Diff.}{mp}$ za jelu u različitim šumskim fitocenozama

Mean values of diameter increment (M) and $\frac{Diff.}{mp}$ for beech in different forest associations

Šumska fitocenoza		God. od-do	M_1	M_2	$\frac{Diff.}{mp}$
Šuma bukova i jelova na vapnu <i>(Fagetum-abiet.)</i>	Šuma jelova na silikatima <i>(Abieto-Blechn.)</i>	1950-1941	26,2	26,6	0,1216
		1940-1931	33,8	29,4	1,4496
		1930-1921	33,0	29,4	1,1659
		1920-1911	40,4	29,2	3,5920
		1910-1901	38,0	31,6	2,0621
		1900-1891	38,8	34,6	1,0968
Šuma bukova i jelova na vapnu <i>(Fagetum-abiet.)</i>	Subalpinska šuma jele i smreke <i>(Abieto-Pic. calamagrostidis)</i>	1950-1941	26,2	22,6	1,2703
		1940-1931	33,8	23,8	3,7659
		1930-1921	33,0	23,8	2,9606
		1920-1911	40,4	28,0	3,4466
		1910-1901	38,0	22,2	4,9162
		1900-1891	38,8	23,0	4,1364
Šuma jelova na silikatima <i>(Abieto-Blechn.)</i>	Subalpinska šuma jele i smreke <i>(Abieto-Pic. calamagrostidis)</i>	1950-1941	26,6	22,6	1,1507
		1940-1931	29,4	23,8	1,7004
		1930-1921	29,4	23,8	1,6098
		1920-1911	29,2	28,0	0,3406
		1910-1901	31,6	22,2	2,9691
		1900-1891	34,6	23,0	3,5356

Ove veličine same po sebi pružaju dokaz o različitim veličinama prirašćivanja promjera jelovih stabala u profilu Risnjaka kroz posljednjih 60 godina. One potvrđuju mišljenje, da su *polazni fitocenološki tipovi u stvari izraz kompleksa staništa, koji se međusobno razlikuju, jer ne stvaraju podjednak prirast*. Vidjeli smo, da takav zaključak pružaju i različite visine jelovih stabala u tim zajednicama, odn. tipovima.

Bukov prirast analizirali smo u dva osnovna tipa: Fagetum subalpinum i Fagetum abietetosum. Kako se iz tabele 2 i 3 i crteža 2 vidi, plohe na većoj nadmorskoj visini slabije su prirašćivale od nižih ploha. Tako je bukva na visinama od 700-1200 m imala veće priraste od stabala u subalpinskoj šumi na visinama od 1280-1420 m. Te su razlike (osim u 1900-1891 g.) u visokoj mjeri signifikantne. Korelaciju s nadmorskog visinom u ovom slučaju je očita.

Debljinsko prirašćivanje promjera bukve u objema navedenim fitocenozama za period 1950–1891 g. odnosi se kao 100 : 66. Dovoljno je jasno, da je produkcija drvne mase subalpinske bukove šume kudikamo slabija od nižeg tipa.

Onaj mali broj (24) analiza javorovih stabala pokazao je razlike u periodu prirastima u zavisnosti od tipa šume kao i položaja. Tu su se prirasti u bukovoj i jelovoj šumi pokazali najbolji, a u subalpskom pojasu bukve kao i na blokovima uglavnom su slabiji.

VII. DISKUSIJA (DISCUSSION)

Posve je bila realna pretpostavka, da sastav određenih šumskih fitocenoza masiva Risnjaka svjedoči o različitim uvjetima života drveća, grmlja i drugog bilja u šumi. Te se razlike mogu mjeriti direktno ili indirektno. One se negdje zapažaju već i prostim okom hodajući šumom, jer su se odrazile u vitalnosti drveća, u množini grmlja i prizemnog rašča, u florističkoj inventarizaciji i vezanosti nekih vrsta na stanovita staništa i tipove. Djelomično su taksacija, kao i uzgajanje šuma već konstatirali neke razlike u uspijevanju vrsta drveća, u njihovu prirastu, pomlađenju, u prirodnoj strukturi sastojine i t. d. na različitim staništima na Risnjaku.

Stabalne visine neke vrste rezultati su djelovanja topoline, svijetla, vlagi, fizikalnih i kemijskih svojstava tla, strukture sastojine i načina gospodarenja u sastojinama. Naša istraživanja pokazuju, da su u profilu Risnjaka silikatna tla dala najveće visine jele, a suhi i teški subalpinski tereni u mogućnosti su, da proizvedu jele često tek upola takvih stabalnih visina.

U toj amplitudi jelovih visina morali bismo dakle odrediti, koje bonitete stabalne visine indiciraju. Velike stabalne visine na silikatima govore u prilog taksatora, koji su te površine stavljali u I. i II. bonitete, a vasprena bi podloga za jelu uglavnom ušla u nešto niže razrede. To naročito vrijedi za subalpske vaspenečke blokove, kojih stabalne visine pokazuju vrlo niski bonitet staništa. Ne ulazeći na temelju naših orientacijskih istraživanja dublje u pitanje bonitiranja, ističemo samo, da je problem veoma zamršen, jer se u velikim kompleksima šuma na vapnu, kao i silikatu mogu naći površine, na kojima stabalne visine i deblj.prirasti jako osciliraju i daju različite vrijednosti prirasta, a prema tome i boniteta. Ostaje još pitanje, hoće li uređivanje šuma moći u svakom slučaju i o takvim finim razlikama na manjim površinama.

Promatramo li vrijednosti v (Tbl. 3) za fitocenoze, u kojima smo istraživali jelove priraste, vidi se, da oni uglavnom postižu najviše vrijednosti u Abieto-Piceetum calamagr., a najmanje u Fagetum abietet. Što to znači? To znači, da je varijabilnost u prvom slučaju

veća nego u drugima, da je veća širina variranja u lоšim okolnostima, gdje jedan ili nekoliko stanišnih faktora odlučno pretežu nad drugima. Mora se prepostaviti, da se u tom odnosu odrazila reakcija iste vrste (u ovom slučaju jele) na različita staništa. Velike vrijednosti posljednjih decenija kod jele na silikatu potvrđuju, da se prirasti nadraslih, vladajućih i suvladajućih stabala u sastojini silno razlikuju. Ali znatne razlike u priraščivanju možemo naći i unutar Fagetum-Abietetosum. Uzmimo na pr. plohu LII (nadm. visine 835 m, veličine 485 m²). Tu su sva stabla (bilo ih je bez potisnutih 27) imala relativno slab prirast. Iako su visine pokazivale znatne iznose (jedno oborenno stablo prs. promjera 52 cm bilo je visoko 33 m, a ima ih do 72 cm debelih), ipak su prirasti posljednjih decenija bili slabi. Nije vjerojatno, da su sve to već dozrela stabla, kojih je prirast spao na minimum. Moguće je, da su se odrazili i neki drugi nepovoljni utjecaji staništa. Susjedne plohe LVII (750 m) i LI-(790 m), jedna većih stabalnih visina, druga manjih, imale su deblj. priraste dva puta veće. Premda nije vršen studij florističkog sastava ovih ploha, ipak dominiranje velikog broja Petasites albus u plohi LVII ukazuje na veću vlagu u tlu. To svjedoče i obilni mahovi, koji su pokrili kamene plohe. To je vrlo gusta bukova podstojna sastojina, koja je stvorila vlažnu i tamnu atmosferu i zato je ljeti veoma malo zeljastog rašča po tlu. Tlo je dublje, s veoma malo kamena, ali s obiljem mahova. Obilan bukov listinac odlično pokriva tlo. Mahovi su pokrili čak i debla. S druge strane u plohi LI prizemna flora vrlo je slabо razvijena i nema mnogih vrsta iz plohe LVII. A ipak je sve to šumā jele i bukve na vapnu (Fagetum-Abietetosum). Vidimo dakle, kako se prirast susjednih ploha može razlikovati. Lako je moguće, da je pored veće elevacije, koju ima ploha LII (razlika među tim plohama iznosi cca 40, odn. 90 m) utjecala i ekspozicija: ploha LII leži na W, ploha LI na N, a ploha LVII na O strani.

Uza sve to priraščivanje jele u tom tipu *u cjelini* je ipak jače od jele na izloženim blokovima bez bukve, kako to pokazuju crteži 2 i 4, kao i vrijednosti $\frac{Diff.}{mp}$. U tom pogledu osobito je instruktivna činjenica: visina iste vrste drva (ovdje jele), na rel. jednakoj nadmorskoj visini, u neposrednoj blizini jedne plohe drugoj, ali u različitim šumskim fitocenozama (tipovima), pokazuje konstantne razlike u stabalnim visinama kao i u deblj. prirastu.

Vrlo dobar primjer za tu pojavu pružaju plohe XIV i XLII s dobro razvijenom *subalpinskom šumom jele i smreke na izloženim blokovima* u poređenju sa *šumom bukve i jele* (plohe XV, XVI, XIX i XXIV). Iz iduće tabele vide se stabalne visine i periodični prirasti promjera navedenih ploha.

Tabela 5.

Vrsta drveta	Ploha	Nadm. visina	Najveće stabalne visine	Period. prirast u mm					
				1950–1941	1941–1931	1930–1921	1920–1911	1910–1901	1900–1898
Jela u sub-alp. šumi jelovoj i smrekovoj	XIV	1090	19	6,2	7,6	7,5	10,8	9,0	11,4
	XLII	1170	19	6,8	7,0	6,0	7,7	8,3	8,3
Jela u mješ. šumi bukovoj i jelovoj na vapnu	XV	1080	24	20,4	14,4	12,0	19,2	16,9	20,0
	XVI	1070	25	13,1	18,0	18,4	25,0	19,0	10,5
	XVI	1120	26	13,4	14,6	18,6	21,5	23,8	26,8

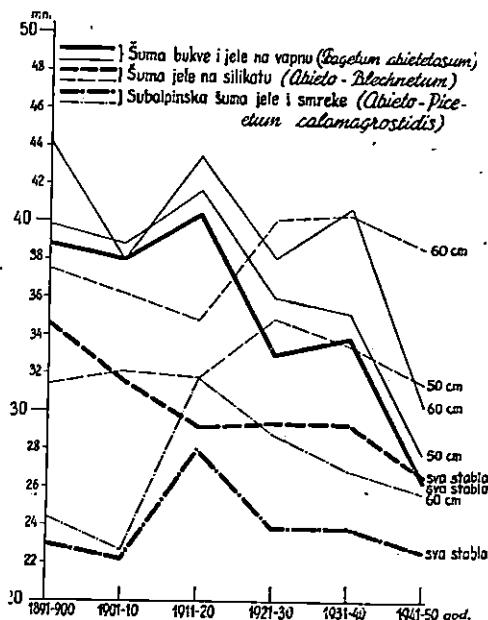
Očito je, da se ovdje ne radi o prelaznim sastojinama. Mora se prema tome utvrditi iznesena činjenica, da različite stabalne visine i deblji prirasti odražavaju različita staništa, odn. različite šumske tipove. Drugim riječima do neke mjeru su visine i prirasti funkcija različitih šum. tipova.

Potrebno je zaustaviti se na jednoj proturječnosti: visine jelovih stabala na silikatu veće su od onih na vapnu, ali je deblji prirast svih njihovih stabala ispaо obratno (vidi crtež 2 i 4).

Da protumačimo ovu nejasnoću, morali bismo poći od toga, da jela u Abieto-Blechnetum čini pretežno čiste sastojine, gdje jelova stabla iskorisćuju uglavnom samo gornje svijetlo, što pospješuje priraščivanje u visinu. U čistoj sastojini jele kao primjesa u manjem postotku javlja se smreka, a bukvu smo sretali tek kao slabu podstojnu razbijenu etažu.

U smjesi s bukvom, koja ostaje ispod najviših jelovih stabala, posve je drugi slučaj. Jela jače širi krošnju, a mehaničko i fiziološko zastiranje bukve sa strane ne stvara naprijed spomenute efekte. Tu su jelova stabla ili u grupama ili pojedinačno u bukvi. Ona mogu svijetlo bolje iskoristiti, te zbog toga razvijaju snažniju i veću krošnju, koja često ide vrlo nisko. Taj povećani assimilatorni aparat u mogućnosti je da proizvede mnogo drvne tvari. U tom pogledu vidi se, da su neka jelova stabla u smjesi s bukvom u povoljnijem položaju. Očito je prema tome, da na veličinu priraščivanja u znatnoj mjeri utječe i vrsta uzgoja jele u Gor. Kotaru. Ali u usporedbi s prirastom na silikatima to ne vrijedi za stabla deblja od 60 cm, gdje je prirast jednim dijelom bolji, kako se to vidi iz tabl. 6 i crteža 4.

Prof. Petračić (1931, 14, 16) navodi, da u sastojinama u pravilnim visokim šumama imaju stabla radi potpunog sklopa krošanja bolji prirast u visinu, a debla su čista od grana. Na drugom mjestu kaže, da je u prebornim šumama prirast stabala u visinu manji, jer stabla rastu uglavnom osamljeno, a debla su granatija nego u pravilnim visokim šumama. Iz tabele br. 2 vidi se, da na silikatu prirasti jele pokazuju znatnu varijabilnost. Iako su mnoga stabla ispod 50 cm promjera bila još slobodne krošnje, ipak im je prirast posljednjih



Crtež 3. – Aritmetičke sredine period. prirasta prsnog promjera za jelu

Fig. 3. – Periodical diameter increment of the Fir

40–60 godina neobično nizak. Budući da se za takva stabla ne može reći da su izlučena, a dobar njihov broj tvori gornju etažu krošanja, to onda znači, da već i malo jače izlučivanje iz dominantne etaže povlači osjetljivo smanjenje prirasta u debljinu. Najdeblja i najviša stabla imala su daleko jače priraste i njihove se vrijednosti za posljednjih 30 god. smatraju za maksimalne u profilu.

Tabelu 6. pokazuje odnose debljinskog prirasta jele, gdje su uz priraste svih stabala na plohama izračunate i aritmetičke sredine prirasta stabala iznad 50, odn. 60 cm promjera. Ovi odnosi prikazani su grafički na crtežu br. 3.

Tabela 6.

Ime šumske fitocenoze	Aritm. sredine period. prirasta promjera u prs. visini u mm od — do						Broj stabala	U obračunu su uzeta
	1950 —41	1940 —31	1930 —21	1920 —11	1910 —01	1900 1891		
Šuma bukova i jelova na vapnu (Fagetum abiet.)	26,2	33,8	33,0	40,4	38,0	38,8	193	
Šuma jelova na silikatu (Abieto-Blech.)	26,6	29,4	29,4	29,2	31,6	34,6	112	
Šuma jelova i smrekova (Abieto-Pic. calamagr.)	22,6	23,8	23,8	28,0	22,2	23,0	89	
Šuma bukova i jelova na vapnu (Fagetum abiet.)	27,8	35,2	36,0	41,7	38,8	39,8	93	
Šuma jelova na silikatu (Abieto-Blech.)	31,5	33,5	34,9	31,8	32,1	31,4	66	
Šuma bukova i jelova na vapnu (Fagetum abiet.)	30,3	40,7	38,1	43,5	38,0	44,2	33	
Šuma jelova na silikatu (Abieto-Blech.)	38,6	40,4	40,1	34,8	36,2	37,5	36	
Šuma jelova i smrekova na vapnenim blokovima (Abieto-Pic. calamagr.)	25,7	26,9	28,8	31,8	22,7	24,4	13	
								stabala iznad $d = 60 \text{ cm}$
								stabala iznad $d = 50 \text{ cm}$

Iz tih vrijednosti vidi se znatno manji pad prirasta jele na silikata u posljednjih decenija, a istodobno je na vapnu pad prirasta jači. To se naročito odnosi na promjere preko 60 cm, gdje su vrijednosti sa silikata kroz posljednjih 30 godina veće od svih prijašnjih, pa i od prirasta najdebljih jelovih stabala na vapnu. Tu su što više stabla iznad 50 cm promjera bolje prirašćivala od srednjeg deblj. prirasta svih stabala jele s vapnom. Vidimo, da se na silikatu na tim stablima posljednja 3 decenija stvorio veći deblj. prirast nego na vapnu. Međutim slabi prirasti tanjih debljinskih razreda toliko su utjecali na srednju vrijednost da su prirasti svih stabala (iznad 10 cm) na silikatu niži. Iz toga krivulje prirasta mora se zaključiti, da je deblj. prirast upravo tanjih stabala od 50 cm znatno opao u toku istog vremena.

S tim u vezi potrebno je naglasiti, da na silikatu u čistoj jelovojo šumi nalazimo veliki broj stabala jele po ha. Za razliku od mješovite šume jelove i bukove na vapnu ovdje treba s većom temeljnicom očekivati i stvaranje veće drvene mase po ha. Navodimo, da je na našim plohamama % stabala preko 60 cm u šumi na silikatu ispašao veći (32,1%) prema onome na vapnu (17,0%). Podjednak odnos vlada i kod stabala preko 50 cm – na silikatu 59% a na vapnu 48%.

Povoljniji omjer debljih stabala, koja u najvećem stepenu odlučuju o veličini prirasta i mase po ha sa svoje strane potvrđuju, da silikatna tla mogu da stvore najveće mase.

Uza sve to obračun temeljnica će moći tek definitivno potvrditi ovaj zaključak to više, što se on ovdje odnosi na Risnjak i djelomično tek na komparativne plohe izvan profila.

Praksa je već dugo zapazila odlične dimenzije, koje jela postiže na silikatu. Novija istraživanja u šumama Gor. Kotara (Šafar 1948, 24) pokazala su, da neke jelove sastojine u Brloškom na silikatnoj podlozi imaju po ha veću masu jelovine od sastojina u predjelu Jelenčić na vapnu. Tu je mogla s jedne strane utjecati i razlika u elevaciji, ali je sigurno iz omjera smjese, po kojemu jela na silikatu po broju stabala čini tek 40–55%, a po masi 60–85%, da je omjer mase veći nego na vapnu, gdje jela po broju stabala učestvuje sa 45–60%, ali po masi samo sa 15–40%.

Promatranje srednjih vrijednosti period. prirasta jele (crtež 2) pokazuje općenito opadanje tog prirasta posljednjih decenija, t. j. u periodu od 1921–1950 g. Uzmemo li u obzir da su za određivanje debljinskog prirasta služila sva predominantna, dominantna i djelomično subdominantna stabla, vidimo, da se radi o zrelim i starim stablima jele. Njihova starost prilično varira to više, što je struktura sastojine bliža nejednodobnoj prebornoj formi. Tu se, naravno, u jednom dijelu radi o prestarijelim stablima. U tom slučaju može se uzeti, da je prirodno da prirast predominantnih i dominantnih stabala počinje stagnirati i opadati.

Međutim, vidjeli smo naprijed, da postoji razlika u prirastu promjera jele kod stabala iznad 50 cm, odn. iznad 60 cm s jedne strane, i svih stabala bez razlike na prsnim promjerima s druge strane. Naveli smo nadalje, da veliki broj stabala ispod 50 cm promjera ima znatno manji prirast, te na taj način u velikoj mjeri utječe na srednju vrijednost prirasta svih stabala. To snižavanje srednje vrijednosti M zbog tanjih stabala naročito je evidentno posljednjih decenija (30–40 god.). To se dobro vidi iz vrijednosti v (tabela 3), koje su posljednjih 40 godina na silikatu pokazale veće iznose, što dokazuje, da postoji veći razmak među pojedinim varijantama, da uz optimalni debljinski prirast najdebljih stabala postoji nizak prirast tanjih jela.

Potrebno je upozoriti dakle na činjenicu, da intenzitet prirasta zavisi o tome, da li sastojina raste na vapnu ili silikatu. Debljinsko priraščivanje jelovih stabala na silikatu iznad 50 cm (a pogotovo iznad 60 cm promjera) daleko odskače od prirasta svih stabala na toj podlozi, a na vapnu je taj razmak mnogo manji. Tu je bez sumnje tlo osnovni faktor.

Time ipak još ne bi bilo dovoljno objašnjeno opadanje debljinskog prirasta posljednjih 20–30 godina, ako se ne bi uzeo u obzir utjecaj jedne druge elementarne pojave, a to su *sušni periodi*.

Budući da ne raspolažemo podacima o količinama i razdiobi oborina i temperatura za područje Risnjaka za period od 1891–1950 g., nije moguće vršiti uporedbu i definitivna zaključivanja u tom pravcu, ali se čini, da su sušni intervali u tom vremenskom periodu jedan od glavnih uzroka slabijih prirasta jele posljednjih 25–30 g. Naročito je jaki pad periodskog prirasta primjetljiv za posljednji decenij 1941–1950 god. pa onda i za 1921–1930 g., gdje su sušna ljeta, pa i zime s malo snijega, prouzrokovale minimalne priraste kroz posljednjih 30 godina.

Krivulje jelovih period. prirasta u Fagetum-abietetosum (crtež 2) pokazuju, da je ovdje jela osjetljivija na sušu nego u tipu subalpinske šume smreke i jele. U ovom posljednjem jela je, čini se, bolje priučena na toplije i sušne odnose u tlu i zbog toga njena krivulja ne pokazuje tako nagli pad posljednjih 30 god. No ipak je *ritam jačeg i slabijeg prirašćivanja u ovim dvjema šumskim fitocenozama sličan*, kako to pokazuje crtež 4.

Drugačiji je slučaj s prirastima jele na silikatima. Iz veće polozjenosti krivulje period. deblj. prirasta može se zaključiti, da ekstremi u klimi ne mogu tako osjetljivo utjecati na tok prirasta jele na silikatnoj podlozi. Općenito uzevši, on je u cijelini *najizjednačeniji prirast u profilu*. Istina, on nije homogen. Uz veoma loš prirast tanjih stabala najdeblja stabla pokazuju najveće priraste, na koje su, čini se, sušni periodi malo utjecali. Utjecaj suše osjeća se tek u posljednjem deceniju.

Van svake je sumnje, da samo debeloj silikatnoj naslazi, koja tvori ono vlažno tlo, treba pripisati uravnoteženi ritam prirašćivanja. Nema dvojbe, da tlo, koje može da dugo i dobro čuva vlagu u sebi, mora u tom pogledu biti povoljniji supstrat za jelu u slučajevima nastupanja sušnih perioda. Navedene okolnosti svjedoče prema tome, da *na silikatu treba očekivati homogeniju drvnog masu*, koja će biti boljih tehn. svojstava, iako joj je trajnost manja.

VIII. ZAKLJUČCI (CONCLUSION)

Proučavanje jele i bukve u osnovnim šumskim cenozama Risnjaka na različitim staništima pokazuje, da postoje znatne razlike u dimenzijama, koje one postižu na rel. malom profilu. Jednako su tako veoma različita staništa, u kojima se njihove populacije razvijaju. Van svake sumnje je, da su to u dobroj mjeri različiti biotipovi, nastali selekcijom u određenim okolnostima. Istraživane šumske cenoze pružaju uvjerenjiv dokaz, da postoje razlike u nekim osnovnim uvjetima rasta šumskog drveća na Risnjaku. Tu se razlikuje jela od jele, kako je to zgodno rekao Guinier.

Istraživanja stabalnih visina i periodskog prirasta promjera jele i bukve u profilu Risnjaka, kao i ostala zapažanja pružaju neke osnovne zaključke:

1) Izlučene šumske zajednice bukve i jеле razlikuju se međusobno u mnogim bitnim ekološkim obilježjima od značaja za uspijevanje šumskog drveća. One predstavljaju različita staništa šumskog drveća. U tom pogledu ispravno je izlučivanje i grupiranje šuma u određene šumske zajednice, odn. tipove.

2) Utvrđena je vezanost visina stabala i period. debljinskog prirasta na određene zajednice (tipove), čime je karakterizirana svaka od njih. Floristički utvrđene fitocenoze u glavnim crtama razlikuju se prema istraživanim taksacijskim elementima, ali se ipak moraju shvatiti dosta široko, budući da se u svakoj od njih poka-zala znatna varijabilnost podataka.

3) Visine jelovih stabala u profilu najveće su u šumi jelovoј na silikatu (Abieto-Blechnetum), gdje je struktura bliža pravilnoj jednodobnoj. One se kreću od 32–40 m. Manje su na vapnencima u mješovitoj bukovoј i jelovoј šumi (Fagetum abietetosum), od 21–38 m, a najmanje u subalpinskoj jelovoј i smrekovoј šumi (Abieto-Piceetum calamagrostidis), gdje iznose 14–19 m.

Bukove stabalne visine najveće su u mješovitoj bukovoј i jelovoј šumi (Fagetum abietetosum), a u subalpinskom su pojasu osjetljivo manje.

4) Period. prosječni debljinski prirast svih istraživanih jelovih stabala najveći je u mješovitoj jelovoј i bukovoј šumi na vapnu, a najslabiji u subalp. jelovoј i smrekovoј šumi na blokovima i izloženim terenima. Na silikatnim tlima prirast promjera jеле ispaо je slabiji od onoga na vapnu. Međutim odnosi prirasta preko 50, odn. 60 cm promjera pokazuju, da je prirast najdebljih stabala jеле na silikatu nešto veći od onih na vapnu. Imajući u vidu veći broj stabala (naročito debljih) po ha na silikatu, treba barem u nižim položajima računati općenito s većim prirašćivanjem jelove mase na silikatnim tlima.

5) Nije moglo biti utvrđeno potpuno podudaranje stanišnih boniteta s fitocenološkim jedinicama, jer unutar ovih visine stabala pokazuju veća i manja variranja. Dobar dio silikatnih površina dao je vrijednost najboljih boniteta za jelu, ali loših za bukvu. Vapnena podloga mješovite bukove i jelove šume indicirala je često odlične, ali već nešto lošije bonitete za jelu, no dobre za bukvu, a veličine dobivene za jelu u subalp. jelovoј i smrekovoј šumi na vapnenastim blokovima utvrđile su svakako jedan od najlošijih boniteta za jelu u profilu Risnjaka. S tih staništa bukva je uglavnom istisnuta.

6) Period. prirasti promjera posljednja 2–3 decenija u svim istraživanim šumskim zajednicama pokazali su nagli pad, što u najvećoj mjeri valja pripisati utjecaju sušnih perioda. U tom pogledu mogao se konstatirati različit tok prirašćivanja jеле na vapnu i silikatima, budući da silikatna podloga većim obiljem vlage u tlu ublažuje ekstreme u tom pravcu. Ona je, štoviše, omogućila i najveće priraste jеле u profilu posljednjih 30 godina (stabla preko 50 cm).

7) Ritam prosječnog periodskog debljinskog prirašćivanja jelovine na vapnu bez obzira na šumski tip (Fagetum-Abietetosum i Abieto-Piceetum calamagrostidis) podjednak je i istog smisla, a na silikatu je bitno drugačiji.

8) Zbog pravilnijeg i homogenijeg prirašćivanja jele treba na silikatu očekivati pravilniju građu jelovine nego na vapnu.

Izloženi rad na istraživanju jele i bukve na Risnjaku mogao je biti izvršen zahvaljujući subvenciji Ministarstva šumarstva FNRJ.

Ovom prilikom zahvaljujem se na suradnji drugu ing. P. Fukareku, koji je sudjelovao u istraživanju 1949. g., ali nažalost nije dospio da učestvuje u daljem radu, kao i u obradi materijala. Prof. dr. I. Horvat zadužio nas je svojim interesom i susretljivošću, kao i upućivanjem u fitocenološka istraživanja, a prof. dru. M. Aniću i prof. dru. M. Plavšiću izričem zahvalnost za savjet i pomoć u radu.

Najzad se ovim odužujem i Z. Etingeru, stud. šumarstva, koji mi je pomagao kod skupljanja naučnog materijala na terenu.

IX. LITERATURA (LITERATURE)

1. Anić M.: Dendrologija, Šumarski priručnik I, Zagreb, 1946.
2. Frančišković S.: Šume i šumarstvo vlastelinstva Turn-Taxis u zapadnoj Hrvatskoj, Šum. list, 1927, 409.
3. Horvat I.: Biljnosociološka istraživanja Hrvatske, Glasnik za šum. istraživanja, br. 6, Zagreb 1938.
4. Horvat I.: Šumske zajednice Jugoslavije, Zagreb 1950.
5. Kauders A.: Nešto o prirastu u debljinu i visinu u crnogoričnim šumama Gor. Kotara, Šum. list 1910, 58-62.
6. Milić Ž.: Istraživanja o strukturi bukovih sastojina karaktera prašume, Šumarski list, 1930, 403.
7. Petracić A.: Uzgajanje šuma, II. dio, Zagreb, 1931.
8. Šafar J.: Preborna šuma i preborno gospodarenje, Zagreb, 1948.
9. Tavčar A.: Biometrika u poljoprivredi, Zagreb, 1946.
10. Zlatarić B.: Jedan specijalni način prirodnog pomlađenja smreke, Šum. list, 1948, 322.

X. SUMMARY

THE HEIGHT AND DIAMETER GROWTH RATE OF FIR AND BEECH IN RELATION TO THE ECOLOGY AND DISTRIBUTION OF FORESTS ON RISNJAK

The author's aim was to explore whether various plant communities (forest types) described already in the literature represent different forest habitats distinguishing themselves ecologically and phisonomically. The author tried to verify these differences by investigating the diameter growth increment and tree heights. The

investigations concerned the fir (*Abies alba* L), the beech (*Fagus silvatica* L), and partly the maple (*Acer pseudoplatanus* L), and were carried out in a profile of the mountain Risnjak (1528 m, Gorski Kotar, Croatia), where these species are growing very successfully.

In the calcareous soils the fir and the beech compose very vast forests, whilst the fir above 1350 m becomes quite rare. Above this altitude, the beech grows in pure subalpine beech forests. Otherwise, on-siliceous soils the fir ordinarily grows in pure stands. On steep and broken block stones and rocks there are in particular spruce and fir forests. The object of this investigation were the following forest types: 1. *Fagetum-subalpinum*, 2. *Abieto-Piceetum calamagrostidis*, 3. *Fagetum-Abietetosum*, 4. *Piceetum subalpinum* and 5. *Abieto-Blechnetum* (after I. Horvat).

The author gives a detailed description of each of the types enumerated. He established the structure of the canopy in beech and fir forests on limestone. On this sites the fir develops very often a strong and lower crown. In contrast to this, on siliceous soils, where the canopy in the fir stands is more closed, the stems are clear of branches.

The author particularly discusses the lack of beech on siliceous soils, and expresses opinion, that this is due to natural site conditions.

The author's investigations were made on 58 sample plots. Their distribution is shown on map No. 1. Their relations and distribution in the profile are shown in Figure 1. On each plot 5–60 beech and fir trees are taken into consideration, amounting to 642 trees. Each plot was briefly described, and its phytocoenological analysis added. The diameter increment was read off from increment cores obtained by means of Pressler's increment borer, and the heights were measured with Christen's and Blume-Leiss's hypsometers.

The calculation of the increment mean values and other characteristics were recorded by the usual methods.

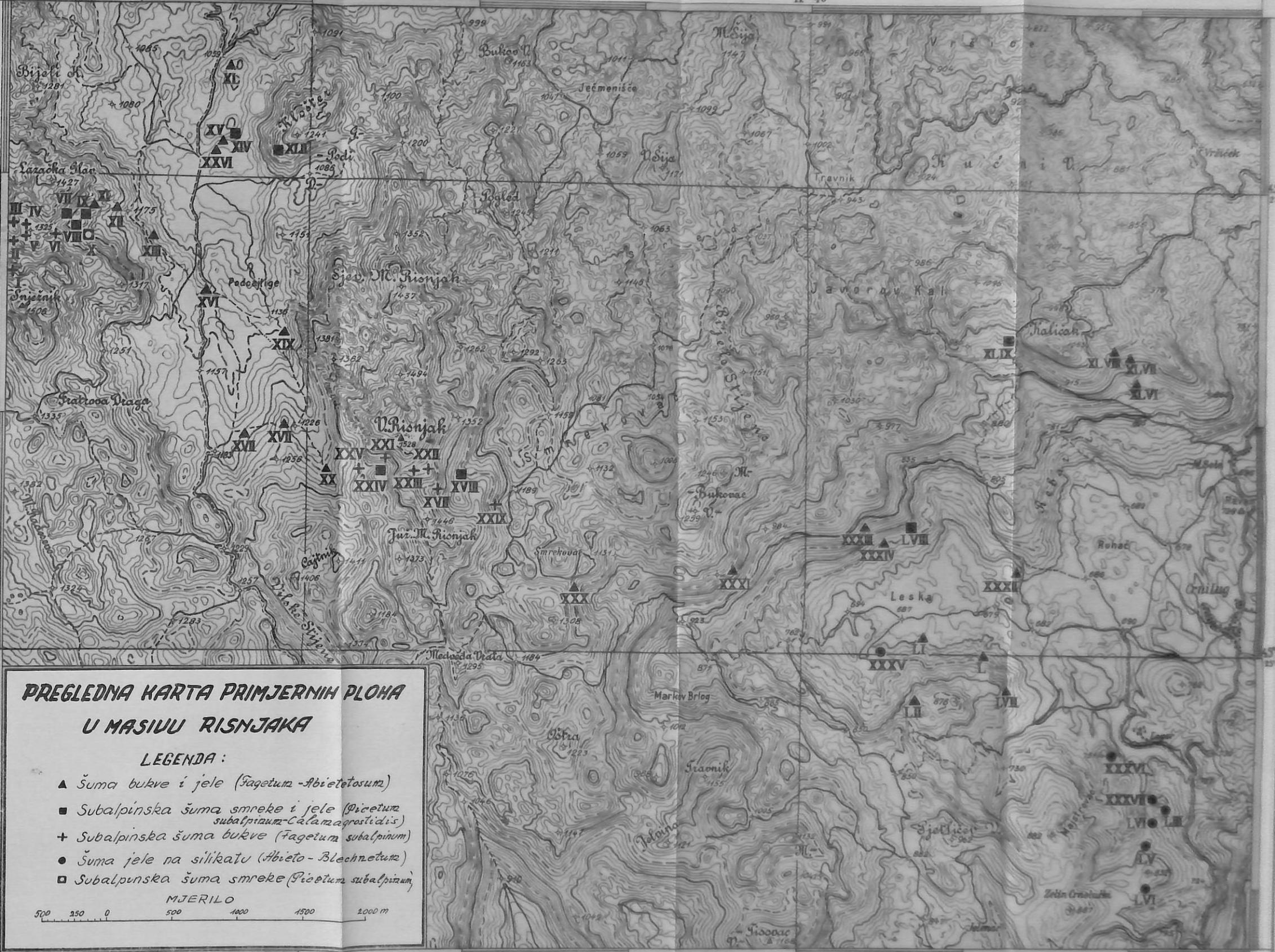
Fig. 1. shows the maximum tree heights of fir and beech measured on trial plots. The influence of the altitude is evident. The fir attains the greatest heights on siliceous soils in the *Abieto-Blechnetum* (32–40 m), and the lesser ones in *Fagetum-Abietetosum* on limestone (21–28 m at 1000–1260 m, resp. 28–38 m at 700–1000 m). The smallest tree heights were recorded in *Abieto-Piceetum calamagrostidis* (14–19 m).

The beech reaches the greatest heights in *Fagetum-Abietetosum* (17–38 m at 700–1260 m). In *Fagetum subalpinum* the heights are less (8–19 m at 1290–1450 m).

The analysis of the periodical diameter increment shows a considerable variability within the same forest type (see Tabl. 2). Despite this, the increment rate of fir on limestone showed the greatest amount in *Fagetum-Abietetosum*.

14° 37' istočno od Greenwicha

14° 40'



PREGLEDNA KARTA PRIMJERNIH PLOHA U MASIVU RISNJAKA

LEGENDA:

- ▲ Šuma bukve i jele (*Fagetum - Abietetosum*)
- Subalpinska šuma smreke i jele (*Piceetum subalpinum-Calamagrostidetosum*)
- + Subalpinska šuma bukve (*Fagerum subalpinum*)
- Šuma jele na silikatu (*Abieto-Blechnetum*)
- Subalpinska šuma smreke (*Piceetum subalpinum*)

MJERILO

500 250 0 500 1000 1500 2000 m

14° 40'

The diameter increment of all fir trees on siliceous soils was lower than that of Fagetum-Abietetosum, and trees over 60 cm d. b. h. showed on siliceous soils the same and even better growth rates than on limestone (see Fig. 3 and Tbl. 6).

The beech diameter growth in the subalpine zone was appreciably smaller than in lower localities.

As to the heights of the fir trees the siliceous sites could be considered as the best site qualities. The subalpine sites on the limestone blocks represent the worst site qualities as to fir. The author points out that this problem is very intricate, as there exists a great variability of the height and increment data among the plant communities. According to the relation $\frac{Diff.}{mp}$ (see Tbl. 4) these differences are significant, in particular as regards the diameter increment rate of fir in Fagetum-Abietetosum and Abieto-Piceetum calamagrostidis.

The fir trees with d. b. h. greater than 50 or 60 cm displayed the greatest increment in the last 30 years (see Fig. 3). This confirms that the siliceous soils produce the maximum volumes in fir stands, because on these soils there is a more favourable number of largest trees in proportion to the thinner ones.

From the run of the curves (Fig. 2 and 3) it is evident that in the last 30 years the diameter increment of the fir and beech has considerably diminished. In the first place this is due to periods of drought.

The author points out that drought has heavily affected the diameter increment of fir species on limestone (Fagetum-Abietetosum), and a bit less in the subalpine zone (Abieto-Piceetum calamagrostidis), whilst the siliceous deep and wet soils caused a more equalized increment rate. The author also concludes that fir-wood grown on siliceous soils ought to be of a more homogeneous structure and of better technological properties, although of inferior duration.

Conclusion:

1. The investigations of the heights and diameter increment of fir and beech stands in the profile of Risnjak show very remarkable differences owing to several important environmental factors and life conditions among forest types. Thus, it was quite correct to group the plant communities into the forest associations or types, as already accepted in our investigations.
2. Evidence has been produced as to the existence of a relationship between the corresponding tree heights and the periodical diameter increment on the one side, and the mentioned forest types, on the other. Although the established forest types generally differ one from another, they are nevertheless to be considered in a wider sense, for a considerable variability of data in each of them was stated.

3. The fir tree heights in the profile of Risnjak showed the greatest amounts (32–40 m) in the fir forests on siliceous soils (*Abieto-Blechnetum*), the structure being much nearer to the evenaged stand. In a mixed fir and beech forest (*Fagetum-Abietetosum*) on limestone the heights are less (21–38 m). The least heights (14–19 m) were recorded in the subalpine fir and spruce forests (*Abieto-Piceetum calamagrostidis*).

The greatest heights of beech have been observed in mixed fir and beech stands (*Fagetum-Abietetosum*), but much inferior in subalpine zone (*Fagetum-subalpinum*).

4. The periodical increment of fir in mixed fir and beech stands was greatest on limestone (*Fagetum-Abietetosum*) and smallest in the subalpine fir and spruce stands on stony blocks and exposed sites (*Abieto-Piceetum calamagrostidis*). On siliceous soils (*Abieto-Blechnetum*) the increment of all measured fir trees was smaller than those on limestone (*Fagetum-Abietetosum*). But the larger trees (over 50, resp. 60 cm d. b. h.) showed higher increment on siliceous soils than on limestone. Taking into consideration the greater number of fir trees (particularly the larger ones) per hectare on siliceous soils, the author states that on these sites a greater increment of the fir in general is to be expected.

5. It was not possible to determine a full coincidence between the habitats and the phytocoenological entities. A great deal of siliceous soils showed qualities of the best site classes for fir, but rather poor ones for beech. The limestone soils of *Fagetum-Abietetosum* indicated very often excellent, but sometimes a little less convenient, site quality for fir. These soils proved very good to beech trees.

6. The periodical increment of both fir and beech during the last 20–30 years in all forest types showed a sudden drop, which is to be attributed to influence of drought. In this respect the author was able to ascertain a different run of increment between fir-trees grown on limestone and those grown on siliceous soils. Siliceous soils alleviated the increment extremes owing to their better water capacity. However, siliceous soils produced the greatest fir increment in the last 30 years (on trees over 50 cm d. b. h.).

7. The rhythm of the periodical increment of fir-trees on limestone soils (*Fagetum-Abietetosum* and *Abieto-Piceetum calamagrostidis*) is almost of the same trend, the increment rhythm on siliceous soils showing the opposite trend.

8. On account of the more regular increment of fir-trees a more homogeneous structure of fir-wood on siliceous soils than on limestone is to be expected.

Ing. MIRKO VIDAKOVIĆ

PRILOG POZNAVANJU ANATOMIJE IGLICA KOD NEKIH SRODNIH BOROVA

EIN BEITRAG ZUR KENNTNIS DER BLATTANA-
TOMIE EINIGER VERWANDTER KIEFERNARTEN

Sadržaj – Inhalt

- I. Uvod – Einleitung.
- II. Rezultati istraživanja – Untersuchungsergebnisse.
 - 1. Anatomska grada iglica srodnih vrsta *Pinus halepensis* Mill. i *Pinus brutia* Ten. – Blattanatomie der verwandten Arten von *Pinus halepensis* Mill. und *Pinus brutia* Ten.
 - 2. Anatomska grada iglica svojta *Pinus montana* Mill. – Blattanatomie der Sippen von *Pinus montana* Mill.
- III. Prikaz značenja anatomije iglica u sistematici nekih vrsta roda *Pinus*. – Bedeutung der Blattanatomie für die Systematik einiger Kiefernarten.
- IV. Zaključak – Schlussfolgerung.

I. UVOD

Najstarija monografija roda *Pinus* potječe iz godine 1828. od LAMBERTA. Ona je sistematske prirode, ali se već u njoj govori o rasporedu puči u iglici. HARTIG je 1852. godine prvi obradio anatomsku građu iglica borova, a prva je čisto anatomska radnja o borovim iglicama bila THOMASOVA iz 1863. godine. Kasnije su se bavili anatomskom borovih iglica MOHL, BERTRAND, PURKYNE, BERTHOLD, MEYER, MöBIUS, MAHLERT, ZANG i dr. Svi autori, koje sam ovdje naveo, istraživali su pojedina staničja iglice različnih vrsta roda *Pinus* te su istovrsna staničja različnih vrsta međusobno komparirali i na osnovu tih razlika klasificirali vrste roda *Pinus*. Tako je MöBIUS na osnovu smolenica podijelio vrste roda *Pinus* u tri grupe i to ovako:

1. Tok'oko smolenica sastoje se iz stanica, koje imaju debele membrane. Tu ubraja između ostalih *P. Laricio*, *P. silvestris* i *P. Pumilio*.

2. Tok oko smolenica sastoji se većinom iz stanica, koje imaju tanke membrane, a stanice su s debelim membranama između njih raspoređene: *P. densiflora*, *P. Torreyana*, *P. Coulteri*.

3. Sve su stanice toka tankih membrana ili su samo malo odebljale: *P. maritima*, *P. Jeffreyi*, *P. strobus*, *P. excelsa* i neki drugi.

MAHLERT (11) je istraživao još veći broj elemenata građe iglica. On je istraživao razliku kod vrsta roda *Pinus* u epidermalnim stanicama, broju i obliku hipodermalnih stanica, rasporedu puči u iglici, međusobnom položaju žila u iglici i razliku u tokovima kod smolenica.

ZANG (15) je u svojoj radnji^{*} iznio na prvom mjestu morfoliju borovih iglica, a zatim je obradio anatomiju iglica i na kraju je donio sistematsku raspoljelu roda *Pinus* na osnovu morfološke i anatomske građe iglica. Kod opisa anatomske građe iglica roda *Pinus* Zang je opisao svako staničje posebno. Iznio je karakteristike svakog pojedinog staničja za čitav rod ili za pojedine grupe ili pak za pojedine vrste toga roda. Kod konačne sistematske raspoljеле vrsta roda *Pinus* od anatomskih elemenata iglica uzeo je u obzir samo broj žila u iglici, položaj smolenica i kod nekih skupina debljinu, radijalnih i tangencijalnih membrana kod endoderme (pericikl).

Ova sistematska raspoljela vrsta roda *Pinus* veoma je nepotpuna, jer Zang nije uzeo sve elemente građe iglice u obzir, ma da je o njima u radnji govorio. Ali i pored tih manjkavosti ta je radnja vrijedna radi toga, što nam ukazuje na put sistematske raspoljеле *Pinus* vrsta na osnovu anatomske iglici.

LONGO je opisao anatomsku gradu iglica crnog bora u Italiji. On razlikuje prema Ronnigeru dvije vrste *Pinus nigricans* Host. i *Pinus Laricio* Poiret, koje u Italiji dolaze.

Poslije Zanga i Longa anatomska se građa iglica kod pojedinih vrsta Pinusa sve više i više detaljno istražuje i njezina upotreba je sve veća u sistematici. Tako su KIRCHNER, LOEW i SCHRÖTER (10) dvije godine iza Zanga opisali anatomsku gradu iglica nekoliko *Pinus* vrsta. Oni donose za *Pinus silvestris* i *Pinus montana* uporedni tabelarni prikaz anatomske iglica. Značajno je to, da su donijeli i prikaz anatomske građe iglica jedne niže sistematske jedinice i to *Pinus nigra* Arn. var. austriaca Höss.

U Americi su prvi radili na komparativnoj anatomske iglica *Pinus* vrsta COULTER i ROSE, a iza njih su se bavili tim pitanjem SERGEND i SCHOW. Na komparativnoj anatomske iglica *Pinus* vrsta radili su u Japanu DOI i MORICAWA. HARLOW (8) je sastavio ključ za determinaciju *Pinus* vrsta, koji bazira samo na anatomske iglica.

HUET (9) je prikazao anatomska građu iglica *P. cembra*, *P. strobus*, *P. excelsa*, *P. Lambertiana*, *P. rigida*, *P. Jeffreyi*, *P. contorta* var. *Murayana*, *P. Banksiana*, *P. Laricio corsicana*, *P. Laricio austriaca*, *P. maritima*, *P. leucodermis*, *P. halepensis*, *P. silvestris* i *P.*

* Starija literatura nije mi poznata, te je navodim prema Zangu.

montana. On je osim prikaza anatomске građe iglica pojedinih borova sastavio i ključ za razlikovanje tih vrsta na temelju anatomije iglica.

RONNIGER (12) je kod sistematske razrade crnog bora stavio na prvo mjesto anatomska obilježja iglica, a tek onda vanjsko-morfološka. Od elemenata građe iglica uzeo je u obzir broj smolenica i broj slojeva hipodermalnih stanica na konveksnoj strani iglice. Po broju slojeva hipodermalnih stanica razlikuje dva crna bora i to P. Laricio, koji ima 1–2 sloja tih stanica i P. nigra, koji ima 2–5 slojeva hipodermalnih stanica na konveksnoj strani iglice.

SCHWARZ (14) je na osnovu vanjske morfologije i anatomije iglica podijelio crni bor u 6 subspeciesa i to: ssp. Fenzlii, Pallasiana, nigra, dalmatica, Laricio i Salzmanii. Od elemenata građe iglica opisao je broj slojeva hipodermalnih stanica na izbočenoj i ravnoj strani iglice, debljinu membrana i širinu lumena tih stanica, zabiljenost hipoderme između puči, broj slojeva sklerenhimskih stanica iznad floemskih dijelova žila, broj smolenica i širinu iglica.

DORĐEVIĆ (5) je kod opisa gočkog crnog bora također uzeo u razmatranje i anatomiju iglica.

DELEVOY (4) je, isto kao i Schwarz, razradio sistematiku crnog bora na osnovu vanjske morfologije i anatomije iglica. On je podijelio crni bor u dva subspeciesa i to ssp. Occidentalis i ssp. Orientalis, a koji se dalje dijele u niže svojte.

Iz gornjeg izlaganja možemo vidjeti, kako je tekaо razvoj primjene anatomije iglica u sistematici roda *Pinus*. Prvo su samo na osnovu jednog ili više elemenata građe iglica grupirane *Pinus* vrste. Kasnije su kod detaljnije razrade određivani pojedini speciesi na osnovu anatomije iglica (Harlow, Huet), a potom su slijedili pokušaji, da se uz pomoć anatomije iglica odrede i niže sistemske jedinice od vrste (Ronniger, Schwarz, Delevoy, Huet).

Zadatak je ove radnje, da prikaže značenje anatomske građe iglica za razlikovanje bliskih vrsta *Pinus halepensis* i *Pinus brutia*, kao i nižih sistemske jedinice vrste *Pinus montana*.

II. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

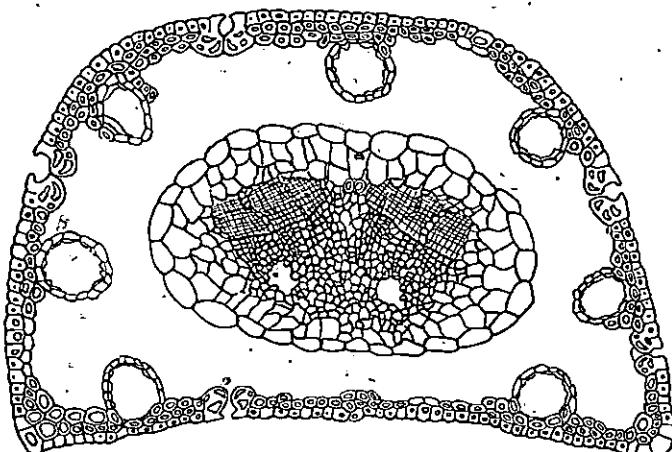
1. Anatomska građa iglica srodnih vrsta: *Pinus halepensis* Mill. i *Pinus brutia* Ten.

Alepski bor sam istraživao iz prirodnih nalazišta s područja: Trsteno kraj Dubrovnika, poluotok Pelješac i otok Brač. Iz kultura su uzeti primjerici za istraživanje s otoka Paga, Lošinja i s područja Pazina i Pule. Brucijski bor sam istraživao s otoka Lošinja i Brača, koji je тамо kultiviran.

Za istraživanje uzete su iglice najmanje jednu godinu stare. Od svakog primjerka, f. j. grančice sa češerom, uzeto je za istraživanje

5–10 iglica. Te sam iglice kuhao oko 15–20 minuta, da bi omešale. Nakon toga sam pravio poprečne prereze između donje trećine i polovice iglice.

Od elemenata građe iglica istraživana je visina i širina epidermalnih stanica na poprečnom prijesjeku iglice, i to na konveksnoj i ravnoj strani iglice, broj poprečno prerezanih puči, broj hipodermalnih slojeva na konveksnoj i ravnoj strani iglice, debljina membrana i širina lumena tih stanica, zaobljenost hipoderme između dvije i dvije puči, smještaj, veličina i broj smolenica, oblik i veličina membrana sklerenhimskih stanica, koje obavijaju smolenice, broj slojeva transfuzijskog parenhima, broj slojeva sklerenhimskih stanica iznad žila, ispod njih, kao i između njih, međusobni položaj

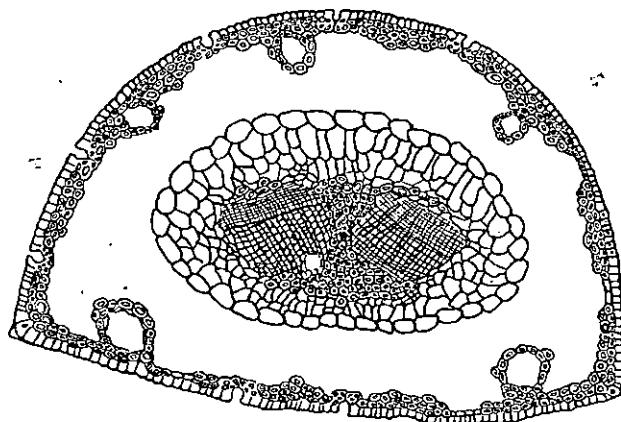


Sl. 1. Poprečni prerez iglice alepskog bora (povećano 105 X)
Nadelquerschnitt von *Pinus halepensis* (Vergr. 105 X)

žila, širina poprečnog prijesjeka iglice (širina iglice), visina poprečnog prijesjeka iglice (okomica na širinu poprečnog prijesjeka iglice). Od elemenata građe iglica nisu uzeti u razmatranje asimilacijski parenhim i endoderma, budući da su jednako građeni kod ova dva bora.

Pinus halepensis ima ovu anatomsku građu svojih iglica na poprečnom prerezu. Visina epidermalnih stanica iznosi na konveksnoj strani iglice oko 18μ , rijetko 22μ , a na ravnoj strani iglice 14 rjeđe 18μ . Širina epidermalnih stanica kreće se na obje strane iglice od $14\text{--}18\mu$. Broj puči na čitavom poprečnom prerezu iglice kreće se od 4–10, a rjeđe se nalazi 3 odnosno 12 puči. Broj slojeva hipodermalnih stanica na konveksnoj strani iglice iznosi 2, rijetko 1 ili 3 sloja tih stanica, a na ravnoj strani iglice 2–1 sloj. Membrane tih stanica na konveksnoj strani iglice prilično su debele, dok su im lumeni prilično uski do slabo uski. Hipoderma je između puči slabo

zaobljena do ravna. Smolenice su naslonjene na kožno tkivo, broj im se kreće većinom od 4–8, a rijetko se nađe 2 odnosno 10 smolenica. Veličina smolenica kreće se od $77\text{--}85\mu$. Oblik sklerenhimskih stanica, koje obavijaju smolenice, pravokutan je, a membrane tih stanica su tanke. Broj slojeva transfuzijskog parenhima iznosi na floemskoj strani žila 2, a na ksilemskoj strani 1–3 sloja. Sklerenhimskih stanica iznad floema i ispod ksilema nema, rijede se nađe 1 najviše 3 sklerenhimske stanice između žila, ali te stanice ne predstavljaju nikako sloj stanica (sl. br. 5). Žile su svojim ksilemskim dijelovima srasle ili se između njih nalazi jedan sloj stanica, kojih membrane nisu odebljale. Sirina iglica kreće se od $840\text{--}1100\mu$, a veoma rijetko se nađe iglica sa širinom od 790 odnosno 1200μ . Visina poprečno prijesjeka iglica kreće se od $500\text{--}680\mu$.



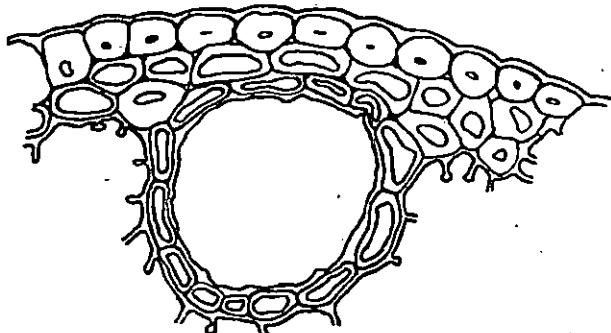
Sl. 2. Poprečni prerez iglice brucijskog bora (povećano $67\times$)
Nadelquerschnitt von *Pinus brutia* (Vergr. $67\times$)

Pinus brutia ima ovu anatomsku građu svojih iglica na poprečnom prerezu: Visina epidermalnih stanica na konveksnoj strani iglice iznosi oko 18μ , a na ravnoj strani oko 14μ . Širina tih stanica iznosi na obje strane iglice $11\text{--}18\mu$. Broj puči se kreće od 4–10, a rijetko se nađe 2 odnosno 13 puči. Broj slojeva hipodermalnih stanica kreće se na konveksnoj strani iglice od 2–3, a na ravnoj strani 2. Membrane su hipodermalnih stanica na konveksnoj strani iglice debele do prilično debele, rijetko veoma debele, dok su im lumeni uski do prilično uski, rijetko slabo uski. Hipoderma je između puči slabo zaobljena do gotovo ravna. Smolenice su na kožno tkivo naslonjene, a broj im se kreće od 3–10. Veličina smolenica iznosi $62\text{--}77\mu$, a rijetko se nađe smolenica veličine preko 100μ . Oblik sklerenhimskih stanica, koje obavijaju smolenice, eliptičan je, dok su membrane tih stanica slabo zadebljale do tanke. Broj slojeva transfuzijskog parenhima iznosi na floemskoj strani žila 2, a na ksilemskoj

3. Iznad floema imamo 1 sloj sklerenhimskih stanica, koji je često nepotpun, ispod ksilema 1–2 puna sloja tih stanica. Između žila se nalazi 1–3 sloja tih stanica. Sirina iglica kreće se od 100 – 1500μ , a visina poprečnog prijesjeka iglica od 600 – 800μ .

Kompariramo li anatomsku građu iglica kod ovih dvaju borova, vidjet ćemo na prvi pogled, da se oni razlikuju. Razlika ne postoji u svim elementima građe iglice, što je i razumljivo, jer su to bliske vrste, ali pojedini elementi su tako karakteristični, da se kod komparacije grade njihovih iglica mogu dobro lučiti.

Iz tabele kao i iz slika može se vidjeti, da se brucijski bor razlikuje od alepskog bora nešto u gradi hipoderme. Brucijski bor ima 2–3 sloja hipodermalnih stanica na konveksnoj i 2 sloja na ravnoj strani iglice, a alepski bor ima 2, rijetko 1 odnosno 3 sloja tih stanica na konveksnoj i 1–2 sloja tih stanica na ravnoj strani iglice. Isto je tako mala razlika i u debljini membrana i širini lumena tih

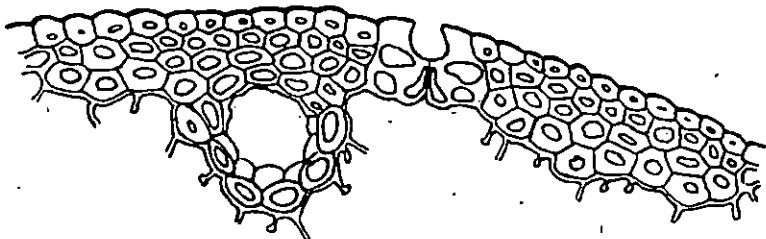


Sl. 3. Detalj poprečnog prereza iglice alepskog bora: smolenica, hipoderma i epiderma (povećano $385\times$) – Teil des Nadelquerschnittes von *Pinus halepensis*: Harzgang, Hypoderm und Epiderm (Vergr. $385\times$)

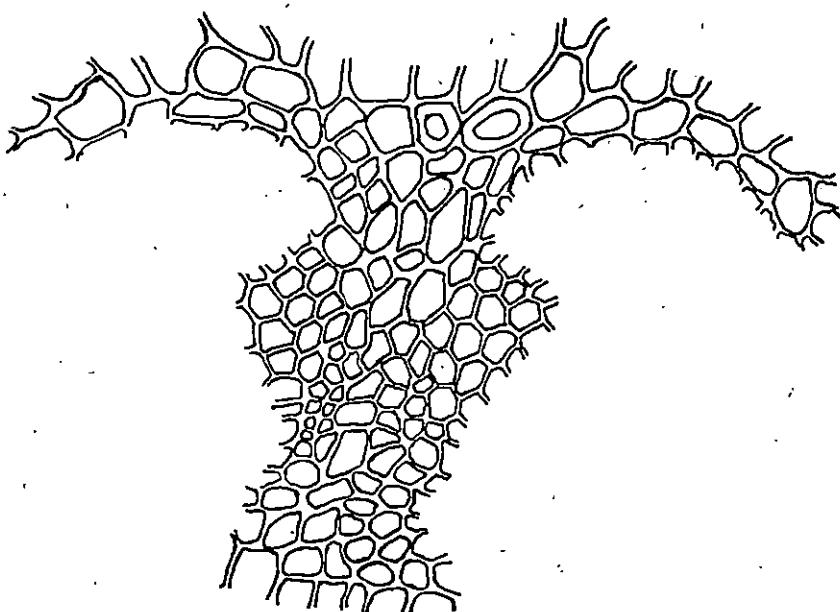
stanica. Brucijski bor ima debele do prilično debele, rijetko veoma debele membranе, a uske do prilično uske, rijetko slabo uske lumene hipodermalnih stanica. Alepski bor ima prilično debele membrane i prilično uske do slabo uske lumene tih stanica. U zaobljenosti hipoderme nema nekih znatnih razlika između ova dva bora. Veoma su neznatne razlike u gradi epiderne i u broju puči. Kod smolenica je razlika prilična u tome, što su kod brucijskog bora sklerenhimske stanice, koje obavijaju smolenice, eliptičnog oblika i slabo zadebljalih do tankih membrana, a kod alepskog bora su te stanice pravokutnog oblika i samo tankih membrana (sl. br. 3 i 4).

Postoji manja razlika i u broju i veličini smolenica. U transfuziskom parenhimu nema neke veće razlike kod ova dva bora, ali je zato veoma velika i najznačajnija razlika u prisutnosti odnosno odsutnosti sklerenhimskih stanica kod žila (sl. br. 5 i 6). Brucijski bor ima uvijek 1–3 sloja sklerenhimskih stanica iznad floema i

ispod ksilema, kao i između žila, a kod alepskog bora izrazitih slojeva tih stanica nema. Već samo po tom elementu grade iglica može se brucijski bor razlikovati od alepskog bora. Razlika je još između ova dva bora u širini iglica kao i visini poprečnog prijesjeka iglica. Brucijski bor ima šire i deblje iglice od alepskog bora.

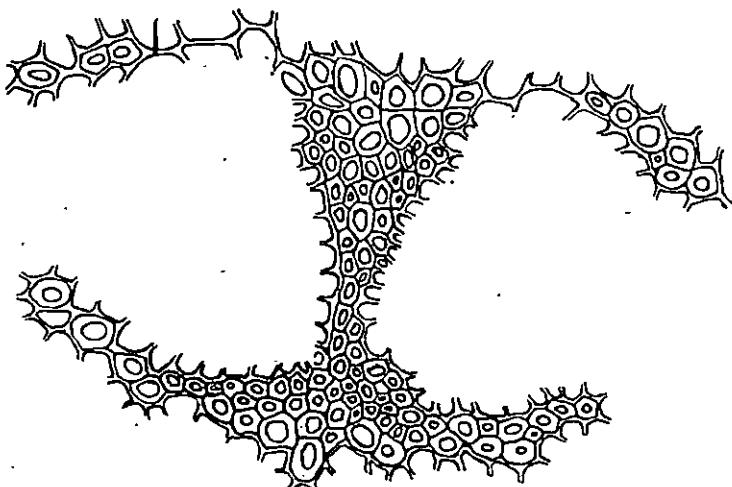


Sl. 4. Detalj poprečnog prereza iglice brucijskog bora: smolenica, hipoderma, puč i epiderma (povećano 230 X) – Teil des Nadelquerschnittes von *Pinus brutia*: Harzgang, Hypoderm, Spaltöffnung und Epiderm (Vergr. 230 X)



Sl. 5. Detalj poprečnog prereza iglice alepskog bora: slojevi stanica s tankim membranama iznad žila i između njih (povećano 400 X) – Teil des Nadelquerschnittes von *Pinus halepensis*: Lagen der dünnwandigen Zellen über und zwischen den Gefäßbündeln (Vergr. 400 X)

Iz gornjih izlaganja možemo zaključiti, da brucijski i alepski bor imaju neke elemente građe iglice, koji su im jednaki (epiderma i broj puči), drugi se malo razlikuju (hipoderma), a ima elemenata (širina i visina poprečnog prijesjeka iglice, oblik sklerenhimskih stanica, koje obavijaju smolenice), koji se veoma razlikuju, a pored toga je kao najveća razlika prisutnost, odnosno odsutnost sklerenhimskih stanica kod žila.



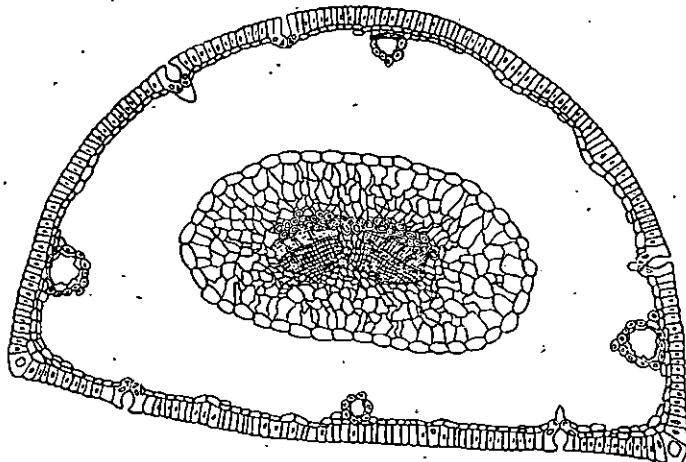
Sl. 6. Detalj poprečnog prerezeta iglice brucijskog bora: slojevi sklerenhimskih stanica iznad žila, ispod njih i između njih (povećano 220×) – Teil des Nadelquerschnittes von *Pinus brutia*: Lagen von sklerenchymatischen Zellen über, unten und zwischen den Gefäßbündeln (Vergr. 220×)

2. Anatomska grada iglica svojta *Pinus montana* Mill.

U povodu jedne ekskurzije na Pohorje g. prof. I. Pevalek dao mi je pobudu da istražim, da li postoji razlika u anatomskoj gradi iglica kod *Pinus montana* sa creta i onog, koji dolazi na drugim lokalitetima.

Primjerke planinskog bora s tresetišta sabrao sam iz Borovja (Pohorje), nadm. vis. 1200 m. To je posve tresetno tlo, koje je obrasio planinskim borom. To je tresetište prema Zeileru veliko 4,5 ha (12) i leži na granitu i gnajsu. Planinski bor tvori čiste sastojine. Grane su tog bora većinom razvite prema središtu sastojine, kako to i prof. Pevalek opisuje, te je lako ući u sastojinu, ali je teško izaći iz nje. Posjedujem 3 grančice sa češerima, koje su uzete s 3 stabla iz različnih mesta u sastojini.

Druge primjerke istog bora sakupio sam na području Kranjske Gore oko 1000 m nadm. vis., na putu od Kranjske Gore prema Vršiću. Geološka podloga tla je dolomit i vapnenac. S tog lokaliteta imam 5 grančica sa češerima s različnih stabala. Ovaj se bor ovdje spustio s okolnih planina niz bujična područja, te ga nalazimo pojedinačno ili sasvim u malim skupinama. Po habitusu se ti primjerici razlikuju od onih s tresetišta u tome, što im grane nisu jednosmjerno orijentirane.



Sl. 7. Početni prerez iglice planinskog bora iz Borovja s tresetišta (povećano 70 X) – Nadelquerschnitt von *Pinus montana* aus dem Moor von Borovje (Vergr. 70 X)

Ispitivao sam anatomske građe iglica kod ovih primjeraka. Preparate sam pravio na isti način kao i kod alepskog i brucijskog bora. Od anatomske građe iglica na poprečnom prerezu istraživani su ovi elementi: visina i širina epidermalnih stanica na sredini između dvije i dvije puči i to na konveksnoj i ravnoj strani iglice, oblik lumena tih stanica, broj slojeva hipodermalnih stanica na konveksnoj, ravnoj strani i u uglovima iglice, visina hipodermalnih stanica (to je dimenzija, koja je paralelna s dimenzijom visine epidermalnih stanica), kao i širina tih stanica, debljina membrana i širina lumena hipodermalnih stanica, oblik hipodermalnih slojeva prema unutrašnjosti iglice, broj poprečno reziranih puči, broj smolenica, oblik i debljina membrana sklerenhimskih stanica, koje obavijaju smolenice, broj slojeva sklerenhimskih stanica iznad floemskih dijelova žila, udaljenost žila među sobom, broj slojeva transfuzijskog parenhima na floemskoj i na ksilemskoj strani žila, širina iglica (dimenzija paralelna s ravnom stranom iglica) i visina iglica (okomica na širinu iglice).

Prema istraživanjima, koja sam izvršio, planinski bor s tresetišta iz Borovja ima ovu građu iglica (tabela II.): Visina epidermalnih stanica na konveksnoj strani iglice kreće se od $29\text{--}36\mu$, a veoma rijetko se nađu stanice s visinom od 22μ . Na ravnoj strani iglice visina iznosi $25\text{--}29\mu$. Širina epidermalnih stanica kreće se od $11\text{--}14\mu$, a rijetko se nađu stanice sa širinom od 18μ . Lumen epidermalnih stanica je dugoljasto pukotinast. Broj puči se kreće od 5–10. Hipoderma ima na konveksnoj i ravnoj strani iglice 1 sloj tih stanica, u uglovima 2, a veoma rijetko se nađe samo 1 sloj tih stanica. Visina hipodermalnih stanica kreće se od $11\text{--}14\mu$, a širina od $18\text{--}25\mu$. Membrane hipodermalnih stanica su tanke, a lumeni su im široki. Hipoderma je između puči prema van' lukovima zaobljena. Broj smolenica kreće se od 4–6, oblik je sklerenhimskih stanica, koje obavijaju smolenice, eliptičan, rijetko okrugao, a membrane su tih stanica debele do veoma debele. Iznad floemskih dijelova žila nalazi se većinom 2, rijetko 1 sloj sklerenhimskih stanica i ti su slojevi iznad floema spojeni. Te sklerenhimske stanice imaju malo debele membrane. Žile su udaljene jedna od druge. Broj slojeva transfuzijskog parenhima iznosi na floemskoj strani 3, rijetko 2 odnosno 4, a na ksilemskoj strani 4, rijetko 3 odnosno 5 slojeva. Širina se iglica kreće od $1300\text{--}1500\mu$, a rijetko se nađe primjeraka sa širinom od 1550μ . Visina iglica kreće se od $750\text{--}870\mu$, a rijetko se nađe primjeraka s visinom od 700 odnosno 930μ .

Planinski bor s vapnenca i dolomita (Kranjska Gora – Vršić) ima ovu građu iglica: Visina epidermalnih stanica na konveksnoj strani iglice kreće se od $29\text{--}32\mu$, rijetko 40μ , a veoma rijetko visina tih stanica iznosi 25μ . Na ravnoj strani iglice visina iznosi 29μ , a veoma rijetko se nađu primjerici s visinom od 25 odnosno 32μ . Širina epidermalnih stanica kreće se od $14\text{--}18\mu$. Lumen epidermalnih stanica je dugoljasto pukotinast. Broj puči se većinom kreće od 8–9, a rijetko se nađe 7 odnosno 10 puči. Broj slojeva hipodermalnih stanica iznosi na konveksnoj i ravnoj strani iglice 1, a u uglovima iglice imamo većinom 1, rijetko 2 sloja tih stanica. Visina hipodermalnih stanica iznosi $13\text{--}18\mu$, a širina $18\text{--}22\mu$, rijetko 24μ . Membrane hipodermalnih stanica su tanke, a lumeni su im široki. Hipoderma je između puči u obliku luka prema van' zaobljena. Broj smolenica kreće se od 4–5, oblik je sklerenhimskih stanica, koje obavijaju smolenice, eliptičan, veoma rijetko okrugao, a membrane tih stanica veoma su debele do debele. Iznad floema nalazi se 1, a veoma rijetko još 1 nepotpuni sloj sklerenhimskih stanica, koje su malo debelih membrana. Žile su većinom udaljene jedna od druge. Broj slojeva transfuzijskog parenhima iznosi na floemskoj strani 2–3, a na ksilemskoj 3–4, veoma rijetko 5 slojeva. Širina iglica većinom se kreće od $1130\text{--}1300\mu$, a rijetko se nađu primjerici sa širinom od 1050μ . Visina iglica iznosi $730\text{--}870\mu$.

Iz prednjeg izlaganja, kao i tabele može se vidjeti, da u nekim elementima građe iglice postoji razlika između planinskog bora

sa creta i onog, koji dolazi na dolomitnoj i vapnenastoj podlozi. Ta je razlika naročito velika u širini i visini iglica. Isto tako je vidna i značajna razlika u broju slojeva sklerenhimskih stanica iznad floemskih dijelova žila. Nešto manje su razlike u broju slojeva hipodermalnih stanica u uglovima iglice, broju puči, broju slojeva transfuzijskog parenhima, visini i širini epidermalnih stanica i visini hipodermalnih stanica. U ostalim elementima grade iglice nema značajnih razlika kod planinskog bora s ova dva lokaliteta.

III. PRIKAZ ZNAČENJA ANATOMIJE IGLICA U SISTEMATICI NEKIH VRSTA RODA PINUS

Praktična primjena anatomije iglica kod određivanja vrsta roda *Pinus* dolazi u obzir kod srodnih vrsta, kod kojih se na osnovu vanjsko-morfoloških oznaka ne mogu tako jasno ili, kad je materijal u sterilnom stanju, i potpuno sigurno lučiti pojedine vrste među sobom. U takvim je slučajevima anatomija iglica od velikog značenja, jer nam ona daje sigurne oznake za razlikovanje tih specijesa. To je već Huet (1933) uočio i na str. 66 svoje radnje veli: »Anatomija iglica nije samo korisna za utvrđivanje raspodjele roda, ona služi također i kod razlikovanja nekih jako bliskih i vanjsko-morfološki malo različitih specijesa.«

Takav slučaj imamo kod *Pinus halepensis* Mill. i *Pinus brutia* Ten. Ova su dva bora sistematski blizu jedan drugom. Pojedini autori kao na pr. Beissner-Fitschen smatraju brucijski bor varijacijom alepskog bora. Po habitusu je brucijski bor sličan alepskom boru. Od ostalih vanjsko-morfoloških oznaka postoje razlike kod ova dva bora u debljini i boji izbojaka, duljinu i obliku pupova, duljini i širini iglica, obliku apofize, duljini češerne stapke kao i samog češera i u duljini sjemenki. Ove razlike u izbojcima, sjemenkama, a donekle i pupovima prilično su male i neznatne. Prema tome za praktičnu upotrebu od vanjsko-morfoloških oznaka kod determinacije ova dva bora najčešće dolaze u obzir morfologija iglica i češera.

Na osnovu anatomije iglica možemo lako razlikovati brucijski bor od alepskog bora. Anatomija iglica u ovom slučaju nadopunjava vanjsko-morfološke karakteristike i zbog toga njezina upotreba kod determinacije ova dva bora ima veliku važnost.

Naročito veliku važnost ima anatomija iglica kod određivanja sistematskih jedinica nižih od vrste*. U takvim slučajevima najčešće vanjska morfologija ne daje jasniju sliku o tom obliku, a veoma često se ni ne može odrediti dotični oblik.

* Čini mi se, da bi se u vrsti alepskog bora mogle anatomskim putem razlikovati još i neke niže svojstva. U tu svrhu skupljam potreban materijal pa će ga za kratko vrijeme uzeti u obradu.

GEORGESCU i IONESCU (7) odredili su niže sistematske jedinice crnog bora na osnovu vanjske morfologije u dolini Cerne (Rumunjska). Oni su odredili taj crni bor kao *Pinus nigra* var. *banatica* Georgescu i Ionescu, koji se dalje dijeli u 7 forma i 12 lususa. Kao primjer donosim karakteristike dviju forma toga bora prema Georgescu, kako bi se vidjela teškoća i nesigurnost razlikovanja tih nižih sistematskih jedinica po vanjskoj morfologiji.

Forma *dispersa* ima jednogodišnje izbojke svijetle boje (žutozelene). U 3–4 godini oni postaju sivi ili sivocrvenkasti i ispučali su na kratke petokutne ožiljke, koji imaju poprečne pruge. Kratki izbojak je tamnosiv. Iglice su prilično kratke (5) 6–8,5 (9,5) cm duge, 1,5–2 mm debele. Iglice su na bazi izbojaka krate, jako ukočene i veoma uspravne, druge su dublje, osrednje ukočene i manje uspravne. Iglice su od osovine otklonjene, nisu savijene, gotovo uspravne, u obliku kista raširene, pretežno svijetlozelene. Češeri su ovalni, na bazi prošireni, svijetlosmeđi, apofiza ima poprečne bribove i fine pruge. Ova se forma dijeli u 3 lususa.

Forma *foliosa* ima jednogodišnje izbojke svijetle boje (žutozelene do svijetloolivne boje). Kada iglice otpadnu, izbojak je sivocrvenkast. Iglice su (6) 7–9 (10) cm duge, svijetle boje, ukočene, veoma uspravne, mlade u obliku kista na vrhu izbojka smještene, starije od osovine otklonjene i više manje na jednu stranu raspoređene. Češeri su simetrični ili nesimetrični, svijetle boje. Ova se forma dijeli isto tako u 3 lususa.

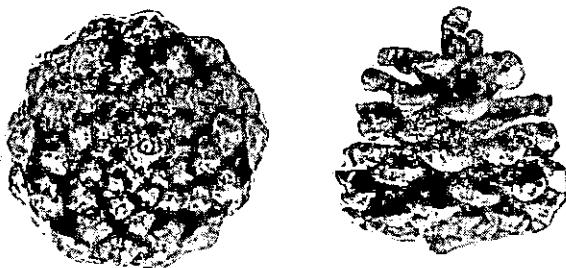
Ovakva razrada jedne vrste na niže sistematske jedinice za praksu je jedva upotrebljiva, a za sistematske svrhe veoma nepouzdana. Drugi autori, koje sam u uvodu spomenuo, bavili su se također istraživanjem svojta crnog bora. Oni su uzeli i anatomiju iglica u obzir, te su na osnovu vanjsko-morfoloških i anatomske oznaka donosili zaključke.

Koliku veliku važnost ima anatomija iglica u ovom slučaju, vidi se već i iz rezultata istraživanja Schwarza i Hueta za svojte crnog bora. Po SCHWARZU ssp. *Pallasiana* (krimski crni bor) ima pored ostalih anatomske oznake 2–5 slojeva hipodermalnih stanica na konveksnoj strani iglice, a te stanice imaju uske lumene. Hipoderma je između puči zaobljena. Broj smolenica iznosi 3–6. Ssp. *nigra* (austrijski crni bor) prema istom autoru ima 1–3 sloja hipodermalnih stanica, a lumeni su tih stanica širi. Hipoderma je između puči zaobljena, katkad ravna. Broj smolenica iznosi 5–10. Kao što vidimo, već na osnovu četiri elementa grade iglice mogu se prema Schwarzu s dovoljnom sigurnošću razlikovati ova dva crna bora, iako razlikovanje po vanjsko-morfološkim karakteristikama zadaje velike teškoće.

HUET (9) u prvom dijelu svoje radnje opisuje svako staničje grade iglice nekih *Pinus* vrsta. On pridaje anatomiji iglica za klasifikaciju *Pinus* vrsta veliku vrijednost. Pored drugih *Pinus* vrsta Huet do-

nosi također prikaz anatomske gradi iglica austrijskog i korzičkog crnog bora. On je opisao između ostalih elemenata gradi iglice i epidermu i hipodermu. *Pinus Laricio* var. *austriaca* ima prema Huetu stanice epiderme pravokutnog oblika s pukotinastim lumenom, a hipoderma se sastoje iz 3 sloja stanica, koje su veoma debelih membrana. *Pinus Laricio corsicana* ima prema istom autoru stanice epiderme četverokutnog oblika s točkastim lumenom. Hipoderma se sastoje iz dva sloja stanica, koje su debelih membrana. Razlika u gradi ova dva staničja kod austrijskog i korzičkog crnog bora prema Huetu tako je velika, da nam već ta dva elementa daju orijentaciju kod određivanja tih oblika. Ako kompariramo čitavu gradu iglica kod ove dvije svoje crnog bora, vidjet ćemo, da je velika razlika između njih.

HARLOW (8), HUET (9) i KIRCHNER (10) donose prikaz anatomske gradi iglica *Pinus montana*, ali oni ne kažu, koji su planinski bor obradili i s kojeg lokaliteta, te se zbog toga ne možemo tim opisom koristiti.



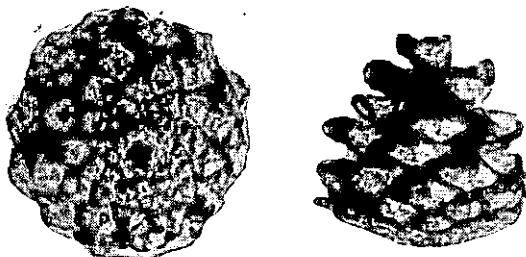
Sl. 8. Češeri planinskog bora iz Borovja (Foto H. Drljević)
Zapfen von *Pinus montana* aus Borovje

Na osnovu vanjske morfologije teško je razlikovati niže sistemske jedinice od *Pinus montana* Mill. Znamo, da *Pinus montana* ima prema ENGLERU (6) 3 subspecies i to *uncinata*, *pumilio* i *mughus*. Ti se subspeciesi među sobom razlikuju po obliku i gradi češera. Ssp. *uncinata* ima nesimetrične češere. Štitic je znatno jače razvijen na osvijetljenoj strani češera, grbica je na štiticu ekscentrično smještena. Ssp. *mughus* ima jajolike do gotovo okruglaste simetrične češere, grbica je smještena u sredini štitica i završava šiljakom. Ssp. *pumilio* ima također jajolike do gotovo okruglaste simetrične češere, samo što kod ovog bora grbica nije kod svih plodnih ljusaka u sredini štitica, nego se nalazi nešto niže prema bazi češera.

Na osnovu tih karakteristika ssp. *mughus* i ssp. *pumilio* razlikuju se po smještaju grbice na štiticu i po tomu, da li grbica ima šiljak ili ne. Prema KIRCHNERU ni kod ssp. *pumilio* nisu grbice na svim

plodničkim ljuskama ekscentrično smještene na štiticu, nego samo pojedine. Prema tome je teškoća razlikovanja ssp. *mughus* od ssp. *pumilio* po vanjskoj morfologiji znatna.

Budući da prikaz anatomske grade iglica nižih sistematskih jedinica od *Pinus montana* ne posjedujem, a koliko mi je poznato, nije ni obrađen, ne mogu zasada na osnovu anatomije iglica dalje odrediti ova dva bora. Razlike u gradi epidermalnih stanica, broju slojeva hipodermalnih stanica u uglovima iglice, broju smolenica, broju slojeva transfuzijskog parenhima i visini hipodermalnih stanica dovoljne su, da se već na osnovu tih razlika može pretpostaviti, da ta dva bora ne mogu biti jedna te ista svojta. To je utoliko značajnije, jer su svi ti elementi grade iglica karakteristični kod određivanja sistematskih jedinica nižih od vrste kod roda *Pinus* na osnovu anatomije iglica. Ako se uzmu u obzir razlike u širini i visini iglica, koje su tako velike kao i razlike u broju slojeva sklerenhimskih stanica iznad floemskih dijelova žila, onda se već može sa sigurnošću reći, da ta dva bora ne pripadaju jednoj te istoj svojti.



Sl. 9. Češeri planinskog bora s područja Kranjske Gore (Foto H. Drljević)
Zapfen von *Pinus montana* aus Gegend Kranjska Gora

Širina i visina iglica veoma su važni elementi ne samo kod određivanja svojta pomoću anatomije iglica, nego se širina iglica uzima u obzir i kod određivanja pojedinih svojta pomoću vanjske morfologije. Iz razloga, što su ti elementi tako karakteristični i što su razlike kod tih borova između tih elemenata velike, a i što se u drugim elementima grade iglice ti borovi razlikuju, može se tvrditi, da su to dva oblika *Pinus montana*. Jedan oblik dolazi na cretu (Borovje), a drugi na vavnencu i dolomitu (Kranjska Gora – Vršić), t. j. na lokalitetu, gdje nisu cretovi. Zbog toga sam kušao na osnovu karakterističnih vanjsko-morfoloških oznaka, a znajući njihove anatomske razlike u gradi iglica, razlikovati tā dva bora. Kao što sam prije izložio, razlika je u vanjskoj morfologiji između pojedinih subspecies *Pinus montana* u obliku i gradi česera. *Pinus montana* iz Borojava ima česere jajolikog do okruglastog oblika, gribice su na štiticima ekscentrično smještene i većinom ne svršavaju šiljom.

Tabela I.

Oznaka	Epidermalne stanice			Broj puči	Hipodermalne stanice				Zaobljenost hipoderme prema unutra	Smolenice			Broj slojeva sklerenhimskih stanica			Broj slojeva transfuzijskog parenhima		Poprečni presek zelena		
	Visina		Širina		Konveksna str. μ	Ravna str. μ	Broj slojeva	Konveksna str.	Ravna str.	Debljina membrana	Širina lumena	Stanice toku		Iznad fluema	Ispod ksitema	Između žila	Na fluen-skoj str.	Na kiletn-skoj str.	Širina μ	Visina μ
	Konveksna str. μ	Ravna str. μ	Broj		Broj	Oblik	Membrane	Broj	Oblik	Membrane										
Pinus halepensis	18 (22)	14 (18)	14-18	(3) 4-10 (12)	(1) 2 (3)	2-1	Prilično debelo	Prilično uski do slabo uski	Slabo zaobljena do ravna	77-85	(2) 4-8 (10)	Pravokutan	Tanke	-	-	-	2	1-3	(790) 840-1100 (1200)	500-600
Pinus brutia	18	14	11-18	(2) 4-10 (13)	2-3	2	Debelo do prilično debelo (veoma debelo)	Uski do prilično uski (slabo uski)	Slabo zaobljena do gotovo ravna	62-77 (108)	3-10	Eliptičan	Slabo debelo do tanka	1	1-2	1-3	2	3	1000-1500	600-800

Tabela II.

Oznaka	Epidermalne stanice				Broj puči	Hipodermalne stanice				Zaobljenost hipoderme	Smolenice			Sklerenhimske stanice između žila		Broj slojeva transfuzijskog parenhima		Poprečni presek zelena						
	Visina		Širina	Lumen		Konveksna str. μ	Ravna str. μ	Broj slojeva	Konveksna str. μ	Ravna str. μ	uglavnom	Visina μ	Širina μ	Debljina membrana μ	Širina lumena	Broj alijera	Membrane	Zile	Na fluen-skoj str.	Na kiletn-skoj str.	Širina μ	Visina μ		
	Konveksna str. μ	Ravna str. μ	Broj	Oblik																				
Pinus montana iz Borovja (Pohorje)	[22] 29-36	25-29	11-14 (18)	Dugo-ljasto-pukotinast	5-10	1	1	2 [1]	11-14	18-25	Tanke	Siroki	Zaobljena prema van	4-6	Eliptičan (okrugao)	Dbelje do veoma debelo	2-1	Malo debelo	Udubljene i redne od druge	(2) 3 (4) (3) 4 (5)	1300-1500 (1550)	700-800 (850)		
Pinus montana s područja Kranjske Gore	[25] 29-32 (40)	[25] 29 [32]	14-18	"	(7) 8-9 (10)	1	1	1 (2)	13-18	18-22 (24)	"	"	"	"	4-5	Eliptičan (okrugao)	Veoma debelje do debelo	1 [2]	"	"	2-3	3-4 (5)	1250 (1150-1300)	700-800 (850)

Pinus montana s područja Kranjske Gore ima također češere jajolikog do okruglastog oblika, ali su grbice na štiticima centrično smještene i svršavaju šiljkom (sl. br. 8 i 9).

Po tim vanjsko-morfološkim oznakama *Pinus montana* iz Borovja odgovara P. m. ssp. *pumilio* Haenke, a *Pinus montana* s područja Kranjske Gore odgovara P. m. ssp. *mughus* Scop.

Razlike su u anatomiji iglica kod ta dva bora i bile povod istraživanju vanjske morfologije (češera), što je karakteristično za razlikovanje nižih sistematskih jedinica kod *Pinus montana*. Anatomski građa iglica svojta *Pinus montana* dosada nije detaljno istraživana. Iz tih istraživanja vidi se, da je moguće razlikovati svoje planinskog boja samo na osnovu anatomije iglica. U ovom slučaju broj istraživanih individuuma nije velik, ali su rezultati istraživanja anatomski građe iglica sigurno obilježje, koje je i u ovom slučaju nadopunilo vanjsko-morfološka obilježja. Svakako je potrebno na temelju većeg i opsežnijeg materijala iz čitavog areala vrste *Pinus montana* provesti poredbena istraživanja, a uvjeren sam, da će se i u toj vrsti moći razlikovati pojedine svoje anatomski mnogo lakše nego na temelju vanjske morfologije.

IV. ZAKLJUČAK

Komparirajući anatomsku građu iglica alepskog i brucijskog bora prikazana je sličnost građe iglica ta dva bora, ali da se i pored te sličnosti oni mogu lako razlikovati. Determinacija bliskih *Pinus* vrsta, kao što su alepski i brucijski bor, pomoću anatomije iglica veoma je laka i sigurna. Zasada upotreba anatomije iglica kod determinacije pojedinih vrsta može imati samo praktičnu primjenu, jer još nema jedne prirodne klasifikacije vrsta roda *Pinus* na osnovu anatomije iglica. Pošto je lako odrediti pojedine vrste, pa i podvrste pomoću anatomije iglica, njezina upotreba će imati ubuduće vjerojatno veću praktičnu vrijednost.

Pored određivanja bliskih vrsta iz roda *Pinus* mogu se i niže sistematske jedinice unutar vrste mnogo lakše odrediti pomoću upotrebe anatomije iglica. Takav je primjer izložen kod određivanja nižih sistematskih jedinica vrste *Pinus montana*. Upotreba anatomije iglica imat će baš veliku primjenu kako u praktične, tako i u teoretske svrhe kod determinacije i klasifikacije nižih sistematskih jedinica vrste roda *Pinus*. Dosadašnja sistematska razrada pojedinih *Pinus* vrsta na niže sistematske jedinice na osnovu vanjske morfologije bila je prilično nesigurna, a za praktičare često jedva upotrebljiva. Zbog toga treba odrediti pojedine svoje naših *Pinus* vrsta pomoću komparativne anatomije iglica i donijeti ključ za determinaciju tih oblika. U tom smislu napisan je ovaj prilog kao prethodni izvještaj.

LITERATURA

1. Anić M., Dendrologija, Šumarski priručnik I., Zagreb 1946, str. 475-582.
2. Ascherson-Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. I. Band. Leipzig 1896-98.
3. Beissner-Fitschen, Handbuch der Nadelholzkunde, Berlin 1930.
4. Delevoy G., A propos de la Systématique de *Pinus Nigra* Arnold. Ministère de l'Agriculture Administration des Eaux et Forêts Station de Recherches de Groenendaal 1945.
5. Đorđević P., *Pinus nigra* Arn. var. gočensis, n. var. Izdanje Ministarstva šuma i rudnika, Beograd 1931.
6. Engler A., Die natürlichen Pflanzenfamilien. 13 Band. Leipzig 1926.
7. Georgescu C., Studii phyto-geografice in basinul inferior al Vaii Cernei (Baile Herculane). Analele Institutului de cercetări și experimentație Forestieră. București 1934, str. 71-133.
8. Harlow W. M., The identification of the pines of the United States, native and introduced by needle structure. Bulletin of the New York State College of Forestry at Syracuse University 1931.
9. Huet M., Détermination de différentes espèces de pins par l'étude anatomique de l'aiguille. Bull. Soc. Centr. Forest. Belgique, No 2 i 3-4. Bruxelles 1933, str. 66-75, 107-139.
10. Kirchner, Loew i Schröter, Die Coniferen und Gnetaceen Mitteleuropas, Stuttgart 1906.
11. Mahlert A., Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungs - Aparates. Bot. Centralbl. XXIV. 1885. str. 54-59, 85-88, 118-122, 149-153, 180-185, 214-219, 243-249, 278-282, 310-312.
12. Pevalek I., Geobotanička i algološka istraživanja cretova u Hrvatskoj i Sloveniji. Rad Jugosl. akad. Knj. 230, str. 29-117. Zagreb 1925.
13. Ronniger K., Über den Formenkreis von *Pinus nigra* Arnold. Verh. zool.-bot. Ges. LXXIII. (1923). Wien 1924. str. 127-130.
14. Schwarz O., Über die Systematik und Nomenklatur der europäischen Schwarzkiefern. Notizblatt des Bot. Gartens zu Berlin-Dahlem XIII. Nr. 117, 1936, str. 226-243.
15. Zang W., Die Anatomie der Kiefernadel und ihre Verwendung zur systematischen Gliederung der Gattung *Pinus*. Dissert., Giessen 1904.

ZUSAMMENFASSUNG

Im ersten Teil des Beitrages ist die Literatur über die Nadelanatomie der Pinusarten kurz besprochen. Daraus ist ersichtlich, dass die Nadelanatomie auch bei der Systematik der Gattung *Pinus* immer mehr zur Geltung kommt.

Im zweiten Teil wird die Bedeutung der Nadelanatomie für die Bestimmung nahe verwandter Pinusarten dargelegt. Dabei handelt es sich um Fälle, wo die morphologischen Eigenschaften weniger deutlich sind, oder wo auf Grund von nur morphologischen Eigenschaften diese Arten voneinander schwer zu unterscheiden sind. Das ist der Fall bei den verwandten Arten von *Pinus halepensis* und *Pinus brutia*, die bloss auf Grund von sterilen Zweigen sehr schwer auseinanderzuhalten sind. Die Blattanatomie dagegen ermöglicht es auf unzweideutige Weise. Ich habe Exemplare von *Pinus hale-*

pensis aus Trsteno (bei Dubrovnik), Pelješac, Brač, Pag, Lošinj, Pazin und Pula, desgleichen *Pinus brutia* von den Inseln Lošinj und Brač untersucht. Unterschiede in der Nadelanatomie sind nicht in allen Elementen nachweisbar. Kleinere Unterschiede bestehen im Hypoderm und etwas grössere in der Breite und Höhe des Nadelquerschnittes (Tab. No. 1.), ferner in Form und Dicke der Zellmembranen der Scheide bei den Harzgängen. Der wichtigste Unterschied jedoch besteht darin, dass *Pinus halepensis* über dem Floem und unter den Xylem wie auch zwischen den Gefässbündeln keine Lagen von sklerenchymatischen Zellen aufweist, während bei *Pinus brutia* solche immer auftreten (Abb. No 5 und 6).

Der dritte Teil behandelt ein Beispiel, wo die Nadelanatomie bei der Bestimmung niederer systematischer Formen zur Anwendung gekommen ist. Auch der anatomische Bau der Nadeln von *Pinus montana* aus dem Moor in Borovje (Pohorje) und aus der Gegend von Kranjska Gora wurde untersucht. Beide Lokalitäten weisen Unterschiede in einigen Elementen des Nadelbaus auf. Ausser den übrigen unterscheidenden Merkmalen besteht ein bemerkenswerter Unterschied auch darin, dass *Pinus montana* aus dem Moor (Borovje) auf dem Nadelquerschnitt zwei, seltener eine Lage von sklerenchymatischen Zellen über dem Floem aufweist (Abb. 7), *Pinus montana* aus der Gegend von Kranjska Gora dagegen nur eine Lage (sehr selten tritt eine unvollständige Lage dieser Zellen auf). Ein ebenso grosser Unterschied besteht in der Breite der Nadeln. *Pinus montana* aus dem Moor hat breitere Nadeln als jener auf dem Kalkböden und Dolomit. Daraus folgere ich, dass es sich dabei nicht um eine und dieselbe Sippe von *Pinus montana* handeln kann. Da die Nadelanatomie der Sippen der *Pinus montana* noch nicht erforscht ist (nach der Literatur zu schliessen, die mir zur Verfügung stand), bin ich an die Bestimmung dieser Sippen auf Grund der äusseren Morphologie, das heisst an den Bau und an die Form der Zapfen herangetreten. Die Zapfen der *Pinus montana* aus dem Moor von Borovje entsprechen mehr der *Pinus montana* Mill. ssp. *pumilio* Haenke, wogegen die Zapfen der *Pinus montana* auf dem Kalkboden und Dolomit aus dem Gebiete von Kranjska Gora denjenigen von *Pinus montana* Mill. ssp. *mughus* Scop. vollkommen gleichen (Abb. No 8 und 9).

Aus den Ergebnissen dieses Beitrages ist zu ersehen, dass nicht nur naheverwandte Arten sondern auch kleinere systematische Sippen anatomisch gut unterscheidbar sind.

Dr. ing. DUŠAN KLEPAC

O ŠUMSKOJ PROIZVODNJI U FAKULTET-
SKOJ ŠUMI ZALESINI.

(LA PRODUCTION DANS LA FORÊT DE ZALESINA)

Sadržaj (Sommaire)

UVOD (Introduction)

I. OPĆENITO (Exposé général)

1. Općeniti podaci (Renseignements généraux)
2. Problematika (Problèmes)
3. Metoda rada (Méthode de travail)
4. Prva inventura pokusnih ploha i njihov opis (Premier inventaire et description des places d'essai)

II. DEBLJINSKI PRIRAST (L'accroissement en diamètre)

1. Metoda rada na terenu (Méthode du travail dans la forêt)
2. Metoda rada u laboratoriju (Méthode du travail dans le laboratoire)
3. Diskusija o dobivenim rezultatima (Discussion des résultats obtenus)

III. VRIJEME PRIJELAZA (Temps de passage)

1. Metoda izračunavanja (Méthode du calcul)
2. Primjena vremena prijelaza (Emploi du temps de passage)
 - a) Dob sjeće (L'âge d'exploitation)
 - b) Postotak plošnog prirasta (Taux d'accroissement sur la surface terrière)
 - c) Bonitiranje stojbine (Fertilité de la station)
 - d) Gospodarsko značenje vremena prijelaza (Temps de passage comme indication pour le traitement)

IV. PROIZVODNJA (Production)

1. Prliv stabala u sastojinu (Passage à la futaie)
2. Prirast drvne mase (Accroissement)

3. Obračun proizvodnje (*Calcul de la production*)
4. Razmatranje dobivenih rezultata (*Discussion des résultats obtenus*)
5. Pogreške izračunate proizvodnje (*Erreurs de la production calculée*)

V. ZAKLJUČAK (*Conclusion*)

VI. LITERATURA (*Littérature*)

Résumé et conclusion

UVOD (*Introduction*)

Šumarski odjel Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu dobio je na kraju 1950. godine za izvođenje nastavnih i naučno-istraživačkih radova 7.601,68 ha nizinskih šuma u Lipovljanim i 2.388,90 ha planinskih šuma u Zalesini.

I za jedne i za druge šume postoje uredajni elaborati. No kako za vrijeme rata nisu vodene kontrolne knjige, nemamo danas pravi uvid u *proizvodnu sposobnost* tih šuma. Radí toga je Zavod za uređivanje šuma Poljoprivredno-šumarskog fakulteta započeo istraživanja o tom pitanju u objema šumama.

Terenska istraživanja u šumariji Zalesini započeo sam u proljeće 1951. godine. Cilj tih istraživanja bio je:

1) da se na konkretnim primjerima izradi *metoda rada za određivanje šumske proizvodnje bušenjem stabala pomoću Presslerova svrdla*. To je toliko potrebniye, što u samoj nauci o uređivanju šuma nisu u tom smjeru raščišćena sva pitanja i što u našem uređivanju šuma ta metoda nije dovoljno poznata;

2) da se za jelu kao najrašireniju vrstu drveća u fakultetskoj šumariji Zalesini ustanovi *prosječna godišnja proizvodnja* (produkcija) na dviye tipične, dovoljno velike, pokusne plohe.

Razlog, da sam svoja istraživanja započeo prvo u Zalesini, leži u tome, što sam već prije, t. j. ljeti 1950. godine, proučavao debljinski prirast jele u šumama Gorskog Kotara na bazi biljnih zajednica, kako ih je utvrdio prof. dr. Ivo Horvat.

Ova istraživanja omogućio je Odbor za fakultetske šume, pa mu za to najljepše zahvaljujem.

Pri mojim radovima u fakultetskoj šumariji Zalesini ing. Josip Radošević, direktor Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog fakulteta, dao mi je vrlo korisne upute, pa mu za to najsrdačnije zahvaljujem.

Studentima šumarstva N. Spudiću i P. Prebježiću, koji su mi pomagali na terenu, također najljepša hvala*.

* Ova radnja predana je za štampu dne 21. VII. 1952. Zaključkom Vijeća Poljoprivredno-šumarskog Fakulteta u Zagrebu od 18. XII. 1952. ta je radnja prihvaćena kao habilitaciona rasprava.

I. OPĆENITO (*Exposé général*)

1. OPĆENITI PODACI (*Renseignements généraux*)

Šume u Zalesini, kao i dobar dio ostalih šuma u Gorskem Kotaru, pripadale su negda hrvatskim feudalcima Zrinskim i Frankopanima. No poslije pogibije Zrinskih i Frankopana godine 1671. njihove je posjede preuzeila Austrougarska. Na taj je način jedan dio naših šuma došao u ruke madarskog grofa Batchanya. Godine 1872. grof je Batchany prodao te šume njemačkom knezu Thurn-Taxisu, koji ih je uz manje i veće promjene posjedovao sve do godine 1944., kad su odredbom AVNOJA te šume postale općenarodnom imovinom. Rješenjem Predsjednika Vlade NR Hrvatske u 1950. godini jedan dio tih šuma, t. j. bivši revir Zalesina, predan je Šumarskom odjelu Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u nastavne i naučno-istraživačke svrhe.

Prvo uređivanje šuma u Zalesini započeto je na kraju prošlog stoljeća. Godine 1891. sastavljena je prva gospodarska osnova za period od 20 godina. Druga gospodarska osnova, odnosno revizija, sastavljena je godine 1911., s valjanosti do gospodarske godine 1930/31. Ta je osnova revidirana 1926. Poslije 1931. rādilo se na novom uređajnom elaboratu, ali taj zbog rata nije bio sastavljen.

»Šume revira Zalesina leže također u gorama Hrvatskog Kraša, i to na obroncima Vrh-Vodenjaka (923 m), Dedinskog vrha (1061 m) visoravni Kupjak (oko 784 m) i Skradskog vrha (1044 m), a prema Kupskoj i Kupičkoj dolini, u sredini prekinuto sa Kupjačkim vrhom (993 m). Najniža je točka toga revira kod Homera (236 m)« (Uredajni zapisnik gospodarske osnove za revir Zalesinu od 1926. god.).

Površina tih šuma iznosi 2.388,90 ha. Oko $\frac{3}{4}$ spomenute površine otpada na glineno, a oko $\frac{1}{4}$ na vapneno tlo. Glineno je tlo duboko, svježe i kiselo, a vapneno je tlo plitko, skeletno, skeletoidno i neutralno. Prvo je razvijeno na permokarbonskim naslagama, sastavljenim iz permokarbonskog pješčara, a drugo je razvijeno na tvrdim vapnencima i dolomitima.

Klima u fakultetskoj šumariji Zalesini je na prijelazu između kontinentalne i oceanske s ovim karakteristikama: »a) dugačka snježna zima, b) nagle i žestoke vremenske promjene, c) kratka vegetacijska perioda, d) niska prosječna godišnja temperatura, e) velika vlaga uzduha, f) snažni rani i kasni mrazevi i magle, g) obilje ekvinokcijskih oborina, h) maleni uzdušni tlak«. (FRANČIŠKOVIĆ, 1927., str. 416. i 417.).

Srednja godišnja temperatura iznosi $6,9^{\circ}\text{C}$. Od 1927. do 1940. zabilježen je apsolutni maksimum sa $34,4^{\circ}\text{C}$ u 1935. godini. U istom

vremenskom intervalu apsolutni minimum iznosio je — 32,0° C u 1932. godini.

Godišnje oborine dosežu 2.200 mm. Broj kišnih dana u godini kreće se oko 206, a broj je snježnih dana 58.

Zemlja je pokrivena snijegom 100 dana u godini. Samo u mjesecima lipnju, srpnju i kolovozu zemlja je potpuno bez snijega. U ostalim mjesecima tlo je pokriveno snijegom, i to kako slijedi: u siječnju i veljači 24 dana, u ožujku 16 dana, u travnju 5 dana, u svibnju i rujnu 0,5 dana, u listopadu 4, u studenom 6 i u prosincu 20 dana¹.

Prema uređajnom zapisniku gospodarske osnove od godine 1926. zalesinske su šume bile negda bukove prašume s većom ili manjom primjesom jele. Slično stanje šuma bilo je nekoć uglavnom u cijelom našem Gorskem Kotaru. No izgradnjom Lujzinske ceste (1809.) počela se u većoj mjeri sjeći bukva za drveni ugljen, koji je lakše podnosi transportne troškove do Rijeke nego jelova grada. Naravno, da je takav način sječe promijenio strukturu i smjesu šuma Gorskog Kotara, te je bio djelomice razlogom, da su nekadašnje bukove prašume postepeno pretvorene u mješovite sastojine jеле i bukve, pa čak i u čiste jelike. Osim toga ne treba zaboraviti, da su svojevremeno i šumari u Gorskem Kotaru favorizirali crnogoricu.

Danas u fakultetskoj šumariji Zalesini razlikujemo dvije tipične biljne zajednice. Jedno je acidofilna šuma jеле i rebrače (*Abieto-Blechnetum Horv.*). Drugo je bazifilno-neutrofilna šuma bukve i jеле (*Fagetum Abietetosum Horv.*). (HORVAT, 1950., str. 9). Prva dolazi na glinenom, a druga na vapnenom tlu. Šuma jеле i rebrače je na prijelazu između preborne i jednodobne strukture, što vidimo i po fotografiji br. 1 i po strukturi s obzirom na broj stabala (slika br. 2). Šuma jеле i bukve je uglavnom preborne strukture, što nam pokazuje fotografija br. 2 i struktura po broju stabala (slika br. 2).

Najraširenija je vrsta drveća u fakultetskoj šumariji Zalesini jela. No ističemo, da se danas na području te šumarije u čistim jelicima (biljna zajednica *Abieto-Blechnetum Horv.*) pojavljuje mnogo bukova podmlatka. To se vidi i u slike br. 2. Slična je pojava zapažena i u drugim šumama Gorskog Kotara, te se naslućuje, da se tu radi, možda, o prirodnoj izmjeni vrsta drveća (ŠAFAR, 1949., str. 423.).

¹ Navedeni su podaci sabrani u meteorološkoj stanci Ravna Gora, koja je udaljena oko 6 km od naših pokusnih ploha. Istim, da spomenuti podaci znače srednjake, koji su dobiveni za vremensko razdoblje od 1927.–1940. godine, a koje nam je Meteorološka uprava NR Hrvatske u Zagrebu stavila na raspolaganje.

Dne 25. VII. 1951. postavljena je na fakultetskom dobru u Zalesini posebna meteorološka stаница. Zbog prekratkog vremenskog razdoblja, otkad ta stаница radi, nisu se njeni podaci još mogli uzeti u obzir.



Fotografija br. 1.

Prva pokusna ploha »Tuški Laz« u šumariji »Zalesini« zagrebačkog Poljoprivredno-šumarskog Fakulteta. Šuma jele i rebrače (Abieto-Blechnetum Horv.). Nadmorska visina: 830 m. Ekspozicija: južna. Srednja godišnja temperatura: 6,9° C. Oborine: 2.200 mm godišnje. Tlo: glineno. Vrste drveća: Jela 0,96, Smreka 0,03, Bukva 0,01. Temeljnica: 45,6 m² po ha. Ukupna drvana masa: 600 m³ po ha. Prosječni godišnji prirast: 9,7 m³ jelovine po ha.

(Snimio dne 30. V. 1952. Dr. Klepac)

La première place d'essai dite »Tuški Laz« dans l'inspection des forêts de »Zalesina« de La faculté forestière de Zagreb. Abieto-Blechnetum (Horv.). Altitude: 830 m. Exposition: S. Température moyenne par an: 6,9° C. Pluviosité: 2.200 mm par an. Sol: silico-humifère. Essences: Sapin 0,96, Épicéa 0,03, Hêtre 0,01. Surface terrière: 45,6 m² par hectare. Volume total sur pied: 600 m³ par hectare. Accroissement annuel pour le sapin 9,7 m³ par hectare.

(Photo: Dr. Klepac)



Fotografija br. 2.

Druga pokusna ploha »Kupjački Vrh« u šumariji »Zalesini« zagrebačkog Poljoprivredno-šumarskog Fakulteta. Šuma bukve i jele (Fagetum Abietetosum Horv.). Nadmorska visina: 960 m. Ekspozicija: zapadna. Srednja godišnja temperatura: 6,9° C. Oboriné: 2.200 mm godišnje. Tlo: vapneno. Vrste drveća: Jela 0,74, Bukva 0,16, Gorski javor 0,09, Gorski brijest 0,01. Temeljnica: 41 m² po ha. Ukupna drvna masa: 430 m³ po ha. Prosječni godišnji prirast: 7,7 m³ jelovine po ha.

(Snimio dne 29. V. 1952. Dr. Klepac)

La seconde place d'essai dite »Kupjački Vrh«, dans l'inspection des forêts »Zalesina« de la faculté forestière de Zagreb. Fagetum Abietetosum Horv. Altitude: 960 m. Exposition: W. Température moyenne par an: 6,9° C. Pluviosité: 2.200 mm par an. Sol: calcaire. Essences: Sapin 0,74, Hêtre 0,16, Sycomore 0,09, Orme de montagne 0,01. Surface terrière 41 m² par hectare. Volume total sur pied: 430 m³ par hectare. Accroissement annuel pour le sapin: 7,7 m³ par hectare.

(Photo: Dr. Klepac)

2. PROBLEMATIKA (*Problèmes*)

Jedno je od najinteresantnijih i ujedno jedno od najvažnijih pitanja, koje nam se nameće u novim fakultetskim šumama Gorskog Kotara: »*Koliko godišnje prosječno prirašćuju šume u Zalesini?*»

Pored tog osnovnog problema uskrašavaju i ostala pitanja, koja su s time u vezi:

- a) *koliki je godišnji debljinski prirast za jelu kao glavnu vrstu drveća;*
- b) *kod koje prsne debljine kulminira prirast, t. j. kod koje dimenzije nastupa apsolutna zrelost;*
- c) *koja dob sječe odgovara apsolutnoj zrelosti.*

Da bismo riješili osnovni problem i da bismo ujedno odgovorili na ostala pitanja, koja su s time u vezi, izradili smo *posebnu metodu rada* služeći se pritom iskustvima francuskog i njemačkog uređivanja šuma. Princip te metode opisat ćemo ukratko u idućoj točki. U narednim poglavljima i točkama ove studije prikazat ćemo *specifičnosti* naše metode kako na terenu, tako i u laboratoriju.

3. METODA RADA (*Méthode de travail*)

Za ustanovljenje proizvodnje danas je općenito priznata kontrolna metoda kao najtočnija (SCHAEFFER, 1947., KNUCHEL, 1950.). No kad ne raspolažemo s dvije uzastopne inventure drvne mase ili kad je interval između dviju inventura tako kratak, da pogreške mjerjenja nisu u dopuštenoj proporciji s prirastom, onda nam ne preostaje drugo nego posegnuti za *Presslerovim* svrdlom i poslužiti se metodom uzoraka. Takav je slučaj kod nas u fakultetskoj šumariji Zalesini.

Kod metode uzoraka postoje dva načina, odnosno dvije mogućnosti. Prvi se način sastoji u tome, da se uzorci (izvrci) vade *Presslerovim* svrdlom sa stabala po cijeloj gospodarskoj jedinici, za koju se određuje proizvodnja, kako se to vrši u sadašnjem francuskom uređivanju šuma (FRANÇOIS, 1934.). Po drugom načinu vade se uzorci (izvrci) *Presslerovim* svrdlom samo sa stabala na unaprijed odabranim primjernim plohama.

Mi smo se odlučili za drugi način i to iz više razloga. Prvi i najvažniji razlog bila je metoda rada. Kako nas dosadašnja metoda rada s obzirom na potrebbni broj uzoraka, kao i s obzirom na druge neke momente, nije mogla zadovoljiti, trebalo je *izraditi i ispitati novu metodu rada*. Evidentno je, da se to može mnogo bolje postići na manjim površinama, kao što su pokusne plohe.

Kao drugi razlog za pokusne plohe navodimo to, što smatramo, da je bolje ustanoviti proizvodnju na nekoliko pokusnih ploha, što je moguće točnije, negoli istu približno odrediti za cijelu šumu.

Treći razlog, zbog kojeg smo se odlučili za pokusne plohe, bio je taj, što će nam one poslužiti i za druga istraživanja, koja se ne bi mogla tako precizno provesti na teritoriju cijele gospodarske jedinice.

Konačno kao četvrti razlog, koji govori u prilog pokusnih ploha navodimo još i to, što će nam spomenute plohe služiti i kao stalni demonstracijski objekti kod terenske nastave iz uređivanja šuma naročito s obzirom na primjenu kontrolne metode.

Imajući pred očima te razloge odabrali smo u fakultetskoj šumariji Zalesini dvije *dovoljno velike, tipične* pokusne plohe. Prva pokusna ploha obuhvata odjel VII, 4, b, »Tuški Laz«, a druga se pokusna ploha odnosi na odjel III, 2, f, »Kupjački Vrh«. Prva pokusna ploha ima prema gospodarskoj osnovi od 1926. godine površinu od 21,00 ha, a druga 11,70 ha. Prva je na glinenom, a druga na vapnenom tlu. Pokusna ploha »Tuški Laz« je reprezentant acidofilne šume jele i rebrače (Abieto-Blechnetum Horv.). Pokusna ploha »Kupjački Vrh« je predstavnik bazifilno-neutrofilne šume jele i bukve (Fagetum Abietetosum Horv.). I prva i druga pokusna ploha nalaze se na srednjem stojbinskom bonitetu za šumariju Zalesinu izuzevši 900 ha zaštitnih šuma.

Tako izabrane pokusne plohe služe nam kao objekt za istraživanje proizvodnje, i to prvo, *po metodi uzoraka izbušenih Presslerovim svrdlom* i drugo, *po kontrolnoj metodi*. Detaljni opis prve metode s rezultatima donosimo u ovoj studiji. Na prve rezultate kontrolne metode primorani smo čekati barem još 4–5 godina.

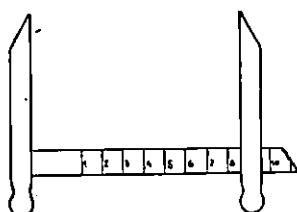
4. PRVA INVENTURA POKUSNIH PLOHA I NJIHOV OPIS

(*Premiers inventaires et description des places d'essai*)

Inventuru pokusnih ploha »Tuški Laz« i »Kupjački Vrh« izvršili smo u proljeće 1951. godine za vrijeme mirovanja vegetacije. Radi toga tu inventuru zovemo inventurom 1950. Inventura je izvršena na taj način, da su izmjereni prsni promjeri svih stabala iznad 12,5 cm p. p. Mjerjenje prsnih promjera izvršili smo pomoću dviju zaokružbenih promjeraka, koje je na naš prijedlog izradilo Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta. Slika br. 1 predočuje takvu zaokružbenu promjerku. Na toj zaokružbenoj promjerici nema centimetara nego su označeni samo brojevi 1, 2, 3,

4, ..., koji znače prvi, drugi, treći, četvrti ... debljinski stepen. To su ustvari petnaesti, dvadeseti, dvadeset i peti, trideseti ... debljinski stepeni, jer je prva crta na ravnalu promjerke udaljena od okomitog kraka promjerke 12,5 cm, a međusobni razmak pojedinih crta je 5 cm. No za radnika, koji mjeri prsne promjere stabala jednostavnije je izvikivati *jela jedan*, nego *jela petnaest*, jednostavnije je izvikivati *jela dva* nego *jela dvadeset* i t. d.

Pri mjerenu prsnih promjera svako smo stablo deblje od 12,5 cm p. p. označili zadiračem u prsnoj visini. Oznaka zadirača ima formu križa i ima dvostruku svrhu: prvo, da se označi mjesto, gdje je bila prislonjena promjerka radi iduće inventure i drugo, da se pojedino stablo dvaput ne mjeri ili da se ne izostavi. Kod mjerjenja prsnih promjera postupali smo na taj način, da je mjerac *najprije*



Sl. 1

napravio zadiračem križ na stablu, a nakon toga je prislonio ravnalu promjerke na sjecište križa i to tako, da su okomiti krakovi promjerke bili jednakoj udaljenosti od sjecišta križa. Tada je mjerac očitao debljinski stepen i javio voditelju manuala vrstu drveća i debljinski stepen (na pr. jela 8).

Ovaj postupak mjerjenja ovdje smo detaljno opisali radi toga, jer kod nove inventure treba primijeniti istu metodu rada, t. j. treba izvršiti mjerjenje prsnih promjera na *istom mjestu stabla, na isti način i istom promjerkom*, da bi se ustanovio prirast inventarizirane drvne mase kontrolnom metodom.

U tabeli br. 1 donijeli smo podatke prve inventure (1950.) za prvu pokusnu plohu »Tuški Laz«, a u tabeli br. 2 doneseni su podaci prve inventure (1950.) za drugu pokusnu plohu »Kupjački Vrh«.

Nakon inventure izvršili smo opis pokusnih ploha, koji je sadržan u tabelama br. 3 i br. 4. Taksacijski elementi u tabelama br. 3 i 4 rezultat su naših daljih mjerjenja i izračunavanja.

Strukture po broju stabala, po temeljnici i po drvnoj masi prikazane su grafikonima na slikama br. 2, br. 3 i br. 4. Radi bolje usporedbe struktura nismo se služili apsolutnim vrijednostima, nego smo posegnuli za relativnim veličinama.

Tabela 1

*Prva inventura 1950. na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21'00 ha**Premier inventaire 1950. dans la place d'essai de »Tuški Laz« de 21'00 ha*

Deblj. stepen, Catégorie de diamètre	Broj stabala — Nombre de tiges				Temeljnica u m ² — Surface terrière en m ²				Napomena Observation
	Jela Sapin	Smreka Épicéa	Bukva Hêtre	Ukupno Total	Jela Sapin	Smreka Épicéa	Bukva Hêtre	Ukupno Total	
1 (15 cm)	671	21	324	1016	11,87	0,37	5,73	17,97	
2 (20 cm)	504	19	117	640	15,83	0,60	3,67	20,10	
3 (25 cm)	454	18	28	500	22,29	0,88	1,37	24,54	
4 (30 cm)	563	22	5	590	39,80	1,56	0,35	41,71	
5 (35 cm)	815	39	2	856	78,40	3,75	0,19	82,34	
6 (40 cm)	854	34	1	889	107,35	4,27	0,13	111,75	
7 (45 cm)	800	22		822	127,20	3,50		130,70	
8 (50 cm)	743	22		765	145,85	4,32		150,17	
9 (55 cm)	751	19		770	178,44	4,51		182,95	
10 (60 cm)	324	7		331	91,60	1,98		93,58	
11 (65 cm)	158	3		161	52,43	0,99		53,42	
12 (70 cm)	70	2		72	26,94	0,77		27,71	
13 (75 cm)	31			31	13,70			13,70	
14 (80 cm)	8			8	4,02			4,02	
15 (85 cm)	2			2	1,13			1,13	
16 (90 cm)	2			2	1,27			1,27	
Ukupno — Total	6750	228	477	7455	918,12	27,50	11,44	957,06	
Na 1 ha — Par ha	321	11	23	355	43,72	1,31	0,54	45,57	

Inventura je izvršena u početku mjeseca marta 1951.
On a fait l'inventaire au début de mars en 1951.

Tabela 2

Prva inventura 1950. na pokusnoj plohi »Kupjački Urh« od 11'70 ha

Premier inventaire 1950. dans la place d'essai de »Kupjački Urh« de 11'70 ha

Deblj. stepen Catégorie de diamètre	Broj stabala - Nombre de tiges						Temeljnica u m ² - Surface terrière en m ²						Napomena Observation
	Jela Sapin	Smreka Épicéa	Bukva Hêtre	Gorski javor Sycomore	Gorski bri- jest i ostalo L'orme de montagne	Ukupno Total	Jela Sapin	Smreka Épicéa	Bukva Hêtre	Gorski javor Sycomore	Gorski bri- jest i ostalo L'orme de montagne	Ukupno Total	
1 (15 cm)	703	—	441	120	22	1286	12,44	—	7,80	2,12	0,39	22,75	
2 (20 cm)	692	2	409	157	22	1282	21,73	0,06	12,84	4,93	0,69	40,25	
3 (25 cm)	447	—	219	154	18	838	21,95	—	10,75	7,56	0,88	41,14	
4 (30 cm)	465	2	203	129	4	803	32,85	0,14	14,35	9,12	0,28	56,74	
5 (35 cm)	398	—	115	81	4	598	38,29	—	11,06	7,79	0,38	57,52	
6 (40 cm)	364	1	70	55	—	490	45,75	0,13	8,80	6,91	—	61,59	
7 (45 cm)	310	1	33	24	1	369	49,29	0,16	5,25	3,82	0,16	58,68	
8 (50 cm)	238	2	19	7	—	266	46,72	0,39	3,73	1,37	—	52,21	
9 (55 cm)	148	—	7	1	—	156	35,16	—	1,66	0,24	—	37,06	
10 (60 cm)	79	—	4	—	—	83	22,34	—	1,13	—	—	23,47	
11 (65 cm)	36	—	3	—	—	39	11,95	—	1,00	—	—	12,95	
12 (70 cm)	16	—	—	—	—	16	6,16	—	—	—	—	6,16	
13 (75 cm)	11	—	—	—	—	11	4,86	—	—	—	—	4,86	
14 (80 cm)	3	—	—	—	—	3	1,51	—	—	—	—	1,51	
15 (85 cm)	1	—	1	—	—	2	0,57	—	0,57	—	—	1,14	
16 (90 cm)	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
17 (95 cm)	1	—	—	—	—	1	0,71	—	—	—	—	0,71	
Ukupno - Total	3912	8	1524	728	71	6243	352,28	0,88	78,94	43,86	2,78	478,74	
Na 1 ha - Par ha	334	1	130	62	6	533	30,11	0,08	6,74	3,74	0,23	40,90	

Inventura je izvršena u početku mjeseca marta 1951.
On a fait l'inventaire au début de mars en 1951.

Tabela 3

Opis prve pokusne plohe »Tuški Laz«
La description de la première place d'essai dite »Tuški Laz«

1. Naziv pokusne plohe Nom de la place d'essai		Tuški Laz
2. Položaj plohe Situation de la place d'essai	a) Opći položaj Situation générale	Pokusna ploha Tuški Laz se nalazi u šumi Poljoprivredno-šumarskog fakulteta »Zalesini« u Gorskom Kotaru (N. R. Hrvatska) na $45^{\circ} 26'$ geografske širine i na $14^{\circ} 53'$ geografske dužine istočno od Greenwicha. La place d'essai dite Tuški Laz se trouve dans la forêt, qui appartient à La faculté forestière de Zagreb, en Croatie; latitude = $45^{\circ} 26'$, longitude = $14^{\circ} 53'$ à l'est de Greenwich.
	b) Mjesni položaj Situation locale	Pokusna ploha Tuški Laz je udaljena 55 km od Jadranskog Mora, t. j. od grada Rijeke, a 2 km od željezničke stanice Zalesine. La place d'essai dite Tuški Laz se trouve à 55 km du port de Rijeka sur la mèr Adriatique.
	c) Gospodarska oznaka Numéro de la parcelle	Odjel (parcelle) VII, 4, b.
3. Površina pokusne plohe Contenance de la place d'essai		21,00 ha
4. Edafski faktori Facteurs édaphiques		Glineno tlo, dosta duboko, vrlo kiselo. Sol silico-humifère, assez profond, très acide.
5. Topogr. faktori topo-graphiques	a) Nadmorska visina Altitude	800 — 860 m
	b) Ekspozicija Exposition	S
	c) Inklinacija Déclivité	8°

6. Klimatski faktori Climat	a) Srednja godišnja temperatura Température moyenne par an	6.9°C
	b) Srednja količina godišnjih oborina Pluviosité moyenne par an	2.200 mm
	c) Smjer glavnih vjetrova Vents	SW
7. Fitocenoloski elementi Végétation	a) Prizemno rašće Tapis herbacé	Blechnum spicant, Lycopodium annotinum, Lycopodium selago, Calamagrostis arundinacea, Hieracium murorum, Luzula nemorosa, Dicranum scoparium, Polytrichum attenuatum, Vaccinium myrtillus, Calluna vulgaris i dr.
	b) Grmlje Arbustes	Lonicera nigra, Sorbus aucuparia, Rubus idaeus i dr.
	c) Drveće Arbres	Jela (Sapin) 0'96, Smreka (Epicéa) 0'03, Bukva (Hêtre) 0'01.
8. Taksacijski elementi Caractéristiques du peuplement	a) Broj stabala po hektaru Nombre de tiges par hectare	Jela (Sapin) 321 + Smreka (Epicéa) 11 + Bukva (Hêtre) 23 = 355
	b) Temeljnica po hektaru Surface terrière par hectare	45'57 m ²
	c) Drvna masa po hektaru Volume sur pied par hectare	Jela (Sapin) 583'14 m ³ + Smreka (Epicéa) 15'42 m ³ + Bukva (Hêtre) 3'92 m ³ = 602'48 m ³ .
	d) Srednji prsni promjer Diamètre moyen	Jela (Sapin) 41'6 cm, Smreka (Epicéa) 39'1 cm, Bukva (Hêtre) 17'4 cm.
	e) Srednja visina kubno srednjeg stabla Hauteur moyenne	Jela (Sapin) 26'8 m, Smreka (Epicéa) 25'6 m, Bukva (Hêtre) 15'4 m
	f) Drvna masa kubno-srednjeg stabla Volume d'arbre moyen	Jela (Sapin) 1'81 m ³ , Smreka (Epicéa) 1'42 m ³ , Bukva (Hêtre) 0,17 m ³ .
	g) Bonitet stojbine Fertilité	Za jelu II. bonitet po Šurićevim drvnogromadnim tabelama; 14. Schaefferova tarifa. Pour le sapin cf. No 14. des Tarifs lents au diamètre (Schaeffer).

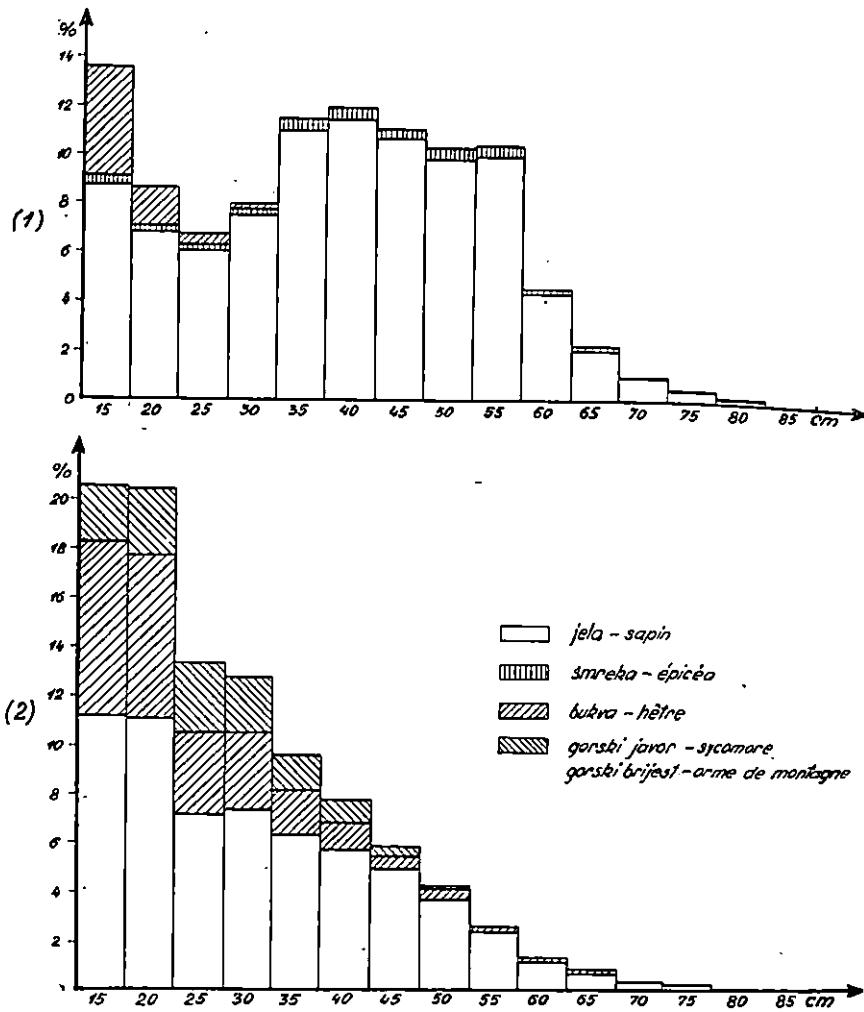
Tabela 4
Opis druge pokusne plohe »Kupjački Vrh«
La description de la deuxième place d'essai dite »Kupjački Vrh«

1. Naziv pokusne plohe Nom de la place d'essai		Kupjački Vrh
2. Položaj plohe Situation de la place d'essai	a) Opći položaj Situation générale	Pokusna ploha Kupjački Vrh nalazi se u šumi Poljoprivredno-šumarskog Fakulteta u »Zalesini« u Gorskom Kotaru (N. R. Hrvatska) na $45^{\circ} 25'$ geografske širine i na $14^{\circ} 52'$ geografske dužine istočno od Greenwicha. La place d'essai dite Kupjački Vrh se trouve dans la forêt, qui appartient à La faculté forestière de Zagreb, en Croatie; latitude = $45^{\circ} 25'$, longitude = $14^{\circ} 52'$ à l'est de Greenwich.
	b) Mjesni položaj Situation locale	Pokusna ploha Kupjački Vrh je udaljena 56 km od Jadranskog mora, t. j. od grada Rijeke, a 3 km od željezničke stanice Zalesine. La place d'essai dite Kupjački Vrh se trouve à 56 km de port Rijeka sur la mer Adriatique.
	c) Gospodarska oznaka Numéro de la parcelle	Odjel (parcelle) III, 2, f.
3. Površina pokusne plohe Contenance de la place d'essai		11.70 ha
4. Edafski faktori Facteurs édaphiques		Vapneno tlo, plitko i kamenito, neutralno. Sol calcaire, superficiel, rocheux, neutre.
5. Topogr. faktori Facteurs topographiques	a) Nadmorska visina Altitude	930 — 998 m
	b) Ekspozicija Exposition	W i djelomice SW W et en partie SW
	c) Inklinacija Déclivité	18°

6. Klimatski faktori Climat	a) Srednja godišnja temperatura Température moyenne par an	6.9°C
	b) Srednja količina godišnjih oborina Pluviosité moyenne par an	2.200 mm
	c) Smjer glavnih vjetrova Vents	SW
7. Fitocenološki elementi Végétation	a) Prizemno rašće Tapis herbacé	Ruscus hypoglossum, Cardamine bulbifera, Asperula odorata, Paris quadrifolia, Calaminta grandiflora, Omphalodes verna, Anemone nemorosa, Cyclamen europaeum, Polygonatum multiflorum, Hacquetia epipactis, Asarum europaeum, Prenantes purpurea, Aspidium aculeatum, A. filix mas, Sanicula europea, Arum maculatum.
	b) Grmlje Arbustes	Ilex aquifolium, Daphne laureola, Sambucus racemosa, Lonicera alpigena, Rhamous falax, Evonymus latifolius, Corylus Avellana.
	c) Drveće Arbres	Jela (Sapin) 0'74, Bukva (Hêtre) 0'16, Gorski javor (Sycomore) 0'09, Gorski brijest (Orme de montagne) 0'01.
8. Taksacijski elementi Caractéristiques du peuplement	a) Broj stabala po hektaru Nombre de tiges par hectare	Jela (Sapin) 334 + Smreka (Épicéa) 1 + Bukva (Hêtre) 130 + + Gorski javor (Sycomore) 62 + Gorski brijest (Orme de montagne) 6 = 533.
	b) Temeljnica po hektaru Surface terrière par hectare	40,90 m ² .
	c) Drvna masa po hektaru Volume sur pied par hectare	Jela (Sapin) 329'36 m ³ + Smreka (Épicéa) 0'84 m ³ + Bukva (Hêtre) 64'05 m ³ + Gorski javor (Sycomore) i Gorski brijest (Orme de montagne) 37'13 m ³ = 431'38 m ³ .
	d) Srednji prsnji promjer Diamètre moyen	Jela (Sapin) 33'9 cm, Bukva (Hêtre) 25'7 cm, Gorski javor (Sycomore) i Gorski brijest (Orme de montagne) 27'3 cm.
	e) Srednja visina kubno-srednjeg stabla Hauteur moyenne	Jela (Sapin) 21'6 m, Bukva (Hêtre) 19'7 m, Gorski javor (Sycomore) i Gorski brijest (Orme de montagne) 19'1 m.
	f) Drvna masa kubno-srednjeg stabla Volume d'arbre moyen	Jela (Sapin) 0'99 m ³ , Bukva (Hêtre) 0'49 m ³ , Gorski javor (Sycomore) i Gorski brijest (Orme de montagne) 0'55 m ³ .
	g) Bonitet stojbine Fertilité	Za jelu III. bonitet po Šurićevim drvnogromadnim tabelama; 12. Schaefferova tarifa. Pour le sapin cf. No 11 des Tarifs rapides au diamètre (Schaeffer).

Struktura po broju stabala na pokusnim ploham u „Tuškom Lazu“ (1) i „Kupjačkom Urhu“ (2)

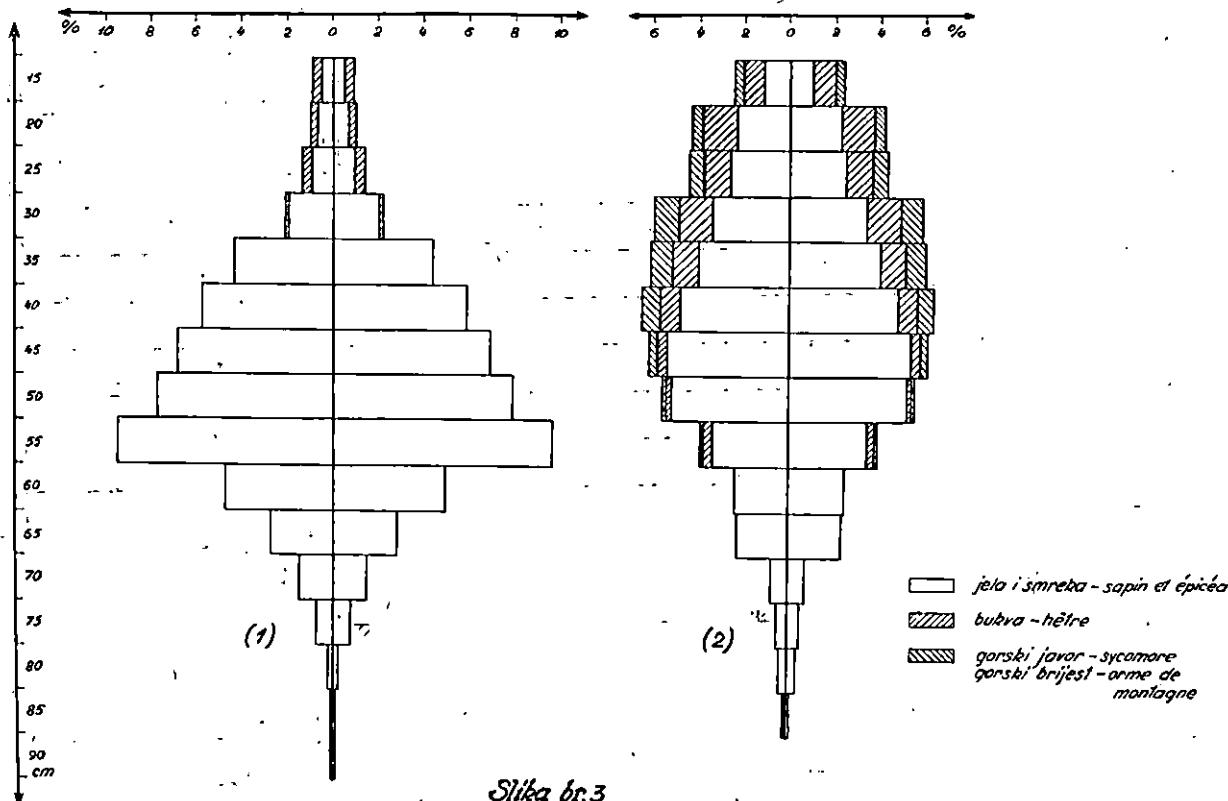
Gradation des nombres de tiges par catégories de diamètre dans les places d'essai „Tuški Laz“ (1) et „Kupjački Urh“ (2)



Služba br. 2

Struktura temeljnice na pokusnim plotama u Tuškom Lazu (1) i Kupjačkom Urhu (2)

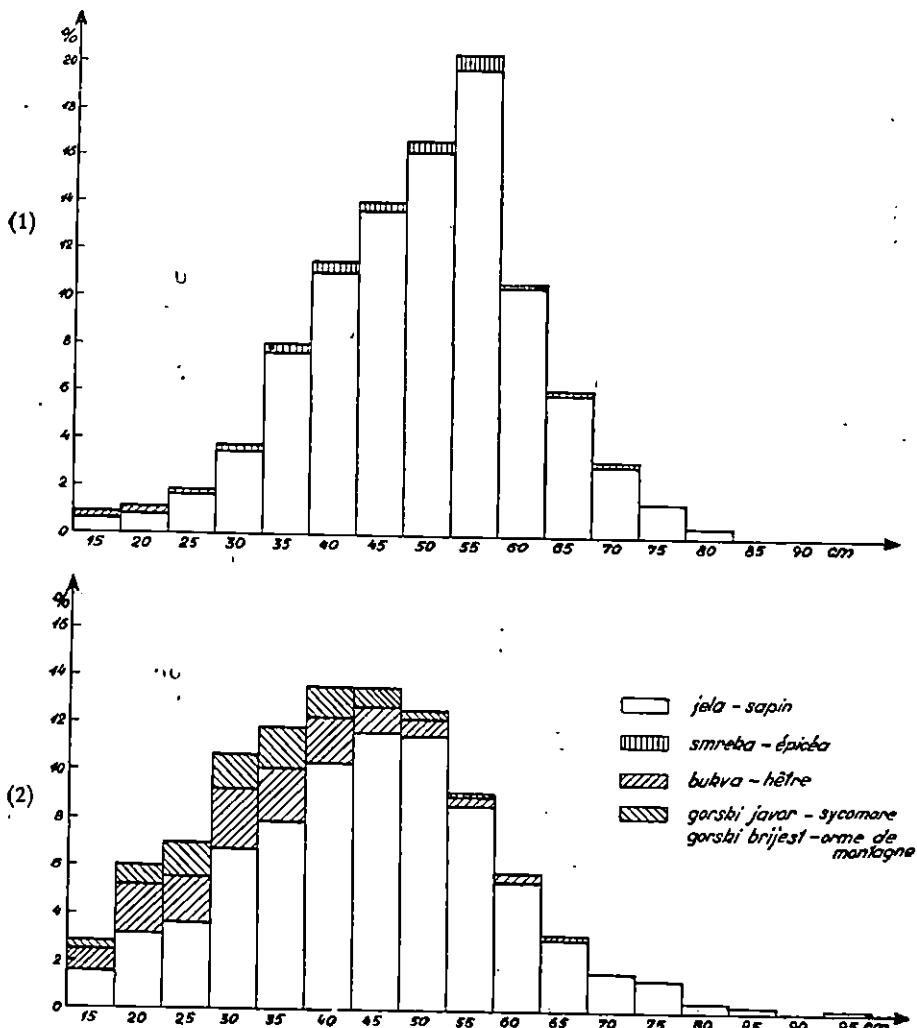
Répartition de la surface terrière par catégories de diamètre dans les places d'essai Tuški Laz (1) et Kupjački Urh (2)



Slika br.3

Struktura drvene mase na pokusnoj plohi Tuški Laz (1) i
Kupjacički Urh (2)

Répartition du volume par catégories de diamètre dans les places d'essai Tuški Laz (1) et Kupjacički Urh (2)



Slika br. 4

II. DEBLJINSKI PRIRAST

(*L'accroissement en diamètre*)

1. METODA RADA NA TERENU

(*Méthode du travail dans la forêt*)

Za vrijeme mirovanja vegetacije, a i na početku vegetacijske periode u 1951. uzimali smo uzorke (izvrtke) sa stabala pomoću *Presslerova* svrdla.

Na svim izvcima, koje smo izbušili na početku vegetacijske periode, ustanovili smo proljetni ili rani dio novoga goda, koji je bio vrlo mekan i jako vlažan, iako tek nekoliko desetina milimetara debeo. Istu smo činjenicu utvrdili i prošle godine (1950.) pri istraživanju debljinskog prirasta jele na Risnjaku. Ta je konstatacija od neobične važnosti, jer pobija tvrdnju, da se godišnji prirasti plaštivi stabala ne razvijaju do prsne visine stabla, što se kod nas dosada pripisivalo kao glavni nedostatak metodi određivanja prirasta pomoću uzorka izbušenih *Presslerovim* svrdlom (ŠURIĆ, 1933., str. 341.).

Uzorke smo uzimali *Presslerovim* svrdlom sa svih stabala, kojih je prsni promjer bio veći od 17,5 cm, jer smo taksacijsku granicu odabrali s 12,5 cm. Prema tome nam izvrci dugi 2,5 cm, koje smo izbušili sa stabala drugog debljinskog stepena (17,5–22,5 cm), daju individualni debljinski prirast za prvi debljinski stepen (12,5–17,5 cm).

Sa svakog je stabla izvađen samo jedan uzorak nešto dulji od 2,5 cm i to u prsnoj visini stabla, odnosno u onoj visini, gdje je bio prislonjen glavni krak promjerke kod mjerjenja prsnog promjera. Kod bušenja stabala nismo se držali određenog smjera, nego smo uzimali uzorke s različitih strana stabla to više, što smo gdjekad morali bušiti jedno stablo dvaput, pa čak i tri puta, da bismo dobili neprekinuti uzorak. To se naročito događalo kod tankih stabala s uskim i nejednolikim godovima.

Kod uzimanja uzorka nismo se držali ni *Françoisovih* (1934., str. 450.) ni *Tjurinovih* (po MILETIĆU, 1950., str. 152.) savjeta. Bušenje *Presslerovim* svrdlom uvijek s gornje strane stabla, kako to predlaže prvi autor, jest doduše, praktično, ali daje uvijek nešto preniske rezultate. Uzimanje uzorka s oba kraja prsnog promjera ili na svim krajevima unakrsnih promjera, kako to predlaže drugi autor, ekonomičnije je, ali nije tako pouzdano, kao kad se isti broj uzorka izvadi na isto tako velikom broju stabala.

Mi smo uzimali uzorke sa stabala pomoću *Presslerova* svrdla po principu slučajnosti i to tako, da smo najprije pokusnu plohu na nacrtu razdijelili na nekoliko paralelnih linija, koje su bile okomite na smjer slojnica. Zatim smo početne točke tih linija iskolčili na terenu i odredili njihov smjer pomoću Bésard busole. Sa svakog

stabla, koje je palo u vizuru takve linije, a koje je bilo deblje od 17,5 cm p. p., uzeli smo po jedan uzorak bez obzira na kvalitet stabla i bez obzira na njegov vanjski izgled. Pored toga smo vadili uzorke sa svih stabala debljih od 55 cm p. p., koja su pala u prugu široku 10 metara, t. j. 5 metara s lijeve i 5 metara s desne strane (vizure) linije. Tako smo postupali zbog toga, da bismo dobili dovoljan broj uzoraka s debljih stabala, a da bi kod toga bio zadovoljen princip slučajnosti. Pa i usprkos takvu postupku najdeblja nam stabla nisu pala u naše pruge. To je razumljivo. Treba samo pogledati tabelu br. 1 i 2. U tim tabelama se vidi, da u najjačim debljinskim stepenima ima na cijeloj plohi samo po nekoliko stabala. Radi toga smo nakon završenog bušenja po principu slučajnosti potražili najdeblja stabla i na njima izvadili uzorke, kako bismo dobili što točniji uvid u debljinski priраст i njegovu kulminaciju.

U dosadanjoj uredajnoj literaturi nismo mogli naći podatke o varijabilnosti debljinskog prirasta. Prema tome nismo mogli unaprijed odrediti, koliki bi broj uzoraka trebalo uzeti za neku točnost rada. Sto se tiče broja uzoraka za određivanje prirasta, dani su u literaturi, koja nam je poznata, samo empirijski podaci.

Schaeffer, Gazin i D'Alverny (1930., str. 35.) kažu: »Broj izvrtaka treba da je dovoljno velik (100 do 200), da bi se mogao odrediti srednjak u debljinskom stepenu ili razredu.«

Fourcaud (1933., 350) je pri svojim istraživanjima prirasta u šumi »La Vallée d'Aure« uzimao za svaki debljinski stepen širine od 5 cm oko 30 uzoraka sa 30 stabala.

François (1934., 448) daje podatke o potrebnom broju uzoraka s obzirom na površinu šume, u kojoj se istražuje priраст. Za šumu manju od 75 ha treba prema njemu izbušiti 150 izvrtaka; za šumu površine od 75–150 ha treba uzeti 2 izvrtka po jednom hektaru; za šumu veću od 150 ha valja izvaditi 1,5 izvrtak po hektaru. Na temelju tih podataka određuje se globalni broj uzoraka za cijelu šumu, a taj se onda raspoređuje na pojedine odjele proporcionalno prema broju stabala.

Usporedimo li prijedloge naprijed spomenutih autora, vidimo, da se oni ne podudaraju. Osim toga, spomenuti autori ne navode, kojoj točnosti odgovara odnosni broj uzoraka.

Radi toga smo odlučili uzeti veliki broj uzoraka na objema pokušnim plohama, da bismo s jedne strane što uspešnije riješili postavljene probleme i da bismo s druge strane ustanovili varijabilitet debljinskog prirasta. Iz varijabiliteta debljinskog prirasta može se onda izračunati, koliki je broj uzoraka potreban za određenu točnost rada.

Na pokušnoj plohi »Tuški Laz« vadili smo uzorke ne samo s jelovih nego i sa smrekovih i bukovih stabala. Bušenje bukovih stabala u »Tuškom Lazu« uz zнатне teškoće ipak nam je pošlo za rukom, jer na toj plohi nema debelih bukovih stabala (vidi tabelu br. 1).

Na pokusnoj plohi »Kupjački Vrh« morali smo odustati od bušenja listača, jer nam je kod debljih stabala pucalo svrdlo. To je bio razlog, da smo se u »Kupjačkom Vrhu« ograničili samo na istraživanje proizvodnje za jelu.

Broj uzoraka, koji smo uzeli u jednoj i drugoj pokusnoj plohi prikazan je u tabeli br. 5.

Tabela br. 5

Vrsta drveća <i>Essence</i>	Broj uzoraka (izvrtaka) <i>Nombre de sondages</i>		
	na pokusnoj plohi »Tuški Laz« <i>dans la place d'essai de "Tuški Laz"</i>	na pokusnoj plohi »Kupjački Vrh« <i>dans la place d'essai de "Kupjački Vrh"</i>	Ukupno <i>Total</i>
Jela <i>Sapin</i>	584	466	1050
Smreka <i>Epicéa</i>	146	—	146
Bukva <i>Hêtre</i>	46	—	46
Ukupno <i>Total</i>	776	466	1242

U šumi, t. j. na terenu bilo je vrlo teško, a gdjekad i nemoguće čitati godove na svježim uzorcima. Radi toga smo na izvcima odmjerili dužinu od 2,5 cm počevši od kore, odnosno od kraja prošlogodišnjeg goda², da bismo kasnije ustanovili usuh izvrtka. Svaki je izvrtak bio zamotan u posebni papirić, na koji smo upisali naziv pokusne plohe, vrstu drveća i debljinski stepen stabla, s kojeg je izvrtak uzet.

2. METODA RADA U LABORATORIJU

(*Méthode du travail dans le laboratoire*)

Rad u laboratoriju sastoji se od analize uzoraka. Na svakom smo izvrtku očitali broj godova na duljini od 2,5 cm počevši od kore. Kod izvrtaka izbušenih za vrijeme vegetacijske periode nismo uzeli u obzir započeti dio novog goda. Godove smo brojili pomoću specijalnog užlijeblijenog ravnala s milimetarskom podjelom i najma-

² To vrijedi za one izvrtke, koji su bili izbušeni u toku vegetacijske periode.

njim dijelom od 0,5 mm. Kod jeli i smreke čitanje godova nije nam zadavalo teškoće, no kod bukve je to bilo vrlo teško, pa gdjekad i nesigurno.

Broj godova na izvrtku duljine od 2,5 cm zovemo *individualnim vremenom prijelaza*. To je broj godina, koji je potreban, da je neko stablo povećalo svoj prsnji promjer za 5 cm.

Kad smo analizirali sve jelove izvrtke s pokusne plohe »Tuški Laz«, tada smo prešli na sortiranje individualnih vremena prijelaza. To je izvršeno na taj način, da smo u tabelu br. 6 uvrstili individualna vremena prijelaza u odnosne debljinske stepene. U tabeli br. 6, kao i u ostalim tabelama, (T_d) znači individualno vrijeme prijelaza u debljinskom stepenu (d). Istočemo, da je (T_d) ustanovaljeno na izvrcima izbušenim sa stabala debljinskog stepena ($d + 5$). Naravno, da to isto vrijedi i za debljinski prirast (Z_d).

Iz individualnih vremena prijelaza izračunali smo individualne prosječne godišnje debljinske priraste (Z_d) po formuli (1).

$$Z_d = \frac{50}{T_d} \quad (1)$$

Radi lakšeg i bržeg obračuna, a na temelju toga, što smo ustavili, da se broj godova na izvrtku duljine od 2,5 cm stalno ponavlja u intervalu od popriliči 3–60, konstruirali smo tabelu br. 6a. Pomoću te tabele odmah očitavamo individualne prosječne godišnje debljinske priraste (Z_d) za odnosna vremena prijelaza (T_d). Individualni prosječni godišnji debljinski prirasti uneseni su također u tabelu br. 6.

Na isti smo način postupili kod smreke (vidi tabelu br. 7) i kod bukve (vidi tabelu br. 8) na pokusnoj plohi u »Tuškom Lazu«, kao i kod jeli na pokusnoj plohi u »Kupjačkom Vrhu« (vidi tabelu br. 9).

Iz individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta izračunali smo za svaki debljinski stepen prosječni godišnji debljinski prirast (m) po formuli (2), u kojoj (n) znači broj uzoraka u odnosnom debljinskom stepenu.

$$m = \frac{\sum Z_d}{n} \quad (2)$$

Izračunavši prosječne godišnje debljinske priraste po debljinskim stepenima od 5 cm za jelu, smrek i bukvu u »Tuškom Lazu« i za jelu u »Kupjačkom Vrhu«, prešli smo na izračunavanje najglavnijih statističkih veličina debljinskog prirasta. Te su veličine: standardna devijacija [srednji kvadratni otklon (σ)], koeficijent varijacije (v), srednja pogreška aritmetičke sredine (f_m) i mjera točnosti (P). Spomenute su veličine izračunate za svaki debljinski stepen posebno tretirajući ga samostalno.

Da bismo izbjegli kvadriranje individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta, što je nužno za određivanje standardne devijacije, sastavili smo tabelu br. 10. Pomoću nje očitavamo odmah kvadrate individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta

Tabela 6

Individualno vrijeme prijelaza i individualni prosječni godišnji deblijinski prirast za jelu na pokusnoj plohi »Tuški Lazu od 21,00 ha.

Le temps de passage individuel et l'accroissement individuel en diamètre par an pour le sapin dans la place d'essai « Tuški Laz » de 21,00 ha.

accepte également l'interprétation de ses propres séances à propos des propriétés de bois (réactifitaires) sur les sols ligneux du régime avec la sériette de Gravelin

Tabela 6a

$$Zd = \frac{50}{Td}$$

Td	Zd	Td	Zd	Td	Zd	Td	Zd	Td	Zd	Td	Zd	<i>Td</i>	<i>Zd</i>
2°		8°	6°250	14°	3°571	20°	2°500	26°	1°925	40°	1°250		
1		1	6°172	1	3°546	4	2°487	1	1°945	5	1°254		
2		2	6°097	2	3°521	2	2°475	2	1°908	10	1°219		
3		3	6°024	3	3°496	3	2°463	3	1°901	15	1°204		
4		4	5°952	4	3°472	4	2°450	4	1°893	20	1°190		
5		5	5°882	5	3°448	5	2°449	5	1°886	25	1°176		
6		6	5°813	6	3°424	6	2°427	6	1°879	30	1°162		
7		7	5°747	7	3°401	7	2°415	7	1°872	35	1°149		
8		8	5°681	8	3°378	8	2°403	8	1°865	40	1°136		
9		9	5°617	9	3°355	9	2°392	9	1°856	45	1°123		
3°	16°666	9°	5°555	15°	3°335	24°	2°380	27°	1°851	45°	1°111		
1	16°429	1	5°494	1	3°311	4	2°369	1	1°845	55	1°098		
2	15°625	2	5°434	2	3°289	2	2°358	2	1°838	60	1°086		
3	15°151	3	5°374	3	3°267	3	2°347	3	1°831	65	1°075		
4	14°705	4	5°319	4	3°246	4	2°336	4	1°824	70	1°063		
5	14°285	5	5°263	5	3°225	5	2°325	5	1°818	75	1°052		
6	13°888	6	5°208	6	3°205	6	2°314	6	1°811	80	1°044		
7	13°512	7	5°154	7	3°184	7	2°304	7	1°805	85	1°030		
8	13°157	8	5°102	8	3°164	8	2°293	8	1°798	90	1°020		
9	12°820	9	5°050	9	3°144	9	2°283	9	1°792	95	1°010		
4°	12°500	10°	5°000	16°	5°425	22°	2°272	28°	1°785	50°	1°000		
1	12°195	1	4°950	1	3°105	4	2°262	4	1°779	5	0°990		
2	11°904	2	4°904	2	3°086	2	2°252	2	1°773	10	0°980		
3	11°627	3	4°854	3	3°067	3	2°242	3	1°766	15	0°970		
4	11°363	4	4°807	4	3°048	4	2°232	4	1°760	20	0°961		
5	11°111	5	4°761	5	3°030	5	2°222	5	1°754	25	0°952		
6	10°869	6	4°716	6	3°012	6	2°212	6	1°748	30	0°943		
7	10°638	7	4°672	7	2°994	7	2°202	7	1°742	35	0°934		
8	10°416	8	4°629	8	2°976	8	2°192	8	1°736	40	0°925		
9	10°204	9	4°587	9	2°958	9	2°183	9	1°730	45	0°917		
5°	10°000	11°	4°545	17°	2°941	25°	2°173	29°	1°724	55°	0°909		
1	9°803	1	4°504	1	2°913	1	2°164	1	1°718	55	0°900		
2	9°615	2	4°464	2	2°896	2	2°155	2	1°712	60	0°892		
3	9°433	3	4°424	3	2°880	3	2°145	3	1°706	65	0°884		
4	9°259	4	4°385	4	2°873	4	2°136	4	1°700	70	0°877		
5	9°090	5	4°347	5	2°857	5	2°127	5	1°694	75	0°869		
6	8°928	6	4°310	6	2°840	6	2°118	6	1°689	80	0°862		
7	8°771	7	4°273	7	2°824	7	2°109	7	1°683	85	0°854		
8	8°620	8	4°237	8	2°809	8	2°100	8	1°677	90	0°847		
9	8°474	9	4°201	9	2°793	9	2°092	9	1°672	95	0°840		
6°	8°333	12°	4°166	18°	2°777	24°	2°083	30°	1°666	60°	0°835		
1	8°196	1	4°132	1	2°762	4	2°074	5	1°639				
2	8°064	2	4°098	2	2°747	2	2°066	10	1°612				
3	7°936	3	4°065	3	2°732	3	2°057	15	1°587				
4	7°812	4	4°032	4	2°717	4	2°049	20	1°562				
5	7°692	5	4°000	5	2°702	5	2°040	25	1°538				
6	7°575	6	3°968	6	2°688	6	2°032	30	1°515				
7	7°462	7	3°937	7	2°673	7	2°024	35	1°492				
8	7°352	8	3°906	8	2°659	8	2°016	40	1°470				
9	7°246	9	3°875	9	2°645	9	2°008	45	1°449				
7°	7°142	13°	3°846	19°	2°634	25°	2°000	35°	1°428				
1	7°042	4	3°816	1	2°617	4	1°992	55	1°408				
2	6°944	2	3°787	2	2°604	2	1°984	60	1°388				
3	6°849	3	3°759	3	2°590	3	1°976	65	1°369				
4	6°756	4	3°731	4	2°577	4	1°968	70	1°354				
5	6°666	5	3°703	5	2°564	5	1°960	75	1°333				
6	6°576	6	3°676	6	2°551	6	1°953	80	1°315				
7	6°493	7	3°649	7	2°538	7	1°945	85	1°298				
8	6°410	8	3°623	8	2°515	8	1°937	90	1°281				
9	6°329	9	3°597	9	2°512	9	1°930	95	1°265				

Tabela 7

*Individualno vrijeme prijelaza i individualni prosječni godišnji debljinski prirast za smreku
na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha.*

Le temps de passage individuel et l'accroissement individuel en diamètre par an pour l'épicéa dans la place d'essai »Tuški Laz« de 21,00 ha.

20 (17,5-22,5)	25 (22,5-27,5)	30 (27,5-32,5)	35 (32,5-37,5)	40 (37,5-42,5)	45 (42,5-47,5)	50 (47,5-52,5)	55 (52,5-57,5)	60 (57,5-62,5)	65 (62,5-67,5)	70 (67,5-72,5)	Opozicija Observations
T ₁₅	Zd ₁₅	T ₂₀	Zd ₂₀	T ₂₅	Zd ₂₅	T ₃₀	Zd ₃₀	T ₃₅	Zd ₃₅	T ₄₀	Zd ₄₀
36 1.388	8 6.250	19 2.631	19 2.631	20 2.500	5,5 9.090	9 5.555	18,5 2.702	11 4.545	13 3.846	8 6.250	
18,5 2.702	20 2.500	20 2.500	18 2.777	29 1.724	27 1.651	9,5 5.263	19,8 2.525	17,5 2.837	11 4.545		
26,2 1.908	18 2.777	16 3.125	19,2 2.604	20,2 2.479	16 3.125	24 2.083	9,5 5.263	10,1 4.950	8 6.250		
24 2.083	13,5 3.703	32 1.562	27 1.851	19,5 4.761	8 6.250	14 3.571	13 3.846	11 4.545	1-32 I-14,687		
29 1.724	19 2.631	9 5.555	11 4.545	14 3.571	23 2.173	24 2.083	16,5 3.012	I-49,6 I-16,897			
31 1.612	26,5 1.886	15 3.333	18,4 3.246	8,6 5.813	12,6 3.968	12 4.166	20 2.500				
21 2.380	22,5 2.222	12,6 3.968	12 4.166	16,5 3.030	7,6 6.578	21,5 2.325	24 2.380				
35 1.428	24 2.083	12,5 4.000	22,5 2.222	12 4.166	17 2.941	21 2.380	6,5 4.111				
16 3.125	13,5 3.225	12,1 4.132	18 3.333	18 2.777	20 2.500	13,5 3.703	10,5 4.761				
19 2.631	I-16,70 I-22,77	7,5 6.666	14 3.571	10 5.000	20 2.500	14,2 3.521	11 4.545				
I-25,5 I-20,981		15 3.333	18 2.777	4,5 11,111	10,5 4.761	20,6 2.427	12,5 4.000				
		12,5 4.000	13 3.846	11 4.545	8,1 6.172	22,5 2.222	13,1 3,311				
-I-0,38 I-4,805		16,5 3.030	23,5 2.127	9,8 5,102	17 2.941	11,2 4,464					
		7,6 6.578	6,5 7,692	14 3.571	21 2.380	16,1 3,105					
		16,5 3.030	11 4.545	10 5.000	I-33,5 I-3,703	17,5 2.837					
		9 5.555	8,8 5,681	7,6 6.578	I-25,7 I-48,323	20 2.500					
		8 0,250	15 3,333	4,6 10,869		20 2.500					
		11,5 4,347	9,5 5,263	17 2.941		29 1,724					
		20 2.500	8,6 5,813	20 2.500		24 2,083					
		16,2 3,086	11 4,545	12,5 4,000		I-33,3 I-5,105					
		16 3,125	19 2.631	19 2.631							
		15,8 3,164	10 5,000	I-289,8 I-93,104							
		17,6 2,840	I-29,2 I-98,703								
		19 2,481									
		16 3,125									
		16,5 3,030									
		16 3,125									
		27 1,851									
		I-47,8 I-10,444									

Tabelino: 16 komada učenata (čvorova) sa 465 senečnih stabala.

On a pris 16 cigarette de bois (échantillons) sur les 16 tiges dépicées avec la partie de dresser.

Tabela 8

*Individualno vrijeme prijelaza i individualni prosječni godišnji debljinski
prirost za bukvu na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha.*

*Le temps de passage individuel et l'accroissement individuel en diamètre par an
pour le hêtre dans la place d'essai »Tuški Laz« de 21,00 ha.*

20 (17,5 - 22,5)		25 (22,5 - 27,5)		30 (27,5 - 32,5)		Opaska Observations
T ₁₅	Zd ₁₅	T ₂₀	Zd ₂₀	T ₂₅	Zd ₂₅	
15	3,333	15	3,333	18	2,777	
18	2,777	20	2,500	23	2,173	
22	2,272	14	3,571	25	2,000	
13	3,846	15	3,333	23	2,173	
21	2,380	24	2,083	12	4,166	
23	2,173	23	2,173	$\Sigma=101$	$\Sigma=13,289$	
15	3,333	19	2,631			
17	2,941	18	2,777			
10	5,000	14	3,571			
19	2,631	23	2,173			
17	2,941	21	2,380			
16	3,125	15	3,333			
25	2,000	22	2,272			
17	2,941	23	2,173			
21	2,380	13	3,846			
15	3,333	20	2,500			
17	2,941	$\Sigma=299$	$\Sigma=44,649$			
15	3,333					
27	1,851					
15,5	3,225					
20	2,500					
22	2,272					
15	3,333					
20	2,500					
19	2,631					
$\Sigma=4545$						
$\Sigma=71,992$						

Izbijeno 46 komada učinaka (izvrtaka) sa 46
bukovih stabala.

On a pris 46 échantillons de bois (échantillons) sur
les 46 tiges d'hêtre avec la tarière de fessier

Tabela 9

Individualno vrijeme prijelaza i individualni prosječni godišnji debljinski prirast za jelu na pokušnoj plohi »Kupjački Urhe od 11,70 ha.

Le temps de passage individuel et l'accroissement individuel en diamètre par an pour le sapin dans la place d'essai «Kubiatki Urba» de 11,70 ha

tabac 465 herbes utiles (intoxicantes) 50 465 plantes médicinales.
Tabac à Paris 466 cigarettes de bois (échantillons) sur les 465 lignes du rapport avec la lardière de Breslau

Tabela 10

$$Z^2 d = \left(\frac{50}{Td} \right)^2$$

Td	$Z^2 d$	Td	$Z^2 d$	Td	$Z^2 d$	Td	$Z^2 d$	Td	$Z^2 d$	Td	$Z^2 d$
20		80	39'062	140	12'752	200	6'250	260	3'697	400	1'562
1	1	38'093	1	12'574	1	6'485	1	3'667	5	1'522	
2	2	37'173	2	12'597	2	6'126	2	3'640	10	1'486	
3	3	36'286	3	12'222	3	6'066	3	3'613	15	1'449	
4	4	35'426	4	12'054	4	6'002	4	3'583	20	1'416	
5	5	34'597	5	11'888	5	5'948	5	3'557	25	1'383	
6	6	33'791	6	11'723	6	5'890	6	3'530	30	1'350	
7	7	33'028	7	11'566	7	5'832	7	3'504	35	1'320	
8	8	32'273	8	11'410	8	5'774	8	3'478	40	1'290	
9	9	31'550	9	11'256	9	5'721	9	3'452	45	1'261	
30	277'755	90	30'856	150	44'408	210	5'664	270	3'416	450	1'234
1	260'144	1	30'484	1	10'962	1	5'612	1	3'404	55	1'205
2	244'140	2	29'528	2	10'847	2	5'560	2	3'378	60	1'179
3	229'552	3	28'901	3	10'673	3	5'508	3	3'352	65	1'155
4	216'237	4	28'291	4	10'536	4	5'456	4	3'327	70	1'130
5	204'061	5	27'699	5	10'400	5	5'405	5	3'305	75	1'106
6	192'876	6	27'123	6	10'272	6	5'354	6	3'279	80	1'083
7	182'601	7	26'563	7	10'137	7	5'308	7	3'258	85	1'060
8	173'106	8	26'050	8	10'010	8	5'257	8	3'232	90	1'040
9	164'352	9	25'502	9	9'864	9	5'212	9	3'211	95	1'020
40	156'250	100	25'000	160	9'765	220	5'162	280	3'186	500	1'000
1	148'716	1	24'502	1	9'644	1	5'116	1	3'164	5	0'980
2	141'705	2	24'019	2	9'523	2	5'071	2	3'143	10	0'960
3	135'187	3	23'564	3	9'404	3	5'026	3	3'118	15	0'940
4	129'117	4	23'407	4	9'290	4	4'981	4	3'097	20	0'923
5	123'454	5	22'667	5	9'180	5	4'937	5	3'076	25	0'906
6	118'155	6	22'240	6	9'072	6	4'892	6	3'055	30	0'889
7	113'167	7	21'827	7	8'964	7	4'848	7	3'034	35	0'872
8	108'493	8	21'427	8	8'856	8	4'804	8	3'013	40	0'855
9	104'421	9	21'040	9	8'749	9	4'765	9	2'992	45	0'840
50	100'000	150	20'657	170	8'649	230	4'721	290	2'972	550	0'826
1	96'096	1	20'286	1	8'545	1	4'686	1	2'951	55	0'810
2	92'448	2	19'927	2	8'444	2	4'644	2	2'930	60	0'795
3	88'981	3	19'571	3	8'352	3	4'601	3	2'910	65	0'781
4	85'729	4	19'228	4	8'254	4	4'562	4	2'890	70	0'769
5	82'628	5	18'906	5	8'162	5	4'524	5	2'869	75	0'755
6	79'709	6	18'576	6	8'065	6	4'485	6	2'852	80	0'745
7	76'930	7	18'258	7	7'975	7	4'447	7	2'832	85	0'732
8	74'804	8	17'932	8	7'890	8	4'410	8	2'812	90	0'717
9	71'806	9	17'648	9	7'800	9	4'376	9	2'795	95	0'705
60	69'456	120	17'355	180	7'111	240	4'358	300	2'775	600	0'693
1	67'174	1	17'076	1	7'028	1	4'304	5	2'686		
2	65'028	2	16'793	2	7'546	2	4'268	10	2'598		
3	62'900	3	16'524	3	7'463	3	4'231	15	2'518		
4	61'027	4	16'257	4	7'382	4	4'198	20	2'439		
5	59'166	5	16'000	5	7'300	5	4'161	25	2'365		
6	57'360	6	15'745	6	7'215	6	4'129	30	2'295		
7	55'681	7	15'500	7	7'144	7	4'096	35	2'226		
8	54'051	8	15'256	8	7'070	8	4'064	40	2'160		
9	52'354	9	15'015	9	6'996	9	4'032	45	2'099		
To	51'008	130	14'794	190	6'922	250	4'000	350	2'039		
1	49'589	1	14'561	1	6'848	1	3'968	5	1'982		
2	48'219	2	14'341	2	6'780	2	3'936	10	1'926		
3	46'904	3	14'150	3	6'708	3	3'902	15	1'874		
4	45'643	4	13'920	4	6'640	4	3'873	20	1'828		
5	44'435	5	13'712	5	6'574	5	3'841	25	1'776		
6	43'270	6	13'513	6	6'507	6	3'814	30	1'729		
7	42'159	7	13'345	7	6'441	7	3'783	35	1'684		
8	41'086	8	13'126	8	6'375	8	3'752	40	1'643		
9	40'056	9	12'938	9	6'310	9	3'724	45	1'600		

Tabela 11

Suma kvadrata individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta za jelu na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha.

Somme des carrés des accroissement individuels en diamètre pour le sapin dans la place d'essai »Tuški Laz« de 21,00 ha.

20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	$\Sigma Z^2 d$			
(195-22,5 cm)	(22,5-25,5 cm)	(25,5-28,5 cm)	(28,5-32,5 cm)	(32,5-36,5 cm)	(36,5-40,5 cm)	(40,5-44,5 cm)	(44,5-48,5 cm)	(48,5-52,5 cm)	(52,5-56,5 cm)	(56,5-60,5 cm)	(60,5-64,5 cm)	(64,5-68,5 cm)	(68,5-72,5 cm)	(72,5-76,5 cm)	(76,5-80,5 cm)			
75	22,5	25	28	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50	52,5	55	57,5			
35	2,935	28	1,056	79	22,522	71	24,677	81	4,346	6	55,028	12	7,774	6	65,588	15	21,647	
41	1,650	34	2,650	77	8,459	24	6,550	16	12,758	12	9,785	14	12,758	30	2,775	10	5,308	
39,5	4,600	38	1,730	78	2,771	41	22,697	49	9,922	13	6,791	20	6,850	24	3,537	5	17,335	
25,5	1,847	42	7,357	40	19,222	22,5	16,626	16	12,729	15	11,128	13	14,791	10	7,777	7	6,649	
51	11,000	22	5,162	79	44,658	10	10,580	10	7,755	10	10,580	12	10,580	13	10,580	20	17,335	
77	6,649	16	19,222	78	22,522	73	16,626	10	22,000	10	16,626	10	16,626	10	16,626	10	16,626	
39	4,330	43	6,785	79	42,722	17	6,649	31	3,664	13	6,785	10	3,664	13	6,922	16	6,649	
38	1,730	45	6,150	72	17,357	17	6,649	37	6,649	13	1,730	17	6,649	13	1,730	17	6,649	
38	2,776	44,5	1,722	79	6,043	12	22,697	22	17,357	13	6,727	12	22,697	12	6,727	12	22,697	
46	4,770	42	5,650	39	22,522	22	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	
32,5	1,320	37	2,776	39	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	
22,5	1,730	37	1,730	39	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	
24,5	2,744	39	1,730	39	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	
3,627	36,5	1,722	1,722	39	3,627	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	
47	1,730	37	2,776	39	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	
1,730	37	2,776	39	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730	17	1,730		
22,5	3,627	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1,722	1,722	39	2,776	12	22,697	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626	12	16,626
24,5	1,730	34,5	1															

za odnosna individualna vremena prijelaza. Služeći se tabelom br. 10 sastavili smo tabelu kvadrata individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta za naprijed navedene vrste drveća, no ovdje radi primjera donosimo samo takvu tabelu za jelu u »Tuškom Lazu« (vidi tabelu br. 11). Ostale analogne tabele ispuštamo kao suvišne.

Prosječne godišnje debljinske priraste za jelu, smreku i bukvu u »Tuškom Lazu« i za jelu u »Kupjačkom Vrhu« sa statističkim veličinama donosimo u tabelama br. 12, br. 13, br. 14 i br. 15. U tim tabelama navedene su također i statističke veličine: m_s , σ_s , v_s , f_{m_s} i P_s za pojedine vrste drveća, tretirajući sve debljinske stepene kao cjelinu.

Prosječni godišnji debljinski prirasti (m) izravnani su najprije numerički, a onda grafički.

Numeričkim izravnavanjem dobili smo ove jednadžbe prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta:

a) za jelu u »Tuškom Lazu«:

$$m_r = + 0,2603043 + 0,1142317 d - 0,0008659487 d^2 \quad (3)$$

b) za smreku u »Tuškom Lazu«:

$$m_r = + 3,011960 + 0,004234082 d + 0,000359978 d^2 \quad (4)$$

c) za jelu u »Kupjačkom Vrhу«:

$$m_r = + 5,73170 - 55,865 \frac{1}{d} + 76,9 \cdot \frac{1}{d^2} \quad (5)$$

(m_r) je izravnani prosječni godišnji debljinski prirast u milimetrima, (d) je prjni promjer u centimetrima.

Na temelju jednadžbi (3), (4) i (5) izračunate su statističke veličine, koje iznose:

na jelu u »Tuškom Lazu«:

$$m'_s = 3,3259 \text{ mm}; \quad \sigma'_s = \pm 1,307 \text{ mm}; \quad v'_s = \pm 39,30\%;$$

$$f'_{m_s} = 0,05408 \text{ mm}; \quad P'_s = 1,626\%.$$

na smreku u »Tuškom Lazu«:

$$m'_s = 3,6713 \text{ mm}; \quad \sigma'_s = \pm 1,675 \text{ mm}; \quad v'_s = \pm 45,63\%;$$

$$f'_{m_s} = 0,1386 \text{ mm}; \quad P'_s = 3,775\%.$$

na jelu u »Kupjačkom Vrhу«

$$m'_s = 4,0475 \text{ mm}; \quad \sigma'_s = \pm 1,848 \text{ mm}; \quad v'_s = \pm 45,66\%;$$

$$f'_{m_s} = 0,0856 \text{ mm}; \quad P'_s = 2,117\%.$$

Statističke veličine dobivene na temelju jednadžbi (3), (4) i (5) nešto su veće od analognih veličina izračunatih u tabelama br. 12, br. 13 i br. 15. To je razumljivo, jer smo pretpostavili, da su standardne devijacije u svim debljinskim stepenima jednake.

U tabeli br. 16 donijeli smo izravnane prosječne godišnje debljinske priraste (m_r), koje smo dobili na temelju jednadžbi (3), (4) i (5).

Tabela 12

*Prosječni godišnji debljinski prirast (m) jele na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha
sa statističkim veličinama*

Accroissement moyen en diamètre par an (m) pour le sapin dans la place d'essai de »Tuški Laz« de 21,00 ha

Deb. stepen Categorie de diamètre	ΣZ_d	n	$m = \frac{\Sigma Z_d}{n}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma Z_d^2}{n} - m^2}$	$v = \frac{\sigma}{m} 100$	$f_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$P = \frac{f_m}{m} 100$
cm	mm		mm	mm	%	mm	%
15	64,689	38	1,7023	± 0,7248	± 42,57	0,11757	6,9065
20	74,281	37	2,0075	± 0,8763	± 43,65	0,14406	7,1761
25	111,197	40	2,7790	± 1,2079	± 43,46	0,19098	6,8722
30	194,044	63	3,0800	± 1,2358	± 40,12	0,15569	5,0549
35	207,193	66	3,1390	± 1,0157	± 32,36	0,12502	3,9828
40	212,948	62	3,4346	± 1,5133	± 44,06	0,19219	5,5957
45	184,245	51	3,6120	± 1,2309	± 34,08	0,17236	4,7719
50	148,312	39	3,8020	± 1,4231	± 37,43	0,22787	5,9934
55	206,905	53	3,9030	± 1,5512	± 39,74	0,21307	5,4591
60	242,170	62	3,9059	± 1,0227	± 26,17	0,12998	3,3252
65	140,509	36	3,9030	± 1,3959	± 34,82	0,22603	5,7912
70	109,967	26	4,2295	± 1,3562	± 32,06	0,26597	6,2885
75	36,455	8	4,5568	± 0,7321	± 16,07	0,25883	5,6801
80	7,337	2	3,6685				
85	2,083	1	2,0830				
	$\Sigma = 1942,335$	$\Sigma = 584$	$m_s = 3,3259$	$\sigma_s = \pm 1,2087$	$v_s = \pm 36,34$	$f_{m_s} = 0,05001$	$P_s = 1,504$

Napomena — Observation

n = broj izvrtaka (uzoraka) izbušenih Presslerovim svrdlom
nombre de sondages.

ΣZ_d = suma individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta
somme des accroissements en diamètre individuels par an.

Tabela 13

Prosječni godišnji debljinski prirast (m) smreke na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha
sa statističkim veličinama

Accroissement moyen en diamètre par an (m) pour l'épicéa dans la place d'essai de »Tuški Laz« de 21,00 ha

Deb. stepen Categorie de diamètre	ΣZ_d	n	$m = \frac{\Sigma Z_d}{n}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma Z_d^2}{n} - m^2}$	$v = \frac{\sigma}{m} 100$	$f_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$P = \frac{f_m}{m} 100$
'cm	mm		mm	mm	%	mm	%
15	20'981	10	2'0891	± 0'5607	± 26'72	0'1773	8'4506
20	27'277	9	3'0308	± 1'2571	± 41'48	0'4190	13'7919
25	44'805	12	3'7338	± 1'3040	± 34'92	0'3764	10'0800
30	104'444	30	3'4815	± 1'2467	± 35'81	0'2276	6'5374
35	98'103	22	4'4592	± 2'0477	± 45'92	0'4366	9'7909
40	95'101	21	4'5286	± 2'3177	± 51'18	0'5058	11'1690
45	48'323	15	3'2215	± 1'0862	± 33'72	0'2804	8'7040
50	59'189	19	3'1152	± 1'0718	± 34'41	0'2459	7'8936
55	16'897	4	4'2242	± 0'8066	± 19'09	0'4033	9'5474
60	14'641	3	4'8803	± 1'0096	± 20'69	0'5829	11'9374
65	6'250	1	6'2500				
	$\Sigma = 536'011$	$\Sigma = 146$	$m_s = 3'6713$	$\sigma_s = \pm 1'4248$	$v_s = \pm 38,81$	$f_{m_s} = 0'1179$	$P_s = 3,21$

£02

Napomena — Observation

n = broj izvrtaka (uzoraka) izbušenih Presslerovim svrdlom
nombre de sondages.

ΣZ_d = suma individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta
somme des accroissements en diamètre individuels par an.

Tabela 14

*Prosječni godišnji debljinski prirast (m) bukve na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha
sa statističkim veličinama*

Accroissement moyen en diamètre par an (m) pour le hêtre dans la place d'essai de »Tuški Laz« de 21,00 ha

Deb. stepen Catégorie de diamètre	ΣZ_d	n	$m = \frac{\Sigma Z_d}{n}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma Z_d^2}{n} - m^2}$	$v = \frac{\sigma}{m} 100$	$f_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$P = \frac{f_m}{m} 100$
cm	mm		mm	mm	%	mm	%
15	71'992	25	2,8797	$\pm 0'6520$	$\pm 22'64$	0'1304	4'5282
20	44'649	16	2,7906	$\pm 0'5853$	$\pm 20'93$	0'1463	5'2427
25	13'289	5	2,6578	$\pm 0'7985$	$\pm 30'05$	0'3571	13'4359
	$\Sigma = 129,930$	$\Sigma = 46$	$m_s = 2'8245$	$\sigma_s = \pm 0'6447$	$v_s = \pm 22'83$	$f_{m_s} = 0,09506$	$P_s = 3'365$

Napomena — Observation

n = broj izvrtaka (uzoraka) izbušenih Presslerovim svrdlom
nombre de sondages.

ΣZ_d = suma individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta
somme des accroissements en diamètre individuels par an.

Tabela 15

*Prosječni godišnji debljinski prirast (m) jele na pokusnoj plohi »Kupjački Urh« od 11,70 ha
sa statističkim veličinama*

*Accroissement moyen en diamètre par an (m) pour le sapin dans la place d'essai de »Kupjački Urh« de 11,70 ha
sa statistiques*

Deb. stepen Categorie de diamètre	ΣZ_d	n	$m = \frac{\Sigma Z_d}{n}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma Z_d^2}{n} - m^2}$	$v = \frac{\sigma}{m} 100$	$f_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$P = \frac{f_m}{m} 100$	mm	
								mm	%
15	74,248	32	2,3202	± 2'4296	± 104,71	0'42949	18,5109		
20	170,126	53	3,2099	± 1'5178	± 47,28	0'20848	6,4949		
25	167,032	49	3,4088	± 1'8723	± 54,92	0'267471	7,8465		
30	259,442	63	4,1181	± 1'8390	± 44,66	0'23169	5,6261		
35	207,332	48	4,3194	± 1'9433	± 44,99	0'28049	6,4937		
40	236,038	55	4,2916	± 1'7913	± 41,74	0'24154	5,6282		
45	237,183	52	4,5612	± 1'8300	± 40,12	0'25377	5,5636		
50	219,691	50	4,3938	± 1'7814	± 40,54	0'25193	5,7338		
55	131,241	28	4,6870	± 1'5700	± 33,49	0'29670	6,3302		
60	89,421	18	4,9678	± 1'6744	± 33,71	0'39466	7,9444		
65	50,088	10	5,0088	± 1'7890	± 35,72	0'56573	11,2947		
70	31,185	6	5,1975	± 2'1423	± 41,22	0'87459	16,8271		
75	7,462	1	7,4620						
80	5,681	1	5,6810						
$\Sigma = 1886,170$		$\Sigma = 466$	$m_s = 4,0475$	$\sigma_s = \pm 1,8247$	$v_s = \pm 45,08$	$f_{m_s} = 0,08452$	$P_s = 2,088$		

205

Napomena — Observation

n = broj izvrtaka (uzoraka) izbušenih Presslerovim svrdlom
nombre de sondages.

ΣZ_d = suma individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta
somme des accroissements en diamètre individuels par an.

Tabela 16

Poprečni godišnji debljinski prirast (m_r) i prosječno vrijeme prijelaza (T_r) izravnano numeričkom metodom

Accroissement moyen en diamètre par an (m_r) et le temps de passage moyen (T_r) rectifiés

Debljinski stepen Catégorie de diamètre	Pokusna ploha »Tuški Laz« od 21,00 ha Place d'essai de »Tuški Laz« de 21,00 ha						Pokusna ploha »Kupjački Vrh« od 11,70 ha Place d'essai de »Kupjački Vrh« de 11,70 ha	
	Jela Sapin		Smreka Épicéa		Bukva Hêtre		Jela Sapin	
	m_r	$T_r - \frac{50}{m_r}$	m_r	$T_r - \frac{50}{m_r}$	m_r	$T_r - \frac{50}{m_r}$	m_r	$T_r - \frac{50}{m_r}$
cm	mm	god.	mm	god.	mm	god.	mm	god.
15	1,779	28'11	3'156	15'84	2'879	17'36	2,349	21,29
20	2,199	22'74	3'237	15'44	2'791	17'92	3,131	15,97
25	2,575	19'42	3'343	14'96	2'658	18'81	3,620	13,81
30	2,908	17'19	3'463	14'44	2'481	20'15	3,955	12,64
35	3,198	15'63	3'601	13'89	2'261	22'11	4,198	11,91
40	3,444	14'52	3'757	13'31	1'997	25'03	4,383	11,41
45	3,647	13'71	3'931	12'72			4,528	11,04
50	3,807	13'13	4'124	12'12			4,645	10,76
55	3,924	12'74	4'334	11'54			4,741	10,55
60	3,997	12'51	4'562	10'96			4,822	10,37
65	4,027	12'42	4'808	10'40			4,890	10,22
70	4,013	12'46	5'072	9'86			4,949	10,10
75	3,957	12'64					5,000	10,00
80	3,857	12'96					5,045	9,91
85	3,714	13'46						
90	3,527	14'18						

3. DISKUSIJA O DÓBIVENIM REZULTATIMA

(*Discussion des résultats obtenus*)

Pošto smo odredili varijabilnost debljinskog prirasta, sada možemo izračunati, koliki je broj uzoraka potreban za određenu točnost rada. Rezultat toga računa sadržan je u tabeli br. 17.

Iz tabele br. 17 vidimo, da je za istu točnost potrebno uzeti 36,6% više uzoraka u »Kupjačkom Vrhu« negoli u »Tuškom Lazu«. To je razumljivo, jer je koeficijent varijacije debljinskog prirasta za jelu u »Kupjačkom Vrhu« za 17% veći od onog u »Tuškom Lazu«.

Tabela br. 17

Mjera točnosti (P) Exactitude (P)	Broj uzoraka (n) za jelu Nombre de sondages (n) pour le sapin		Napomena Note
	na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha dans la place d'essai »Tuški Laz« de 21,00 ha (Abieto-Blechnetum Horv.)	na pokusnoj plohi »Kupjački Vrh« od 11,70 ha dans la place d'essai »Kupjački Vrh« de 11,70 ha (Fagetum Abietetosum Horv.)	
1%	1544	2109	$n = \frac{v_s^2}{P^2}$
2%	386	527	
3%	172	234	
4%	97	132	
5%	62	84	
10%	15	21	

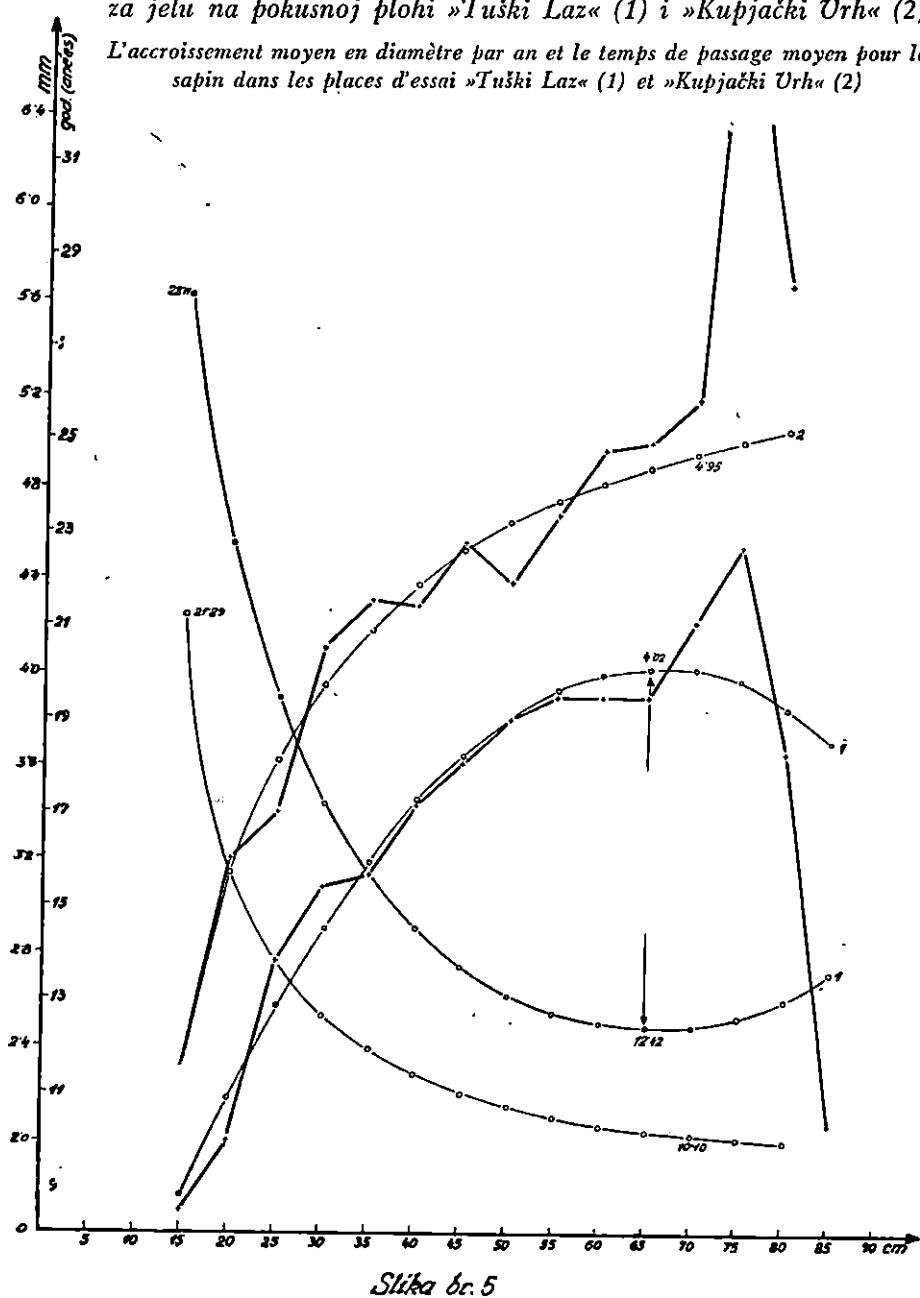
Podaci u tabeli br. 17 mogu poslužiti kod daljih istraživanja prirasta po odjelima, ali naravno u istim biljnim zajednicama i kod istog načina gospodarenja.

Usporedimo li standardne devijacije u pojedinim debljinskim stepenima (tabele br. 12 i br. 15), vidimo, da se one neznatno razlikuju. Ipak i u jednom i u drugom slučaju postoji očita tendencija, da se standardna devijacija smanjuje u jačim debljinskim stepenima. To proizlazi odатле, što jače debljinske stepene sačinjavaju uglavnom dominantna stabla, koja podjednako prirašćuju u debljinu za razliku od potištenih stabala, kod kojih to nije slučaj.

Usporedimo li krivulje prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta za jelu na objema pokusnim plohamama (vidi sliku br. 5) vidimo, da kulminacija tog prirasta nastupa u »Tuškom Lazu« kod 65 cm p. p., a u »Kupjačkom Vrhu« poslije 80 cm p. p. Ti su rezultati dobiveni numeričkim izravnavanjem. Spomenuta je kulminacija i bez numeričkog izravnavanja prilično jasno izražena u »Tuškom Lazu«. U »Kupjačkom Vrhu« nije ona tako izrazita, ali je sigurno, da ona ne nastupa prije 70 cm p. p. Kasnija kulminacija prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta u »Kupjačkom Vrhu« odraz je preborne strukture, koja je karakteristična za tu pokusnu plohu (vidi sliku br. 2).

Prosječni godišnji debljinski prirast i prosječno vrijeme prijelaza za jelu na pokusnoj plohi »Tuški Laz« (1) i »Kupjački Urh« (2)

L'accroissement moyen en diamètre par an et le temps de passage moyen pour le sapin dans les places d'essai »Tuški Laz« (1) et »Kupjački Urh« (2)



Slika br. 5

Dobiveni rezultati kažu nam, da za jelu nastupa u »Tuškom Lazu« apsolutna zrelost kod prsnog promjera od 65 cm, a u »Kupjačkom Vrhu« poslije 70 cm p. p. Prema tome danas više nije istinita tvrđnja stare gospodarske osnove: »Zrelost stabalâ ustanovljena je kod jеле na temelju izmјerenog debljinskog i vrijednosnog prirasta sa prsnim promjerom od 56 cm, jer su stabla s tim prsnim promjerom iskazala još povoljniji prirast na masi i vrijednosti. Gospodarstvena starost ustanovljena je kod takva stabla sa 100 godina, te je po tome i ophodnja 100 godina«. (Prema gospodarskoj osnovi za revir Zalesinu od god. 1926., uredajni zapisnik str. 6.).

Maksimalni prosječni godišnji debljinski prirast, t. j. prosječni godišnji debljinski prirast kod dimenzije apsolutne zrelosti, iznosi za jelu u »Tuškom Lazu« 4,02 mm.

U spomenutoj gospodarskoj osnovi od 1926. godine uzet je kao prosječni godišnji debljinski prirast za jelu i to za cijelu šumariju Zalesinu sa 6 mm, a po uredajnom je elaboratu velike revizije određen taj prirast sa 5 mm (FRANČIŠKOVIĆ, 1927., str. 465.).

Podaci spomenutih gospodarskih osnova danas su sigurno previsoki za »Tuški Laz« i »Kupjački Vrh«, a vjerojatno i za cijelu šumariju, to više, što se oni odnose na »sjećivu zrelost« jеле od 56 cm, kod koje je dimenzije jela još daleko od kulminacije prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta.

U gospodarskoj osnovi od 1926. godine kaže se i ovo:

»Manuali vrhu istraživanja u tom pogledu (u pogledu debljinskog prirasta) iskazuju znatne razlike u debljinskom prirastu po tome, da li je stablo uzraslo na glinenom ili na vapnenom tlu.

Usporedba tih rezultata iskazala je kao poprečni godišnji prirast u prsnom promjeru kod četinjača na:

za deblj. razred	glinenom	vapnenom tlu
30–39 cm	0,63 cm	0,61 cm
40–49 cm	0,67 cm	0,61 cm
50–59 cm	0,76 cm	0,59 cm«

Rezultati naših istraživanja pokazuju nam, da je u »Kupjačkom Vrhu« – na vapnenom tlu – prosječni godišnji debljinski prirast veći od onoga u »Tuškom Lazu« – na glinenom tlu. I Zlatarić (1950.) je već prije nas to isto ustanovio pri svojim istraživanjima na Risnjaku. Prema tome nije istinita tvrđnja, da je debljinski prirast na glinenom tlu uvijek veći od onoga na vapnenu. No ističemo, da bi bilo tako pogrešno tvrditi protivno, jer smo na nekim pokusnim plohamama (»Križi« – glineno tlo; »Ruhač« – vapneno tlo) ustanovili, da je debljinski prirast na glinenom tlu veći od onoga na vapnenu.

Uspoređujući rezultate prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta, koje smo dobili za jelu i smreku u »Tuškom Lazu« (vidi tabelu br. 16), vidimo, da na toj pokusnoj plohi smreka brže prirašćuje u debljinu nego jela. Ta činjenica govorila bi u prilog favoriziranju smreke kao vrednije vrste od jele. No kod toga treba imati pred očima i šumsko-uzgojne momente: smreku treba pomagati u sastojinama, koje se nalaze u visinskom pojasu između 600 i 800 metara do najviše 1000 metara nadmorske visine, i to prvenstveno na ravnom terenu, zatim na istočnim i zapadnim eksponicijama i na zaštićenom kotlinastom terenu, kako je to *Uajda* (1933., str. 325.) dokumentirao u svojoj disertaciji.

III. VRIJEME PRIJELAZA (*Temps de passage*)

1. METODA IZRAČUNAVANJA (*Méthode du calcul*)

Donedavno se aritmetička sredina individualnih vremena prijelaza, izračunata za svaki debljinski stepen, uzimala kao prosječno vrijeme prijelaza.

Prvi je *Rey* (1931.) pokazao, da tako izračunato prosječno vrijeme prijelaza nije ispravno uzeti kod obračuna prirasta, jer se dobivaju uvijek preniski rezultati za prirast. To proizlazi odatle, što kod izračunavanja prirasta vrijeme prijelaza dolazi u nazivnik, pa je jasno, da će recipročna vrijednost aritmetičke sredine individualnih vremena prijelaza biti uvijek manja od aritmetičke sredine recipročnih vrijednosti individualnih vremena prijelaza.

U suvremenom francuskom uređivanju šuma uzima se kao prosječno vrijeme prijelaza »median« individualnih vremena prijelaza, koji se određuje po metodi »*méthode du classement*« (VADE-MECUM du FORESTIER, 1951., str. 159) kako smo to u tabeli br. 18 prikazali.

Prednost »median« vidimo jedino u tome, što se on može brzo i lako ustanoviti utoliko više, što se za njegovo određivanje ne moraju potpuno točno brojiti godovi na ekstremno gustim izvrcima. Prednost »median« pred aritmetičkom sredinom vide pojedini francuski autori (REY, 1931., FRANÇOIS, 1934.) u tome, što je tobožje aritmetička sredina suviše pod utjecajem ekstremnih individualnih vremena prijelaza. Taj prigovor otpada, izrazimo li varijabilitet vremena prijelaza standardnom devijacijom (σ) i koeficijentom varijacije (v). Stoga smatramo, da kod naših specijalnih istraživanja prirasta ispravnu veličinu za prosječno vrijeme prijelaza daje jedino aritmetička sredina recipročnih vrijednosti individualnih vremena prijelaza usprkos kategoričkom protivnom mišljenju *François* (1934., str. 451) i usprkos sadašnjoj uobičajenoj francuskoj praksi (VADE-MECUM, 1951., str. 159).

Izračunavanje aritmetičke sredine recipročnih vrijednosti individualnih vremena prijelaza nespretno je i dugotrajno. Da bismo to pojednostavili, mi smo konstruirali tabelu br. 6a, pomoću koje odmah očitavamo individualne prosječne godišnje debljinske priraste za odnosna individualna vremena prijelaza. Individualni prosječni godišnji debljinski prirasti su u stvari recipročne vrijednosti individualnih vremena prijelaza pomnoženi sa 50, jer su u našem slučaju debljinski stepeni široki 50 mm. Iz individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta izračunali smo za svaki debljinski stepen prosječni godišnji debljinski prirast (m) po formuli (2). Prema tome je prosječno vrijeme prijelaza (T_{III}) jednako:

$$T_{III} = \frac{50}{m} \quad (1a)^3$$

U tabeli br. 19 prikazali smo prosječna vremena prijelaza izračunata za jelu u »Tuškom Lazu« na tri različita načina. Iz tabele br. 19, kao i iz slike br. 6 vidimo, da median individualnih vremena prijelaza uzet kao prosječno vrijeme prijelaza daje uglavnom previsoke rezultate. To ima za posljedicu, da će prirast izračunat po »medianu« biti naravno nešto manji od stavnog.

Iz spomenute tabele i slike vidimo i to, da je aritmetička sredina individualnih vremena prijelaza uvjek veća od prosječnog vremena prijelaza dobivenog po formuli (1a).

³ Formulu (1a) smo izveli na ovaj način: Aritmetička sredina recipročnih vrijednosti individualnih vremena prijelaza jednaka je izrazu:

$$\frac{1}{T_{III}} = \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \dots + \frac{1}{T_x} \right) \cdot \frac{1}{n}$$

Pomnožimo li lijevu i desnu stranu tog izraza sa 50, dobivamo, da je:

$$\frac{50}{T_{III}} = \left(\frac{50}{T_1} + \frac{50}{T_2} + \dots + \frac{50}{T_x} \right) \cdot \frac{1}{n}$$

$$\frac{50}{T_{III}} = (Z_{d_1} + Z_{d_2} + \dots + Z_{d_x}) \cdot \frac{1}{n}$$

$$\frac{50}{T_{III}} = \frac{\Sigma Z_d}{n} = m \dots (2)$$

$$T_{III} = \frac{50}{m} \dots \dots \dots (1a)$$

Tabela 18

»Median« kao prosječno vrijeme prijelaza za jelu na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha
 »Median« pris comme temps de passage moyen pour le sapin dans la place d'essai de »Tuški Laz« de 21,00 ha

T_{15}	T_{20}	T_{25}	T_{30}	T_{35}	T_{40}	T_{45}	T_{50}	T_{55}	T_{60}	T_{65}	T_{70}	T_{75}	T_{80}	T_{85}	T_{90}
13'2	11'4	7'9	6	8'5	5'6	7'5	6	5'2	5	6'2	6	9'2	13'1	24	
13'4	12	9'8	9	8'8	7'5	8	7'5	5'5	6	7'4	8'2	9'8	14'2		
15	13'5	10	9'9	10	8	8'2	7'5	7	7	7'5	8'2	10			
17	14	10'5	10'5	10'1	8	9	7'8	9	7'2	9'5	9	10			
21	14	11'5	10'5	11	8'5	9'1	8'3	9	7'5	9'8	9'1	10'1			
22'5	19	12	10'6	11'5	9	9'5	9'3	9'2	7'8	10	9'5	12'5			
22'5	19	13'5	11	12	9'1	10	10'5	10	7'9	10'2	9'8	14'2			
24	19'5	14	11	12	10	11	11'2	10'5	8	10'2	10'8	14'5			
24	20'2	14	11'5	12	10'5	11	11'2	10'5	8'4	10'5	11				
24'5	22	14	12	12'1	10'6	11	12'2	10'5	9'5	10'8	11'5				
25'0	22	14	12	12'6	10'8	11	12'5	10'5	10	11	12				
25'5	22	14	12'5	12'6	10'8	11'5	12'5	10'5	10'5	11'2	12				
26	23	15	12'5	13	11	11'5	13	10'6	10'7	11'5	12				
27	24	15	12'5	13	11	11'5	13	11	10'9	11'8	13				
30	24	16	12'6	13	11	11'5	13	11	11	12	13				
31'2	25'2	17	13	13	11	11'5	13	11	11	12'5	13'5				
33	27	17'5	13	13	11	11'5	13	11'5	11'2	13	13'5				
33	28	18	13'5	13'5	11'2	12	13'5	11'8	11'8	13	14				
34'5	28'5	18'2	13'5	13'5	12'5	12'2	13'6	12	12	13'5	14				
85	30	20	13'6	14	13	12'8	14	12	12	13'5	15				
37	31	20	14	14	13	13	14	12	12	14	15'2				
38	31	20	14	14	13	13	14	12'1	12	14'2	15'5				
39'5	34	20'5	14	14	13'5	13	14'5	12'5	12'2	14'5	16				
39'5	36'1	22'6	14	14	13'6	13	15	12'5	12'5	14'5	16				
40	36'2	23	15	14	13'9	14	15	12'5	12'5	15	24				
40	37	23'5	16	14	14	14	15'8	13	13	16	31'5				
41	37	24'2	16'1	14'1	14	14	16	13'5	13	17'5					
42'5	38	25'9	17	14'1	14	14	17	14	13'3	19					
42'5	38	26	17	14'5	14	14	17'9	14	13'5	20					
43'5	39	27	17	14'5	14'5	15	18	14	14	20					
44	40	28	17	14'5	14'8	15	18	14'1	14	20'4					
44'5	40'5	29	17	15	15	15	19	14'2	14'2	21					

Tabela 19

Prosječna vremena prijelaza za jelu na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21,00 ha

Temps de passage moyen pour le sapin dans la place d'essai de »Tuški Laz« de 21,00 ha

Debljinski stepen Categorie de diamètre	T_I		T_{II}		T_{III}	
	Izmjereno Mesuré	Izjednačeno Rectifié	Izmjereno Mesuré	Izjednačeno Rectifié	Izmjereno Mesuré	Izjednačeno Rectifié
15	33'61	35'4	34'75	36'7	29'37	28'11
20	28'94	26'9	28'50	26'0	24'91	22'74
25	21'64	22'3	20'00	20'0	17'99	19'42
30	18'84	18'4	17'00	17'1	16'23	17'19
35	18'07	17'8	15'30	15'4	15'93	15'63
40	17'52	16'6	14'90	14'6	14'56	14'52
45	15'73	15'7	14'00	14'0	13'84	13'71
50	14'87	14'9	14'00	13'8	13'15	13'13
55	14'68	14'5	13'50	13'6	12'81	12'74
60	14'72	14'3	14'10	13'6	12'80	12'51
65	14'60	14'2	13'25	13'6	12'81	12'42
70	13'30	14'2	12'50	13'6	11'82	12'46
75	11'29	14'2	10'05	13'6	10'97	12'64
80	13'65	14'2	13'65	13'6	13'63	12'96
85	24'00	14'2	24'00	13'6	24'00	13'46
90	—	14'2	—	13'6	—	14'18

Napomena — Observations

T_I = Aritmetička sredina individualnih vremena prijelaza uzeta kao prosječno vrijeme prijelaza. — La moyenne arithmétique prise comme temps de passage moyen.

T_{II} = Medijan individualnih vremena prijelaza uzet kao prosječno vrijeme prijelaza. — »Médian« pris comme temps de passage moyen.

$T_{III} = \frac{50}{m}$; m = Prosječni godišnji debljinski prirast.
 m = Accroissement moyen en diamètre par an.

*Prosječno vrijeme prijelaza za jelu na pokusnoj plohi
»Tuški Laz«.*

*Temps de passage moyen pour le sapin dans la place d'essai
»Tuški Laz«.*

T_I = Aritmetička sredina individualnih vremena prijelaza kao prosječno vrijeme prijelaza.

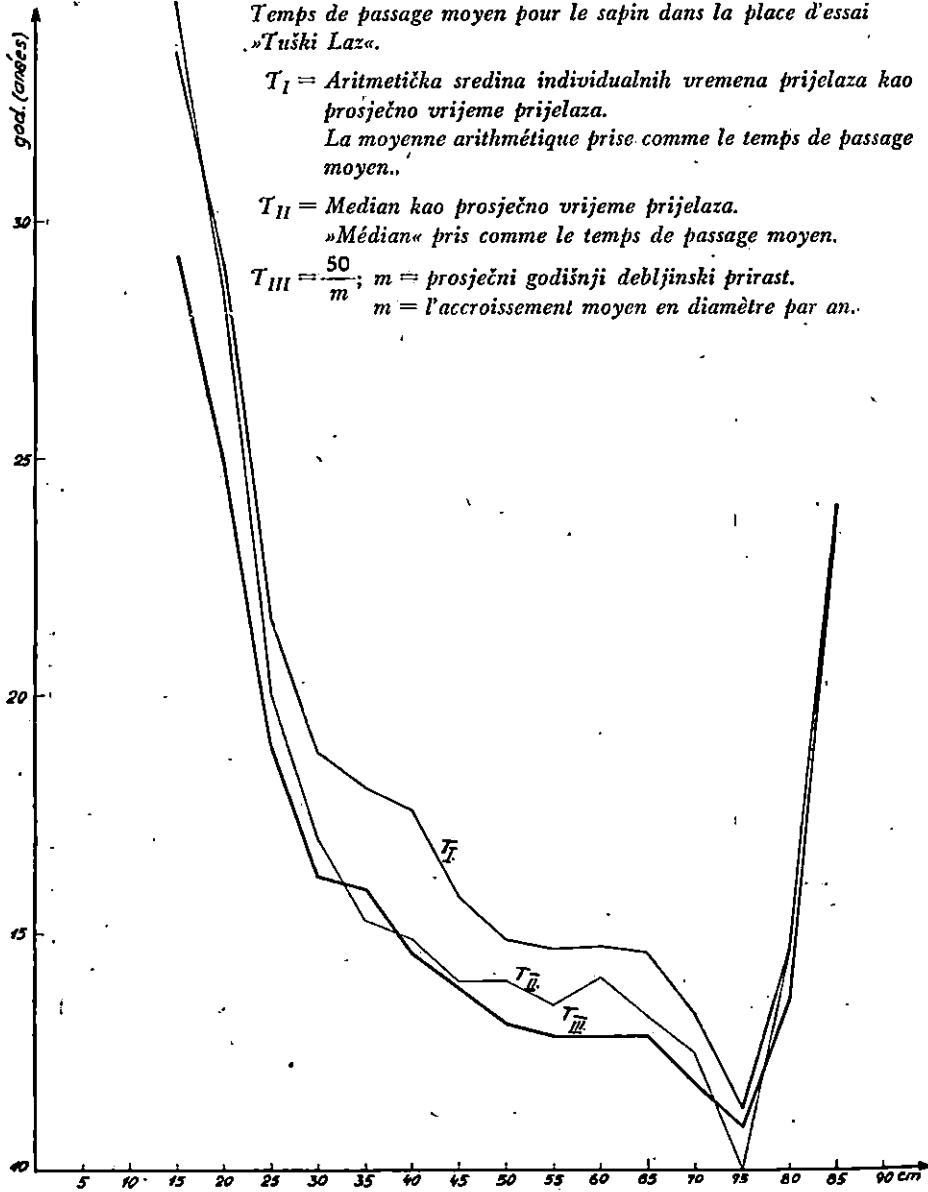
La moyenne arithmétique prise comme le temps de passage moyen..

T_{II} = Median kao prosječno vrijeme prijelaza.

»Médian« pris comme le temps de passage moyen.

$T_{III} = \frac{50}{m}$; m = prosječni godišnji debljinski prirast.

m = l'accroissement moyen en diamètre par an.



Slika - br. 6

2. PRIMJENA VREMENA PRIJELAZA

(Emploi du temps de passage)

a) Dob sječe

(Age d'exploitation)

Pomoću vremena prijelaza možemo približno izračunati prosječnu dob sječe stabla za izabranu dimenziju zrelosti. Stariji autori (DRASSAL, 1924., str. 593., DE COINCY, 1926., str. 11.) određuju prosječnu dob sječe na taj način, da zbrajaju prosječna vremena prijelaza za pojedine debljinske stepene, odnosno razrede, do dimenzije zrelosti. Tako dobivenoj sumi dodaju još vrijeme, koje je potrebno, da stablo ispod taksacijske granice dođe u prvi debljinski stepen, odnosno razred. Tim obračunom dobivamo previsoke i ne-realne dobi sječe, koje bi odgovarale *D'Alvernyjevum* (1927.) monstroznim stablima (»l'arbre monstre«). Do dimenzije zrelosti dosegnu samo elitna stabla, a druga su stabla u toku svog života prirodnom ili umjetnom selekcijom uklonjena. Prema tome je prema *D'Alvernyju* (1927.) i Schaefferu (1936.) ispravnije uzeti u račun prosječno vrijeme prijelaza elitnih stabala i odrediti prosječnu dob sječe (*A*) po formuli (6).

$$A = a + n \times T_d \quad (6)$$

a = vrijeme, koje je prosječno potrebno, da stablo dođe u prvi debljinski stepen od 5 cm; *n* = broj debljinskih stepenova do dimenzije zrelosti; *T_d* = prosječno vrijeme prijelaza stabala od (*d*) cm prsnog promjera.

Po formuli (6) izračunali smo prosječne dobi sječe stabla za dimenziju zrelosti od 60 cm uz pretpostavku, da je (*a*) = 20 god:

- 1) za jelu u »Tuškom Lazu« sa 170,12 god. ili okruglo 170 god.;
- 2) za jelu u »Kupjačkom Vrhu« sa 141,56 god. ili okruglo 140 god.;
- 3) za smreku u »Tuškom Lazu« sa 151,52 god. ili okruglo 150 god.

Za kontrolu tako izračunatih prosječnih dobi sječe poslužit ćemo se drugom metodom, koju smo našli kod *Fourcaud-a* (1933.). Taj autor tvrdi, da prosječno vrijeme prijelaza elitnih stabala iznosi tri četvrtine aritmetičke sredine svih prosječnih vremena prijelaza (*T_s*). Prema tome bi prosječna dob sječe (*A*) bila definirana formulom (7).

$$A = a + n \cdot \frac{3}{4} \cdot T_s \quad (7)$$

Iz neopravdanih razloga *Fourcaud* ne računa kod takva postupka s vremenom, koje je prosječno potrebno, da stablo dođe do prvog debljinskog stepena, što smatramo nužnim, kao i kod predašnjeg postupka. Izračunavši (*T_s*) za jelu u »Tuškom Lazu« sa 16,54 god.,

za jelu u »Kupjačkom Vrhu« sa 14,32 god., i za smreku u »Tuškom Lazu« sa 13,60 god., dobili smo po formuli (7) ove prosječne dobi sječe za dimenziju zrelosti od 60 cm:

- 1) za jelu u »Tuškom Lazu« 168,86 god. ili okruglo 170 god.;
- 2) za jelu u »Kupjačkom Vrhu« 148,88 god. ili okruglo 150 god.;
- 3) za smreku u »Tuškom Lazu« 142,40 god. ili okruglo 140 god.

Kako vidimo, formule (6) i (7) daju približno iste rezultate. Unatoč svemu tome dobiveni rezultati čine nam se previsoki utoliko više, što je po gospodarskoj osnovi za revir »Zalesinu« ustanovljena prosječna dob sječe sa 100 godina kod dimenzije zrelosti od 56 cm. (Vidi uređajni zapisnik na str. 6 gospodarske osnove za revir Zalesinu od god. 1926.).

Kod izračunavanja prosječne dobi sječe po formuli (6), mi smo pretpostavili, da su stabla, koja su danas debela 60 cm p. p., imala u toku svog života prosječno uvijek isti godišnji debljinski prirast, jednak maksimalnom prosječnom godišnjem debljinskom prirastu ustanovljenom za period od po prilici posljednjih deset godina. Prema tome razlog za tako veliku razliku između prosječnih dobi sječe ustanovljenih danas i pred 50 godina mogao bi biti jedino u tome (isključujući mogućnost pogreške), da su današnje sastojine bile negda mnogo rjeđe, te su elitna stabla imala prosječno mnogo veći godišnji debljinski prirast od sadašnjeg maksimalnog prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta.

Kad bude provedena prva sjeća na našim pokusnim plohama, tada ćemo moći sa sigurnošću odrediti dobi sjeće brojenjem godova na dovoljnem broju panjeva. To je najsigurnija metoda. Analiza nekoliko stabala nije također sasvim pouzdana.

b) Postotak plošnog prirasta

(Taux d'accroissement sur la surface terrière)

Pomoću vremena prijelaza izračunali smo postotak plošnog prirasta (p_{σ}) po formuli (8).

$$p_{\sigma_d} = \frac{2000}{(T_d + T_{d-5}) d} \quad (8)$$

U toj formuli (T_d) i (T_{d-5}) znače prosječna vremena prijelaza za stabla debljinskog stepena od (d) i ($d-5$) cm. Tu smo formulu izveli iz Schneiderove formule uvezvi, da je prosječni broj godova (n) na 1 cm duljine izvrtka jednak formuli (8a).

$$n = \frac{T_{d-5} + T_d}{5} \quad (8a)$$

Na temelju formule (8) izračunali smo postotke plošnog prirasta za jelu, smreku i bukvu na pokusnim plohama u »Tuškom Lazu« i za jelu u »Kupjačkom Vrhu«. Ti su rezultati doneseni u tabeli br. 20.

Tabela 20

Postotak plošnog prirasta na pokusnim plohamama »Tuški Laz« i »Kupjački Urh«
Taux d'accroissement sur la surface terrière dans les places d'essai »Tuški Laz« et »Kupjački Urh«

Pokusna ploha Place d'essai	Vrsta drveća Essence	Debljinski stepen — Catégorie de diamètre															
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
%																	
»Tuški Laz«	Jela Sapin	2'02	1'97	1'89	1'82	1'74	1'66	1'57	1'49	1'41	1'32	1'23	1'15	1'06	0'98	0'89	0'80
	Smreka Epicéa	4'17	3'19	2'63	2'27	2'02	1'84	1'71	1'61	1'54	1'48	1'44	1'41	—	—	—	—
	Bukva Hêtre	3'87	2'83	2'18	1'71	1'35	1'06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»Kupjački Urh«	Jela Sapin	3'36	2'93	2'65	2'43	2'26	2'11	1'97	1'85	1'73	1'63	1'53	1'43	1'34	1'24	1'15	—

Na temelju podataka iz tabele br. 20 izračunali smo za jelu prosječni postotak plošnog prirasta za cijelu sastojinu »Tuški Laz« i »Kupjački Vrh«. On iznosi za prvu sastojinu 1,51%, a za drugu sastojinu 2,11%. Pomoću tih postotaka izračunali smo za jelu apsolutni prosječni godišnji plošni prirast. On iznosi za »Tuški Laz« 0,661 m² a za »Kupjački Vrh« 0,635 m² po hektaru. Iz tog računa vidimo, da je prosječni godišnji prirast temeljnica za jelu u obje pokusne plohe gotovo isti!

c) Bonitiranje stojbine

(Fertilité de la station)

U uređajnoj literaturi postoji dosta rašireno mišljenje (FRANÇOIS, 1938., str. 4. i drugi), da vrijeme prijelaza elitnih stabala može služiti za bonitiranje stojbine. Usvojimo li a priori to gledište, doći ćemo do zaključka, da je »Kupjački Vrh« za jelu bolji stojbinski bonitet od onoga u »Tuškom Lazu«, jer u »Kupjačkom Vrhu« ne samo da elitna nego i sva ostala stabla imaju mnogo kraće vrijeme prijelaza od stabla u »Tuškom Lazu« (Vidi sliku br. 5 i tabelu br. 16).

Postavlja se pitanje, je li to moguće, kad znamo, da je u »Tuškom Lazu« tlo duboko, humozno i svježe s malenom inklinacijom od cca 8° i južnom ekspozicijom, dok je na »Kupjačkom Vrhu« tlo plitko, kamenito i suho s velikom inklinacijom od cca 15° i zapadnom ekspozicijom i da je k tome nadmorska visina »Kupjačkog Vrha« po prečno veća od nadmorske visine »Tuškog Laza« za 130 metara (Tabele br. 3 i br. 4).

Mnogo nepovoljniji topografski faktori u »Kupjačkom Vrhu« već nam na prvi pogled kažu, da bonitet stojbine za jelu na toj pokusnoj plohi mora biti mnogo lošiji od onoga u »Tuškom Lazu«. To su nam pokazale i visinske krivulje za jelu (vidi tabelu br. 21), koje smo konstruirali u obje plohe. U tu svrhu smo izmjerili totalne visine na oko 8% jelovih stabala u »Tuškom Lazu« i »Kupjačkom Vrhu«. Pored toga smo konstruirali visinske krivulje i za druge vrste drveća.

Da je »Kupjački Vrh« slabijeg boniteta od »Tuškog Laza«, dokazuju nam i jednoulazne drvnogromadne tabele, koje smo sastavili za svaku pokusnu plohu posebno (vidi tabelu br. 22). To nam konično dokazuje i mnogo veći broj stabala po hektaru u »Kupjačkom Vrhu«.

Iz toga jasno razabiramo, da prosječno vrijeme prijelaza elitnih stabala nije sigurno sredstvo za bonitiranje stojbine. Kraće vrijeme prijelaza, odnosno veći deblijinski prirast, u »Kupjačkom Vrhu« nego u »Tuškom Lazu« posljedica je u prvom redu manje temeljnica, zatim povoljnije smjese vrsta drveća i povoljnije strukture drvne mase (vidi sliku br. 4), a nikako nije posljedica boljeg stojbinskog

Tabela br. 21

Totalne visine na pokusnim plohamama u »Tuškom Lazu« i »Kupjačkom Urhu«
Hauteurs totales dans les places d'essai »Tuški «Laz« et »Kupjački Urh«

Pokusna ploha Place d'essai	Vrsta drveća Essence	Visine izmjerene i izravnane Hauteurs mesurées et rectifiées	Debljinski stepen — Catégorie de diamètre																
			15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
<i>m</i>																			
»Tuški Laz«	Jela <i>Sapin</i>	Izmjereno <i>Mesurées</i>	12,0	15,1	19,0	22,4	24,4	26,9	27,6	28,1	29,4	30,2	31,1	30,8	32,1	34,1	34,5	34,2	—
		Izravnano <i>Rectifiées</i>	12,0	15,1	19,0	22,4	24,55	26,3	27,6	28,5	29,4	30,2	30,95	31,6	32,2	32,8	33,3	33,8	34,3
	Smreka <i>Épicéa</i>	Izmjereno <i>Mesurées</i>	10,6	12,7	18,8	21,8	23,3	25,4	26,4	29,5	29,4	31,9	31,0	33,0	—	—	—	—	—
		Izravnano <i>Rectifiées</i>	9,5	13,6	17,9	21,2	23,5	25,4	27,15	28,7	29,95	31,1	32,3	33,35	34,20	—	—	—	—
	Bukva <i>Hêtre</i>	Izmjereno <i>Mesurées</i>	13,8	16,3	17,8	19,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Izravnano <i>Rectifiées</i>	13,8	16,3	17,8	19,1	20,25	21,3	22,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»Kupjački Vrh«	Jela <i>Sapin</i>	Izmjereno <i>Mesurées</i>	13,2	13,0	16,2	18,7	21,2	22,7	24,7	25,1	24,9	27,4	27,8	28,5	28,5	29,5	—	—	33,0
		Izravnano <i>Rectifiées</i>	12,0	14,2	16,3	18,7	21,0	22,7	24,1	25,1	26,1	27,1	28,0	28,8	29,6	30,4	31,1	31,8	32,6
	Bukva <i>Hêtre</i>	Izmjereno <i>Mesurées</i>	14,2	17,3	19,7	20,7	21,3	20,6	22,3	19,25	20,25	16,5	—	—	—	—	—	—	—
		Izravnano <i>Rectifiées</i>	14,2	17,3	19,1	20,1	20,8	21,2	21,5	21,7	21,8	21,9	21,9	—	—	—	21,9	—	—
	G. javor <i>Sycomore</i> G. brijest <i>Orme de montagne</i>	Izmjereno <i>Mesurées</i>	14,1	16,8	18,7	20,1	19,7	20,5	20,2	19,0	22,0	—	—	—	—	—	—	—	—
		Izravnano <i>Rectifiées</i>	14,1	16,8	18,7	19,5	20,0	20,3	20,5	20,6	20,6	—	—	—	—	—	—	—	—

Napomena »Kupjački Vrh«

Izmjereno 350 visina za jelu, 77 visina za bukvu i 50 visina za javor i brijest.

On a mesuré les hauteurs totales: 351 pour le sapin, 77 pour l'épicéa, 50 pour le hêtre,

Napomena »Tuški Laz«.

Izmjereno 457 visina za jelu, 114 visina za smreku i 42 visine za bukvu.
 On a mesuré les hauteurs totales: 457 pour le sapin, 114 pour l'épicéa, 42 pour le hêtre.

Tabela br. 22

Jednoulagne drvnogromadne (uredajne) tabele za pokusne plohe »Tuški Laz« i »Kupjački Urh«

Tarifs d'aménagement pour les places d'essai »Tuški Laz« et »Kupjački Urh«

Pokusna ploha Place d'essai	Vrsta drveta Essence	Debljinski stepen — Catégorie de diamètre																
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
m³																		
»Tuški Laz«	Jela <i>Sapin</i>	0,110	0,242	0,480	0,816	1,203	1,651	2,168	2,720	3,334	4,004	4,743	5,528	6,360	7,236	8,152	9,116	10,127
	Smreka <i>Epicéa</i>	0,085	0,222	0,438	0,738	1,075	1,474	1,941	2,453	2,995	3,592	4,282	4,986	5,756	—	—	—	—
	Bukva <i>Hêtre</i>	0,110	0,243	0,416	0,654	0,963	1,341	1,788	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»Kupjački Urh«	Jela <i>Sapin</i>	0,110	0,224	0,409	0,668	1,010	1,422	1,878	2,390	2,962	3,584	4,280	5,026	5,840	6,708	7,605	8,576	9,624
	Bukva <i>Hêtre</i>	0,112	0,256	0,452	0,694	0,990	1,334	1,730	2,180	2,674	3,235	3,830	—	—	—	6,600	—	—
	G. Javor <i>Sycomore</i> G. Briješ <i>Orme de montagne</i>	0,111	0,248	0,441	0,670	0,950	1,278	1,650	2,066	2,518	—	—	—	—	—	—	—	—

boniteta. U »Tuškom Lazu« temeljnica je $45,57 \text{ m}^2$ po hektaru i u toj su sastojini krošnje većeg dijela stabala smještene u jednom horizontalnom sloju, a u »Kupjačkom Vrhu« temeljnica po hektaru iznosi samo $40,90 \text{ m}^2$, i krošnje stabala ispunile su sav prostor od tla do maksimalne visine stabla (vertikalni sklop).

*d) Gospodarsko značenje vremena prijelaza
(Temps de passage comme indication pour le traitement)*

Krivulje vremena prijelaza (slika br. 5) daju nam uvid u gospodarenje i njegovanje. Strme krivulje vremena prijelaza jasni su znak, da krošnje stabala nisu dovoljno njegovane ili da je obrast prevelik. Takav je slučaj u »Tuškom Lazu«, gdje je vrijeme prijelaza u tanjim debljinskim stepenima gotovo tri puta veće od vremena prijelaza elitnih stabala. To je nepovoljno i s gledišta proizvodnje kvantitete i kvalitete. Krivulja vremena prijelaza treba da bude što položitija. To se postizava s jedne strane valjanom proredom krošnji i s druge strane pravilnim odabiranjem obrasta, t. j. temeljnice. Međutim, mi smo mišljenja, da sam tok krivulje prosječnog vremena prijelaza nije dovoljan za prosudjivanje proizvodnje kvalitete. Pored što položitije krivulje vremena prijelaza treba postići još i to, da koeficijenti varijacije prosječnih vremena prijelaza u pojedinim debljinskim stepenima budu što manji. U »Kupjačkom Vrhу« krivulja vremena prijelaza nešto je položitija od one u »Tuškom Lazu«, pa je ipak drvo iz »Kupjačkog Vrha« manje fino od onoga u »Tuškom Lazu«. Razlog leži u tome, što su koeficijenti varijacije prosječnih vremena prijelaza kudikamo veći u »Kupjačkom Vrhу« nego u »Tuškom Lazu«⁴.

Stoga se pitanje optimalne temeljnica ponovo nameće, kao vrlo aktuelan problem. Na temelju konstatacije o podjednakom apsolutnom prosječnom godišnjem plošnom prirastu u »Tuškom Lazu« i »Kupjačkom Vrhу« čini se, da je *Tordonyjeva* (1898.), *Kernova* (1898.) i *Jovančeva* (1925.) normalna temeljnica s oko 50 m^2 po hektaru previsoka za jelove preborne šume. Povoljnija bi bila možda francuska normala s oko 37 m^2 po hektaru (*SCHAEFFER*, *GAZIN*, *D'ALVERNY*, 1930.), ali je a priori bez vlastitih istraživanja ne možemo usvojiti.

Vrijeme prijelaza može nam poslužiti za određivanje ophodnjice. Tu postoje uglavnom dva načina. Prema prvom (HUFNAGL, 1938. str. 114.) ophodnjica je jednaka vremenu, kojé je potrebno da stabla predzadnjeg debljinskog stepena prijeđu u zadnji. Prema drugom načinu (*SCHAEFFER*, *GAZIN*, *D'ALLVERNY*, 1930., str. 18.) ophodnjica je jednaka polovini aritmetičke sredine svih prosječnih

⁴ Ne treba ispustiti iz računa i to, da je drvo iz prebornih šuma mnogo granatije od onoga iz visokih regularnih šuma.

vremena prijelaza⁵. Prvi način daje nešto dulje ophodnjice (12 godina za »Tuški Laz« i 10 godina za »Kupjački Vrh«), a drugi nešto kraće (8 godina za »Tuški Laz«, a 7 godina za »Kupjački Vrh«).

Ophodnjicu možemo odrediti i po formuli (9), koju smo izveli u jednoj svojoj prethodnoj studiji (KLEPAC, 1950., str. 6).

$$1 \cdot 0 \cdot p^I = \frac{1}{1 - \frac{i}{100}} \quad (9)$$

U toj formuli (p) znači postotak prirasta; (i) znači intenzitet sječe.

IV. PROIZVODNJA

(Production)

Proizvodnja drvne mase ili ukratko proizvodnja ili produkcija sastoji se od priliva stabala u sastojinu i od prirasta drvne mase.

1. PRILIV STABALA U SASTOJINU

(Passage à la futaie)

Schaeffer, Gazin i D'Alverny (1930., str. 35.) određuju priliv stabala u sastojinu (PF) po formuli (10).

$$PF = \frac{N_{15}}{S_{20}} \quad (10)$$

U formuli (10) N_{15} znači broj stabala u debljinskom stepenu od 15 cm; $S_{20} = T_{17,5}$ = prosječno vrijeme prijelaza, koje je potrebno, da stabla povećaju svoj prsnji promjer od 17,5 do 22,5 cm.

Bourgenot (1951) i Chatelain (1951) su pokazali, da je formula (10) netočna. Oni su postavili novu formulu (11) za izračunavanje priliva stabala u sastojinu..

$$PF = \frac{N_{15} + N_{20}}{2 P_{15}} \quad (11)$$

U formuli (11) P_{15} znači prosječno vrijeme prijelaza stabala debljinskog stepena od 15 cm, koje je ustanovljeno bušenjem stabala debljinskog stepena od 20 cm.

⁵ Aritmetička sredina svih prosječnih vremena prijelaza za jelu iznosi u »Tuškom Lazu« 16,54 god., a za jelu u »Kupjačkom Vrhu« 14,32 god.

2. PRIRAST DRVNE MASE

(Accroissement)

Ideju za određivanje prirasta u prebornoj šumi nalazimo u *Kernovoj raspravi o uređivanju šuma u vezi s »Naputkom za sastavak gospodarstvenih osnova, odnosno programa« od 1903.* U svojoj raspravi *Kern* (1916., str. 96.) kaže ovo: »U prebornim šumama i za nadstojno drveće u srednjim šumama, u kojima se po alineji 2. točke 3. ima ustanoviti tekući prirast, ne može se on uzeti iz prihodnih skrižaljka stoga, jer ih za te vrste šuma još nema, nego se on mora istražiti u samoj sastojini, a učinit će se to najjednostavnije i za potrebu prakse dovoljno točno navrtavanjem većeg broja stabala s prirašnjakom, i to ne tako, da se prirast izračuna po kakvima formulama, nego na taj način, da se od kubnog sadržaja navrtanog stabla odbije kubni sadržaj stabla prije (n) godina, te ta razlika podijeli sa (n) i time dobije tekući godišnji prirast odnosnog navrtanog stabla. Pri istraživanju tekućeg prirasta on se ne računa samo za posljednju (jednu) godinu, nego se radi lagljenje i točnijega mjerjenja izračunava kao prosjek jednog 5–10-godišnjeg razdoblja (n god.). Kubni sadržaj stabala uzima se pritom iz stabalnih gromadnih skrižaljka.«.

Prema tome je prirast (Z) cijele sastojine definiran jednadžbom (12) *LEVAKOVIĆ*, 1922., str. 294.).

$$Z = z_1 \cdot N_1 + z_2 \cdot N_2 + \dots + z_x \cdot N_x \dots \quad (12)$$

z_1, z_2, \dots, z_x = aritmetički srednji prirast u prvom, drugom, ... x-tom debljinskom stepenu.

N_1, N_2, \dots, N_x = broj stabala u prvom, drugom, ... x-tom debljinskom stepenu.

Naši su stari taksatori *Kern*, *J. Majnarić*, *Jovanovac* i drugi određivali prirast u prebornoj šumi po toj metodi. No nažalost ta se metoda nije kod nas udomaćila, pa je mi danas oživljavamo u šumama Gorskog Kotara služeći se najnovijim stranim i vlastitim iskustvima.

Istu metodu nalazimo i kod Francuza, koji određuju prirast drvne mase po *Lachausséovoj* formuli (13) (FRANÇOIS, 1934., str. 452.).

$$P_r = \sum \frac{1}{2} \left(\frac{V_d - V_{d-5}}{T_{d-5}} + \frac{V_{d+5} - V_d}{T_d} \right) \cdot N_d \quad (13)$$

Formula (13) je u stvari numerički izraz *Kernova* citata o određivanju prirasta u prebornoj šumi.

U formuli (13) N_d znači broj stabala u debljinskom stepenu od (d) cm; (V_{d-5}), (V_d) i (V_{d+5}) znače drvnu masu srednjeg stabla u debljinskim stepenima ($d - 5$), (d), ($d + 5$); (T_{d-5}) i (T_d) znače prosječna vremena prijelaza, određena po metodi »méthode du classement« u debljinskim stepenima ($d - 5$) i (d).

Sličnom metodom služi se i *Hufnagl* (1939., str. 85.) kod svojih izračunavanja prirasta u prebornoj šumi.

Mi ćemo se kod našeg obračuna prirasta poslužiti formulom (13), no uz neke modifikacije. Ne ćemo uzimati »median« individualnih vremena prijelaza kao prosječno vrijeme prijelaza (»méthode du classement«), kako to Francuzi uzimaju, nego ćemo ga odrediti na način, kako smo to opisali u prethodnom poglavljju ove studije. Pored toga smo sastavili posebne jednoulazne drvnogromadne ili takozvane uredajne tabele za »Tuški Laz« i za »Kupjački Vrh« (vidi tabelu 22) na temelju dvoulaznih *Schubergović* drvnogromadnih tabela. (Mali šum. tehn. priručnik 1949., str. 128.) i na temelju visinskih krivulja, što smo ih konstruirali za obje plohe (vidi tabelu br. 21).

Jednoulazne drvnogromadne tabele za jelu u »Tuškom Lazu« odgovaraju po prilici II. bonitetu *Šurićevih* (Mali šum. tehn. priručnik 1949., str. 152.), a četrnaestoj tarifi *Schaefferović* (1949., str. 11.) drvnogromadnih tabela. Jednoulazna drvnogromadna tabela za jelu u »Kupjačkom Vruhu« odgovara po prilici III. bonitetu *Šurićevih*, a jedanaestoj tarifi *Alganović* tabela.

3. OBRĀCUN PROIZVODNJE

(*Calcul de la production*)

Iz formule (11) i formule (13) proizlazi formula za obračun proizvodnje (14).

$$\begin{aligned} \sum P = & \frac{N_{15} + N_{20}}{2 T_{15}} \cdot V_{20} + \frac{1}{2} \frac{V_{25} - V_{20}}{T_{20}} \cdot N_{20} + \\ & + \sum_{25}^{95} \frac{1}{2} \left(\frac{V_d - V_{d-5}}{T_{d-5}} + \frac{V_{d+5} - V_d}{T_d} \right) N_d \end{aligned} \quad (14)$$

Prvi član formule (14) daje nam priliv drvne mase u sastojinu, drugi član te formule daje nam prirast drvne mase u drugom (dvadesetom) debljinskom stepenu, a treći član iste formule predočuje sumu prirasta u svim ostalim debljinskim stepenima. Prema tome formula (14) nam daje sveukupnu proizvodnju. Mi smo kod naše inventure postavili taksacijsku granicu sa 12,5 cm radi toga, da bismo točno odredili (N_{15}), t. j. broj stabala u prvom (petnaestom) debljinskom stepenu.

Radi ilustracije obračuna proizvodnje donosimo ovdje tabelu broj 23, u kojoj smo obračunali prosječnu godišnju proizvodnju za jelu na pokusnoj plohi »Tuški Laz«. Analogne tabele obračuna prosječne godišnje proizvodnje za smreku i bukvu na pokusnoj plohi u »Tuškom Lazu«, kao i za jelu na pokusnoj plohi u »Kupjačkom

Tabela. 23

Izračunavanje godišnje proizvodnje za jelu na pokusnoj plohi »Tuški Laz« od 21·00 ha

Détermination de la production annuelle pour le sapin dans la place d'essai »Tuški Laz« (21,00 ha)

$P = \frac{N_{15} + N_{20} \times V_{20}}{T_{15}} = \frac{679 + 504}{2 \times 28.91} \times 0.242 = 5.058 \text{ m}^3$
$D_{20} = \frac{1}{2} \times \frac{V_{25} - V_{20}}{T_{20}} \times N_{20} = \frac{1}{2} \times \frac{0.480 - 0.242}{22.76} \times 504 = 2.636 \text{ m}^3$
$D_{25} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{25} - V_{20}}{T_{20}} + \frac{V_{30} - V_{25}}{T_{25}} \right) \times N_{25} = \frac{1}{2} \left(\frac{0.480 - 0.242}{22.76} + \frac{0.816 - 0.480}{19.42} \right) \times 454 = 0.013880 \times 454 = 6.302 \text{ m}^3$
$D_{30} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{30} - V_{25}}{T_{25}} + \frac{V_{35} - V_{30}}{T_{30}} \right) \times N_{30} = \frac{1}{2} \left(\frac{0.816 - 0.480}{19.42} + \frac{1.203 - 0.816}{17.99} \right) \times 563 = 0.019905 \times 563 = 11.207 \text{ m}^3$
$D_{35} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{35} - V_{30}}{T_{30}} + \frac{V_{40} - V_{35}}{T_{35}} \right) \times N_{35} = \frac{1}{2} \left(\frac{1.203 - 0.816}{17.99} + \frac{1.651 - 1.203}{15.64} \right) \times 815 = 0.025575 \times 815 = 20.844 \text{ m}^3$
$D_{40} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{40} - V_{35}}{T_{35}} + \frac{V_{45} - V_{40}}{T_{40}} \right) \times N_{40} = \frac{1}{2} \left(\frac{1.651 - 1.203}{15.64} + \frac{2.168 - 1.651}{14.52} \right) \times 854 = 0.032125 \times 854 = 27.435 \text{ m}^3$
$D_{45} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{45} - V_{40}}{T_{40}} + \frac{V_{50} - V_{45}}{T_{45}} \right) \times N_{45} = \frac{1}{2} \left(\frac{2.168 - 1.651}{14.52} + \frac{2.720 - 2.168}{13.71} \right) \times 800 = 0.037935 \times 800 = 30.348 \text{ m}^3$
$D_{50} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{50} - V_{45}}{T_{45}} + \frac{V_{55} - V_{50}}{T_{50}} \right) \times N_{50} = \frac{1}{2} \left(\frac{2.720 - 2.168}{13.71} + \frac{3.334 - 2.720}{13.43} \right) \times 743 = 0.043510 \times 743 = 32.328 \text{ m}^3$
$D_{55} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{55} - V_{50}}{T_{50}} + \frac{V_{60} - V_{55}}{T_{55}} \right) \times N_{55} = \frac{1}{2} \left(\frac{3.334 - 2.720}{13.43} + \frac{4.004 - 3.334}{12.74} \right) \times 751 = 0.049675 \times 751 = 37.305 \text{ m}^3$
$D_{60} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{60} - V_{55}}{T_{55}} + \frac{V_{65} - V_{60}}{T_{60}} \right) \times N_{60} = \frac{1}{2} \left(\frac{4.004 - 3.334}{12.74} + \frac{4.743 - 4.004}{12.51} \right) \times 324 = 0.055830 \times 324 = 18.089 \text{ m}^3$
$D_{65} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{65} - V_{60}}{T_{60}} + \frac{V_{70} - V_{65}}{T_{65}} \right) \times N_{65} = \frac{1}{2} \left(\frac{4.743 - 4.004}{12.51} + \frac{5.528 - 4.743}{12.42} \right) \times 158 = 0.061135 \times 158 = 9.659 \text{ m}^3$
$D_{70} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{70} - V_{65}}{T_{65}} + \frac{V_{75} - V_{70}}{T_{70}} \right) \times N_{70} = \frac{1}{2} \left(\frac{5.528 - 4.743}{12.42} + \frac{6.360 - 5.528}{12.46} \right) \times 70 = 0.064985 \times 70 = 4.549 \text{ m}^3$
$D_{75} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{75} - V_{70}}{T_{70}} + \frac{V_{80} - V_{75}}{T_{75}} \right) \times N_{75} = \frac{1}{2} \left(\frac{6.360 - 5.528}{12.46} + \frac{7.236 - 6.360}{12.86} \right) \times 31 = 0.068035 \times 31 = 2.109 \text{ m}^3$
$D_{80} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{80} - V_{75}}{T_{75}} + \frac{V_{85} - V_{80}}{T_{80}} \right) \times N_{80} = \frac{1}{2} \left(\frac{7.236 - 6.360}{12.86} + \frac{8.152 - 7.236}{12.96} \right) \times 8 = 0.069990 \times 8 = 0.560 \text{ m}^3$
$D_{85} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{85} - V_{80}}{T_{80}} + \frac{V_{90} - V_{85}}{T_{85}} \right) \times N_{85} = \frac{1}{2} \left(\frac{8.152 - 7.236}{12.96} + \frac{9.116 - 8.152}{13.46} \right) \times 2 = 0.071150 \times 2 = 0.142 \text{ m}^3$
$D_{90} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{90} - V_{85}}{T_{85}} + \frac{V_{95} - V_{90}}{T_{90}} \right) \times N_{90} = \frac{1}{2} \left(\frac{9.116 - 8.152}{13.46} + \frac{10.227 - 9.116}{14.18} \right) \times 2 = 0.071455 \times 2 = 0.143 \text{ m}^3$

P = Précipitation annuelle (Passage à la fulgure) —————— 5058 m³

$P_{20} + P_{55} + \dots + P_{90}$ = Direct drive mass (Accumulation) --- 203.657 m³

GODIŠNJA PROIZVODNJA (Production annuelle) 208.715 m³

Tabela br. 24

Prosječni godišnji prirast srednjeg stabla na pokusnim plohamama »Tuški Laz« i »Kupjački Urh«

Grossissement de l'arbre moyen par an dans les places d'essai »Tuški Laz« et »Kupjački Urh«

Pokusna ploha Place d'essai	Vrsta drveća Essence	Debljinski stepen — Catégorie de diamètre														
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
		m^3														
»Tuški Laz«	Jela <i>Sapin</i>	0,0076	0,0139	0,0199	0,0256	0,0321	0,0379	0,0435	0,0497	0,0558	0,0611	0,0650	0,0680	0,0700	0,0711	0,0715
	Smreka <i>Epicéa</i>	0,0113	0,0170	0,0217	0,0260	0,0319	0,0377	0,0425	0,0482	0,0573	0,0653	—	—	—	—	—
	Bukva <i>Hêtre</i>	0,0087	0,0111	0,0140	0,0112	0,0062	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»Kupjački Urh«	Jela <i>Sapin</i>	0,0085	0,0152	0,0229	0,0308	0,0373	0,0432	0,0498	0,0561	0,0630	0,0700	0,0768	0,0837	0,0887	0,0946	0,1030

Tabela br. 25

Sveukupna prosječna godišnja proizvodnja po hektaru na pokusnoj plohi »Tuški Laz«
Production annuelle par hectare dans la place d'essai.»Tuški Laz«

Vrsta drvća <i>Essence</i>	Debljinski stepen — <i>Catégorie de diamètre</i>															Ukupno <i>Total</i>	
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
	<i>m³</i>																
Jela <i>Sapin</i>	0,241*	0,126	0,300	0,534	0,993	1,306	1,445	1,539	1,777	0,861	0,460	0,217	0,100	0,026	0,007	0,007	9,939
Smreka <i>Epicéa</i>	0,013*	0,006	0,015	0,019	0,048	0,052	0,039	0,045	0,044	0,019	0,009	0,007	—	—	—	—	0,316
Bukva <i>Hêtre</i>	0,147*	0,027	0,015	0,003	0,0005	0,0003	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1928
Ukupno <i>Total</i>	0,401*	0,159	0,330	0,556	1,0415	1,3583	1,484	1,584	1,821	0,880	0,469	0,224	0,100	0,026	0,007	0,007	10,4478

* Priliv u sastojinu (Passage à la futaie):

Jela (<i>Sapin</i>)	0,241 m ³	
Smreka (<i>Epicéa</i>)	0,013 m ³	
Bukva (<i>Hêtre</i>)	0,147 m ³	0,401 m ³

Prirost drvene mase: (*Accroissement*)

Jela (<i>Sapin</i>)	9,698 m ³	
Smreka (<i>Epicéa</i>)	0,303 m ³	
Bukva (<i>Hêtre</i>)	0,0458 m ³	10,0468 m ³

Sveukupna prosječna godišnja proizvodnja po jednom hektaru (*Production globale par an et par hectare*):

10,4478 m³

Tabela 26

Drvna masa po hektaru na pokusnim ploham »Tuški Laz« i »Kupjački Urh«
Matériel sur pied par hectare dans les places d'essai »Tuški Laz« et »Kupjački Urh«

Pokusna ploha Place d'essai	Vrsta drveća Essence	Debljinski stepen — Catégorie de diamètre																Ukupno Total	
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	
		m^3																	
»Tuški Laz«	Jela <i>Sapin</i>	3'51	5'81	10'38	21'87	46'69	67'14	82'59	96'24	119'22	61'78	35'68	18'43	9'39	2'76	0'78	0'87	—	583'14
	Smreka <i>Epicéa</i>	0'07	0'20	0'38	0'77	2'00	2'40	2'03	2'58	2'71	1'20	0'61	0'47	—	—	—	—	15'42	
	Bukva <i>Hêtre</i>	1'70	1'36	0'55	0'16	0'09	0'06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3'92	
	Ukupno <i>Total</i>	5'28	7'37	11'31	22'80	48'78	69'60	84'62	98'82	121'93	62'98	36'29	18'90	9'39	2'76	0'78	0'87	—	602'48
»Kupjački Vrh«	Jela <i>Sapin</i>	6'61	13'25	15'59	26'55	34'36	44'24	49'76	48'61	37'47	24'20	13'17	6'87	5'49	1'72	0'65	—	0'82	329'36
	Smreka <i>Epicéa</i>	—	0'04	—	0'11	—	0'12	0'16	0'41	—	—	—	—	—	—	—	—	0'84	
	Bukva <i>Hêtre</i>	4'22	8'95	8'46	12'04	9'73	7'98	4'88	3'54	1'60	1'11	0'98	—	—	—	0'56	—	—	64'05
	G. javor <i>Sycomore</i> G. briješ <i>Orme de montagne</i>	1'35	3'79	6'48	7'62	6'90	6'01	3'53	1'24	0'21	—	—	—	—	—	—	—	—	37'13
	Ukupno <i>Total</i>	12'18	26'03	30'53	46'32	50'99	58'35	58'33	53'80	39'28	25'31	14'15	6'87	5'49	1'72	1'21	—	0'82	431'38

Vrhu« ispuštamo. Ovdje donosimo samo konačne rezultate, i to u tabeli br. 24 prosječne godišnje priraste srednjih stabala, a u tabeli br. 25 rezultat o sveukupnoj prosječnoj godišnjoj proizvodnji na pokusnoj plohi u »Tuškom Lazu«. Na analogan smjer način izračunali prosječnu godišnju proizvodnju drvne mase za jelu na pokusnoj plohi u »Kupjačkom Vrhu«. Ona iznosi $8,38 \text{ m}^3$ po hektaru. Od toga otpada na priliv u sastojinu $0,63 \text{ m}^3$, a na prirast drvne mase $7,75 \text{ m}^3$.

4. RAZMATRANJE DOBIVENIH REZULTATA (Discussion des résultats obtenus)

Na temelju naših obračuna vidimo, da prosječni godišnji prirast u »Tuškom Lazu« iznosi $9,70 \text{ m}^3$ jelovine po hektaru, a u »Kupjačkom Vrhu« doseže on iznos od $7,75 \text{ m}^3$ jelovine također po hektaru. To su prosječni godišnji prirasti drvne mase jelovine od 17,5 cm naviše. Ona je u »Tuškom Lazu« $579,63 \text{ m}^3$, a u »Kupjačkom Vrhu« $322,75 \text{ m}^3$ po hektaru (Vidi tabelu br. 26). Iz toga proizlazi, da je postotak prirasta drvne mase jelovine na prvoj plohi 1,67%, a na drugoj 2,40%. To znači, da je drvena zaliha jele u »Kupjačkom Vrhu« s gledišta kvantitativne proizvodnje ekonomičnija od one u »Tuškom Lazu«. Drvena je zaliha u »Tuškom Lazu« tromija s obzirom na kvantitativnu proizvodnju, no ne treba ispustiti iz računa kvalitetnu proizvodnju, koja dolazi jače do izražaja u »Tuškom Lazu«. Razloge za takve rezultate, koji su protiv očekivanja, nalazimo u povoljnijoj strukturi drvne mase i povoljnijoj njezinoj smjesi u »Kupjačkom Vrhu« nego u »Tuškom Lazu«, što se lijepo vidi iz slike br. 2, br. 3 i br. 4.

Usporedimo li naše rezultate o prosječnom godišnjem prirastu s podacima Instrukcije za uređivanje prebornih šuma iz 1937. godine, vidimo, da su naši rezultati nešto viši od onih, koje donosi ta instrukcija u formi tabele br. 27.

Tabela br. 27.

Položaj. po nadmorskoj visini	Bukva		Jela ili smreka			
	Prirast na 1 ha za bonitet					
	dobar	srednji	loš	dobar	srednji	loš
Donji	5,6	4,6	3,8	9,6	7,2	5,8
Srednji	4,6	3,8	3,0	7,2	5,8	4,4
Visoki	3,8	3,0	2,2	5,8	4,4	3,2

»Položaji s obzirom na nadmorskú visinu podeljeni su u tri zone: za severozapadne krajeve, koji su bliže moru, donja zona odgovara visinama od 500–800 m, srednja od 800–1200 m, a gornja od 1200 m na više. U centralnim i južnim krajevima pomeraju se zone za 100–200 m naviše«. (Uputstva, 1937., str. 19.).

Mnogo bolje se slažu naši rezultati s podacima o prirastu, koje je dobio *Jovanovac* (1925., str. 293.) istražujući normalu u šumama Gorskega Kotara.

U tabeli br. 24 donijeli smo podatke o prosječnom godišnjem prirastu srednjeg jelova stabla u pojedinim deblijinskim stepenima za acidofilnu šumu jele i rebrače i za bazofilno-neutrofilnu šumu

Tabela 28

I. Prirasna tablica za jelu
Table d'accroissement pour le sapin

Debljinski stepen Catégorie de diamètre	Visina Hauteur	Drvna masa Volume	Prosječni godišnji prirast Accroissement moyen par an	Postotak prirasta naše Taux d'accrois- sement	Prosječni godišnji deblijinski prirast Accroissement moyen en diamètre par an	Prosječno vrijeme prijeđala Temps de passage
cm	m	m ³		%	mm	god.
15	12'0	0'11	—	—	1'8	28'1
20	15'1	0'24	0'0076	3'2	2'2	22'7
25	19'0	0'48	0'0139	2'9	2'6	19'4
30	22'4	0'82	0'0199	2'4	2'9	17'2
35	24'6	1'20	0'0256	2'1	3'2	15'6
40	26'3	1'65	0'0321	1'9	3'4	14'5
45	27'6	2'17	0'0379	1'7	3'6	13'7
50	28'5	2'72	0'0435	1'6	3'8	13'1
55	29'4	3'33	0'0497	1'5	3'9	12'7
60	30'2	4'00	0'0558	1'4	4'0	12'5
65	31'0	4'74	0'0611	1'3	4'0	12'4
70	31'6	5'53	0'0650	1'2	4'0	12'5
75	32'2	6'36	0'0680	1'1	4'0	12'6
80	32'8	7'24	0'0700	1'0	3'9	13'0
85	33'3	8'15	0'0711	0'9	3'7	13'5
90	33'8	9'12	0'0715	0'8	3'5	14'2
95	34'3	10'13				

Napomena — Observation

Ova se prirasna tablica može primijeniti na čiste jelove šume na glinenom tlu u Gorskom Kotaru, t. j. na biljnu zajednicu *Abieto-Blechnetum Horv.*, i to za sastojine, kojih visine odgovaraju visinama u toj tablici i kojih temeljnica iznosi oko 45 m² po hektaru.

On peut utiliser ces chiffres pour les sapinières sur le sol silico-humifère (*Abieto-Blechnetum Horv.*), dans la région »Gorski Kotar«, avec la surface terrière 45 m² par hectare et avec les mêmes hauteurs.

jele i bukve. To su u stvari konkretnе *prirasne tablice* za pokusne plohe »Tuški Laz« i »Kupjački Vrh«. Ističemo, da te tablice ne treba identificirati s dosadašnjim prirasno-prihodnim tablicama, izrađenima za normalne prilike, s kakovim se mi tablicama ne slažemo (KLEPAC 1952., str. 254.). Mi smo mišljenja, da bi za naše preborne šume trebalo sastaviti *konkretnе prirasne tablice*, koje bi nam mogle poslužiti za određivanje prirasta, dok god nismo u stanju primijeniti kontrolnu metodu. Konkretnе prirasne tablice valjalo bi sastaviti za pojedine grupe odjela podjednakih stojbinskih prilika. No zasad, dok nemamo originalnih prirasnih tablica, mogle bi se naše prirasne tablice, t. j. tabela br. 28 i tabela br. 29, primijeniti i na ostale šume

Tabela 29

II. Prirasna tablica za jelu

Table d'accroissement pour le sapin

Debljinski stepen Catégorie de diamètre	Visina Hauteur	Drvna masa Volume	Prosječni godišnji pirast Accroissement moyen par an	Postotak prirasta mase Taux d'accrois- sement	Prosječni godišnji debljinski prirast Accroissement moyen en diamètre par an	Prosječno vrijeme priječaza Temps de passage
cm	m	m ³	%	mm	god.	
15	12'0	0'11			2'3	21'3
20	14'2	0'22	0'0085	3'8	3'1	16'0
25	16'3	0'41	0'0152	3'7	3'6	13'8
30	18'7	0'67	0'0229	3'4	4'0	12'6
35	21'0	1'01	0'0308	3'0	4'2	11'9
40	22'7	1'42	0'0373	2'6	4'4	11'4
45	24'1	1'88	0'0432	2'3	4'5	11'0
50	25'1	2'39	0'0498	2'1	4'6	10'8
55	26'1	2'96	0'0561	1'9	4'7	10'6
60	27'1	3'58	0'0630	1'8	4'8	10'4
65	28'0	4'28	0'0700	1'6	4'9	10'2
70	28'8	5'03	0'0768	1'5	4'9	10'1
75	29'6	5'84	0'0837	1'4	5'0	10'0
80	30'4	6'71	0'0887	1'3	5'0	9'9
85	31'1	7'61				
90	31'8	8'58				
95	32'6	9'62				

Napomena — Observation

Ova se prirasna tablica može primijeniti na mješovite šume jele i bukve na vapnencu u Gorskom Kotaru, t. j. na biljnu zajednicu *Fagetum Abietetosum Horv.*, i to za sastojine, kojih visine odgovaraju visinama u toj tablici i kojih temeljnica iznosi oko 40 m^2 po 1 hektaru.

On peut utiliser ces chiffres pour les sapinières sur le sol calcaire (*Fagetum Abietetosum Horv.*) dans la région »Gorski Kotar«, avec la surface terrière de 40 m^2 par hectare et avec les mêmes hauteurs.

Gorskog Kotara iste biljne zajednice sličnih visina stabala i slične temeljnica. Treba samo pomnožiti konkretni broj stabala u svakom debljinskom stepenu s prosječnim godišnjim prirastom srednjeg stabla, da se dobije prirast u pojedinim debljinskim stepenima i ukupno.

Iz tabele br. 24 vidimo, da tok prosječnog godišnjeg prirasta srednjeg jelova stabla u pojedinim debljinskim stepenima ima u »Kupjačkom Vrhu« oblik *pravca*. Za pokusnu plohu »Tuški Laz« krivulja prosječnog godišnjeg prirasta srednjeg stabla za jelu ima također oblik pravca, ali samo do onog debljinskog stepena, u kojem kulminira debljinski prirast.

Ustanovimo li kod narednih istraživanja ponovo tu istu činjenicu u drugim sastojinama, onda ćemo metodu za određivanje prirasta moći mnogo pojednostavniti, jer će biti dovoljno odrediti prosječni godišnji prirast srednjeg stabla samo u najtanjim i najjačim debljinskim stepenima.

5. POGREŠKE IZRAČUNATE PROIZVODNJE

(*Erreurs de la production calculée*)

Pri našim istraživanjima mi smo mjerili visine stabala pomoću *Blume-Leisssovog hipsometra*. Međutim, *Tomašegović* (1952.) je ustanovio, da je *Blume-Leisssov hipsometar*, kojim smo mi radili, vezan uz negativnu sistematsku pogrešku od 0'9 metra. To znači da su izmjerene visine niže za 0'9 metra. Prema tomu će i izračunata proizvodnja biti nešto preniska. Želimo li za proizvodnju dobiti točan rezultat, potrebno je naše rezultate o proizvodnji korigirati. Ta se korektura može izvršiti na ovaj način. Označimo li sa (G) temeljnicu, sa (H_s) srednju sastojinsku visinu dobivenu mjerenjem pomoću *Blume-Leisssovog hipsometra* i sa (f_s) srednji sastojinski obični broj, onda je izmjerena drvna masa (M_1) jednaka formuli (15).

$$M_1 = G \cdot H_s \cdot f_s \quad (15)$$

Popravljena drvna masa (M_2) bit će jednaka formuli (16).

$$M_2 = G (H_s + 0'9) f_s \quad (16)$$

Podijelimo li formulu (16) s formulom (15), dobivamo formulu (17).

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{H_s + 0'9}{H_s} \quad (17)$$

Prosječnu godišnju proizvodnju možemo izraziti kao produkt drvne mase i postotka prirasta:

$$P_1 = M_1 \times 0'op \quad (18)$$

$$P_2 = M_2 \times 0'op \quad (18a)$$

U jednadžbama (18) i (18a) (P_1) znači ustanovljenu, a (P_2) korigiranu proizvodnju.

Iz jednadžbe (17), (18) i (18a) možemo izračunati korigiranu proizvodnju (P_2) po formuli (19).

$$P_2 = \frac{H_s + 0.9}{H_s} P_1 \quad (19)$$

Za jelu i smreku nismo izračunali (H_s) po *Loreyevoj* formuli, niti smo jeочitali iz visinske krivulje, nego smo je odredili pomoću dvoulaznih *Schubergovih* drvnogromadnih tabela na temelju drvne mase kubno-srednjeg stabla i njegova prsnog promjera (Tabela br. 3 i br. 4). *Loreyeva* formula daje za jelu i za smreku u našem konkretnom slučaju nešto veće visine od stvarne srednje sastojinske visine. Odredivši u »Tuškom Lazu« (H_s) za jelu sa 26,8 m, za smreku sa 25,6 m, za bukvu sa 15,4 m, izračunali smo pomoću formule (19), da bi sveukupnu prosječnu godišnju proizvodnju u »Tuškom Lazu« trebalo povisiti za $0,36 \text{ m}^3$ ili za $3,68\%$, da bismo dobili ispravni rezultat.

Na analogan smo način odredili (H_s) u »Kupjačkom Vrhu« za jelu sa 21,6 m. Iz formule (18) proizlazi, da bi u »Kupjačkom Vrhu« trebalo povisiti prosječnu godišnju proizvodnju jelovine za $0,35 \text{ m}^3$ ili za $4,15\%$, da bismo dobili ispravni rezultat.

Druga sistematska pogreška proizlazi odatle, što smo brojili gđove na suhim izvrcima u laboratoriju, a ne na svježima u šumi. Radi toga su nastupile sistematske negativne pogreške, kako s obzirom na debljinski priраст i vrijeme prijelaza, tako i s obzirom na proizvodnju. Mi smo konstatirali, da je maksimalni usuh izvrtka dužine od 2,5 cm 2% ili 0,5 mm. Tom usuhu odgovara negativna sistematska pogreška izračunate proizvodnje od cca 2% . To smo ustanovili tako, da smo izvršili ponovo obračun proizvodnje prema tabeli br. 23 s korigiranim vremenima prijelaza. Korigirano vrijeme prijelaza (T') jednak je:

$$T' = 0.98 T \quad (20)$$

U formuli (20) je (T) vrijeme prijelaza doneseno u našim tabelama, t. j. vrijeme prijelaza, kod kojeg nije uzet u obzir usuh.

I iz formule (13) može se lako izvesti, da usuh izvrtka od 2% povlači za sobom smanjenje proizvodnje za 2% .

Treća sistematska pogreška nastaje stoga, što nije uzet u račun debljinski priраст kore. Radi toga su izračunata vremena prijelaza preduga, te bi ih prema *Schaefferu* (1952., str. 32.) trebalo smanjiti za 6% , t. j. povećati izračunatu proizvodnju za otprilike isti postotak.

Kako vidimo, djelovanje navedenih triju sistematskih pogrešaka mogli bismo lako uzeti u obzir na taj način, da se dobiveni rezultati o proizvodnji povećaju za razmjerne procente. Mi to nismo učinili namjerno radi koeficijenta sigurnosti. Prosječna godišnja proizvodnja je biološko-gospodarska veličina, koja je podvrgnuta jakim kolebanjima u pojedinim godinama tako, da spomenute sistematske pogreške prema njima iščezavaju.

V. ZAKLJUČAK
(Conclusion)

1) »Median« individualnih vremena prijelaza u pojedinom debljinskom stepenu ili razredu uzet kao prosječno vrijeme prijelaza, t. j. francuska metoda »La méthode du classement«, ne daje točne rezultate kod izračunavanja prirasta. Ti su rezultati u pravilu preniski.

2) Prosječno vrijeme prijelaza definirano je jednadžbom (1a). Pomoću tabele 6a može se lako odrediti prosječni godišnji debljinski prirast (m_r), a zatim prosječno vrijeme prijelaza (T_m).

3) Na temelju 1050 uzoraka (izvrtaka) izbušenih sa 1050 jelovih stabala izračunani su prosječni godišnji debljinski prirasti za jelu na pokusnim plohama »Tuški Laz« i »Kupjački Vrh«. Ti su podaci doneseni u tabeli br. 16.

Prosječni godišnji debljinski prirast (m_r) za jelu u »Tuškom Lazu« definiran je jednadžbom (3), a onaj u »Kupjačkom Vrhu« jednadžbom (5).

$$m_r = + 0,2603043 + 0,1142317 d - 0,0008659487 d^2 \quad (3)$$

$$m_r = + 5,73170 - 55,865 \frac{1}{d} + 76,9 \frac{1}{d^2} \quad (5)$$

Statistički su veličine za debljinski prirast jele u »Tuškom Lazu« ove:

$$m_s' = 3,3259 \text{ mm}; \quad \sigma_s' = \pm 1,307 \text{ mm}; \quad v_s' = \pm 39,30\%;$$

$$f_{m_s'} = 0,05408 \text{ mm}; \quad P_s' = 1,626\%.$$

Statističke su veličine za debljinski prirast jele u »Kupjačkom Vrhu«:

$$m_s' = 4,0475 \text{ mm}; \quad \sigma_s' = \pm 1,848 \text{ mm}; \quad v_s' = \pm 45,66\%;$$

$$f_{m_s'} = 0,0856 \text{ mm}; \quad P_s' = \pm 2,114\%.$$

4) Pomoću ustanovljenog varijabiliteta prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta izračunan je potrebni broj uzoraka (izvrtaka) za određene mjere točnosti rada. Ti su rezultati doneseni u tabeli br. 17.

5) Prosječna godišnja proizvodnja jelovine po hektaru u »Tuškom Lazu« iznosi $9,94 \text{ m}^3$. Od toga otpada na priliv stabala u sastojinu $0,24 \text{ m}^3$, a ostatak od $9,70 \text{ m}^3$ na prirast drvne mase.

Prosječna godišnja proizvodnja jelovine po hektaru u »Kupjačkom Vrhu« iznosi $8,38 \text{ m}^3$. Od toga otpada na priliv stabala $0,63 \text{ m}^3$, a ostatak od $7,75 \text{ m}^3$ na prirast drvne mase.

Negativne sistematske pogreške, koje su nastale, jedna zbog upotrebe hipsometra *Blume-Leiss*, druga zbog brojenja godova na suhim

izvrcima, a treća zbog zanemarivanja prirasta kore, nisu uzete u obzir zbog koeficijenta sigurnosti. Te negativne pogreške dosežu oko 10% od izračunate proizvodnje.

6) Prirasne tablice br. 28 i br. 29 izrađene za pokusne plohe »Tuški Laz« (Abieto-Blechnetum Horv.) i »Kupjački Vrh« (Fagetum Abietetosum Horv.) mogu se primijeniti i na druge šume Gorskog Kotara iste biljne zajednice, istih visina i iste temeljnica.

VI. LITERATURA — LITTÉRATURE

- Algan H.*, Tarifs de cubage, Bulletin trimestriel de la Société Forestière de Franche-Comté et Belfort, Besançon 1901.
- Bizot de Fonteny*, Détermination des accroissements en diamètre des arbres, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1914.
- Bourgenot L.*, Production et accroissement, Revue forestière française, Nancy 1951.
- Bruce, Schumacher*, Forest Mensuration, New York 1942.
- Chatelain F.*, Passage à la futaie et production dans les futaies jardinées, Revue forestière française, Nancy 1951.
- D'Alverny A.*, Contre la Note 1883, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1927.
- De Coincy H.*, Aide-Mémoire de l'Aménagiste, Paris 1926.
- De Coincy H.*, Les sapinières pyrénéennes et leur traitement, Paris 1931.
- Drassal U. R.*, Prebiralni gozd, Šum. list, Zagreb 1924.
- Favre E.*, Fünfzig Jahre Anwendung der Kontrollmethode im Wald von Couvet (Neuenburger Jura), Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Zürich 1944.
- Fourcaud G.*, Interprétation de quelques séries de sondages à la tarière dans la vallée d'Aure, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1933.
- François T.*, Comparaisons d'inventaires et sondages à la tarière de Pressler, Bulletin Trimestriel de la Société Forestière de Franche-Comté, Besançon 1934.
- François, T.*, La composition théorique normale des futaies jardinées de Savoie, Revue des Eaux et Forêts, Paris 1938.
- Francišković S.*, Šume i šumarstvo vlastelinstva Thurn-Taxis u zapadnoj Hrvatskoj, Šum. list, Zagreb 1927.
- Francišković S.*, Prilog proučavanju taksacionih elemenata u prebornim šumama, Šum. list, Zagreb 1938.
- Gospodarska osnova za revir Zalesinu iz godine 1926.
- Horvat I.*, Istraživanje i kartiranje vegetacije planinskog skupa Risnjaka i Snježnika, Šum. list, Zagreb 1950.
- Horvat I.*, Istraživanje i kartiranje vegetacije primorskih obronaka zapadne Hrvatske, Šum. list 1951.
- Hufnagl L.*, Lehrbuch der Forsteinrichtung, Berlin 1938.
- Hufnagl L.*, Des Plenterwaldes Wirtschaftsziel, Normalbild und Einrichtung, Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Wien 1939.
- Jovanovac A.*, Važnost normale kod uređivanja prebornih šuma, Šum. list, Zagreb 1925.
- Kern A.*, Proračunavanje drvene zalihe i prirasta u prebornim šumama, Šum. list, Zagreb 1909.
- Kern A.*, Praksa uređenja šuma uopće, a kod zemljишnih zajednica napose, Šum. list, Zagreb 1916.
- Klepac D.*, Sastojinsko ili stablimično gospodarenje, Šum. list, Zagreb 1950.
- Klepac D.*, Uredivanje šuma uz oplodnu sječu, disertacija, Glasnik za šumske pokuse, Zagreb 1952.
- Knuchel H.*, Planung und Kontrolle im Forstbetrieb, Zürich 1950.
- Levaković A.*, Dendrometrija, Zagreb 1922.
- Mali Šumarsko-tehnički priručnik, I. dio, Zagreb 1949.

- Manojlović P.*, Uredenje preborne šume, Šum. list, Zagreb 1909.
- Meyer H. A.*, Über den Verlauf des Stärkezuwaches als Funktion des Durchmessers, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Zürich 1932.
- Miletić Ž.*, Osnovi uredivanja prebirne šume, I. knjiga, Beograd 1950., II. knjiga, Beograd 1951.
- Naputak za sastavak gospodarstvenih osnova odnosno programa Naredbe kr. hrv. slav. dalm. zemaljske vlade, odjela za unutrašnje poslove od 23. travnja 1903. br. 33.152.
- Pipan R.*, Pomen i vloga frekvenčne krivulje pri urejanju gozdov, Izvestja, Ljubljana 1950.
- Plavšić M.*, Visoka preborna šuma (rukopis) Zagreb 1937.
- Prodan M.*, Der Stärkezuwachs in Plenterwaldbeständen, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Zürich 1947.
- Prodan M.*, Messung der Waldbestände, Frankfurt/M. 1951.
- Radošević J.*, Prilog proučavanju taksacionih elemenata u prebornim šumama, Šum. list, Zagreb 1939.
- Rey M.*, Recherches sur le taux d'accroissement et la production des futaies jardinées, Congrès International du Bois et de la Sylviculture, Paris 1931.
- Rol R.*, Contribution à l'étude de la répartition du sapin (*Abies alba* Mill.), Annales de l'Ecole des Eaux et Fôrets, Tome VI., Tasc. 2., Nancy 1937.
- Schaeffer A.*, La tarière de Pressler, Bulletin Trimestriel de la Société Forestière de Franche-Comté, Besançon 1891.
- Schaeffer A.*, Accroissement du sapin, Bulletin Trimestriel de la Société Forestière de Franche-Comté, Besançon 1891.
- Schaeffer A.*, *Gazin A.*, *D'Alverny A.*, Sapinières, Paris 1930.
- Schaeffer L.*, La notion d'âge en futaie jardinée, Bulletin de la Société Forestière de Belgique, 1936.
- Schaeffer L.*, Vérification de possibilité, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Zürich 1947.
- Schaeffer L.*, Tarifs rapides et tarifs lents, Revue forestière française, Nancy 1949.
- Schaeffer L.*, Cours d'aménagement (skripta), Nancy 1948 i 1952.
- Šafar J.*, Preborna šuma i preborno gospodarenje, Zagreb 1948.
- Šafar J.*, Obnova četinara posredstvom liščara, Šum. list, Zagreb 1949.
- Schniffel A.*, Form und Inhalt der Tanne, Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Österreichs, Wien 1908.
- Šurić S.*, Preborne sjeće u neuredenim prebornim šumama i šumama tipa prasume, Šum. list, Zagreb 1933.
- Tavčar A.*, Biometrika u poljoprivredi, Zagreb 1946.
- Tischendorf W.*, Lehrbuch der Holzmassenermittlung, Berlin 1927.
- Tjurin A. U.*, Taksacija lesa, Moskva 1938.
- Tomašegović Z.*, O pouzdanosti aerofototaksacije za neke dendrometrijske potrebe šumskog gospodarstva, Glasnik za šumske pokuse br. 12 (pripremljeno za štampu).
- Tregubov U.*, Prebiralno gospodarstvo v manjših gozdnih enotah, Izvestja, Ljubljana 1950.
- Tordony M.*, Način uređenja redovitog prebornog gospodarenja s osobitim obzirom na Gorski Kotar, Šum. list, Zagreb 1897.
- Tordony M.*, Preborna šuma, Šum. list, Zagreb 1898.
- Ugrenović A.*, Tehnologija drveta, Zagreb 1950.
- Uputstva za procenu stabala u dubećem; doznaku stabala i određivanje priroda u prebornim šumama; postavljanje i proučavanje stalnih pokusnih ploha u prebornim šumama, Beograd 1937.
- Vade-Mecum du Forestier, Besançon 1951.
- Uajda Z.*, Studija o prirodnom rasprostranjenju i rastu smreke u sastojinama Gorskog Kotara, dizertacija, Šum. list, Zagreb 1933.
- Vaulot*, Détermination des accroissements en diamètre des arbres, Revue des Eaux et Fôrets, Paris 1914.
- Zlatarić B.*, Neki taksacijski elementi jele i bukve u odnosu na ekologiju i razdiobu šuma na Risnjaku, Glasnik za šumske pokuse, Zagreb 1952.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION*

1) »Médian« pris comme *temps de passage moyen*, c'est-à-dire »la méthode du classement« ne donne pas de résultats exacts. La production calculée par cette méthode est en général trop faible.

2) *Le temps de passage moyen* est défini par l'équation (1a). Grâce au tableau No. 6a on peut très facilement déterminer l'accroissement moyen en diamètre par an (m) et aussi le *temps de passage moyen* (T_{III}).

3) Le tableau No. 16 donne les chiffres d'accroissement moyen en diamètre par an pour le sapin dans deux places d'essai, »Tuški Laz« et »Kupjački Vrh«. L'accroissement moyen en diamètre par an (m_s) est défini par l'équation (3) pour le sapin dans la première place d'essai et par l'équation (5) pour le sapin dans la seconde place d'essai.

$$m_s = + 0,2603043 + 0,1142317 d - 0,0008659487 d^2 \quad (3)$$

$$m_s = + 5,73170 - 55,865 \frac{1}{d} + 76,9 \frac{1}{d^2} \quad (5)$$

Les données statistiques d'accroissement moyen en diamètre pour le sapin dans la première place d'essai sont:

$$m'_s = 3,3259 \text{ mm}; \quad \sigma'_s = \pm 1,307 \text{ mm}; \quad v'_s = \pm 39,30\%;$$

$$f_{m_s} = 0,05408 \text{ mm}; \quad P'_s = 1,626\%.$$

Pour la seconde place d'essai ces chiffres sont les suivants:

$$m'_s = 4,0475 \text{ mm}; \quad \sigma'_s = \pm 1,848 \text{ mm}; \quad v'_s = \pm 45,66\%;$$

$$f_{m_s} = 0,0856 \text{ mm}; \quad P'_s = + 2,114\%.$$

4) En utilisant l'écart-type (σ'_s) nous avons construit le tableau No. 17 qui donne le nombre des échantillons nécessaires pour une certaine exactitude définie par avance.

5) La production annuelle pour le sapin s'élève dans la première place d'essai dite »Tuški Laz« à $9,94 \text{ m}^3$ par hectare. (Le passage à la futaie est de $0,24 \text{ m}^3$; l'accroissement est de $9,70 \text{ m}^3$). Dans la seconde place d'essai dite »Kupjački Vrh« la production annuelle pour le sapin s'élève à $8,38 \text{ m}^3$ par hectare. (Le passage à la futaie est de $0,63 \text{ m}^3$; l'accroissement est de $7,75 \text{ m}^3$).

6) Les tableaux No. 28 i No. 29 représentent les »tables d'accroissement« que nous avons élaborées pour deux places d'essai.

* Cette étude fut terminée et prête à être publiée à la date du 21 juillet 1952.

Prof. ing. S. FLÖGL

KOČNA GRADIJANTA ŠUMSKIH KLIZINA

(DIE BREMSENDE GRADIANTE DER FORSTRIESEN)

Sadržaj (Inhalt)

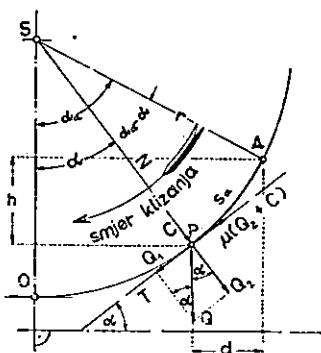
- A) Točniji račun brzine klizanja (Genauere Berechnung der Gleitgeschwindigkeit).
 - 1. Teško tijelo klizi i silazi na udubljenom luku (Ein schwerer Körper gleitet in einer Konkavkreislinie abwärts).
 - 2. Teško tijelo klizi i ulazi na udubljenom luku (Ein schwerer Körper gleitet in einer Konkavkreislinie aufwärts).
 - 3. Teško tijelo klizeći silazi i ulazi na udubljenom luku (Ein schwerer Körper gleitet in einer Konkavkreislinie ab- und aufwärts).
 - 4. Teško tijelo klizi i silazi na izbočenom luku (Ein schwerer Körper gleitet auf einer Konvexkreislinie abwärts).
 - 5. Teško tijelo klizi i ulazi na izbočenom luku (Ein schwerer Körper gleitet auf einer Konvexkreislinie aufwärts).
 - 6. Teško tijelo klizeći ulazi i silazi na izbočenom luku (Ein schwerer Körper gleitet auf einer Konkavkreislinie auf- und abwärts).
- B) Približni račun brzine klizanja (Annähernde Berechnung der Gleitgeschwindigkeit).
 - 1. Uz zanemarenje centrifugalne sile (Unter Ausserachtlassung der Zentrifugalkraft).
 - 2. Uz zanemarenje težine tijela (Unter Ausserachtlassung des Eigengewichtes).
 - 3. Uz djelovanje težine tijela i centrifugalne sile (Unter Berücksichtigung des Eigengewichtes und der Zentrifugalkraft).
- C) Polumjer luka na lomu gradijante (Der Bogenhalbmesser am Gefällsbruch).
 - 1. S obzirom na brzinu klizanja (Mit Rücksicht auf die Gleitgeschwindigkeit).
 - 2. S obzirom na konstrukciju klizine (Mit Rücksicht auf die Konstruktion der Riese).
- D) Nacrt (uzdužni profil) kočne gradijante [Der Aufriss (das Längprofil) der bremsenden Gradiante].
 - 1. Geometrijski elementi gradijante (Geometrische Elemente der Gradiante).
 - 2. Poligon gradijante (Polygon der Gradiante).
 - 3. Tetivni poligon gradijante (Sehnenpolygon der Gradiante).
- E) Dijagram brzine klizanja i ispitivanje radne sposobnosti klizine (Gleitgeschwindigkeitsdiagramm und Arbeitsfähigkeitsuntersuchung der Riese).
- F) Određivanje i iskolčivanje kočne gradijante (Bogenanordnung und Absteckung der bremsenden Gradiante).
 - 1. Određivanje glavnih točaka gradijante (Bestimmung der Hauptbogenpunkte).
 - 2. Određivanje ostalih točaka luka (Bestimmung der übrigen Bogenpunkte).
 - 3. Prelazna krivulja (Übergangsbogen).

U V O D

Gradijanta svake klizine obično se sastoji iz dužih pravaca, koji uglavnom padaju u smjeru klizanja s malim razlikama u nagibima. Na kraju pak klizine gradijanta ili slabo pada ili leži u horizontali ili se dapače uspinje u suprotnom smjeru, jer treba da koči i poništi brzinu klizanja. Tu se gradijanta obično sastoji od kraćih pravaca, koji se lome, jer su različno, dapače i suprotno nagnuti. Na svakom takvu lomu treba umetnuti luk, obično kružnice, koji omogućuje klizanje na prijelazu iz pravca jednog nagiba u pravac drugog nagiba. Dinamika klizanja na takvu valovitom dijelu gradijante nije jednostavna, nasuprot stavlja neke teškoće u osnivanju, trasiranju i konstruiranju bilo koje klizine. Svrha je ove radnje popuniti već dosad objelodaneno o tome te olakšati taj posao.

Na lomovima gradijante razlikujemo *udubljene luke* (konkavne prema gore) od *izbočenih luka* (konveksnih prema gore). Jedni i drugi ili padaju ili se uspinju u smjeru klizanja, a i prelaze u pravac ili luk suprotnog nagiba. U svakom takvu dijelu klizanje se odvija po zasebnom zakonu, već prema tome, radi li se o udubljenom ili izbočenom luku, o luku, niz koji klizeći silazi teško tijelo ili se uspinje na nj. Poradi toga prije iskorišćivanja potrebno je da najprije iznesemo te zakone.

A) TOČNIJI RACUN BRZINE KLIZANJA



Slika 1

1. *Teško tijelo klizi i silazi na udubljenom luku* (sl. 1). Na takvo tijelo mase m i težine $Q = mg$, dok klizi djeluje komponenta vlastite težine $Q \sin \alpha$ i trenje μN u tangentni, zatim rezultanta komponente vlastite težine i centrifugalne sile $N = Q \cos \alpha + \frac{mv^2}{r}$, pa

još i reakcija podloge u normali gradijante. Sile u normali nalaze se u stanju ravnoteže i ne utječu na gibanje tijela. Sile u tangentni rezultiraju silu:

$$T = Q \cdot \sin \alpha - \mu N = Q (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) - \mu \frac{mv^2}{r}, \quad (1)$$

zbog koje teško tijelo klizi nizbrdo na udubljenom luku dovoljnog nagiba α prema horizontali. Kako između koeficijenta (μ) i kuta trenja (τ) postoji poznati sношaj:

$$\mu = \tan \tau \quad (2)$$

to se (1) kraće može napisati i ovako:

$$T = mg \frac{\sin(\alpha - \tau)}{\cos \tau} - \mu \frac{mv^2}{r}.$$

Ubrzanje ove sile:

$$a_t = T : m = g \frac{\sin(\alpha - \tau)}{\cos \tau} - \mu \frac{v^2}{r} \quad (3)$$

može biti veće ili manje od ništice, a i jednak ništici, već prema iznosima kutova α i τ , te prema polumjeru udubljenog luka kružnice r .

Između ubrzanja (a_t), brzine (v) i puta (s) postoji poznati sношaj:

$$vdv = a_t \cdot ds, \quad (4)$$

koji ćemo upotrebiti u svrhu određenja brzine klizanja. Ako je tijelo počelo kliziti u točki A , na nagibu luka α_a , s nekom brzinom v_a , u času kad je stiglo u točku P , na nagib α , s nekom brzinom v , prevaljeni put (luk) iznosio je $s = r(\alpha_a - \alpha)$. Kako se pak s napredovanjem tijela nagib α mijenja, to promjena dužine puta iznosi:

$$ds = -rd\alpha. \quad (5)$$

Jednadžbe (3), (4) i (5) daju onda diferencijalnu jednadžbu

$$vdv = -rg \frac{\sin(\alpha - \tau)}{\cos \tau} da + \mu v^2 da,$$

koja se može napisati i ovako (ako se podijeli sa vda):

$$\frac{dv}{d\alpha} - \mu v = -\frac{rg}{\cos \tau} \cdot \frac{\sin(\alpha - \tau)}{v}. \quad (6)$$

Rješavamo tu jednadžbu pomoću supsticije:

$$v = ze^{\mu\alpha}; \quad \frac{dv}{d\alpha} = \frac{dz}{d\alpha} \cdot e^{\mu\alpha} + \mu z e^{\mu\alpha}. \quad (7)$$

(6) prelazi onda u:

$$\frac{dz}{d\alpha} e^{\mu\alpha} = -\frac{rg}{\cos \tau} \cdot \frac{\sin(\alpha - \tau)}{z \cdot e^{\mu\alpha}},$$

odnosno u:

$$z dz = -\frac{rg}{\cos \tau} e^{-2\mu\alpha} \cdot \sin(\alpha - \tau) d\alpha.$$

Obostranim integriranjem dobivamo:

$$\frac{z^2}{2} = -\frac{rg}{\cos \tau} \int e^{-2\mu\alpha} \cdot \sin(\alpha - \tau) d\alpha. \quad (8)$$

Rješenje integrala s desne strane glasi:

$$\int e^{-2\mu\alpha} \sin(\alpha - \tau) d\alpha = e^{-2\mu\alpha} \frac{-2\mu \sin(\alpha - \tau) - \cos(\alpha - \tau)}{4\mu^2 + 1} + C$$

a uz supstituciju

$$2\mu = \operatorname{tg} \varepsilon \quad (9)$$

$$\int e^{-2\mu\alpha} \cdot \sin(\alpha - \tau) d\alpha = -e^{-2\mu\alpha} \cdot \cos \varepsilon \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha) + C. \quad (10)$$

Kako je (iz 7): $z = v \cdot e^{-\mu\alpha}$, to (8) konačno prelazi u:

$$v^2 \cdot e^{-2\mu\alpha} = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} e^{-2\mu\alpha} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha) + C.$$

Ova jednadžba mora važiti i za brzinu v_a na nagibu α_a istog udubljenog luka:

$$v_a^2 \cdot e^{-2\mu\alpha_a} = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} e^{-2\mu\alpha_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha_a) + C.$$

Iz posljednjih dviju jednadžbi izlazi onda:

$$\left. \begin{aligned} v^2 e^{-2\mu\alpha} - v_a^2 e^{-2\mu\alpha_a} &= \\ = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu\alpha} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha) - e^{-2\mu\alpha_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha_a)] & \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = 2\mu = 2 \operatorname{tg} \tau.$$

Ova jednadžba određuje snošaj među brzinom v_a na nagibu α_a i brzinom v na nagibu α teškog tijela, koje je klizeći silazilo među tim nagibima na udubljenom luku polujera r .

Značenje pojedinih oznaka objasnili smo već prije, a ovdje još dodajemo da g označuje ubrzanje pri prostom padu, a e bazu naravnih logaritama. U naše svrhe dolazi u obzir ova formula samo za određivanje brzine klizanja nizbrdo udubljenog luka na nagibima, koji se kreću u intervalu $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$.

Specijalno navodimo ove slučajeve:

Neka je v_a brzina na nagibu α_a na početku, a v_0 brzina na nagibu $\alpha = 0$ na kraju udubljenog luka. Onda iz (11) izlazi:

$$v_a^2 = v_0^2 e^{-2\mu\alpha_a} + \\ + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos(\varepsilon + \tau) - e^{-2\mu\alpha_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha_a)]. \quad (12)$$

T. j. v_0 je brzina, koju još ima teško tijelo na nagibu $\alpha = 0$ (u točki 0, sl. 1), ako je počelo silaziti na nagibu $\alpha_a > 0$ s brzinom $v_a > 0$. Obrnuto jednadžba:

$$v_0^2 = v_a^2 e^{2\mu\alpha_a} - \\ - 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{2\mu\alpha_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau) - \cos(\varepsilon + \tau - \alpha_a)] \quad (13)$$

određuje brzinu v_a , koju mora imati teško tijelo na nagibu $\alpha_a > 0$, da silazeći na udubljenom luku stigne na nagib $\alpha = 0$ s brzinom $v_0 > 0$.

Želimo li pak da teško tijelo stigne na nagib $\alpha = 0$ (u točku 0) s brzinom $v_0 = 0$, na početku udubljenog luka na nagibu $\alpha_a > 0$, mora imati brzinu (slijedi iz 13):

$$v_a^2 = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos(\varepsilon + \tau - \alpha_a) - e^{2\mu\alpha_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau)]. \quad (13a)$$

U dijelu udubljenog luka, nagiba $0 < \alpha < \tau$, teško tijelo ne može kliziti samo zbog djelovanja vlastite težine, jer je nagib u tom dijelu na svakom mjestu manji od kuta trenja. Ipak može teško tijelo kliziti i tim dijelom udubljenog luka i dokliziti do nagiba $\alpha = 0$ (do točke 0) s brzinom $v = 0$, ako je na početku tog poteza, na nagibu $\alpha_a = \tau$, imalo brzinu v_a , koja zadovoljava jednadžbu (slijedi iz 13a):

$$v_a^2 = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos \varepsilon - e^{2\mu\tau} \cdot \cos(\varepsilon + \tau)]. \quad (13b)$$

Kako je $\operatorname{tg} \varepsilon = 2\mu$, ova je brzina funkcija samo koeficijenta trenja.

Primjer 1. Za $\mu = 0,25$ uz pomoć tablice 2 dobivamo:

$$\frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = 0,92196 [0,89443 - 1,1303 \cdot 0,75926] = 0,0334.$$

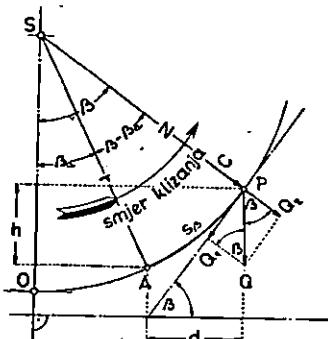
Na svakom udubljenom luku za svaku vrijednost kuta trenja τ postoji nagib $\alpha > \tau$, s kojeg može krenuti teško tijelo s brzinom $v_a = 0$ i klizeći sići do nagiba $\alpha = 0$, također s brzinom $v_0 = 0$. Jer iz (13a) izlazi, da je $v_a = 0$, ako je zadovoljen uvjet:

$$e^{-2\mu\alpha_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha_a) = \cos(\varepsilon + \tau). \quad (14)$$

Tablica 1 donosi vrijednosti kuta α_a , koje zadovoljavaju ovaj uvjet za označene vrijednosti koeficijenta trenja μ .

Tablica 1

$\mu = \tan \tau$	α_a°	$\mu = \tan \tau$	α_a°	$\mu = \tan \tau$	α_a°
0,10	11° 29' 14"	0,30	35° 37' 30"	0,50	65° 39' 32"
0,15	17° 19' 30"	0,35	42° 13' 30"	0,55	75° 55' 00"
0,20	23° 14' 30"	0,40	49° 16' 30"	0,60	88° 58' 00"
0,25	29° 19' 30"	0,45	56° 38' 30"		



Slika 2

2. Teško tijelo klizi i uzlazi na udubljenom luku (sl. 2). Na takvo tijelo dok klizi, djeluju sile kao na tijelo, koje klizi nizbrdo udubljenog luka (usp. točku 1). Sile u normali luka nalaze se u stanju ravnoteže i ne utječu na gibanje tijela. No komponenta težine tijela u tangenti djeluje sad u suprotnom smjeru gibanja i zbog toga ulazi u račun s negativnim predznakom. Zajedno s trenjem ta sila rezultira rezultantu u tangenti luka

$$\begin{aligned} T &= -Q \sin \beta - \mu \left(Q \cos \beta + \frac{mv^2}{r} \right) = \\ &= -Q (\sin \beta + \mu \cos \beta) - \mu \frac{mv^2}{r}, \end{aligned} \quad (15)$$

koja koči brzinu klizanja. Usporenje zbog te sile iznosi:

$$\begin{aligned} a_t &= \frac{T}{m} = -g (\sin \beta + \mu \cos \beta) - \frac{\mu v^2}{r} = \\ &= -g \frac{\sin(\tau + \beta)}{\cos \tau} - \frac{\mu v^2}{r}. \end{aligned} \quad (16)$$

Prevaljeni put mjeran u smjeru klizanja od koje čvrste točke A na nagibu β_a , do koje točke P na nagibu β mjeri sada $s = r(\beta - \beta_a)$. Pritom se kut β mijenja s napredovanjem tijela i poradi toga je

$$ds = rd\beta. \quad (17)$$

Diferencijalna jednadžba brzine (4) prelazi u:

$$vdv = a_t ds = a_t rd\beta = -rg \frac{\sin(\tau + \beta)}{\cos \tau} \cdot d\beta - \mu v^2 d\beta,$$

a može se napisati i ovako (ako se podijeli sa $v d\beta$):

$$\frac{dv}{d\beta} + \mu v = -rg \frac{\sin(\tau + \beta)}{v \cos \tau}. \quad (18)$$

Rješavamo je pomoću supstitucije:

$$v = ze^{-\mu\beta}; \quad \frac{dv}{d\beta} = \frac{dz}{d\beta} e^{-\mu\beta} - \mu z e^{-\mu\beta}. \quad (19)$$

(18) prelazi onda u:

$$\frac{dz}{d\beta} e^{-\mu\beta} = -\frac{rg}{\cos \tau} \cdot \frac{\sin(\tau + \beta)}{z \cdot e^{-\mu\beta}}$$

i dalje u

$$z dz = -\frac{rg}{\cos \tau} e^{2\mu\beta} \cdot \sin(\tau + \beta) d\beta.$$

Obostranim integriranjem dobivamo:

$$\frac{z^2}{2} = -\frac{rg}{\cos \tau} \int e^{2\mu\beta} \cdot \sin(\tau + \beta) d\beta. \quad (20)$$

Rješenje integrala s desne strane glasi:

$$\begin{aligned} \int e^{2\mu\beta} \cdot \sin(\tau + \beta) d\beta &= e^{2\mu\beta} \cdot \frac{2\mu \sin(\tau + \beta) - \cos(\tau + \beta)}{1 + 4\mu^2} + C \\ &= -e^{2\mu\beta} \cdot \frac{\cos(\tau + \beta) - 2\mu \sin(\tau + \beta)}{1 + 4\mu^2} + C, \end{aligned}$$

a uz supstituciju:

$$2\mu = \operatorname{tg} \varepsilon$$

$$\int e^{2\mu\beta} \cdot \sin(\tau + \beta) d\beta = -e^{2\mu\beta} \cdot \cos \varepsilon \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta) + C. \quad (21)$$

Kako je (iz 19) $z = ve^{\mu\beta}$, to konačno (20) prelazi u:

$$v^2 e^{2\mu\beta} = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} e^{2\mu\beta} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta) + C.$$

Ova jednadžba mora važiti i za brzinu v_a na nagibu β_a istog udubljenog luka:

$$v_a^2 e^{2\mu\beta_a} = 2rg \frac{\cos \epsilon}{\cos \tau} e^{2\mu\beta_a} \cdot \cos(\epsilon + \tau + \beta_a) + C.$$

Posljednje dvije jednadžbe daju onda traženo rješenje:

$$\left. \begin{aligned} v_a^2 e^{\mu\beta_a} - v^2 e^{2\mu\beta} &= \\ = 2rg \frac{\cos \epsilon}{\cos \tau} [e^{2\mu\beta_a} \cdot \cos(\epsilon + \tau + \beta_a) - e^{2\mu\beta} \cdot \cos(\epsilon + \tau + \beta)] \\ \tan \epsilon &= 2\mu = 2 \tan \tau. \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

Ova jednadžba određuje snošaj među brzinom v_a na nagibu β_a i brzinom v na nagibu β teškog tijela, koje je klizeći uzlazilo među tim nagibima na udubljenom luku polumjera r . U naše svrhe dolazi u obzir samo za određivanje brzine klizanja užbrdo udubljenog luka na nagibima, koji se kreću u intervalu $0^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$.

Upozorujemo, ovu formulu mogli smo dobiti neposredno i tako, da smo u formuli (11) zamjenili $-\alpha$ sa β . No bilo je potrebno i dokazati valjanost takvog postupka.

Specijalni su ovi slučajevi.

Neka je $v_a = v_0$ brzina klizanja na nagibu $\beta_a = 0$ (u točki O , sl. 2). Onda za brzinu $v > 0$ na nagibu $\beta > 0$ iz (22) izlazi:

$$v^2 = v_0^2 e^{-2\mu\beta} - 2rg \frac{\cos \epsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu\beta} \cdot \cos(\epsilon + \tau) - \cos(\epsilon + \tau + \beta)]. \quad (23)$$

T. j. ako je teško tijelo krenulo s nagiba $\beta_a = 0$ s brzinom $v_0 > 0$ i klizeći uzlazilo na udubljenom luku do nagiba $\beta \neq 0$, ono još ima brzinu v , koju i kako je određuje ova jednadžba. Obrnuto jednadžba

$$v_0^2 = v^2 e^{2\mu\beta} + 2rg \frac{\cos \epsilon}{\cos \tau} [\cos(\epsilon + \tau) - e^{2\mu\beta} \cdot \cos(\epsilon + \tau + \beta)] \quad (24)$$

određuje brzinu v_0 , koju mora imati teško tijelo na nagibu $\beta = 0$, da klizeći uziđe na udubljenom luku do nagiba $\beta \neq 0$ s brzinom $v > 0$.

Za $v = 0$ iz (24) izlazi:

$$v_0^2 = 2rg \frac{\cos \epsilon}{\cos \tau} [\cos(\epsilon + \tau) - e^{2\mu\beta} \cdot \cos(\epsilon + \tau + \beta)]. \quad (24a)$$

T. j. v_0 je brzina koju mora imati teško tijelo na nagibu $\beta = 0$, da klizeći uziđe na udubljenom luku do nagiba $\beta \neq 0$ s brzinom $v = 0$. Ako je još i $\beta = \tau$, onda (24a) prelazi u:

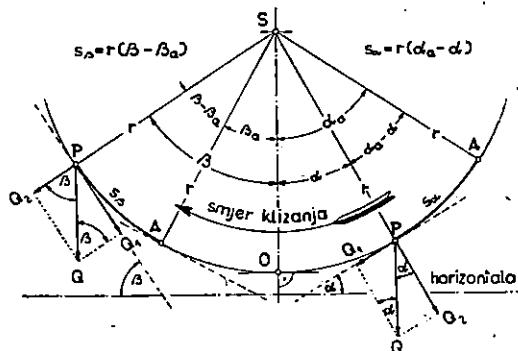
$$v_0^2 = 2rg \frac{\cos \epsilon}{\cos \tau} [\cos(\epsilon + \tau) - e^{2\mu\tau} \cdot \cos(\epsilon + 2\tau)]. \quad (24b)$$

Ova brzina v_0 je funkcija samo koeficijenta trenja.

Primjer 2. Za $\mu = 0,25$ je $\varepsilon + 2\tau = 54^\circ 38' 16''$, a $\cos(\varepsilon + 2\tau) = 0,57874$. Už pomoć tablice 2 onda iz (24b) izlazi:

$$\frac{1}{2r} \cdot \frac{v_0^2}{g} = 0,92196 [0,75926 - 1,1303 \cdot 0,57874] = 0,0969.$$

v_0 je brzina koju mora imati teško tijelo na nagibu $\beta = 0$, da klizeći uzbardo na udubljenom luku stigne još nagib $\beta = \tau$ s brzinom $v = 0$.



Slika 3.

3. Teško tijelo klizeći silazi i uzlazi na udubljenom luku. Udubljeni luk šumskih klizina može se sastojati od nizbrdice i od uzbrdice u smjeru klizanja (sl. 3). Za brzinu na nizbrdici važe formule izvedene u točki 1, a na uzbrdici formule izvedene u točki 2. U zajedničkoj točki O , na nagibu $\alpha = \beta = 0$, jedne i druge formule važe jednako. No formule izvedene u točki 1 mogu se upotrebiti za jedan i drugi dio udubljenog luka i to na nizbrdici neposredno, a na uzbrdici, ako se kut $-a$ u njima zamijeni s kutom $+\beta$. Analogno važi za formule, izvedene u točki 2.

Iznosimo ove specijalne slučajeve:

Treba li odrediti brzinu v_β na uzlaznoj strani udubljenog luka, na nagibu $\beta > 0$, za teško tijelo, koje je počelo kliziti na silaznoj strani tog luka, na nagibu $\alpha \neq 0$, s brzinom $v_\alpha > 0$, važi formula (izlazi iz 11, za $\beta = -a$; $\alpha_a = a$ i $v = v_\beta$):

$$v_\beta^2 = v_\alpha^2 e^{-2\mu(\alpha+\beta)} + \\ + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos(\varepsilon + \tau + \beta) - e^{-2\mu(\alpha+\beta)} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha)]. \quad (25)$$

Za $\beta = 0$, ova formula prelazi u formulu 12.

Obrnuto formula:

$$v_\alpha^2 = v_\beta^2 e^{2\mu(\alpha+\beta)} + \\ + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos(\varepsilon + \tau - \alpha) - e^{2\mu(\alpha+\beta)} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta)]. \quad (26)$$

određuje potrebnu početnu brzinu v_a , koju mora imati teško tijelo na silaznoj strani udubljenog luka, na nagibu α , da stigne na nagib $\beta \neq 0$ na uzlaznoj strani s brzinom $v_b > 0$.

Želimo li pak, da je na uzlaznoj strani udubljenog luka, na nagibu $\beta \neq 0$, brzina $v_b = 0$, teško tijelo mora početi kliziti na silaznoj strani, na nagibu $\alpha > 0$, sa brzinom:

$$v_a^2 = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos(\varepsilon + \tau - \alpha) - e^{2\mu(\alpha+\beta)} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta)]. \quad (26a)$$

Želimo li još, da je $v_a = 0$, nagibi α i β moraju zadovoljavati uvjet:

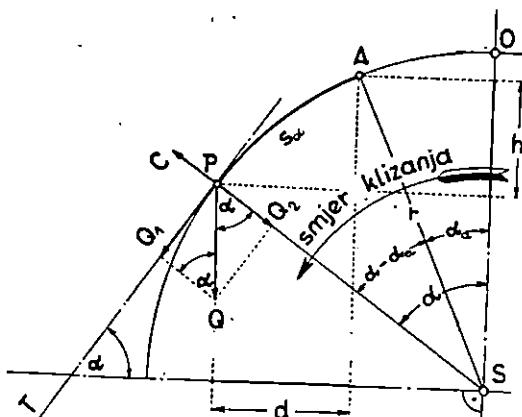
$$e^{-2\mu\alpha} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha) = e^{2\mu\beta} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta). \quad (27)$$

T. j. krene li teško tijelo s nagiba $\alpha > 0$ na silaznoj strani udubljenog luka, s početnom brzinom $v_a = 0$, a želimo li, da još i užide do nagiba $\beta \neq 0$ na uzlaznoj strani i ondje stane, iznosi kutova α i β moraju zadovoljavati uvjet (27).

Za $\beta = 0$, formula (27) prelazi u formulu (14).

Da bude $\beta \neq 0$, iznos kuta α u formuli (27) svakako mora biti veći od pripadnog iznosa kuta α_a , iskazanog u tablici 1.

Formule (14) i (27) mogu se iskoristiti za eksperimentalno određivanje kuta i koeficijenta trenja. Jer na zbiljnom udubljenom luku svagda se može odrediti nagib α na nizbrdici, s kojeg je teško tijelo krenulo i nagib β na uzbrdici, na kojem je to isto tijelo sustalo.



Slika 4.

4. *Teško tijelo klizi i silazi na izbočenom luku (sl. 4).* Normalan pritisak tijela na podlogu iznosi $Q \cos \alpha$, a umanjuje ga centrifugalna sila mv^2/r , dok tijelo klizi. Reakcija podloge N podržava ravnotežu s tim silama. Zbog toga i te sile – dok reakcija podloge

postoji – i ne utječu na gibanje tijela. U tangentni luka djeluje na tijelo komponenta vlastite težine $Q \sin \alpha$ u smjeru klizanja i trenje μN u suprotnom smjeru. Te dvije sile rezultiraju rezultantu

$$\begin{aligned} T &= Q \sin \alpha - \mu N = Q \sin \alpha - \mu \left(Q \cos \alpha - \frac{\mu v^2}{r} \right) \\ &= Q (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) + \mu \frac{m v^2}{r}, \end{aligned} \quad (28)$$

zbog koje teško tijelo klizi i silazi na izbočenom luku dovoljnog nagiba α prema horizontali. Kako između koeficijenta trenja i kutu trenja postoji snošaj $\mu = \tan \tau$, to se (28) kraće može napisati ovako:

$$T = mg \frac{\sin(\alpha - \tau)}{\cos \tau} + \mu \frac{m v^2}{r}.$$

Ubrzanje sile T je:

$$a_t = \frac{T}{m} = g \frac{\sin(\alpha - \tau)}{\cos \tau} + \frac{\mu v^2}{r}. \quad (29)$$

Ono može biti veće ili manje od ništice, a i jednako ništici, već prema iznosima kutova α i τ , odnosno polumjera r izbočenog luka kružnice.

Prevaljeni put od neke čvrste točke luka A (na nagibu α_a) do točke P (na nagibu α) iznosi $s = r(\alpha - \alpha_a)$. Kako se kut α mijenja za vrijeme klizanja, to promjena dužine puta iznosi

$$ds = rd\alpha. \quad (30)$$

Općenito jednadžba (5) s obzirom na (30) i (29) prelazi u:

$$v dv = a, ds = a, rd\alpha = rg \frac{\sin(\alpha - \tau)}{\cos \tau} da + \mu v^2 da,$$

a podijeljena sa $v da$ u:

$$\frac{dv}{da} - \mu v = \frac{rg}{\cos \tau} \cdot \frac{\sin(\alpha - \tau)}{v}. \quad (31)$$

uz supsticiju:

$$v = ze^{\mu a}; \quad \frac{dv}{da} = \frac{dz}{da} e^{\mu a} + \mu z e^{\mu a} \quad (32)$$

dalje prelazi u:

$$z dz = \frac{rg}{\cos \tau} e^{-2\mu a} \cdot \sin(\alpha - \tau) da. \quad (33)$$

Obostrano integrirana jednadžba daje:

$$\frac{z^2}{2} = \frac{rg}{\cos \tau} \int e^{-2\mu a} \cdot \sin(\alpha - \tau) da.$$

Kako je

$$\int e^{-2\mu a} \cdot \sin(a - \tau) da = e^{-2\mu a} \cdot \frac{-2\mu \sin(a - \tau) - \cos(a - \tau)}{1 + 4\mu^2} + C,$$

a uz supstituciju $2\mu = \operatorname{tg} \varepsilon$

$$\int e^{-2\mu a} \cdot \sin(a - \tau) da = -e^{-2\mu a} \cdot \cos \varepsilon \cdot \cos(\varepsilon + \tau - a) + C,$$

zatim, kako je $z = v \cdot e^{-\mu a}$, konačno (33) prelazi u

$$v^2 \cdot e^{-2\mu a} = -2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} e^{-2\mu a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - a) + C.$$

Ova jednadžba mora važiti i za brzinu v_a na nagibu α_a istog izbočenog luka:

$$v_a^2 e^{-2\mu a} = -2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} e^{-2\mu a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - a_a) + C.$$

Iz posljednjih dviju jednadžbi izlazi onda:

$$\left. \begin{aligned} v^2 e^{-2\mu a} - v_a^2 e^{-2\mu a} &= \\ = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - a_a) - e^{-2\mu a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - a)] & \\ \operatorname{tg} \varepsilon = 2\mu = 2 \operatorname{tg} \tau. & \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

Ova jednadžba određuje snošaj među brzinom v_a na nagibu α_a i brzinom v na nagibu α teškog tijela koje je klizilo i silazilo, među tim nagibima na izbočenom luku polumjera r . U naše svrhe ova formula dolazi u obzir samo u intervalu nagiba $0 \leq a \leq 90^\circ$.

Iznosimo ove specijalne slučajeve:

Za $\alpha_a = 0$ i $v_a = v_0$ formula (35) prelazi u

$$v^2 = v_0^2 e^{2\mu a} + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{2\mu a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau) - \cos(\varepsilon + \tau - a)]. \quad (36)$$

Ova jednadžba određuje brzinu $v > 0$ na nagibu $a > 0$ teškog tijela, koje je počelo silaziti s nagiba $\alpha_a = 0$ na izbočenom luku s brzinom $v_0 > 0$. Obrnuto jednadžba

$$v_0^2 = v^2 e^{-2\mu a} + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - a) - \cos(\varepsilon + \tau)] \quad (37)$$

određuje brzinu v_0 na nagibu $\alpha = 0$, koju mora imati teško tijelo, da klizeći nizbrdo izbočenog luka stigne na nagib $a > 0$ s brzinom $v > 0$.

Na potezu izbočenog luka nagiba $0 \leq \alpha \leq \tau$ teško tijelo ne može kliziti ni silaziti samo zbog vlastite težine, jer je kut trenja veći od nagiba luka na svakom mjestu tog poteza. No želimo li, da tijelo klizi i silazi i na tom potezu, pa još na kraju, na nagibu $\alpha = \tau$, da ima i brzinu $v > 0$, na početku tog poteza, na nagibu $\alpha = 0$, mora imati brzinu v_0 , koja zadovoljava jednadžbu:

$$v_0^2 = v^2 e^{-2\mu \tau} + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu \tau} \cdot \cos \varepsilon - \cos(\varepsilon + \tau)]. \quad (37a)$$

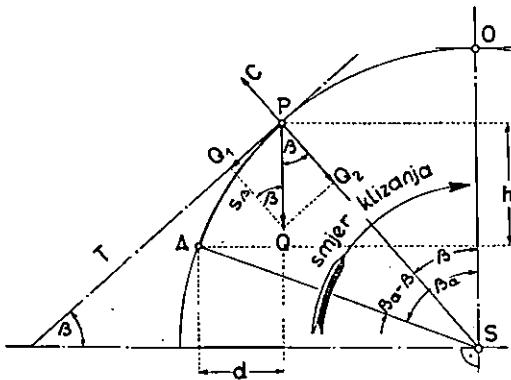
Zadovoljavamo li se time, da je na kraju luka, na nagibu $\alpha = \tau$, brzina tijela $v = 0$, na početku luka, na nagibu $\alpha_0 = 0$, to tijelo mora imati brzinu (slijedi iz 37a):

$$v_0^2 = rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu\tau} \cdot \cos \varepsilon - \cos(\varepsilon + \tau)]. \quad (37b)$$

I ta je brzina funkcija samo koeficijenta trenja.

Primjer 3. Za $\mu = 0,25$ iz (37b) i tablice 2 dobivamo

$$\frac{1}{2r} \cdot \frac{v_0^2}{g} = 0,92196 \left[\frac{0,89443}{1,1303} - 0,75926 \right] = 0,0296.$$



Slika 5.

5. *Tешко тјело klizi i uzlazi na izbočenom luku* (sl. 5). Sa $\beta = -\alpha$ iz (35) neposredno dobivamo jednadžbu:

$$\left. \begin{aligned} & v_a^2 e^{2\mu\beta_a} - v^2 e^{2\mu\beta} = \\ & = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{2\mu\beta} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta) - e^{2\mu\beta_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta_a)] \\ & \quad \text{tg } \varepsilon = 2\mu = 2 \text{tg } \tau. \end{aligned} \right\} \quad (38)$$

koja određuje snošaj među brzinom v_a na nagibu β_a i brzinom v na nagibu β i to za teško tijelo, koje klizi i uzlazi na izbočenom luku kružnice od jednog do drugog nagiba.

Da je to tako, dokazujemo posve analogno kao u pređašnjim točkama. Kako komponenta vlastite težine tijela djeluje u suprotnom smjeru klizanja to je sada tangencijalna sila

$$T = -Q \sin \beta - \mu \left(Q \cos \beta - \frac{mv^2}{r} \right) = \\ = -mg \frac{\sin(\beta + \tau)}{\cos \tau} + \frac{\mu mv^2}{r}, \quad (38'')$$

a usporenje te sile

$$a_t = \frac{T}{m} = -g \frac{\sin(\beta + \tau)}{\cos \tau} + \frac{\mu v^2}{r}$$

Prevaljen put u smjeru klizanja iznosi

$$s = r(\beta_a - \beta), \text{ dakle je } ds = -rd\beta.$$

Diferencijalna jednadžba brzine glasi:

$$v dv = -a_t rd\beta = rg \frac{\sin(\beta + \tau)}{\cos \tau} d\beta - \mu v^2 d\beta$$

ili nakon sređenja:

$$\frac{dv}{d\beta} + \mu v = rg \frac{\sin(\beta + \tau)}{v \cos \tau}.$$

Uz supstituciju

$$v = ze^{-\mu\beta}, \quad \frac{dv}{d\beta} = \frac{dz}{d\beta} e^{-\mu\beta} - \mu z e^{-\mu\beta}$$

prelazi ta jednadžba u:

$$z dz = \frac{rg}{\cos \tau} e^{2\mu\beta} \cdot \sin(\beta + \tau) d\beta.$$

Obostranim integriranjem dobivamo:

$$\frac{z^2}{2} = \frac{rg}{\cos \tau} \int e^{2\mu\beta} \cdot \sin(\beta + \tau) d\beta.$$

Kako je

$$\int e^{2\mu\beta} \cdot \sin(\beta + \tau) d\beta = -e^{2\mu\beta} \cdot \cos \varepsilon \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta) + C,$$

ako je $\operatorname{tg} \varepsilon = 2\mu$, zatim kako je $z = ve^{\mu\beta}$, to konačno rješenje diferencijalne jednadžbe brzine glasi:

$$v^2 e^{2\mu\beta} = -2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} e^{2\mu\beta} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta) + C.$$

Ova jednadžba važi i za brzinu v_a , na nagibu β_a :

$$v_a^2 e^{2\mu\beta_a} = -2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} e^{2\mu\beta_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta_a) + C.$$

Obje posljednje jednadžbe pak rezultiraju jednadžbu (38).

Iznosimo ove specijalne slučajevе:

Neka je $\beta_a \neq 0$ i $v_a > 0$, a $\beta = 0$ i $v = v_0 > 0$. Iz (38) onda dobivamo:

$$v_a^2 = v_0^2 e^{-2\mu\beta_a} + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu\beta_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau) - \cos(\varepsilon + \tau + \beta_a)]. \quad (39)$$

Ova jednadžba određuje brzinu v_a , koju mora imati teško tijelo na nagibu $\beta_a \neq 0$, da klizeći uzide na tjeme izbočenog luka kružnice, do nagiba $\beta = 0$ s brzinom $v_0 > 0$.

Obrnuto jednadžba:

$$v_0^2 = v_a^2 e^{2\mu\beta_a} + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{2\mu\beta_a} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta_a) - \cos(\varepsilon + \tau)] \quad (40)$$

određuje brzinu v_0 , na nagibu $\beta = 0$, koju još ima teško tijelo, ako je klizeći krenulo uzbrdo izbočenog luka, s nagiba $\beta_a \neq 0$, s brzinom $v_a > 0$.

Uz $\beta_a = \tau$ i $v_0 = 0$ jednadžba (39) prelazi u

$$v_a^2 = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu\tau} \cdot \cos(\varepsilon + \tau) - \cos(\varepsilon + 2\tau)] \quad (41)$$

te određuje brzinu v_a , koju mora imati teško tijelo na nagibu $\beta_a = \tau$, da klizeći uziđe na tjeme izbočenog luka, do nagiba $\beta = 0$, s brzinom $v_0 = 0$. I ova je brzina funkcija samo koeficijenta trenja.

Primjer 4. Za $\mu = 0,25$ iz (41) dobivamo (usp. i tabl. 2):

$$\frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = 0,92196 \left[\frac{0,75926}{1,1303} - 0,57874 \right] = 0,0857.$$

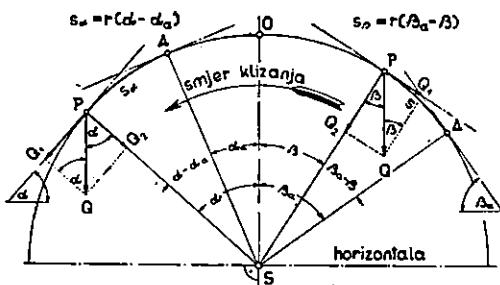
Pregledno možemo sada napisati rezultate dosadašnjih primjera:

$$\text{formula (13 b), udubljeni luk, nizbrdo} \quad \frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = 0,0334$$

$$\text{formula (24 b), udubljeni luk, uzbrdo} \quad \frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = 0,0969$$

$$\text{formula (37 b), izbočeni luk, nizbrdo} \quad \frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = 0,0296$$

$$\text{formula (41), izbočeni luk, uzbrdo} \quad \frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = 0,0857$$



Slika 6.

6. Teško tijelo klizeći uzlazi i silazi na izbočenom luku (sl. 6). Sastoje li se izbočeni luk od uzbrdice s jedne, a od nizbrdice s druge strane, za brzinu klizanja uzbrdo važe formule izvedene pod 5, a za brzinu klizanja nizbrdo formule izvedene pod 4. U zajedničkoj

točki O , na nagibu $\alpha = \beta = 0$, jedne i druge formule važe jednakom. No formule izvedene za brzinu klizanja užbrdo mogu se upotrebiti i za brzinu klizanja nizbrdo, ako u njima zamjenimo kut β s kutom $-\alpha$ (i obrnuto).

Iznosimo neke specijalne slučajeve:

Zamjenimo li u formuli (38) β s $-\alpha$, dobivamo jednadžbu:

$$v^2 = v_a^2 e^{2\mu(\alpha+\beta_a)} - 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos(\varepsilon + \tau - \alpha) - e^{2\mu(\alpha+\beta_a)} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta_a)]. \quad (42)$$

T. j. v je brzina, koju još ima teško tijelo na silaznoj strani izbočenog luka, na nagibu $\alpha \neq 0$, ako je to tijelo počelo kliziti na uzlaznoj strani istog luka, na nagibu $\beta_a \neq 0$, s brzinom $v_a > 0$. Obrnuto jednadžba

$$v_a^2 = v^2 e^{-2\mu(\alpha+\beta_a)} + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu(\alpha+\beta_a)} \cdot \cos(\varepsilon + \tau - \alpha) - \cos(\varepsilon + \tau + \beta_a)] \quad (43)$$

određuje brzinu v_a , koju teško tijelo treba da ima na uzlaznoj strani izbočenog luka, na nagibu $\beta_a > 0$, da klizeći preko tjemena na silaznoj strani istog luka stigne do nagiba $\alpha \neq 0$, još s brzinom $v > 0$.

Za $\alpha = \tau$ jednadžba (43) prelazi u

$$v_a^2 = v^2 e^{-2\mu(\tau+\beta_a)} + 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu(\tau+\beta_a)} \cdot \cos \varepsilon - \cos(\varepsilon + \tau + \beta_a)]. \quad (43a)$$

T. j. v_a je brzina, koju teško tijelo treba da ima na uzlaznoj strani izbočenog luka, na nagibu $\beta_a \neq 0$, da klizeći preko tjemena siđe do nagiba $\alpha = \tau$ silazne strane istog luka s brzinom $v > 0$. Ako je $v = 0$, onda (43a) prelazi u

$$v_a^2 = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-2\mu(\tau+\beta_a)} \cdot \cos \varepsilon - \cos(\varepsilon + \tau + \beta_a)]. \quad (43b)$$

T. j. v_a je brzina, koju teško tijelo treba da ima na užbrdici izbočenog luka, na nagibu $\beta_a \neq 0$, da klizeći preko tjemena stigne na nizbrdicu istog luka, na nagib $\alpha = \tau$ s brzinom $v = 0$.

Konačno, ako je još i $\beta_a = \tau$, iz (43b) dobivamo

$$v_a^2 = 2rg \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [e^{-4\mu\tau} \cdot \cos \varepsilon - \cos(\varepsilon + 2\tau)]. \quad (43c)$$

T. j. v_a je brzina, koju teško tijelo treba da ima na uzlaznoj strani izbočenog luka, na nagibu $|\beta| = \tau$, da klizeći preko tjemena stigne na silaznu stranu istog luka, na nagib $|\alpha| = \tau$ s brzinom $v = 0$. I ova brzina je funkcija samo koeficijenta trenja.

Upotrebu izvedenih formula olakšava tablica 2.

Tablica 2

 $e = 2,718282; \log e = 0,434294.$

$\mu = \operatorname{tg} \tau$	τ^0	$\operatorname{arc} \tau$	$\cos \tau$	$\sin \tau$	$2 \mu \tau$	$e^{2\mu\tau}$
0,04	2°17'26"	0,039978	0,999202	0,039967	0,003198	1,00320
0,05	2°51'45"	0,049960	0,998750	0,049939	0,004996	1,00501
0,06	3°26'01"	0,059928	0,998242	0,059892	0,007191	1,00722
0,10	5°42'38"	0,099667	0,995052	0,099503	0,019933	1,02013
0,15	8°31'51"	0,148891	0,988936	0,148342	0,044667	1,04568
0,20	11°18'36"	0,197397	0,980580	0,196117	0,078959	1,08216
0,25	14°02'11"	0,244981	0,970141	0,242532	0,122491	1,13031
0,30	16°41'57"	0,291455	0,957827	0,287346	0,174873	1,19109
0,35	19°17'24"	0,336674	0,943859	0,330349	0,235672	1,26576
0,40	21°48'05"	0,380506	0,928477	0,371390	0,304405	1,35582
0,45	24°13'40"	0,422855	0,911921	0,410365	0,380570	1,46311
0,50	26°33'54"	0,463647	0,894427	0,447212	0,463647	1,58986
0,55	28°48'39"	0,502844	0,876216	0,481919	0,553128	1,73868
0,60	30°57'49"	0,540418	0,857494	0,514494	0,648502	1,91267
$\operatorname{tg} \tau = \mu$	$\operatorname{tg} \varepsilon = 2\mu$	ε^0	$\cos \varepsilon$	$\cos \varepsilon : \cos \tau$	$(\varepsilon + \tau)^0$	$\cos(\varepsilon + \tau)$
0,04	0,08	4°34'26"	0,996816	0,997614	6°51'52"	0,992832
0,05	0,10	5°42'38"	0,995041	0,996286	8°34'23"	0,988827
0,06	0,12	6°50'34"	0,992777	0,994664	10°16'35"	0,983959
0,10	0,20	11°18'36"	0,980580	0,985477	17°01'14"	0,956200
0,15	0,30	16°41'57"	0,957827	0,968543	25°13'48"	0,904602
0,20	0,40	21°48'05"	0,928477	0,946865	33°06'41"	0,837610
0,25	0,50	26°33'54"	0,894427	0,921955	40°36'05"	0,759256
0,30	0,60	30°57'49"	0,857494	0,895249	47°39'46"	0,673492
0,35	0,70	34°59'31"	0,819232	0,867960	54°16'55"	0,583784
0,40	0,80	38°39'35"	0,780870	0,841023	60°27'40"	0,493014
0,45	0,90	41°59'14"	0,743293	0,815085	66°12'54"	0,403306
0,50	1,00	45° 0' 0"	0,707107	0,790569	71°33'54"	0,316228
0,55	1,10	47°43'35"	0,672672	0,767700	76°32'14"	0,232810
0,60	1,20	50°11'40"	0,640184	0,746576	81°09'29"	0,153709

B) PRIBLIŽNI RAČUN BRZINE KLIZANJA

1. Uz pretpostavku, da za vrijeme klizanja na teško tijelo ne djeluje centrifugalna sila

Na silaznoj strani udubljenog luka teško tijelo klizi zbog tangencijalnog ubrzanja (1) i (3): $a_t = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$.

Kako promjena puta na toj strani iznosi (5) $ds = -r d\alpha$, to općenita diferencijalna jednadžba (4) prelazi u

$$v dv = -a_t r d\alpha = -rg \sin \alpha d\alpha + \mu rg \cos \alpha d\alpha.$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu

$$\frac{v^2}{2g} = r \cos \alpha + \mu r \sin \alpha + C,$$

koja mora važiti i za brzinu v_a na nagibu α_a udubljenog luka

$$\frac{v_a^2}{2g} = r \cos \alpha_a + \mu r \sin \alpha_a + C.$$

Iz posljednjih dviju jednadžbi izlazi:

$$\frac{v^2}{2g} - \frac{v_a^2}{2g} = r (\cos \alpha - \cos \alpha_a) - \mu r (\sin \alpha_a - \sin \alpha). \quad (44)$$

Iz sl. 1 se razabира, da je:

$h = r(\cos \alpha - \cos \alpha_a)$ vertikalni razmak točaka A i P , zatim vertikalna projekcija luka \widehat{AP} i tetiva AP ;

$d = r(\sin \alpha_a - \sin \alpha)$ horizontalan razmak točaka A i P , horizontalna projekcija luka \widehat{AP} i tetine AP ;

Jednadžba promjene brzine silaznog klizanja na udubljenom luku (44) zbog toga može se napisati kraće:

$$\begin{aligned} v^2 &= v_a^2 - 2g(h - d); \quad d = r(\sin \alpha_a - \sin \alpha); \\ h &= r(\cos \alpha - \cos \alpha_a). \end{aligned} \quad (44a)$$

Uzbrdo udubljenog luka teško tijelo klizi zbog kinetičke energije, koju ima, a usporenje (iz 15 ili 16 za $v = 0$):

$$a_t = -g \sin \beta - \mu g \cos \beta$$

koči to klizanje. Kako promjena puta iznosi (17) $ds = r d\beta$, to općenita diferencijalna jednadžba (4) prelazi u:

$$v dv = a_t r d\beta = -rg \sin \beta d\beta - \mu rg \cos \beta d\beta.$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu:

$$\frac{v^2}{2g} = r \cos \beta - \mu r \sin \beta + C,$$

koja mora važiti i za brzinu v_a na nagibu α_a udubljenog luka:

$$\frac{v_a^2}{2g} = r \cos \beta_a - \mu r \sin \beta_a + C.$$

Iz posljednjih dviju jednadžbi izlazi:

$$\frac{v^2}{2g} - \frac{v^2}{2g} = r (\cos \beta_a - \cos \beta) + \mu r (\sin \beta - \sin \beta_a). \quad (45)$$

Iz sl. 2 se vidi, da je

$h = r (\cos \beta_a - \cos \beta)$ vertikalni razmak točaka A i P , zatim vertikalna projekcija luka \widehat{AP} i teteve AP ;

$d = r (\sin \beta - \sin \beta_a)$ horizontalni razmak točaka A i P , horizontalna projekcija luka \widehat{AP} i teteve AP . Jednadžba promjene brzine uzlaznog klizanja na udubljenom luku zbog toga može se napisati kraće:

$$v^2 = v_a^2 - 2g(\mu d + h); \quad d = r(\sin \beta - \sin \beta_a); \\ h = r(\cos \beta_a - \cos \beta). \quad (45a)$$

Nizbrdo izbočenog luka teško tijelo klizi zbog tangencijalnog ubrzanja (28 i 29 za $v = 0$) $a_t = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$.

Kako promjena puta iznosi (30): $ds = rda$, to općenita diferencijalna jednadžba (4) prelazi u:

$$vdv = a_t rda = rg \sin \alpha da - \mu rg \cos \alpha da.$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu

$$\frac{v^2}{2g} = -r \cos \alpha - \mu r \sin \alpha + C,$$

koja mora važiti i za brzinu v_a na nagibu α_a izbočenog luka:

$$\frac{v_a^2}{2g} = -r \cos \alpha_a - \mu r \sin \alpha_a + C.$$

Iz posljednjih dviju jednadžbi izlazi:

$$\frac{v^2}{2g} - \frac{v_a^2}{2g} = r (\cos \alpha_a - \cos \alpha) - \mu r (\sin \alpha - \sin \alpha_a). \quad (46)$$

Iz sl. 4 vidi se, da je

$h = r (\cos \alpha_a - \cos \alpha)$ vertikalni razmak točaka A i P , zatim vertikalna projekcija luka \widehat{AP} i teteve AP ;

$d = r (\sin \alpha - \sin \alpha_a)$ horizontalni razmak točaka A i P , horizontalna projekcija luka \widehat{AP} i teteve AP . Jednadžba promjene brzine silaznog klizanja na izbočenom luku (46) zbog toga se može napisati kraće:

$$v^2 = v_a^2 - 2g(\mu d - h); \quad h = r(\cos \alpha_a - \cos \alpha); \\ d = r(\sin \alpha - \sin \alpha_a) \quad (46a)$$

Uzbrdo izbočenog luka teško tijelo klizi zbog kinetičke energije, koju ima, a usporenje $a_t = -g \sin \beta - \mu g \cos \beta$ koči to klizanje. Kako promjena puta iznosi $ds = -rd\beta$, to općenita diferencijalna jednadžba (4) prelazi u:

$$vdv = -a_t rd\beta = rg \sin \beta d\beta + \mu rg \cos \beta.$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu:

$$\frac{v^2}{2g} = -r \cos \beta + \mu r \sin \beta + C,$$

koja mora važiti i za brzinu v_a na nagibu α_a izbočenog luka:

$$\frac{v_a^2}{2g} = -r \cos \beta_a + \mu r \sin \beta_a + C.$$

Iz posljednjih dviju jednadžbi izlazi:

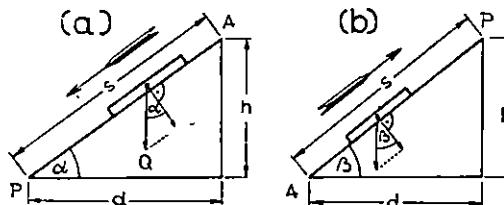
$$\frac{v_a^2}{2g} - \frac{v^2}{2g} = r(\cos \beta - \cos \beta_a) + \mu r(\sin \beta_a - \sin \beta). \quad (47)$$

Iz sl. 5 vidi se, da je:

$h = r(\cos \beta - \cos \beta_a)$ vertikalni razmak točaka A i P , zatim vertikalna projekcija luka \widehat{AP} i tetive AP ;

$d = r(\sin \beta_a - \sin \beta)$ horizontalni razmak točaka A i P , horizontalna projekcija luka \widehat{AP} i tetive AP . Jednadžba promjene uzlaznog klizanja na izbočenom luku (47) zbog toga se može napisati kraće:

$$v^2 = v_a^2 - 2g(\mu d + h); \quad d = r(\sin \beta_a - \sin \beta); \\ h = r(\cos \beta - \cos \beta_a). \quad (47a)$$



Slika 7.

U pravcu, niz kosinu nagiba α (sl. 7a), kako je poznato, teško tijelo klizi zbog ubrzanja $a_t = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$. To je ubrzanje konstantno, jer je i nagib α konstantan. Zbog toga opća jednadžba brzine (4) $vdv = a_t ds$ nakon izvršenog obostranog integriranja u označenim granicama

$$\int_{v_a}^v v dv = a_t \int_0^s ds$$

prelazi u $v^2 - v_a^2 = 2a_t s = 2g(s \cdot \sin \alpha - \mu s \cos \alpha)$.

Jednadžba brzine silaznog klizanja niz ravnu kosinu glasi:

$$v^2 = v_a^2 - 2g(\mu d - h); \quad d = s \cdot \cos \alpha; \quad h = s \cdot \sin \alpha. \quad (48)$$

Klizi li teško tijelo u pravcu uz kosinu nagiba β (sl. 7 b) zbog kinetičke energije, koju ima, nailazi na otpor, koji potječe od stalnog usporenja $a_t = -g(\sin \beta + \mu \cos \beta)$. Opća jednadžba brzine (4) $v dv = a_t ds$ u ovom slučaju nakon izvršenog integriranja u označenim granicama

$$\int_v^{v_a} v dv = a_t \int_s^0 ds$$

prelazi u $v_a^2 - v^2 = -2a_t s = 2g(s \cdot \sin \beta + \mu s \cdot \cos \beta)$.

Jednadžba brzine uzlaznog klizanja uz ravnu kosinu zbog toga glasi:

$$v^2 = v_a^2 - 2g(\mu d + h); \quad d = s \cdot \cos \beta; \quad h = s \cdot \sin \beta. \quad (49)$$

U formulama (48) i (49) označuje:

h vertikalni razmak točaka A i P , ujedno i vertikalnu projekciju puta $s = \overline{AP}$;

d horizontalni razmak točaka A i P ujedno i horizontalnu projekciju puta $s = \overline{AP}$.

Uspoređivanjem pak formula (44a), (45a), (46a) i (47a) s formulama (48) i (49) dolazimo do ovog zaključka:

Ne uzimamo li u račun utjecaj centrifugalne sile, promjena brzine klizanja na udubljenom i izbočenom luku događa se kao da i ne klizi teško tijelo na tim lukovima nego na tetivama tih lukova.

Taj zaključak izlazi još i iz ove činjenice:

Identične formule (44a), (46a) i (48) umnožene masom teškog tijela, daju jednadžbu:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_a^2}{2} = Qh - \mu Qd. \quad (50)$$

Identične pak formule (45 a), (47 a) i (49 a) umnožene masom teškog tijela, daju jednadžbu:

$$\frac{mv_a^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = Qh + \mu Qd. \quad (51)$$

T. j. ne uzimamo li u račun utjecaj centrifugalne sile, promjena kinetičke energije kod silaznog klizanja na udubljenom i na izbočenom luku jednaka je promjeni kinetičke energije kod silaznog klizanja na pravcu, koji ima isti nagib s tetivama tih lukova; ta je pak promjena jednaka radnji težine tijela (na vertikalnoj), umnoženoj za radnju trenja (na horizontalnoj projekciji puta).

Isto tako je i promjena kinetičke energije kod uzlaznog klizanja na udubljenom i na izbočenom luku jednaka promjeni kinetičke energije kod uzlaznog klizanja u pravcu, koji ima isti nagib s tetivama tih lukova.

vama tih lukova; ta je pak promjena jednaka radnji težine tijela (na vertikalnoj), uvećanoj za radnju trenja (na horizontalnoj projekciji puta).

2. *Uz pretpostavku, da na tijelo djeluje samo centrifugalna sila.* Centrifugalna sila djeluje u normali na podlogu klizanja, neposredno ne izvršuje nikakvu radnju i ne utječe na promjenu kinetičke energije tijela, koje kliži. No na udubljenom luku izaziva trenje $\mu C = \mu mv^2 : r$, koje izvršuje negativnu radnju i koči klijanje tijela. Usporenje zbog tog trenja iznosi $a_t = -\mu C : m = -\mu v^2 : r$.

Opća jednadžba brzine (4), uz to usporenje, prelazi u

$$vdv = a_t ds = -\frac{\mu v^2}{r} ds; \quad \frac{dv}{v} = -\frac{\mu}{r} ds.$$

Uz silazno klizanje na udubljenom luku je $ds = -rda$, a posljednja jednadžba prelazi u:

$$\frac{dv}{v} = \mu da.$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu: $\ln v = \mu a + C$, koja također važi za brzinu v_a na nagibu a_a : $\ln v_a = \mu a_a + C$.

Odbijanjem posljednjih dviju jednadžbi dobivamo:

$$\ln v - \ln v_a = \mu (a - a_a), \quad \text{ili} \quad v = v_a e^{-\mu (a - a_a)}. \quad (52)$$

Uz uzlazno klizanje na udubljenom luku je $ds = rd\beta$, a opća jednadžba brzine (4) prelazi u

$$\frac{dv}{v} = -\mu d\beta.$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu: $\ln v = -\mu\beta + C$, koja također važi za brzinu v_a na nagibu β_a : $\ln v_a = -\mu\beta_a + C$.

Odbijanjem ovih dviju jednadžbi dobivamo:

$$\ln v - \ln v_a = \mu (\beta_a - \beta) \quad \text{ili} \quad v = v_a e^{-\mu (\beta - \beta_a)}. \quad (53)$$

Na izbočenom luku centrifugalna sila smanjuje trenje, koje nastaje zbog komponente težine tijela u normali podloge (Q_2). Ovo smanjenje trenja uzrokuje ubrzanje

$$a_t = \mu C : m = \mu v^2 : r,$$

a opća jednadžba brzine (4) dobiva oblik:

$$vdv = a_t ds = \frac{\mu v^2}{r} ds; \quad \frac{dv}{v} = \frac{\mu}{r} ds.$$

Uz silazno klizanje na izbočenom luku je $ds = rda$, a opća jednadžba brzine (4) prelazi u

$$\frac{dv}{v} = \mu da.$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu: $\ln v = \mu a + C$, koja također važi za brzinu v_a na nagibu a_a : $\ln v_a = \mu a_a + C$. Ove dvije jednadžbe rezultiraju jednadžbu silazne brzine na izbočenom luku:

$$v = v_a e^{\mu(a - a_a)}. \quad (54)$$

Uz uzlazno klizanje na izbočenom luku je $ds = -rd\beta$, a opća jednadžba brzine (4) prelazi u

$$\frac{dv}{v} = -\mu d\beta.$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu: $\ln v = -\mu\beta + C$, koja također važi za brzinu v_a na nagibu β_a : $\ln v_a = -\mu\beta_a + C$. Ove dvije jednadžbe rezultiraju jednadžbu uzlazne brzine na izbočenom luku:

$$v = v_a e^{\mu(\beta_a - \beta)}. \quad (55)$$

3. Superponiranjem rezultata dobivenih u točki 1., gdje smo računali samo s djelovanjem težine tijela, pa rezultata dobivenih u točki 2, gdje smo računali samo s djelovanjem centrifugalne sile, dolazimo do približnih formula, koje računaju s jednim i s drugim djelovanjem. I to:

a) za silaznu brzinu klizanja na udubljenom luku:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= v_a^2 e^{-2\mu(a_a - a)} - 2g(\mu d - h), \text{ ili} \\ v_a^2 &= [v^2 + 2g(\mu d - h)] e^{2\mu(a_a - a)} \\ d &= r(\sin a_a - \sin a), \quad h = r(\cos a - \cos a_a) \end{aligned} \right\} \quad (56)$$

b) za uzlaznu brzinu klizanja na udubljenom luku:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= v_a^2 e^{-2\mu(\beta - \beta_a)} - 2g(\mu d + h), \text{ ili} \\ v_a^2 &= [v^2 + 2g(\mu d + h)] e^{2\mu(\beta - \beta_a)} \\ d &= r(\sin \beta - \sin \beta_a), \quad h = r(\cos \beta_a - \cos \beta) \end{aligned} \right\} \quad (57)$$

c) za silaznu brzinu klizanja na izbočenom luku:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= v_a^2 e^{2\mu(a - a_a)} - 2g(\mu d - h) \\ d &= r(\sin a - \sin a_a), \quad h = r(\cos a_a - \cos a) \end{aligned} \right\} \quad (58)$$

d) za uzlaznu brzinu klizanja na izbočenom luku:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= v_a^2 e^{2\mu(\beta_a - \beta)} - 2g(\mu d + h) \\ d &= r(\sin \beta_a - \sin \beta), \quad h = r(\cos \beta - \cos \beta_a) \end{aligned} \right\} \quad (59)$$

Od ovih jednostavnije približne formule nastaju, ako u posljednje formule uvrstimo – namjesto potencija s bazom e – ekvivalentne redove beskonačnih potencija, a od tih redova upotrebimo samo prva dva člana. Tako preudešene približne formule onda glase:

a) za silaznu brzinu klizanja na udubljenom luku:

$$\left. \begin{aligned} v_a^2 &= [v^2 + 2g(\mu d - h)] \cdot [1 + 2\mu(a_a - a)] \\ d &= r(\sin a_a - \sin a), \quad h = r(\cos a - \cos a_a) \end{aligned} \right\} \quad (56a)$$

b) za uzlaznu brzinu klizanja na udubljenom luku:

$$\left. \begin{aligned} v_a^2 &= [v^2 + 2g(\mu d + h)] \cdot [1 + 2\mu(\beta - \beta_a)] \\ d &= r(\sin \beta - \sin \beta_a), \quad h = r(\cos \beta_a - \cos \beta) \end{aligned} \right\} \quad (57a)$$

c) za silaznu brzinu klizanja na izbočenom luku:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= v_a^2 [1 + 2\mu(a - a_a)] - 2g(\mu d - h) \\ d &= r(\sin a - \sin a_a), \quad h = r(\cos a_a - \cos a) \end{aligned} \right\} \quad (58a)$$

d) za uzlaznu brzinu klizanja na izbočenom luku:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= v_a^2 [1 + 2\mu(\beta_a - \beta)] - 2g(\mu d + h) \\ d &= r(\sin \beta_a - \sin \beta), \quad h = r(\cos \beta - \cos \beta_a) \end{aligned} \right\} \quad (59a)$$

Posljednje približne formule mogli smo dobiti i tako, da smo u formule ubrzanja (3), (16), (29) i (38) uvrstili konstantnu brzinu v_a na mesta promjenljive brzine v , pa iz tako određenih ubrzanja izveli jednadžbe brzine klizanja.

Primjer 5. Kod silaznog klizanja na udubljenom luku za $a = \tau$, $a = 0$ i $v = 0$ iz (44a) izlazi:

$$d = r \sin \tau, \quad h = r(1 - \cos \tau) \quad \text{i} \quad \frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = \mu \sin \tau + \cos \tau - 1. \quad (a)$$

U istom slučaju iz (56a) dobivamo drugu približnu vrijednost

$$\frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = (\mu \sin \tau + \cos \tau - 1)(1 + 2\mu\tau), \quad (b)$$

a iz (56) treću:

$$\frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = (\mu \sin \tau + \cos \tau - 1) e^{2\mu\tau}. \quad (c)$$

Točna je vrijednost te brzine (slijedi iz 13b):

$$\frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g} = \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos \varepsilon - e^{2\mu\tau} \cdot \cos(\varepsilon + \tau)]. \quad (d)$$

U tablici 3 iskazane vrijednosti $\frac{1}{2r} \cdot \frac{v_a^2}{g}$ izračunate su po formulama (a), (b),

(c) i (d) za vrijednosti koeficijenta trenja od praktičkog značenja. Iz te tablice vidi se, da je razlika između točnih (d) i približnih vrijednosti (a), (b), (c) to veća, što je koeficijent trenja veći, kako se i predviđjeti moglo. Iz tablice 3 i 4 pak vidi se, da se iskazane približne vrijednosti, izračunate po formuli (b), odnosno po formulama (56a), (57a), najbolje pokrivaju s točnim vrijednostima izračunatima po formuli (d), odnosno po formulama (13b), (24b) kod računanja brzine klizanja na udubljenom luku; približne vrijednosti izračunate po formuli (a), odnosno po formulama (46a) i (47a) najbolje se pokrivaju s točnim vrijednostima izračunatima po formuli (d), odnosno po formulama (37b) i (41) kod računanja brzine klizanja na izbočenom luku.

Tablica 3

μ	$v_a^2 : 2rg$			
	(a)	(b)	(c)	(d)
0,05	0,00125	0,00125	0,00125	0,00126
0,10	0,00500	0,00510	0,00510	0,00506
0,15	0,01119	0,01169	0,01170	0,01153
0,20	0,01980	0,02136	0,02143	0,02088
0,25	0,03077	0,03455	0,03478	0,03340
0,30	0,04403	0,05173	0,05244	0,04951
0,35	0,05948	0,07350	0,07529	0,06970
0,40	0,07703	0,10048	0,10444	0,09456
0,45	0,09659	0,13334	0,14131	0,12488
0,50	0,11803	0,17259	0,18766	0,16155
0,55	0,14127	0,21941	0,24563	0,20566
0,60	0,16619	0,27396	0,31787	0,25846

Tablica 4

Oznaka brzine	Formula	$v_a^2 : 2rg$	Oznaka brzine	Formula	$v_a^2 : 2rg$		
<i>Udubljeni luk</i> silazna brzina $a_a = \tau, a = 0$ $v = 0, \mu = 0,25$	44a 56a 56 13b	(a) (b) (c) (d)	0,03077 0,03455 0,03478 0,03400	<i>Izbočeni luk</i> silazna brzina $a_a = 0, a = \tau$ $v = 0, \mu = 0,25$	46a 58a 58 37b	(a) (b) (c) (d)	0,03077 0,02742 0,02723 0,02955
<i>Udubljeni luk</i> uzlazna brzina $\beta_a = 0, \beta = \tau$ $v = 0, \mu = 0,25$	45a 57a 57 24b	(a) (b) (c) (d)	0,09049 0,10158 0,10228 0,09689	<i>Izbočeni luk</i> uzlazna brzina $\beta_a = \tau, \beta = 0$ $v = 0, \mu = 0,25$	47a 59a 59 41	(a) (b) (c) (d)	0,09049 0,08062 0,10228 0,08572

C) POLUMJER LUKA NA LOMU GRADIJANTE

1. *S obzirom na brzinu klizanja.* Uz dovoljno veliku brzinu kod klizanja na izbočenom luku može se desiti, da su uravnotežene sile, koje djeluju u normali luka, t. j. da je: $C = Q \cos \beta$ (usp. sl. 5), odnosno $C = Q \cos \alpha$ (usp. sl. 4). (60)
 Dok ta ravnoteža postoji, reakcija podloge jednaka je ništici; dakle i trenje je jednako ništici, a podloge kao da i nema: samo zbog kinetičke energije i tangencijalne sile $T = -Q \sin \beta$ tijelo ulazi, a zbog kinetičke energije i tangencijalne sile $T = Q \sin \alpha$ tijelo silazi u krivulji, koja ima polumjer krivosti (slijedi iz 60, za $C = mv^2 : \rho$):

$$\rho = \pm \frac{v^2}{g \cos \beta}, \text{ odnosno } \rho = \pm \frac{v^2}{g \cos \alpha}. \quad (61)$$

Kod krivulje, izbočene prema gore (u pozitivnom smjeru osi y), u obzir dolazi negativan predznak.

Uziđe li dakle teško tijelo klizeći na izbočeni luk s tolikom kinetičkom energijom, da su sile u normali luka uravnotežene, zbog trossnosti ono će i dalje opisivati krivulju polumjera krivosti

$$\rho = -v^2 : g \cos \beta. \quad (61a)$$

Ako su pak sile u normali krivulje uravnotežene, kao aktivna preostaje samo tangencijalna sila $T = -Q \sin \beta$, koja ima negativan predznak, jer djeluje na tijelo u suprotnom smjeru gibanja (sl. 5). Ubrzanje te sile iznosi: $a_t = -g \sin \beta$.

Zbog tog ubrzanja općenita jednadžba brzine (4) prelazi u:

$$vdv = a_t ds = -g \sin \beta ds = -g \sin \beta \cdot \rho d\beta = v^2 \operatorname{tg} \beta d\beta \\ \text{ili} \quad \frac{dv}{v} = \operatorname{tg} \beta d\beta. \quad (62)$$

Obostranim integriranjem dobivamo jednadžbu:

$$\ln v = -\ln \cos \beta + C,$$

koja također važi za brzinu v_a na nagibu β_a : $\ln v_a = -\ln \cos \beta_a + C$. Odbijanjem ovih dviju jednadžbi dobivamo:

$$\ln \left(\frac{v_a}{v} \right) = \ln \left(\frac{\cos \beta}{\cos \beta_a} \right),$$

što je jedino moguće, ako je:

$$v_a \cos \beta_a = v \cos \beta. \quad (63)$$

Kako kut β (odnosno β_a) označuje nagib tangente krivulje prema horizontali (osi apscisa x), to je $v \cos \beta$ (odnosno $v_a \cos \beta_a$) horizontalna projekcija brzine klizanja. Zbog toga se posljednji rezultat može napisati i ovako:

$$v_{ax} = v_x. \quad (63a)$$

Iz (63) nadalje izlazi:

Ako je $\beta < \beta_a$, onda je $\cos \beta > \cos \beta_a$ i $v < v_a$
ako je $\beta > \beta_a$, onda je $\cos \beta < \cos \beta_a$ i $v > v_a$.

Za

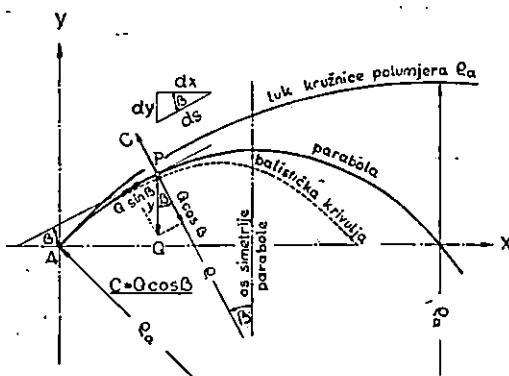
$$\beta = 0 \quad \text{je} \quad v = v_a \cos \beta_a.$$

Uostalom, na svakom je mjestu horizontalna projekcija brzine konstantna: $v_x = v_{ax} = v_a \cos \beta_a$.

Jednadžba polumjera krivosti krivulje (61a) s obzirom na (63) prelazi u:

$$\varrho = -\frac{v_a^2 \cos^2 \beta_a}{g \cos^3 \beta} = -\frac{v_{ax}^2}{g \cos^3 \beta} = -\frac{p}{\cos^3 \beta}; \quad p = \frac{v_{ax}^2}{g}. \quad (64)$$

Jednadžbu krivulje klizanja u slučaju ravnoteže sila u normali izvodimo ovako (usp. sl. 8): Iz snošaja:



Slika 8.

$$dx = ds \cdot \cos \beta = \varrho d\beta \cos \beta = -\frac{p d\beta}{\cos^2 \beta}$$

$$dy = ds \cdot \sin \beta = \varrho d\beta \sin \beta = -\frac{p \sin \beta d\beta}{\cos^3 \beta}$$

obostranim integriranjem:

$$\int dx = -p \int \frac{d\beta}{\cos^2 \beta}; \quad \int dy = -p \int \frac{\cos^3 \beta d(\cos \beta)}{\cos^3 \beta}$$

dobivamo:

$$x = -p \operatorname{tg} \beta + C_1; \quad y = -\frac{p}{2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} + C_2.$$

Za $\beta = \beta_a$ neka je $x = 0$ i $y = 0$. Konstante integriranja moraju onda iznositi:

$$C_1 = p \operatorname{tg} \beta_a, \quad C_2 = \frac{p}{2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta_a},$$

a posljednje jednadžbe prelaze u:

$$\begin{aligned} x &= p (\operatorname{tg} \beta_a - \operatorname{tg} \beta); \quad y = \frac{p}{2} \left(\frac{1}{\cos^2 \beta_a} - \frac{1}{\cos^2 \beta} \right) = \\ &= \frac{p}{2} (\operatorname{tg}^2 \beta_a - \operatorname{tg}^2 \beta). \end{aligned} \quad (65)$$

To je parametrički oblik (parametar je kut β) krivulje, koju opisuje teško tijelo, ako sile, koje djeluju na nj, rezultiraju kao aktivnu – samo silu $T = -Q \sin \beta$ u tangentni krivulje.

Da pak odredimo ordinate (y) neposredno kao funkcije apscisa (x) točaka ove krivulje, iznosimo najprije da je:

$$y = \frac{p}{2} (\operatorname{tg} \beta_a - \operatorname{tg} \beta) (\operatorname{tg} \beta_a + \operatorname{tg} \beta) = \frac{x}{2} (\operatorname{tg} \beta_a + \operatorname{tg} \beta),$$

zatim, da je: $\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \beta_a - \frac{x}{2p}$, odakle konačno slijedi:

$$\left. \begin{aligned} y &= x \left(b - \frac{x}{2p} \right), \text{ ako kratkoće radi} \\ \text{stavljamo: } b &= \operatorname{tg} \beta_a, \quad p = \frac{v_{ax}^2}{g} = \frac{v_a^2}{g} \cdot \cos^2 \beta_a, \end{aligned} \right\} \quad (66)$$

(65) i (66) određuju iz mehanike poznatu krivulju: parabolu *kosog hica*. Teško tijelo na klizini izbočenoj u luk kružnice nastoji dakle opisivati parabolu kosog hica, ako sile, koje djeluju na nj, u normali luka rezultiraju rezultantu jednaku ništici.

Podaci, koji slijede, olakšavaju konstrukciju te parabole (66): Ishodište horizontalno-vertikalnog sustava (x, y) leži u točki A ; sl. 9), u kojoj tangenta parabole ima nagib β_a i polumjer krivosti iznosa (64): $|\varrho_a| = v_a^2 : g \cos \beta_a$.

U vrhu parabole (V) je $\beta_v = 0$ i $|\varrho_v| = p = v_{ax}^2 : g$.

Parabola siječe os apscisa u točki A ($x=0, y=0$) i u točki A' ($x=2bp, y=0$).

Dužina polovice tetive je dakle $\frac{1}{2} AA' = AS = SA' = bp$.

Za $x_v = bp$ je $y_v = \frac{1}{2} b^2 p$ (koordinate vrha parabole V).

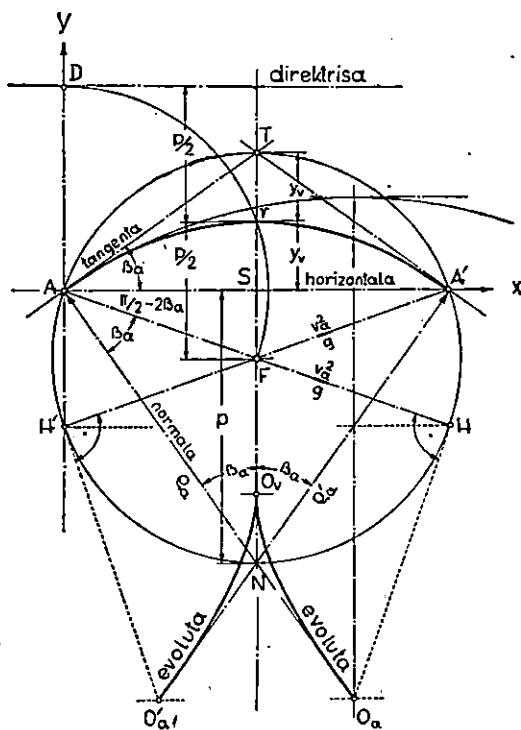
Polumjer krivosti u točki A konstruira se ovako: U točki A postavimo normalu ANO_a na tangentu AT zadanog nagiba prema horizontali β_a . Povučemo pravac AFH pod kutom β_a prema normali ANO_a . Na taj pravac nanesemo dužinu $AH = v_a^2 : g$. U točki H postavimo okomicu na pravac AH . Ta okomica sijeće na normali točku O_a , a to je središte kružnice krivosti parabole u točki A . Polumjer je te kružnice $\varrho_a = O_a A$, jer je u tom slučaju zaista $\cos \beta_a = AH : O_a A = v_a^2 / g : \varrho_a$ ili $\varrho_a = v_a^2 : g \cos \beta_a$.

Žarište F leži na simetrali parabole od vrha $V F = \frac{1}{2} p$ dalje. U istoj udaljenosti od vrha leži i direktrika parabole uspoređno s osi apscisa. Dužina subnormalne je $SN = p$, a dužina subtangente je $ST = 2 y_{\text{u}} = b^2 p$.

U točki A važi

$$AF = AD = \frac{p}{2} + y_v = \frac{1}{2} - \frac{v_a^2}{g}$$

(temeljna definicija parabole).



Slika 9.

Kako je pak

$$FT = \frac{p}{2} + y_v = \frac{1}{2} \frac{v_a^2}{g}, \text{ and } TN = p + 2y_v.$$

to je i

$$FN = TN - FT = \frac{p}{2} + y_v = \frac{1}{2} - \frac{v_a^2}{g}.$$

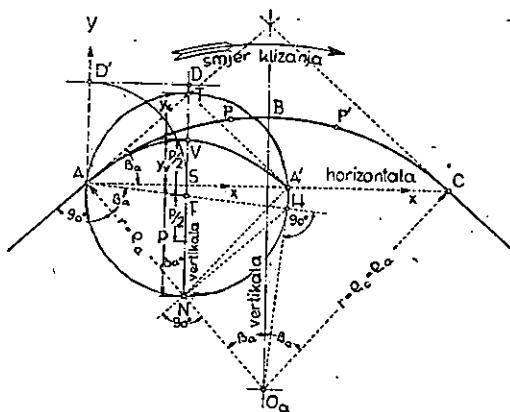
Žarište F je dakle središte kružnice polumjera

$$AF = \frac{p}{2} + y_v = \frac{1}{2} \frac{v_a^2}{g} = A'F,$$

na kojoj leže glavne točke: A , T , A' , H , N i H' koje pobliže određuju parabolu (65), odnosno (66).

U svakoj točki zbiljnog izbočenog luka sile, koje djeluju u normali luka, mogu rezultirati rezultantu jednaku ništici, ako polumjer tog luka zadovoljava jednadžbu (61a): $|r| = v^2 : g \cos \beta$. Nije li to tako, t. j. ako je $|r| < v^2 : g \cos \beta$, krivost izbočenog luka klizine veća je od krivosti parabole kosog hica; teško tijelo ne će slijediti izbočeni luk klizine, nego će se izdignuti s podloge, a težište zbog velike kinetičke energije tijela opisivat će parabolu nad tom podlogom. Obrnuto, ako je $|r| > v^2 : g \cos \beta$, krivost izbočenog luka klizine je manja od krivosti parabole kosog hica, a podloga klizine primorat će teško tijelo, da ne slijedi tu parabolu, nego izbočeni luk klizine nad parabolom.

Iz formule (61a) vidi se, da je iznos polumjera krivosti to veći, što je brzina klizanja veća i što je veći nagib vektora te brzine prema horizontali. Zbog toga za iznos polumjera bit će mjerodavna ona točka izbočenog luka, u kojoj je brzina klizanja i nagib tangente najveći. Ta točka leži u smjeru klizanja na početku luka pred



Slika 10.

lomom gradijante (točka A , sl. 10) ili na kraju luka iza loma gradijante (točka P , sl. 11), već prema veličini nagiba gradijante i brzine klizanja u tim točkama. U mjerodavnoj točki treba pak odrediti polumjer izbočenog luka kružnice r tako, da je veći od polumjera krivosti parabole ρ :

$$r = k \varrho = k \frac{v^2}{g \cos \beta} \quad . \quad (67)$$

Koefficijent sigurnosti k neka je po mogućnosti velik, neka se kreće p. p. u granicama $1 < k < 2$, a iznos polumjera neka je zaokružen broj.

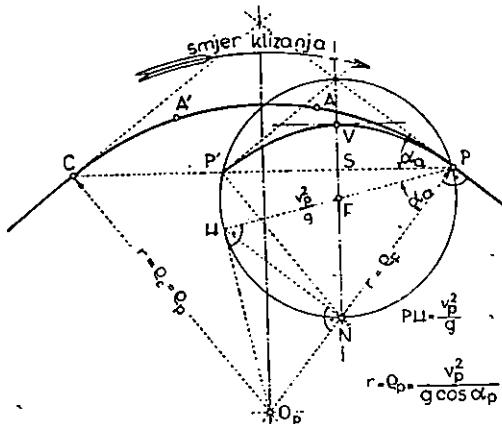
Zavedenje koeficijenta sigurnosti je potrebno, da ne bude ni u jednoj točki luka ni za čas reakcija podloge jednaka ništici. Na-

suprot u svakoj točki i u svakom času neka postoji komponenta u normali, koja će pritiskivati teško tijelo na podlogu. Uz prema- leni takav pritisak lako se dogodi, da zbog kakve slučajne smetnje ili nepravilnosti drvo iskoči iz klizine. Može se desiti i to, da drvo rotira oko vlastite težišne osi kod klizanja. Ono se onda ponaša poput zvaka, a krivulja gibanja zvaka je manje krivosti od krivosti kosog hica.

Zapravo, zbog otpora zraka težište teškog tijela ne nastoji opisivati teorijsku parabolu kosog hica ni onda, kad je reakcija podloge jednaka ništici, nego t. zv. balističku krivulju:

$$y = x \operatorname{tg} \beta_a - \frac{gx^2}{2 \cos^2 \beta_a} \left(\frac{1}{v_a^2} + z \cdot x \right). \quad (68)$$

Koefficijent otpora zraka z zavisi o obliku i o izmjerama tijela, o položaju tijela prema smjeru gibanja, dakle i o samoj klizini,



Slika 11.

zatim o početnoj brzini v_a i o nagibu β_a njezinog vektora prema horizontali. Taj se koeficijent može odrediti samo empirički, i to za svaki sortiment drva zasebno. Kod eksperimenta treba izmjeriti kut β_a , dužinu $x > 0$ za $y = 0$ i izračunati z iz (68). Kako je bali- stička krivulja uostalom veće krivosti od parabole kosog hica, nismo je niti ćemo je u daljem radu upotrebiti u naše svrhe (usp. sl. 8).

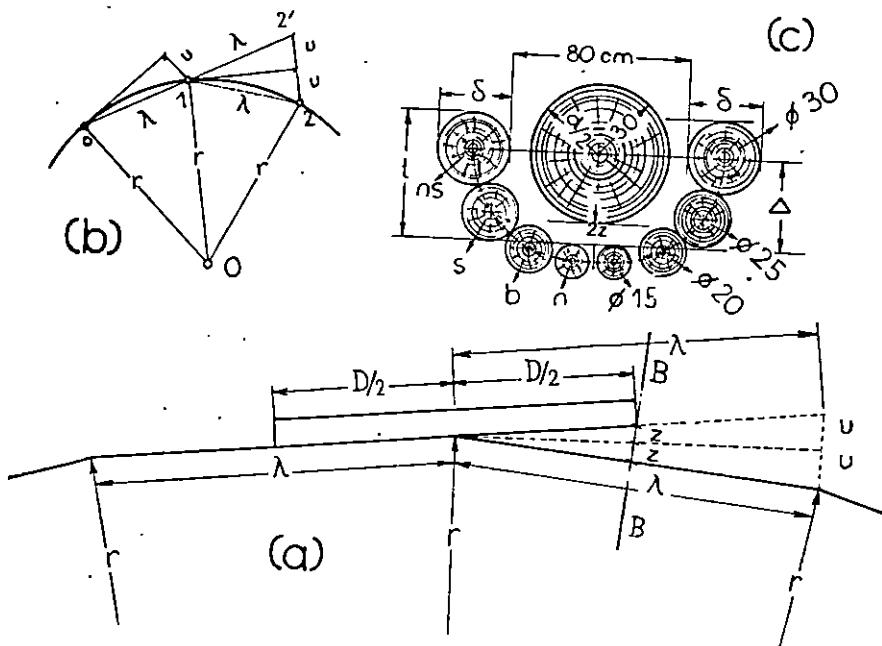
2. S obzirom na konstrukciju klizine. Polumjer luka kružnice na lomu gradijante ne zavisi samo od brzine klizanja i od nagiba gradijante, nego i od konstrukcije same klizine.

Drveno točilo na pr., u luku na lomu gradijante, složeno je od 4 do 8 m dugih žljebova, a ti su zbiti od isto tako dugih i ravnih oblačica. Zbog toga gradijanta na lomu nagiba i nije luk, nego

tetivni mnogokut λ dugih stranica (sl. 12). Svaka produžena tetiva čini s idućom tetivom trokut $(1, 2, 2')$; a taj je sličan trokutu $(1, 0, 2)$, koji čine polumjeri luka s tetivom (sl. 12b). Iz sličnosti tih trokuta pak izlazi razmjer $2u : \lambda = \lambda : r$, koji određuje podnicu tetivnog trokuta, dužinu

$$2u = \lambda^2 : r. \quad (69)$$

Na sl. 12a nacrtano D dugo oblo drvo stiglo je sa svojim polovistem upravo na vrh tetivnog poligona, koji čine dva susjedna od-sječka drvenog točila na lomu nagiba. S jednom polovicom p. p.



Slika 12.

leži to drvo još na dnu jednoga, a s drugom polovicom nad dnem susjednog žlijeba u labilnom položaju. Neka $2z$ označuje visinu, kojom se prednji kraj drva izdignuo nad dno točila. Iz sličnosti trokuta dobivamo onda razmjer:

$$z : 1/2 D = u : \lambda \quad \text{ili} \quad 2z = u D : \lambda,$$

koji s obzirom na (69) prelazi u:

$$2z = \lambda D : 2r \quad \text{ili} \quad u 2r = \lambda D : 2z. \quad (70)$$

Stijene točila treba da sprovode drvo, koje klizi (promjera d) i na izbočenom luku gradijante. Uspješno će pak sprovoditi, ako su

braniči (b , sl. 12c) osedlani sedlicama (s) i nasedlicama (ns) tako, do sprovodna dubina točila iznosi:

$$\Delta = 2z + \frac{1}{2}d. \text{ Dakle je: } 2z = \Delta - \frac{1}{2}d. \quad (71)$$

Označuje li t najveću dubinu, a δ promjer najgornje oblice točila, onda je sprovodna dubina također

$$\Delta = t - \delta/2. \quad (72)$$

Kod točila na pr. predočenog na sl. 12c je $t = 55$ cm, $\delta = 30$ cm, dakle sprovodna dubina $\Delta = 55 - 15 = 40$ cm. Drvo, koje klizi, ima promjer $d = 60$ cm; dakle je $2z = 40 - 30 = 10$ cm.

Ima točila različnih vrsta i dimenzija. Pritom su izmjere točila udešene prema izmjerama, naročito prema promjeru sortimenta, koji će se otpremati. Tačka razlikujemo laka, srednje teška i teška točila. No što je veći promjer sortimenta (d), potrebna je veća dubina točila (t) i jače oblice (δ) za nj. Poradi toga će dati formula (71) i za sva ostala točila prilično jednak rezultat kao u gornjem primjeru $2z = 10$ cm. Uz tu pak vrijednost i $\lambda = 4$ m iz (70) dobivamo: $2r = 400 D : 10$ ili $r = 20 D$.

Uzimamo li još i koeficijent sigurnosti u račun sa $s = 1,5$, konačno dobivamo iz konstrukcije točila kao minimalnu vrijednost za polumjer izbočenog luka gradnjante:

$$r_{\min} = 30 D. \quad (73)$$

Uvođenje koeficijenta sigurnosti potrebno je, jer $2z = 10$ cm važi kao neka osrednja vrijednost, koja nešto varira ne samo s konstrukcijom točila nego i s dužinom drva D , koje se otprema. Osim toga niti se točilo sastoji od savršeno oblog drva, niti je savršeno pravilno izrađeno. Isto tako nije ni drvo, koje klizi, savršeno ravno ni oblo. Od kakve nepravilnosti oblika ili izrade može nastati impuls, zbog kojega drvo poskoči možda i toliko, da se više i ne vratí u točilo. Iz tih razloga, kako smo upozorili već i prije, potrebno je osedlati braniče sedlicama i nasedlicama i u lukovima na lomovima gradnjante, kao što se to čini u lukovima na lomovima trase zbog centrifugalne sile.

Iz (73) proizlazi onda, da minimalni polumjeri izbočenog luka gradnjante kod drvenog točila, izrađenog iz oblica, za otpremanje D dugog oblog drva iz konstruktivnih razloga treba da iznosi:

D	4	6	8 m
r_{\min}	120	180	240 m

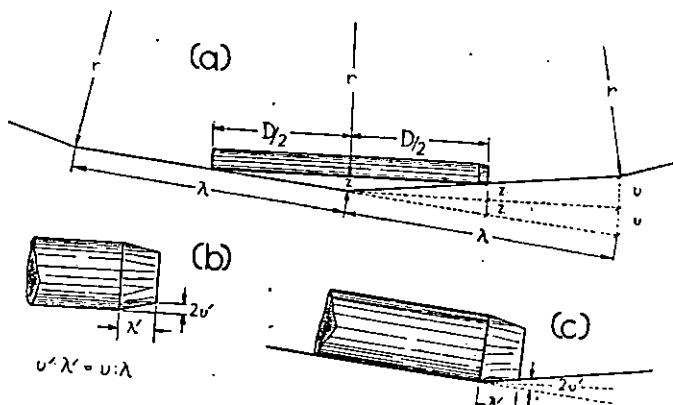
Vrijednosti pak takva polumjera prema brzini klizanja, izračunate po formuli (67), dolaze u obzir samo kad premašuju iznose, izračunate po formuli (73). Ova konstruktivna pravila važe za sva drvena točila, izrađena od oblica: laka, srednje teška i teška, bila ona suha, ovlažena, osnježena ili oleđena. Izuzetak čini prvi izbočeni

luk gradijante, odmah iza početka (usta) točila. Kako je ovdje još brzina klizanja mala, a i postavljeni radnici rukovode drvom, moći će se i smanjiti polumjer na neko 100 m (prema dosadašnjoj praksi).

Kod drvenih točila, koja imaju u prijesjeku oblik slova V, zbog jačeg kočnog djelovanja, pa kod putoklizina i onda, kad su im braňići osedlani, zbog manje sprovodne dubine umjesto formule (73) bolje će poslužiti formula:

$$r_{\min} = 35 D. \quad (74)$$

za određivanje minimalnog polumjera izbočenog luka gradijante iz konstruktivnih obzira. Uz veće i velike brzine klizanja osim toga bit će potrebno istražiti iznos tog polumjera i po formuli (67).



Slika 13.

Udubljeni luk na lomu gradijante drvenog točila također je tetivni poligon luka kružnice (sl. 13a). Oblo drvo, ako klizi bez zaruba, kad stigne do stika dvaju odsječaka, zbog kinetičke energije prednjim krajem udari i časovito zapne o dno prednjeg, a stražnji kraj izdigne nad dno stražnjeg odsječka točila. Svladavši otpor dna, kreně li drvo dalje, stražnjim se krajem opet vraća u točilo, i to obično snažnim udarcem. Ta se pojava, iako u manjoj mjeri, viđa i onda, kad je prednji kraj drva zarobljen. Poradi toga obično i brže propada točilo na udubljenom lomu gradijante. Smetnje i štetne posljedice su zbog te pojave to veće, što je krivost luka i brzina klizanja veća. Pomno izrađeni i zaobljeni zarub na prednjem kraju drva, koje klizi, znatno smanjuje te smetnje i te štetne posljedice. No da bude od koristi, omjer visine ($2u'$) i dužine zaruba (λ') treba da iznosi najmanje $2u : \lambda$ (sl. 13 b i c).

Dno putoklizine obloženo je poprečnim pragovima u primjerenim razmacima i nastorom prikladnog tla među pragovima. I kod putoklizine kod klizanja na udubljenom luku opažaju se opisane

pojave i smetnje, i to zbog pragova. I tu je potreban zarub i luk po mogućnosti velikog polumjera, da se smanje te smetnje i štetne posljedice, zatim su za sprovodenje drva potrebni i oseđlani braniči.

Poradi toga polumjer *udubljenog luka* na lomu gradijante drvenih točila i putoklizina iz konstruktivnih razloga, neka ne bude manji od iznosa definiranog formulom (74).

D) UZDUŽNI PROFIL (KOĆNE) GRADIJANTE

Da se lakše i pregleđnije izvrši dinamički račun, koji će istražiti sposobnost rada klizine, potrebno je svršishodno izraditi nacrt, t. j. uzdužni profil klizine na potezu kočne gradnjante.

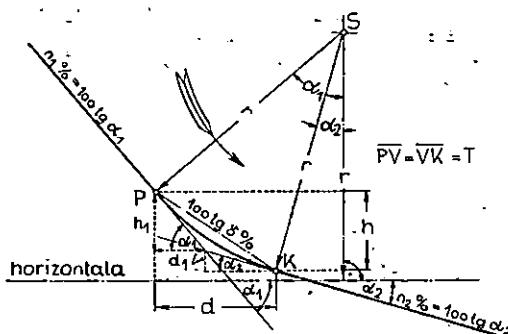
1. Geometrijski elementi gradijante su ovi. Ako je gradijanta pravac dužine s , horizontalna i vertikalna je projekcija tog pravca (sl. 7a):

$$d = s \cdot \cos \alpha, \quad h = -s \cdot \sin \alpha. \quad (75a)$$

Negativni predznak vertikalne projekcije znači, da pravac s pada prema horizontali pod kutom α .

Uspinje li se pravac s pod kutom β prema horizontali, obje su mu projekcije pozitivne:

$$d = s \cdot \cos \beta, \quad h = s \cdot \sin \beta. \quad (75b)$$



Slika 14.

Padaju li obje susjedne stranice poligona prema horizontali u smjeru klizanja, a nagib stražnje stranice je veći od nagiba prednje stranice ($\alpha_1 > \alpha_2$) za prelaženje iz jednog nagiba u drugi nagib, potreban je *udubljeni luk* polumjera r (sl. 14). Projekcije su toga luka:

$$\left. \begin{array}{l} \text{horizontalna } d = r (\sin a_1 - \sin a_2) \\ \text{vertikalna } h = r (\cos a_1 - \cos a_2) \end{array} \right\} \quad (76)$$

Kako je $\cos \alpha_2 > \cos \alpha_1$, projekcija h je negativna, jer gradijanta pada od početka prema kraju luka. Obje tangente luka $T = \overline{PV} = \overline{UK}$ zajedno daju istu projekciju:

$$\left. \begin{array}{l} \text{horizontalnu } d = d_1 + d_2 = T (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) \\ \text{i vertikalnu } h = -(h_1 + h_2) = -T (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) \end{array} \right\} \quad (77)$$

Iz (76) i (77) dobivamo onda dužinu tangente:

$$T = \frac{\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2}{\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2} r = -\frac{\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2}{\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2} r. \quad (78)$$

Za kontrolu može poslužiti i jednadžba:

$$T = r \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\alpha_1 - \alpha_2) \quad (78a)$$

Tangenta $T = \overline{PV}$ stražnje stranice ima projekcije:

$$d_1 = T \cdot \cos \alpha_1, \quad h_1 = -T \cdot \sin \alpha_1, \quad (79a)$$

a tangenta $T = \overline{UK}$ prednje stranice:

$$d_2 = T \cdot \cos \alpha_2, \quad h_2 = -T \cdot \sin \alpha_2, \quad (79b)$$

Nagib tetine luka PK iznosi (iz 76 i 77):

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{d} = \frac{\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2}{\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2} = -\frac{\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2}{\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2}. \quad (80)$$

Negativan predznak znači, da tetiva pada u smjeru klizanja

Primjer 6. (usp. sl. 18 i 19). Zadano je $r = 250$ m, $\operatorname{tg} \alpha_1 = 0,25$ i $\operatorname{tg} \alpha_2 = 0$. Onda je $\sin \alpha_1 = 0,24253$; $\cos \alpha_1 = 0,97014$.

Iz (78)

$$T = -250 \frac{0,97014 - 1}{0,24253} = 30,778 \text{ m}$$

Iz (76) projekcije luka: $d = 250 \cdot 0,24253 = 60,633$ m
 $h = 250 \cdot (0,97014 - 1) = -7,465$ m

Projekcije tangente (79a) $d_1 = 30,778 \cdot 0,97014 = 29,859$ m
 $h_1 = -30,778 \cdot 0,24253 = -7,464$ m.

Nagib tetine luka (80)

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\cos \alpha_1 - 1}{\sin \alpha_1} = \frac{0,97014 - 1}{0,24253} = -0,123 = \operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha_1.$$

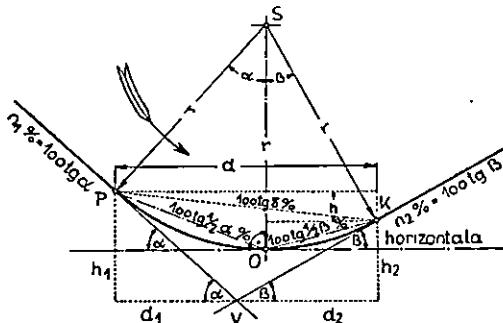
Pada li stražnja stranica poligona pod kutom α , a prednja se stranica uspinje pod kutom β prema horizontali u smjeru klizanja, potreban je udubljeni luk polumjera r , na kojem drvo djelomično

silazi (do točke O , sl. 15), a djelomično uzlazi kod klizanja. Projekcije su tog luka:

$$\left. \begin{array}{l} \text{horizontalna: } d = r (\sin \alpha + \sin \beta) \\ \text{vertikalna: } h = r (\cos \alpha - \cos \beta), \end{array} \right\} \quad (81)$$

Obje tangente luka: $T = \overline{PV} = \overline{UK}$ zajedno daju iste projekcije:

$$\left. \begin{array}{l} \text{horizontalnu: } d = T (\cos \alpha + \cos \beta) \\ \text{vertikalnu: } h = T (\sin \beta - \sin \alpha). \end{array} \right\} \quad (82)$$



Slika 15.

Vertikalna projekcija h može biti pozitivna, negativna, a i jednaka ništici; predznak zavisi o visinskom razmaku početka (točka P) i svršetku (točka K) luka. Iz (81) i (82) dobivamo dužinu tangente:

$$T = \frac{\sin \alpha + \sin \beta}{\cos \alpha + \cos \beta} r = \frac{\cos \alpha - \cos \beta}{\sin \beta - \sin \alpha} r. \quad (83)$$

Za kontrolu može poslužiti i jednadžba:

$$T = r \operatorname{tg}^{1/2} (\alpha + \beta). \quad (83a)$$

Tangenta $T = \overline{PV}$ stražnje stranice ima projekcije:

$$d_1 = T \cdot \cos \alpha, \quad h_1 = -T \cdot \sin \alpha, \quad (84a)$$

a tangenta $T = \overline{UK}$ prednje stranice:

$$d_2 = T \cdot \cos \beta, \quad h_2 = T \cdot \sin \beta. \quad (84b)$$

Nagib tetine \overline{PK} iznosi (iz 81 i 82):

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{d} = \frac{\cos \alpha - \cos \beta}{\sin \alpha + \sin \beta} = \frac{\sin \beta - \sin \alpha}{\cos \alpha + \cos \beta}. \quad (85)$$

Projekcije su tetine \overline{PO} :

$$d'_1 = r \cdot \sin \alpha, \quad h'_1 = -r (1 - \cos \alpha), \quad (86)$$

a njezin nagib iznosi:

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{h'_1}{d'_1} = -\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = -\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha. \quad (87)$$

Projekcije su tetine \overline{OK} :

$$d'_2 = r \cdot \sin \beta, \quad h'_2 = r (1 - \cos \beta), \quad (88)$$

a njezin nagib iznosi:

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{h'_2}{d'_2} = \frac{1 - \cos \beta}{\sin \beta} = \operatorname{tg} \frac{1}{2} \beta. \quad (89)$$

Primjer 7 (usp. sl. 18 i 19). Zadano je $r = 300$ m; $\operatorname{tg} \alpha = 0,40$; $\operatorname{tg} \beta = 0,15$. Onda je $\sin \alpha = 0,37139$; $\sin \beta = 0,14834$; $\cos \alpha = 0,92848$; $\cos \beta = 0,98894$.

Iz (81) $d = (0,37139 + 0,14834) 300 = 155,920$ m.
 $h = (0,92848 - 0,98894) 300 = -18,138$ m.

Iz (83):

$$T = \frac{0,92848 - 0,98894}{0,14834 - 0,37139} 300 = 81,318 \text{ m.}$$

Kontrola (83a):

$$\alpha + \beta = 21^\circ 48' 05'' + 8^\circ 31' 51'' = 30^\circ 19' 56''; \quad \left| \frac{1}{2} \right| (\alpha + \beta) = 15^\circ 9' 58''$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (\alpha + \beta) = 0,27106; \quad T = 300 \cdot 0,27106 = 81,318 \text{ m.}$$

Iz (84a):

$$d_1 = 81,318 \cdot 0,92848 = 75,502 \text{ m}$$

$$h_1 = -81,318 \cdot 0,37139 = -30,201 \text{ m.}$$

Iz (84b):

$$d_2 = 81,318 \cdot 0,98894 = 80,419 \text{ m}$$

$$h_2 = 81,318 \cdot 0,14834 = 12,063 \text{ m.}$$

Iz (85) nagib tetine $\overline{P_1 K_1}$:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0,92848 - 0,98894}{0,37139 + 0,14834} = -0,11632.$$

Tetiva pada od početka prema kraju luka.

Projekcija tetine $P_1 O_1$ iz (86):

$$d'_1 = 300 \cdot 0,37139 = 111,417 \text{ m}; \quad h'_1 = -300 (1 - 0,92848) = -21,457 \text{ m},$$

a njezin nagib

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = -\frac{1 - 0,92848}{0,37139} = -0,1926 = -\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha.$$

Projekcije tetine $\overline{OK} = 23$ iz (88)

$$d'_2 = 300 \cdot 0,14834 = 44,513 \text{ m}; \quad h'_2 = 300 (1 - 0,98894) = 3,319 \text{ m.}$$

Nagib te tangente iznosi

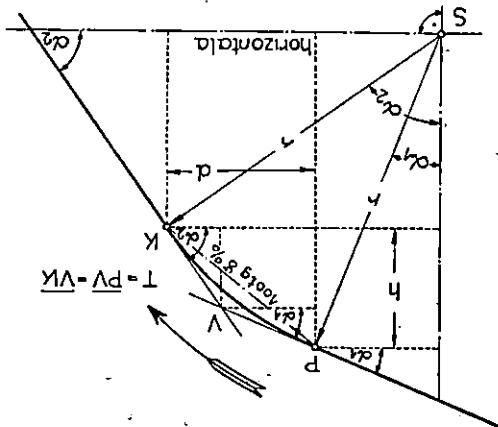
$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{1 - 0,98894}{-0,14834} = 0,0745 = \operatorname{tg} \frac{1}{2} \beta.$$

Padaju li obje susjedne stranice prema horizontali u smjeru klizanja, a nagib stražnje stranice je manji od nagiba prednje stranice ($\alpha_1 < \alpha_2$), za prelaženje potreban je izbočeni luk polumjera r (sl. 16). Projekcije su tog luka:

$$\left. \begin{array}{l} \text{horizontalna } d = r(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1) \\ \text{vertikalna } h = r(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \end{array} \right\} \quad (90)$$

Obje tangente luka $T = \overline{PV} = \overline{UK}$ zajedno daju iste projekcije:

$$\left. \begin{array}{l} \text{horizontalnu } d = T \cdot (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) \\ \text{vertikalnu } h = -T \cdot (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) \end{array} \right\} \quad (91)$$



Slika 16.

Iz (90) i (91) dobivamo onda dužinu tangente:

$$T = \frac{\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1}{\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2} r = -\frac{\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1}{\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2} = r \operatorname{tg}^{1/2}(\alpha_2 - \alpha_1). \quad (92)$$

Tangenta $T = \overline{PV}$ stražnje stranice ima projekcije:

$$d_1 = T \cdot \cos \alpha_1, \quad h_1 = -T \cdot \sin \alpha_1, \quad (93a)$$

a tangenta $T = \overline{UK}$ prednje stranice:

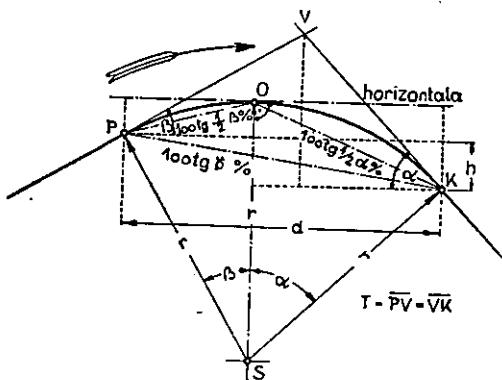
$$d_2 = T \cdot \cos \alpha_2, \quad h_2 = -T \cdot \sin \alpha_2, \quad (93b)$$

Nagib tetine luka PK iznosi:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{d} = \frac{\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1}{\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1} = -\frac{\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2}{\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2}. \quad (94)$$

Uspinje li se prema vrhu V stražnja stranica poligona gradijante pod kutom β prema horizontali, a prednja stranica pada pod kutom α , za prelaženje potreban je izbočeni luk polumjera r (sl. 17). Projekcije su tog luka:

$$\left. \begin{array}{l} \text{horizontalna: } d = r(\sin \alpha + \sin \beta) \\ \text{vertikalna: } h = r(\cos \alpha - \cos \beta) \end{array} \right\} \quad (95)$$



Slika 17.

Iste te projekcije imaju i obje tangente $T = \overline{PV} = \overline{VK}$ zajedno:

$$\left. \begin{array}{l} \text{horizontalnu } d = T \cdot (\cos \alpha + \cos \beta) \\ \text{vertikalnu } h = T \cdot (\sin \beta - \sin \alpha) \end{array} \right\} \quad (96)$$

Vertikalna projekcija h može biti pozitivna, negativna, a i jednaka ništici, već prema visinskom razmaku početka (P) i kraja luka (K). Iz (95) i (96) izlazi dužina tangente:

$$T = \frac{\sin \alpha + \sin \beta}{\cos \alpha + \cos \beta} r = \frac{\cos \alpha - \cos \beta}{\sin \beta - \sin \alpha} r = r \cdot \operatorname{tg}^{1/2}(\alpha + \beta). \quad (97)$$

Projekcije su tangente PV stražnje stranice:

$$d_1 = T \cdot \cos \beta, \quad h_1 = T \cdot \sin \beta, \quad (98a)$$

Projekcije su tangente VK prednje stranice:

$$d_2 = T \cdot \cos \alpha, \quad h_2 = -T \cdot \sin \alpha. \quad (98b)$$

Nagib tetine \overline{PK} iznosi:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{d} = \frac{\cos \alpha - \cos \beta}{\sin \alpha + \sin \beta} = \frac{\sin \beta - \sin \alpha}{\cos \alpha + \cos \beta}. \quad (99)$$

Projekcije su tetine \overline{PO} :

$$d'_1 = r \cdot \sin \beta, \quad h'_1 = r(1 - \cos \beta), \quad (100)$$

a njezin nagib je:

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{h'_1}{d'_1} = \frac{1 - \cos \beta}{\sin \beta} = \operatorname{tg}^{1/2} \beta. \quad (101)$$

Projekcije su tetive \overline{OK} :

$$d'_2 = r \cdot \sin \alpha, \quad h'_2 = -r(1 - \cos \alpha), \quad (102)$$

a njezin nagib je

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{h'_2}{d'_2} = -\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = -\operatorname{tg}^{1/2} \alpha. \quad (103)$$

Primjer 8 (usp. sl. 18 i 19). Zadano je $r = 250$ m, $\operatorname{tg} \beta = 0,15$ i $\operatorname{tg} \alpha = 0,25$.
Onda je

$$\sin \beta = 0,14834, \quad \sin \alpha = 0,24253$$

$$\cos \beta = 0,98894, \quad \cos \alpha = 0,97014.$$

Iz (95)

$$d = 250(0,24253 + 0,14834) = 97,7185 \text{ m},$$

$$h = 250(0,97014 - 0,98894) = -4,699 \text{ m}.$$

Iz (97)

$$T = \frac{0,97014 - 0,98894}{0,14834 - 0,24253} 250 = 49,885 \text{ m}.$$

Iz (98a)

$$d_1 = 49,885 \cdot 0,98894 = 49,333 \text{ m}$$

$$h_1 = 49,885 \cdot 0,14834 = 7,400 \text{ m}.$$

Iz (98b)

$$d_2 = 49,885 \cdot 0,97014 = 48,396 \text{ m}$$

$$h_2 = -49,885 \cdot 0,24232 = -12,099 \text{ m}$$

Iz (99)

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{d} = \frac{0,97014 - 0,98894}{0,24253 + 0,14834} = -0,04808.$$

Iz (100)

$$d'_1 = 250 \cdot 0,14834 = 37,085 \text{ m}$$

$$h'_1 = 250(1 - 0,98894) = 2,766 \text{ m}.$$

Iz (101)

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{1 - 0,98894}{0,14834} = 0,07458.$$

Iz (102)

$$d'_2 = 250 \cdot 0,24253 = 60,633 \text{ m}$$

$$h'_2 = -250(1 - 0,97014) = -7,465 \text{ m}.$$

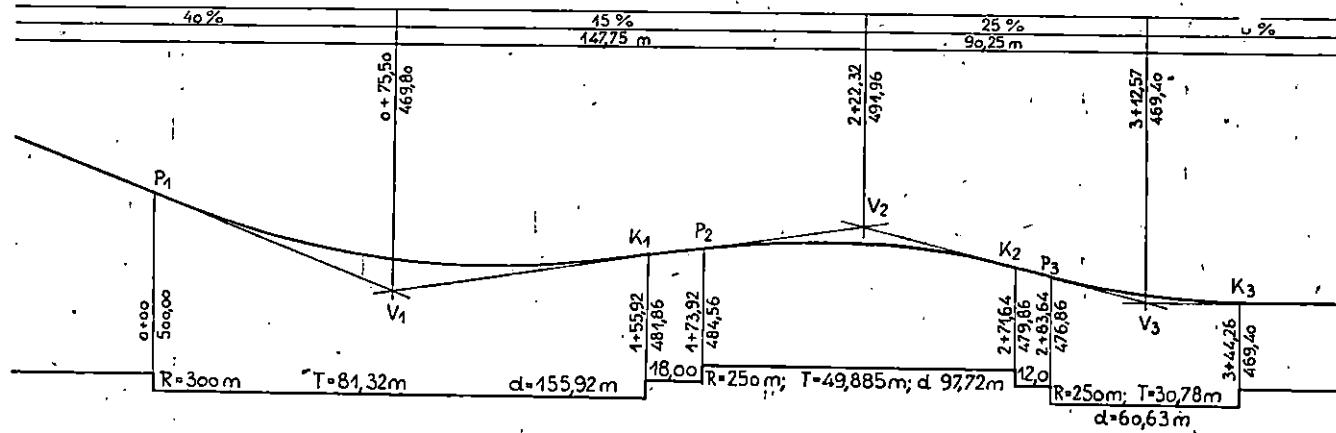
Iz (103)

$$\operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{1 - 0,97014}{0,24253} = -0,12311.$$

Na temelju ovih geometrijskih podataka konstruiramo poligon gradijante i zatim tetivni poligon gradijante kako slijedi.

2. *Poligon gradijante* je zapravo uzdužni profil klizine u njezinu kočnom dijelu (usp. sl. 18). Sastoji se od stranica, koje se lome u

Poligon gradijante (Uzdužni profil klizine)



Slika 18.

vrhovima $V_1, V_2, V_3 \dots$. Kako su nagibi klizina znatni, nanesene su dužine i visine, apscise i ordinate u poligonu gradijante i u tetivnom poligonu svršishodno u istom mjerilu. U gornjem dijelu nacrta poligona gradijante nalaze se označeni nagibi pojedinih stranica i dužine njihovih horizontalnih projekcija. Kroz svaki vrh poligona povućena je vertikala, a uz gornji kraj te vertikale napisane brojke označuju apscisu i ordinatu vrha (V), t. j. loma gradijante. U donjem dijelu nacrta, uz običajnu shematsku oznaku ubilježene su brojke, koje određuju apscise i ordinate početka (P) i kraja (K), zatim iznos polumjera (R) i tangente (T) i dužinu (d) svakog luka. Isto su tako označene i dužine pravaca među lukovima.

Među lukovima stranice V_1V_2 nalazi se pravac $s = 18,20$ m dug s horizontalnom i vertikalnom projekcijom $d = 18,0$ m, $h = 2,70$ m. U vezi s primjerom 7. i 8. dužina te stranice iznosi:

$$V_1V_2 = 81,318 + 18,201 + 49,885 = 149,404 \text{ m.}$$

Njeziná horizontalna projekcija iznosi $149,404 \cdot 0,98894 = 147,751$ m, a vertikalna $147,751 \cdot 0,15 = 22,163$ m. Kao kontrola služe podaci iz rečenih primjera za horizontalnu projekciju te stranice: $80,419 + 18,0 + 49,332 = 147,751$ m, a za vertikalnu: $12,063 + 2,700 + 7,400 = 22,163$ m.

U nacrtu su izmjere dužina zaokružene na cm.

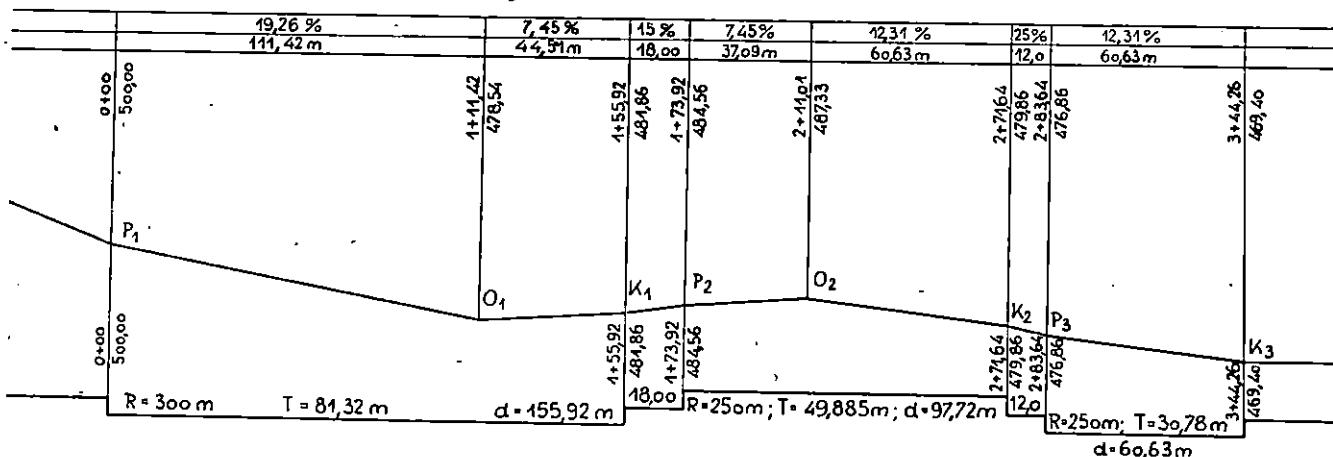
Na slici, da bude jasnija, izostavljena je crta tla i kote tla.

3. *Tetivni poligon gradijante* (sl. 19). U tom nacrtu tetive zamjenjuju lukove. U gornjem dijelu nacrta nalaze se upisane apscise i ordinate točaka lomova $P_1, O_1, K_1, P_2, \dots$, zatim nagibi i dužine pojedinih stranica tog poligona. U donjem dijelu nacrta iskazani su podaci o lukovima, kao prijašnjem poligonu gradijante. Po pravilu samo po jedna tetiva zamjenjuje luk, koji se prislanja na susjedne silazne ili uzlazne stranice, a po dvije tetive zamjenjuju luk, koji se prislanja na silaznu i susjednu uzlaznu stranicu (na pr. tetiva P_3K_3) ili obrnuto na uzlaznu i susjednu silaznu stranicu. Ako dvije stranice zamjenjuju luk (na pr. P_1O_1 i O_1K_1 , pa P_2O_2 i O_2K_2), one se sijeku u točki luka, u kojoj je tangenta horizontalna (na pr. točke O_1 i O_2). Slika 19 izrađena je poput slike 18 na temelju podataka izračunatih u primjerima 6, 7 i 8.

E) DIJAGRAM BRZINA KLIZANJA I ISTRAŽIVANJE RADNE SPOSOBNOSTI KLIZINE

Da se može prosuditi radna sposobnost klizine, potrebno je odrediti dijagram brzine klizanja za dvije granične vrijednosti koeficijenta trenja. Te dvije vrijednosti neka su odabrane tako, da se među njima nalaze predviđljive vrijednosti koeficijenta trenja zbiljne klizine. Za račun pak i za crtanje dijagrama brzina klizanja neposredno nam služi tetivni poligon gradijante.

Tetivni poligon gradijante



Slika 19.

U primjeru, koji slijedi, ispitujemo radnu sposobnost kočne gradijante neke klizine u intervalu koeficijenta trenja $0,25 \leq \mu \leq 0,30$. U tom intervalu naime p. p. leže srednje vrijednosti koeficijenta trenja šumskih klizina. Najprije određujemo dijagrame brzina uz vrijednost $\mu=0,25$, a onda uz vrijednost $\mu=0,30$. Brzine pak računamo po približnim i po točnim formulama. Na taj se način iz dijagrama može vidjeti, koliko odniču približne od točnih vrijednosti brzina.

Za prvu približnost iskorišćujemo pod točkom B) 1. utvrđenu činjenicu: Ne uzimamo li u račun utjecaj centrifugalne sile, promjena brzine klizanja odvija se na udubljenom i izbočenom luku gradijante, kao da i ne klizi teško tijelo na tim lukovima nego na tetivama tih lukova. Uz tu pretpostavku možemo dakle računati brzinu klizanja na tetivama lukova kao i na pravcima, koji silaze, po formuli (usp. 44a, 46a i 48):

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{v_a^2}{2g} - (\mu d - h), \quad (104)$$

a na tetivama lukova kao i na pravcima, koji uzlaze, po formuli (usp. formule 45a, 47a i 49):

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{v_a^2}{2g} - (\mu d + h). \quad (105)$$

Na horizontalnim tetivama lukova i na horizontalnim pravcima brzina se klizanja mijenja pak po formuli:

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{v_a^2}{2g} - \mu d. \quad (106)$$

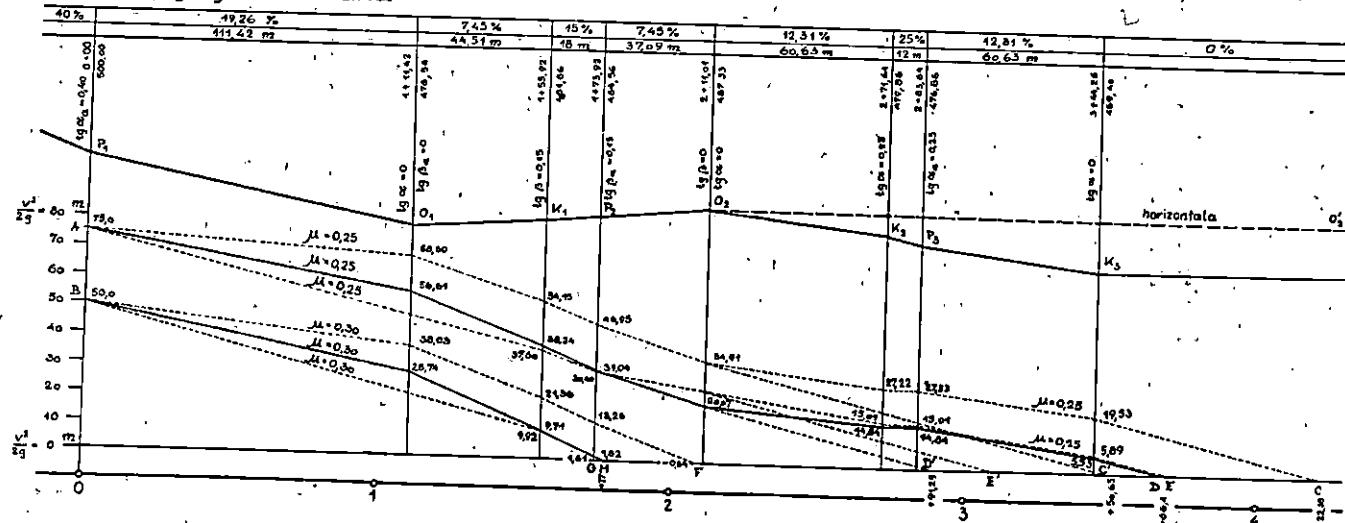
U tim formulama v_a označuje brzinu na početku, a v brzinu na kraju tetine, odnosno pravca. Kvocijent $v^2 : 2g$ je dužina; dimenzija je tog kvocijenta metar. d je horizontalna, a h je vertikalna projekcija tetine luka, odnosno pravca gradijante. Projekcija d je svakda pozitivna. Projekcija h je pozitivna kod tetine i pravca, koji uzlaze, a negativna kod tetine i pravca, koji silaze; na horizontali je $h = 0$.

Ako je dakle gradijanta horizontalna, linija promjene brzine klizanja je pravac, koji silazi pod nagibom $\mu = \operatorname{tg} \tau$.

U našem primjeru, na početku kočne gradijante (u točki P_1), pretpostavili smo $v_a^3 : g = 75$ m (t. j. $v_a = 38,4$ m/sec) uz $\mu = 0,25$, a $v_a^2 : g = 50$ m (t. j. $v_a = 31,3$) uz $\mu = 0,30$.* U vezi sa sl. 19 tablica 5 donosi brzine klizanja, izračunate po gornjim formulama u označenim točkama gradijante uz $\mu = 0,25$, a tablica 6 uz $\mu = 0,30$. U dijagramu brzinà (sl. 20) crtkana linija AC pripada brzini klizanja uz $\mu = 0,25$, a crtkana linija BF uz $\mu = 0,30$.

* Tablice $v^2 : g$ za iznose brzine klizanja u praktičnim granicama nalaze se odštampane u »Glasniku za šumske pokuse« br. 3 (god. 1931) na str. 110–112.

Dijagram brzina



Slika 20.

Tablica 5

Brzine klizanja uz $\mu = 0,25$. Usp. sl. 20

U točki	$v_a^2 : 2g$	d	μd	$-h$	$+h$	$\mu d \pm h$	$v^2 : 2 g$	U točki	Form.
m									
P ₁	75,00	111,42	27,86	21,46	—	6,40	68,60	O ₁	104
O ₁	68,60	44,51	11,13	—	3,32	14,45	54,15	K ₁	105
K ₁	54,15	18,00	4,50	—	2,70	7,20	46,95	P ₂	105
P ₂	46,95	37,09	9,27	—	2,77	12,04	34,91	O ₂	105
O ₂	34,91	60,63	15,16	7,47	—	7,69	27,22	K ₂	104
K ₂	27,22	12,00	3,00	3,00	—	—	27,22	P ₃	104
P ₃	27,22	60,63	15,16	7,47	—	7,69	19,53	K ₃	104
Zbroj:	344,28	86,08	39,40	8,79	55,47				
Kontrola: $75,00 - [86,08 - (39,40 - 8,79)] = 19,53$ m.									

Tablica 6

Brzine klizanja uz $\mu = 0,30$. Usp. sl. 20.

U točki	$v_a^2 : 2g$	d	μd	$-h$	$+h$	$\mu d \pm h$	$v^2 : 2 g$	U točki	Form.
m									
P ₁	50,00	111,42	33,43	21,46	—	11,97	38,03	O ₁	104
O ₁	38,03	44,51	13,35	—	3,32	16,67	21,36	K ₁	105
K ₁	41,36	18,00	5,40	—	2,70	8,10	13,26	P ₂	105
P ₂	13,26	37,09	11,13	—	2,77	13,90	0,64	O ₂	105
Zbroj:	211,02	63,31	21,46	8,79	50,64				
Kontrola: $50 - [63,31 - (21,46 - 8,79)] = -0,64$.									

Točnije rezultate daju formule (56a) do (59a). Te formule, za račun u prikladnjem obliku napisane glase:

Za silazno klizanje na udubljenom luku

$$\frac{v^2}{2 g} = \frac{v_a^2}{2 g} \cdot \frac{1}{1 + 2 \mu (a_a - a)} - (\mu d - h), \quad (56a)$$

za uzlazno klizanje na udubljenom luku

$$\frac{v^2}{2 g} = \frac{v_a^2}{2 g} \cdot \frac{1}{1 + 2 \mu (\beta - \beta_a)} - (\mu d + h), \quad (57a)$$

za silazno klizanje na izbočenom luku

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{v_a^2}{2g} [1 + 2\mu(a - \alpha_a)] - (\mu d - h), \quad (58a)$$

za uzlazno klizanje na izbočenom luku

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{v_a^2}{2g} [1 + 2\mu(\beta_a - \beta)] - (\mu d + h). \quad (59a)$$

U ovim formulama α_a , odnosno β_a označuje nagib tangente na početku, a α odnosno β na kraju luka. Ako je tangenta horizontalna, ti su kutovi jednaki ništici.

Račun po ovim formulama za naš primjer pregledno donosi tablica 7 za brzine klizanja uz $\mu = 0,25$, a tablica 8 za brzine klizanja uz $\mu = 0,30$.

Tablica 7
Brzine klizanja uz $\mu = 0,25$. Usp. sl. 20.

U točki	α, α_a β, β_a	$2\mu(\alpha_a - \alpha)$ $2\mu(\beta_a - \beta)$	$\frac{v_a^2}{2g}$	$\mu d \pm h$	$\frac{v^2}{2g}$	U točki	Form.
P ₁	0,38051	0,19025	75,00	6,40	56,61	O ₁	56a
O ₁	0,14889	0,07445	56,61	14,45	38,24	K ₁	57a
K ₁	—	—	38,24	7,20	31,04	P ₂	105
P ₂	0,14889	0,07445	31,04	12,04	20,07	O ₂	59a
O ₂	0,24498	0,12249	20,07	7,69	14,84	K ₂	58a
K ₂	—	—	14,84	—	14,84	P ₃	104
P ₃	0,24498	0,12249	14,84	7,69	5,53	K ₃	56a

Tablica 8
Brzine klizanja uz $\mu = 0,30$. Usp. sl. 20.

U točki	α, α_a β, β_a	$2\mu(\alpha_a - \alpha)$ $2\mu(\beta_a - \beta)$	$\frac{v_a^2}{2g}$	$\mu d \pm h$	$\frac{v^2}{2g}$	U točki	Form.
P ₁	0,38051	0,22830	50,00	11,97	28,74	O ₁	56a
O ₁	0,14889	0,08934	28,74	16,67	9,71	K ₁	57a
K ₁	—	—	9,71	8,10	1,61	P ₂	105

U dijagramu brzina (sl. 20) izvučena linija AD pripada brzini klizanja uz $\mu = 0,25$, a izvučena linija BG uz $\mu = 0,30$. Ove dvije izvučene linije praktički dostaju, da se utvrdi sposobnost rada klizine u označenom intervalu koeficijenta trenja. Prva linija siječe liniju $v_a^2 : 2g = 0$ u točki D (profil 3 + 66,38), a druga u točki G

(profil 1 + 79). Među tim profilima, već prema sortimentu i trenju u označenim granicama, zaustaviti će se nadošlo drvo i ispadati iz klizine na stovarište, koje se nalazi uz taj potez. Dužina ovog poteza iznosi okruglo 190 m. Da je od točke dalje gradijanta bila osnovana u horizontali (O_2-O_2'), dužina stovarišta skratila bi se na potez GD' , cca 113 m dug. Točku D' lako je konstruirati, ako se uvaži, da je linija brzine klizanja, koja pripada horizontali gradijante, pravac nagiba τ .

U dijagramu se nalaze još dvije crtkane linije brzina klizanja: AE (odnosno AE') uz $\mu = 0,25$ i BH uz $\mu = 0,30$. Konstruirane su ove linije na temelju računa po točnim formulama, kako slijedi:

a) Linija brzine klizanja AE uz koeficijent trenja $\mu = 0,25$.

1. Udubljeni luk P_1K_1 ; $r = 300$ m; $\operatorname{tg} \alpha = 0,40$, $\operatorname{tg} \beta = 0,15$. Silazno i uzlazno klizanje; dolazi u obzir formula (25).

Prema podacima tablice 2 je:

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,38051 & 2\mu(\alpha + \beta) &= 2 \cdot 0,25 \cdot 0,52940 = 0,26470 \\ \beta &= 0,14889 & \log e^{2\mu(\alpha+\beta)} &= 0,26470 \cdot 0,43429 = 0,11496 \\ \alpha + \beta &= 0,52940 & e^{2\mu(\alpha+\beta)} &= 1,30304 \\ \hline \varepsilon + \tau &= 40^\circ 36' 05'' & \varepsilon + \tau &= 40^\circ 36' 05'' \\ \alpha &= 21^\circ 48' 05'' & \beta &= 8^\circ 31' 51'' \\ \hline \varepsilon + \tau - \alpha &= 18^\circ 48' 00'' & \varepsilon + \tau + \beta &= 49^\circ 07' 56'' \end{aligned}$$

$\cos(\varepsilon + \tau - \alpha) = 0,94665$; $\cos(\varepsilon + \tau + \beta) = 0,65432$. Po formuli (25):

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{75,0}{1,30304} + 0,92196 \left[0,65432 - \frac{0,94665}{1,30304} \right] 300 = 37,60 \text{ m.}$$

2. Pravac K_1P_2 ; uzlazno klizanje; $\operatorname{tg} \beta = 0,15$. Po formuli (105):

$$\frac{v^2}{2g} = 37,60 - (0,25 \cdot 18 + 2,70) = 30,40 \text{ m.}$$

3. Izboženi luk P_2K_2 ; $r = 250$ m; $\operatorname{tg} \beta = 0,15$; $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \tau = 0,25$.

U obzir dolazi formula (42), koja za $\alpha = \tau$ prelazi u:

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{v_a^2}{2g} e^{2\mu(\tau+\beta)} - \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos \varepsilon - e^{2\mu(\tau+\beta)} \cdot \cos(\varepsilon + \tau + \beta)] r. \quad (42a)$$

Prema podacima tablice 2 je:

$$\begin{aligned} \tau &= 0,24498 & 2\mu(\tau + \beta) &= 2 \cdot 0,25 \cdot 0,39387 = 0,19694 \\ \beta &= 0,14889 & \log e^{2\mu(\tau+\beta)} &= 0,19694 \cdot 0,43429 = 0,08553 \\ \hline \tau + \beta &= 0,39387 & e^{2\mu(\tau+\beta)} &= 1,22047 \\ \hline \varepsilon + \tau &= 40^\circ 36' 05'' & & \\ \beta &= 8^\circ 31' 51'' & & \\ \hline \varepsilon + \tau + \beta &= 49^\circ 07' 56'' & \cos(\varepsilon + \tau + \beta) &= 0,65432 \end{aligned}$$

$$\frac{v^2}{2g} = 30,40 \cdot 1,22047 - 0,92196 [0,89443 - 1,22047 \cdot 0,65432] 250 = 15,01 \text{ m.}$$

4. Na pravcu K_2P_3 nagiba $\alpha = \tau$ brzina klizanja se ne mijenja.

5. Udubljeni luk P_3K_3 ; silazno klizanje; $r = 250$ m; $\operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} \tau = 0,25$; $\operatorname{tg} \alpha = 0$.

U obzir dolazi formula (12), koja za $\alpha_a = \tau$ prelazi u:

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{v_a^2}{2g} e^{-2\mu\tau} + \frac{\cos \varepsilon}{\cos \tau} [\cos(\varepsilon + \tau) - e^{-2\mu\tau} \cdot \cos \varepsilon] r. \quad (12a)$$

Upotreboom podataka tablice 2 dobivamo:

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{15,01}{1,1303} + 0,92196 \left[0,75926 - \frac{0,89443}{1,1303} \right] 250 = 5,89 \text{ m.}$$

b) *Linija brzine klizanja BH uz koeficijent trenja $\mu = 0,30$.*

1. Udubljeni luk $P_1 K_1$; $r = 300 \text{ m}$; $\tan \alpha = 0,40$; $\tan \beta = 0,15$. Silazno i užlazno klizanje; dolazi u obzir formula (25) kao pod a), 1:

$$\alpha + \beta = 0,52940; \quad 2\mu(\alpha + \beta) = 2 \cdot 0,3 \cdot 0,5294 = 0,31764$$

$$\log e^{2\mu(\alpha+\beta)} = 0,31764 \cdot 0,43429 = 0,13795; \quad e^{2\mu(\alpha+\beta)} = 1,37388.$$

$$\begin{array}{ll} \varepsilon + \tau = 47^\circ 39' 46'' & \varepsilon + \tau = 47^\circ 39' 46'' \\ \alpha = 21^\circ 48' 05'' & \beta = 8^\circ 31' 51'' \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \varepsilon + \tau - \alpha = 25^\circ 51' 41'' & \varepsilon + \tau + \beta = 56^\circ 11' 37'' \end{array}$$

$$\cos(\varepsilon + \tau - \alpha) = 0,89985; \quad \cos(\varepsilon + \tau + \beta) = 0,55639$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{50,0}{1,37388} + 0,89525 \left[0,55639 - \frac{0,89985}{1,37388} \right] 300 = 9,92 \text{ m.}$$

2. Pravac $K_1 P_2$; užlazno klizanje: $\tan \beta = 0,15$. Po formuli (105):

$$\frac{v^2}{2g} = 9,92 - (0,30 \cdot 18 + 2,70) = 1,82 \text{ m.}$$

Svrha je na temelju ovog računa konstruiranih crtkanih linija AE i BH samo zorno predviđanje odmicanja linija konstruiranih na temelju rezultata izračunatih po približnim formulama. Među ovima najčešći rezultati daju približne formule (56a) do (59a), a odgovaraju im neprekinuto izvučene linije brzine klizanja AD i BG na sl. 20. Te formule daju točnije rezultate ne samo od formula (104) i (105), nego općenito i od formula (56) do (59), kako smo već prije pokazali na nekim primjerima (tabl. 3 i 4). Ukoliko pak odmiču neprekinuto izvučene od točnih (crtkanih) linija brzine klizanja AE i BH , nije od praktičnog značenja. Jer, kako je poznato, razmjerno već mala brzina na kraju klizine može se regulirati: bilo još smanjiti vještačkim povećanjem, bilo povećati vještačkim smanjenjem trenja. Pomoću vještačkih naprava također se može izbaciti drvo iz klizine na povoljnijem mjestu na stovarište.

Ordinata bilo koje linije brzine, nacrtana na sl. 20, zapravo ne određuje brzinu klizanja, nego dužinu $v^2 : 2g$ u promatranom profilu klizine. A to je i dovoljno. Ako je naime ta ordinata različna od ništice, različna je od ništice i brzina klizanja; ako je pak ta ordinata jednaka ništici, na ništicu je također spala brzina klizanja. Dovoljan je dokaz, da drvo ne će nigdje zapeti ni sustati na klizini, nego nasuprot dosegnuti stovarište, ako je u svakom profilu klizine pred stovarištem ordinata $v^2 : 2g > 0$. Isto tako je dovoljan dokaz,

da će se drvo zaustaviti na kraju klizine, na potezu određenom za to, ako obje linije brzine, jedna konstruirana uz μ_{max} , a druga uz μ_{min} , sijeku os apscisa. $v^2 : 2g = 0$ na tom potezu. Prema tome nas neposredni iznos brzine klizanja i ne zanima, osim, možda, maksimuma. Najveća naime brzina prometanja na klizinama neka je manja od 40 m/sec, dakle najveća dužina $v^2 : 2g$ neka je manja od 80 m, a to je p. p. put prevaljen u 2 sekunde.

U našem primjeru najveća brzina klizanja na izbočenom luku P_2K_2 nastupa u točki P_2 . Ordinata izvučene linije brzine klizanja na tom mjestu iznosi $v^2 : 2g = 31,04$, a nagib gradijante $\operatorname{tg} \beta = 0,15$ (dakle je $\cos \beta = 0,98894$). S obzirom na ove podatke, uz koeficijent sigurnosti $k = 1,5$, polumjer tog luka po formuli (67) treba da je

$$r \geq 1,5 \cdot 2 \cdot 31,04 : 0,98894 = 94 \text{ m.}$$

Ako gradijanta pripada na pr. drvenom točilu, a najveća dužina drva, koja se otprema, iznosi samo $D = 4$ m, po formuli (73) polumjer luka treba da je $r \geq 30 \cdot 4 = 120$ m. Odatle se vidi, da za izbor iznosa polumjera luka u ovom slučaju nije mjerodavna brzina klizanja, nego konstrukcija točila. Općenito bit će tako i u najviše slučajeva kod ostalih klizina.

F) ODREĐIVANJE I ISKOLČIVANJE LUKOVA KOČNE GRADIJANTE

Kao kod putova, tako i kod klizina nakon dovršenog trasiranja najprije izrađujemo uzdužni profil, izvlačimo u njem crtu tla te upisujemo u nj apscise i ordinate točaka te crte. Iza toga možemo prijeći na konstruiranje gradijante. Da se taj posao valjano izvrši kod klizina je potrebno već na terenu kolčiti trasu tako, da kasnije umetanje ispravnih lukova na lomovima gradijante ne bude otešano ili čak i onemogućeno. To se napose tiče nagiba trase. Trasa neka omoguće polaganje gradijante dugačkih stranica, jednoličnog nagiba. Kraće stranice na lomovima nagiba neka ne pokazuju velike skokove u nagibima. Pred očima treba imati već kod trasiranja, koja će nam od tih kraćih stranica služiti kao tetiva luka na lomu nagiba. Ukratko na terenu treba kolčiti trasu klizine već tako, da crta tla u glavnim potezima određuje prije opisani tetivni poligon gradijante.

1. *Određivanje glavnih točaka luka.* Tangenta (T) pobliže određuje sam luk, t. j. njegovu početnu (P) i završnu točku (K). Na silaznom ili uzlaznom *udubljenom* luku formula (78) određuje dužinu te tangente. No kako je

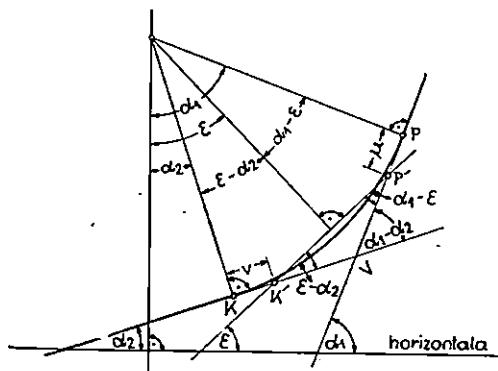
$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (\alpha_1 - \alpha_2) = \frac{1 - \cos (\alpha_1 - \alpha_2)}{\sin (\alpha_1 - \alpha_2)} = \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2), \quad \alpha_1 > \alpha_2,$$

kao približna u tu svrhu može poslužiti i formula:

$$T \doteq \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2) r. \quad (107)$$

Primjer 9. Zadano je kao u primjeru 6: $r = 250$ m; $\operatorname{tg} \alpha_1 = 0,25$ i $\operatorname{tg} \alpha_2 = 0$. Iz (107) izlazi $T = \frac{1}{2} \cdot 0,25 \cdot 250 = 30,125$ m. Točna je vrijednost $T = 30,778$ m.

Želimo li iskolčiti početak (P) i kraj udubljenog luka (K) već pri trasiranju, možemo postupiti ovako (sl. 21). Na lomu gradijante (V),



Slika 21

koji obično nije pristupačan, iskolčimo pomoćnu stranicu $P'K'$ približne dužine a i nagiba ε u granicama $\alpha_2 < \varepsilon < \alpha_1$. Iz trokuta $P'VK'$ po sinusovu pravilu izlazi

$$\left. \begin{aligned} P'U &= a \frac{\sin(\varepsilon - \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)} = \\ &= a \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_1}{1 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \varepsilon - \operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{1 + \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \alpha_1}{1 + \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \varepsilon} \cdot \frac{\operatorname{tg} \varepsilon - \operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2} a \\ K'U &= a \frac{\sin(\alpha_1 - \varepsilon)}{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)} = \\ &= a \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_2}{1 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{1 + \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \alpha_2}{1 + \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \varepsilon} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2} a \end{aligned} \right\} \quad (108)$$

Udaljenosti $u = PP'$ i $v = KK'$, koje određuju početak (P) i kraj luka (K), dobivamo onda iz (78) odnosno (107) i (108):

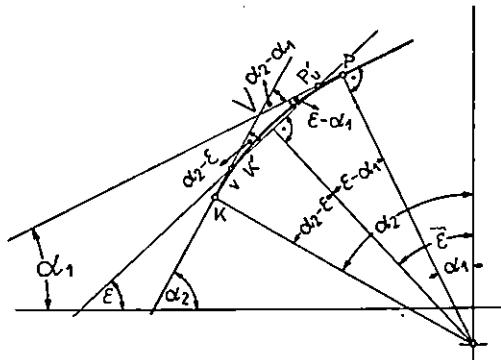
$$\left. \begin{aligned} u &= PP' = PV - P'V = T - P'V \\ v &= KK' = KV - K'V = T - K'V. \end{aligned} \right\} \quad (109)$$

Na silaznom ili uzlaznom *izbočenom* luku formula (92) određuje dužinu tangente T . No kako je

$$\operatorname{tg}^{1/2}(\alpha_2 - \alpha_1) = \frac{1 - \cos(\alpha_2 - \alpha_1)}{\sin(\alpha_2 - \alpha_1)} = \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \alpha_2 + \operatorname{tg} \alpha_1), \quad \alpha_2 > \alpha_1,$$

kao približna u tu svrhu može poslužiti i formula

$$T \doteq \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1) r. \quad (110)$$



Slika 22

Želimo li iskolčiti početak (P) i kraj luka (K) već pri trasiranju, možemo postupiti analogno kao malo prije (sl. 22). Na lomu gradijante (V), koji obično nije realan, iskolčimo pomoćnu stranicu $P'K'$ prikladne dužine a i nagiba ε u granicama $\alpha_1 < \varepsilon < \alpha_2$. Iz trokuta $P'V'K'$ po sinusovu pravilu izlazi:

$$\left. \begin{aligned} P'U &= a \frac{\sin(\alpha_2 - \varepsilon)}{\sin(\alpha_2 - \alpha_1)} = \\ &= a \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_2}{1 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1} = \frac{1 + ^{1/2} \operatorname{tg}^2 \alpha_2}{1 + ^{1/2} \operatorname{tg}^2 \varepsilon} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1} a \\ K'U &= a \frac{\sin(\varepsilon - \alpha_1)}{\sin(\alpha_2 - \alpha_1)} = \\ &= a \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_2}{1 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \varepsilon - \operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \varepsilon - \operatorname{tg} \alpha_1} = \frac{1 + ^{1/2} \operatorname{tg}^2 \alpha_2}{1 + ^{1/2} \operatorname{tg}^2 \varepsilon} \cdot \frac{\operatorname{tg} \varepsilon - \operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \varepsilon - \operatorname{tg} \alpha_1} a \end{aligned} \right\} \quad (111)$$

Udaljenosti $u = PP'$ i $v = KK'$ koje određuju početak (P) i kraj luka (K), dobivamo onda iz (92) ili (110) i (111):

$$\left. \begin{aligned} u &= PP' = PV - P'V = T - P'V \\ v &= KK' = KV - K'V = T - K'V. \end{aligned} \right\} \quad (112)$$

Radi li se o *udubljenom* luku na lomu *silazne* i *uzlazne* tangente (sl. 15), to form. (83) i (83 a) određuju dužinu tangente (T). No kako je

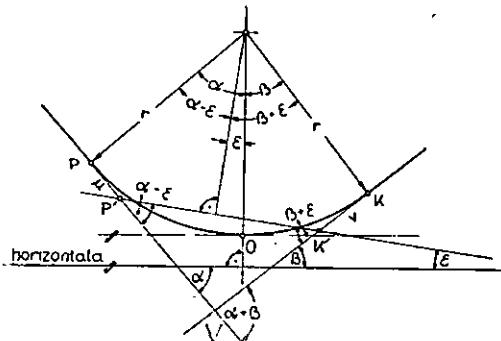
$$\operatorname{tg}^{1/2}(\alpha + \beta) = \frac{1 - \cos(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha + \beta)} \doteq \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta),$$

namjesto (83a) može poslužiti i približna formula:

$$T \doteq \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) r. \quad (113)$$

Želimo li iskolčiti početak (P) i kraj luka (K) već pri trasiranju, možemo to učiniti opet pomoću stranice $P'K'$ prikladne dužine a i povoljnog nagiba ε (sl. 23). Iz trokuta $P'VK'$ po sinusovu pravilu izlazi:

$$P'V = a \frac{\sin(\beta \pm \varepsilon)}{\sin(\alpha + \beta)} = a \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta \pm \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}. \quad (114a)$$



Slika 23

Predznak plus važi u ovoj formuli, ako kut ε označuje pad (kao kut α); oznakačuje li taj kut uspon (kao kut β), važi negativan predznak. Nadalje je

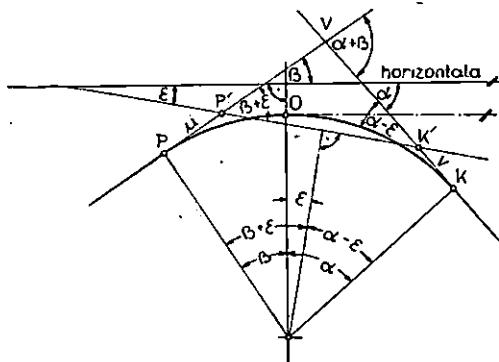
$$K'V = a \frac{\sin(\alpha \mp \varepsilon)}{\sin(\alpha + \beta)} = a \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \beta}{1 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha \mp \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}. \quad (114b)$$

Obrnuto: u ovoj formuli važi predznak minus, ako kut ε označuje pad (kao kut α), a predznak plus, ako kut ε označuje uspon (kao kut β). Udaljenosti $u = PP'$ i $v = KK'$, koje određuju početak (P) i kraj luka (K), dobivamo onda iz (83) ili (113), pa iz (114a) i (114b):

$$\left. \begin{aligned} u &= PP' = PV - P'V = T - P'V; \\ v &= KK' = KV - K'V = T - K'V. \end{aligned} \right\} \quad (115)$$

Točku O , u kojoj je tangenta luka horizontalna, možemo odrediti pomoću tetiva PO i titive OK , dakle pomoću formula (86), (87), (88) i (89). Ako je moguće iskolčiti tu točku na terenu, luk se raspada u dva udubljena luka, za koje važe i form. (78), (107), (108) i (109).

Izbočeni luk na lomu gradijante također može imati horizontalnu tangentu (sl. 24). Dužinu tangente $T = PV = VK$ točno određuje formula (97), a približno formula (113).



Slika 24

Želimo li iskolčiti početak (P) i kraj luka (K) već pri trasiranju, činimo to opet pomoću stranice $P'K'$, prikladne dužine a i povoljnog nagiba ε . Onda je:

$$P'V = a \frac{\sin(\alpha \mp \varepsilon)}{\sin(\alpha + \beta)} = a \sqrt{\frac{1 + \tan^2 \beta}{1 + \tan^2 \varepsilon}} \cdot \frac{\tan \alpha \mp \tan \varepsilon}{\tan \alpha + \tan \beta}. \quad (115a)$$

Predznak minus važi u ovoj formuli, ako kut ε označuje pad (kao kut α), a predznak plus, ako kut ε označuje uspon (kao kut β). Narednje je:

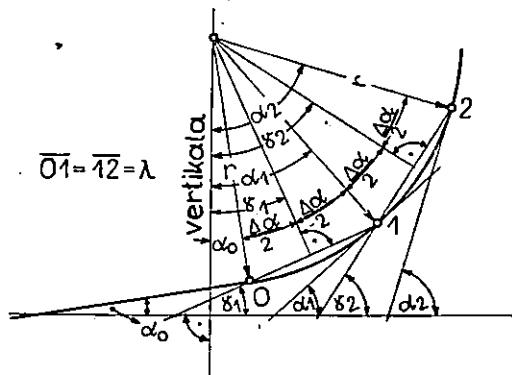
$$K'V = a \frac{\sin(\beta \pm \varepsilon)}{\sin(\alpha + \beta)} = a \sqrt{\frac{1 + \tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \varepsilon}} \cdot \frac{\tan \beta \pm \tan \varepsilon}{\tan \alpha + \tan \beta}. \quad (115b)$$

Ovdje pak važi predznak plus, ako ε označuje pad (kao kut α), a predznak minus, ako kut ε označuje uspon (kao kut β). Udaljenosti $u = PP'$ i $v = KK'$, koje određuju početak (P) i kraj luka (K), dobivamo onda iz form. (97) ili (113) i iz (115a) i (115b):

$$\left. \begin{aligned} u &= PP' = PV - P'V = T - P'V \\ v &= KK' = KV - K'V = T - K'V. \end{aligned} \right\} \quad (116)$$

Točku O , u kojoj je tangenta luka horizontalna, možemo odrediti pomoću teticive PO i teticive OK , dakle pomoću formula (100), (101), (102) i (103). Ako je moguće iskolčiti tu točku na terenu, luk se raspada u dva izbočena luka, za koje važe i formule (90), (91), (92), (93) i (94).

2. *Određivanja ostalih točaka luka.* Početak (P) i kraj (K), zatim točka (O), u kojoj je tangenta horizontalna, glavne su točke luka na lomu nagiba. Kod dužih lukova bit će potrebno iskolčiti ili odrediti položaj i još kojoj točki luka među ovima. Činimo to ovako:



Slika 25

Neka je λ razmak, u kojem želimo odrediti ili kolčiti točke luka $1, 2, 3, \dots, n$, a točka o neka je zadana po položaju i po nagibu tangente u njoj prema horizontali (α_0). Nagibi tangentata u točkama $1, 2, 3, \dots, n$ neka su $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$, a nagibi λ dugih tetiva među tim točkama neka su $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$. Nadalje neka je $\Delta\alpha = \lambda : r$ središnji kut luka λ , koji pripada tetivi λ . Onda stoje snošaji (sl. 25):

$$\gamma_1 = \alpha_0 \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha \quad \text{ili} \quad \gamma_1 = \alpha_0 \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha$$

$$\alpha_1 = \gamma_1 \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha \quad \text{,,} \quad \alpha_1 = \alpha_0 \pm \Delta\alpha$$

$$\gamma_2 = \alpha_1 \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha \quad \text{,,} \quad \gamma_2 = \alpha_0 \pm \frac{3}{2} \Delta\alpha$$

$$\alpha_2 = \gamma_2 \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha \quad \text{,,} \quad \alpha_2 = \alpha_0 \pm 2 \Delta\alpha$$

.....

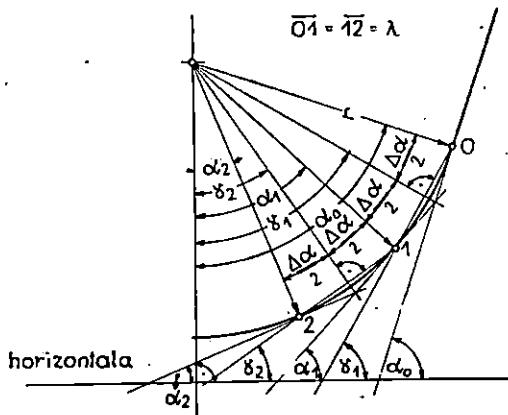
$$\gamma_n = \alpha_{n-1} \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha = \gamma_{n-1} \pm \Delta\alpha; \quad \text{ili} \quad \gamma_n = \alpha_0 \pm \frac{2n-1}{2} \Delta\alpha \quad (117a)$$

$$\alpha_n = \gamma_n \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha = \alpha_{n-1} \pm \Delta\alpha; \quad \text{ili} \quad \alpha_n = \alpha_0 \pm n \Delta\alpha. \quad (117b)$$

Pritom je:

$$\Delta\alpha = \lambda : r. \quad (117c)$$

U ovim formulama predznak plus važi, kad se u luku povećavaju nagibi gradijante prema nagibu početne tangente (u točki O , sl. 25); predznak minus pak važi, kad se luku smanjuju nagibi gradijante prema nagibu početne tangente (u točki O , sl. 26).



Slika 26

Razlika među dužinom luka $\hat{\lambda}$ i dužinom tetive λ , kako je poznato, približno iznosi:

$$\hat{\lambda} - \lambda = \frac{\lambda^3}{24 r^2}.$$

Stavimo li $\hat{\lambda} - \lambda = 0,001$ m, onda je ta razlika praktički toliko mala, da možemo u naše svrhe dovoljno točno staviti: $\Delta\alpha = \lambda : r$, ako odaberemo

$$\lambda \leq \sqrt[3]{0,024 r^2},$$

ili	$r =$	100	150	200	250	300 m	
	$\lambda \leq$	6	8	10	12	13 m	

(118)

Onda će biti praktički i dovoljno točno:

$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma_1 &= \operatorname{tg} (\alpha_0 \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha) \doteq \operatorname{tg} \alpha_0 \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha \\ \operatorname{tg} \gamma_2 &= \operatorname{tg} (\gamma_1 \pm \Delta\alpha) \doteq \operatorname{tg} \gamma_1 \pm \Delta\alpha \\ \operatorname{tg} \gamma_3 &= \operatorname{tg} (\gamma_2 \pm \Delta\alpha) \doteq \operatorname{tg} \gamma_2 \pm \Delta\alpha \end{aligned}$	$\left. \right\}$
--	-------------------

(119)

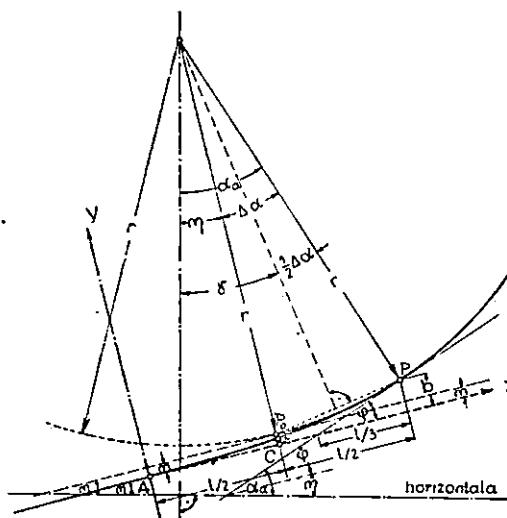
Dademo li pak n -toj λ dugoj tetivi samo nagib

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} (\gamma_{n-1} \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha) \doteq \operatorname{tg} \gamma_{n-1} \pm \frac{1}{2} \Delta\alpha, \quad (120)$$

onda na taj način određena točka n ne leži više u luku kružnice, nego u tangentu luka; određuje dakle tangentu u n -toj točki luka.

Primjer 10. Zadana je točka o na pravcu nagiba $\operatorname{tg} \alpha = 0,24$. Na taj pravac priključuje se udubljeni luk polumjera $r = 250$ m. U luku će se dakle smanjivati nagibi gradijante prema nagibu zadanog pravca, ujedno i tangente tog luka. Odabiramo $\lambda = 10$ m. Onda je $\Delta\alpha = \lambda : r = 10 : 250 = 0,04$; $\frac{1}{2}\Delta\alpha = 0,02$. Prvu točku (1) iza zadane točke (O) određuje $\lambda = 10$ m duga tetiva, nagiba $\operatorname{tg} \gamma_1 = 0,24 - 0,02 = 0,22$. Nagibi tetiva daljih točaka luka jesu: $\operatorname{tg} \gamma_2 = 0,22 - 0,04 = 0,18$; $\operatorname{tg} \gamma_3 = 0,14$; $\operatorname{tg} \gamma_4 = 0,10$; $\operatorname{tg} \gamma_5 = 0,06$; $\operatorname{tg} \gamma_6 = 0,02$. Dademo li sedmoj $\lambda = 10$ m dugoj tetivi nagib: $\operatorname{tg} \gamma_7 = \operatorname{tg} \gamma_6 - \frac{1}{2}\Delta\alpha = 0,02 - 0,02 = 0$, onda ta sedma točka ne leži u luku, nego zajedno sa šestom točkom određuje tangentu u šestoj točki luka. U ovom primjeru ta je tangentna horizontalna.

Da se pogreške ne gomilaju, po pravilu kolčit će se točke na ovaj način od krajeva prema sredini, odnosno od točke O , u kojoj je tangentna horizontalna, ako takva točka postoji, prema krajevima luka.



Slika 27

3. Prelazna krivulja. Općenito priključuje se luk kružnice na pravac gradijante, koji je nagnut prema horizontali pod nekim kutom η (sl. 27). Neka je P_0 točka, u kojoj bi taj pravac tangirao luk kružnice bez prelazne krivulje. Da se uzmogne umetnuti među pravac i luk još i prelazna krivulja, na pr. kubna parabola,

$$y = \frac{x^3}{6rl}, \quad y' = \operatorname{tg} \varphi = \frac{x^2}{2rl}, \quad (120)$$

potrebno je odmaknuti luk od pravca prema središtu luka ili pravac od luka na suprotnu stranu za neki iznos m . Umetnemo li sada kubnu parabolu kao prelaznu krivulju, njezin početak (A) leži u odmakнутom pravcu, $l/2$ daleko od prijašnje dodirne točke pravca i luka (P_0), a njezin kraj leži isto toliko daleko od prijašnje dodirne točke na suprotnoj strani, u točki luka P . Pritom l označuje dužinu prelazne krivulje, koja se praktički izjednačuje s dužinom njezine projekcije u pravcu, na koji se luk priključuje.

Najmanja dužina prelazne krivulje šumskih klizina neka je jednaka barem najvećoj dužini drva, koje se otprema, a neka nije kraća od $l_{\min} = 8$ m.

U slučaju dakle kubne parabole, u označenom koordinatnom sustavu xy točka F ima koordinate:

$$x = l, \quad y = b = l^2 : 6r, \quad (121)$$

a nagib tangente u toj točki iznosi

$$\operatorname{tg} \varphi = b : \frac{1}{3}l = l : 2r. \quad (122)$$

Odmak luka od pravca iznosi

$$m = \frac{1}{4}b = l^2 : 24r. \quad (123)$$

Točka E ima koordinate

$$x = \frac{1}{2}l, \quad y = \frac{1}{2}m = \frac{1}{8}b = l^2 : 48r. \quad (124)$$

Položaj točke P prema točki P_0 određujemo pomoću teticive $P_0P \doteq \frac{1}{2}l$ i nagiba te teticive prema horizontali: (usp. 117):

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \eta \pm \frac{1}{2}\Delta\alpha; \quad \Delta\alpha = l : 2r \doteq \operatorname{tg} \varphi \doteq \varphi. \quad (125)$$

Tetiva AE ima nagib prema osi apscisa:

$$\operatorname{tg} \vartheta = m : l = l : 24r \doteq \vartheta,$$

a prema horizontali:

$$\operatorname{tg} \vartheta' \doteq \operatorname{tg} \eta \pm \vartheta. \quad (126)$$

Tablica 9

Podaci o $l = 8$ m dugoj prelaznoj krivulji

$r =$	100	150	200	250	300 m
b	0,107	0,071	0,053	0,043	0,036 m
m	0,027	0,018	0,013	0,011	0,009 m
$\Delta\alpha$	0,040	0,027	0,020	0,016	0,013
ϑ	0,003	0,002	0,0016	0,0013	0,0011

Tablica 10

Podaci o $l = 20$ m dugoj prelaznoj krivulji

$r =$	100	150	200	250	300 m
$b =$	0,666	0,444	0,333	0,266	0,222 m
$m =$	0,166	0,111	0,083	0,066	0,055 m
$\Delta\alpha$	0,100	0,066	0,050	0,040	0,033
ϑ	0,0083	0,0055	0,0042	0,0033	0,0028

Izostavlja li se prelazna krivulja, centrifugalna sila nastupa odmah u punom iznosu. Poradi toga prelazna krivulja neka je po mogućnosti duga, to duža, što je brzina klizanja veća. Ukoliko se u praksi pokazala nesigurnost klizanja na lomovima gradijante, osobito na izbočenom luku, ne će biti možda krivnja samo na prekratko odmjerenoj polumjeru luka, nego i na prekratko odmjerenoj prelaznoj krivulji ili dapače njezinu izostanku uopće.

Tabl. 9 donosi podatke o 8 m dugoj (za male brzine i kratko drvo) i o 20 m dugoj (za srednje brzine) prelaznoj krivulji. Iz tih tablica se vidi, da je odmak pravca i luka m općenito malen. Zbog toga će biti možda jednostavnije pomicati kraći pravac među dugim lukovima a kraće lukove na krajevima dugih pravaca.

Primjer 11. Zadaću, izrađenu u primjeru 10 bez prelazne krivulje, izrađujemo sada s prelaznom krivuljom. Dužinu prelazne krivulje odabiramo $l = 20$ m. Dakle je $\frac{1}{2}l = 10$ m = λ i

$$\Delta\alpha = l : 2r = \lambda : r = 10 : 250 = 0,04$$

kao i prije. Poradi toga sve točke luka (osim prve i posljednje) ostaju na istom mjestu kao u zadaći 10. Da pak možemo umetnuti prelaznu krivulju, odmaknut ćemo pravac nagiba $\operatorname{tg} \alpha = 0,24$, usporedno od točke o (P_0) na početku i horizontalu od točke 6 usporedno na kraju za dužinu $m = l^2 : 24r = 0,06$ m (usp. tabl. 10). Ispod točaka 0 i 6 u udaljenosti $\frac{1}{2}m = 0,03$ m prema odmaknutom pravcu i horizontali leže točke E prelazne krivulje na jednom i drugom kraju luka. Počeci (A) prelazne krivulje leže u odmaknutim tangentama, od točaka E daleko $\frac{1}{2}l = 10$ m, na jednom i drugom kraju izvan prijašnjeg luka. Kako je $\vartheta = \vartheta : l = 0,06 : 20 = 0,003$, to tetiva AE na jednom kraju ima nagib $\operatorname{tg} \gamma' = 0,24 - 0,003 = 0,237$, a na drugom $\operatorname{tg} \gamma' = 0,003$. Nadalje je $b = 0,266$ (usp. tabl. 10), a razlika ordinata točaka P i E iznosi $b = \frac{1}{2}m = 0,266 - 0,033 = 0,233$. Nagib tetive EP prema osi apscisa onda iznosi $0,233 : 10 = 0,023$, a prema horizontali na jednom kraju $0,24 - 0,023 = 0,217$, a na drugom kraju $0,023$. Točka E leži na jednom kraju pod prijašnjom točkom O , a na drugom kraju pod prijašnjom točkom 6 i to $0,033$ m duboko. Luk kružnice sad se proteže samo od točke 1 do točke 5, a nagib je tetiva među tim točkama isti kao i prije.

Slijedi li udubljeni luk izbočeni luk ili obrnuto, razmak među njima neka je barem tolik, da ima dovoljno mesta za umetanje prelaznih krivulja. Nagibi prve polovice prelazne krivulje malo se razlikuju od nagiba pravca, s kojeg polazi prelazna krivulja; nagibi pak druge polovice prelazne krivulje sve većma se približuju nagibima luka kružnice, u kojem svršava prelazna krivulja. Poradi toga se i ne čini praktički primjetljiva pogreška, ako se vanjska polovica prelazne krivulje pripoji pravcu, a nutarnja polovica luku kružnice, kad se računa brzina klizanja. T. j. praktički ćemo dovoljno točno istraživati sposobnost rada klizine, ako računamo s gradijantom, koja je složena samo od pravaca i lukova bez prelaznih krivulja.

LITERATURA

Simonović B. Milutin, Nekoliko reči o projektovanju uzdužnog profila suvog točila. Zagreb, Šumarski list 1947.

Flögl Stanko, Klizanje u luku kružnice. Zagreb, Tehnički list, 1928.

Flögl Stanko, Prilog teoriji klizina. Zagreb, Godišnjak sveučilišta 1929.

Flögl Stanko, Das Riesweg-Längenprofil. Berlin, Tharandter forstliches Jahrbuch 1934.

Flögl Stanko, Klizine, plavljenje i žičare. Zagreb 1936, litograf. skripta.

ZUSAMMENFASSUNG

Abschnitt A)

1. In der Formel (11) ist die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit v_a mit der Neigung α_a und der Geschwindigkeit v mit der Neigung α eines schweren Körpers, der in einer Konkavkreislinie abwärts gleitet, zum Ausdruck gebracht. Bei der Ableitung dieser Formel ist von den wirkenden Kräften das Eigengewicht ($Q = mg$), die Reibung (mit Reibungszahl, bzw. Reibungswinkel $\mu = \operatorname{tg} \tau$) und die Fliehkraft ($mv^2 : r$) berücksichtigt (Fig. 1).

Im Sonderfalle $\alpha = 0$ und $v = v_0$ geht die Gleichung (11) in die Gl. (12) oder (13) über; für $\alpha = 0$ und $v = 0$ gilt die Gl. (13a) und für $\alpha = 0$, $v_0 = 0$ und $\alpha_a = \tau$ die Gl. (13b). Im letzteren Falle ist die Anfangsgeschwindigkeit eine Funktion lediglich der Reibungszahl (μ), bzw. des Reibungswinkels (τ). Es folgt das Zahlenbeispiel 1.

Die Formel (14) bestimmt, und die Tafel 1 weist jene Neigung $\alpha_a > \tau$ der Konkavkreislinie auf, auf welcher ein schwerer Körper mit der Geschwindigkeit $v_a = 0$ abwärts zu gleiten beginnen muss, um noch die Neigung $\alpha = 0$ mit der Geschwindigkeit $v = v_0 = 0$ zu erreichen.

2. In der Formel (22) ist die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit v_a auf der Steigung β_a , und der Geschwindigkeit v auf der Steigung β eines schweren Körpers, der in einer Konkavkreislinie aufwärts gleitet, ausgedrückt (Fig. 2). Diese Formel ist unmittelbar abgeleitet, man kann sie aber auch (durch Ersatz der Neigung $-\alpha$ durch die Steigung $+\beta$) aus der Formel (11) mittelbar erhalten. Nun folgen einige Sonderfälle. Form. (23) bestimmt die Gleitgeschwindigkeit $v > 0$ auf der Steigung $\beta \neq 0$, falls die Anfangsgeschwindigkeit $v_a = v_0$ auf der Steigung $\beta_a = 0$ verschieden von Null ist. Umgekehrt Form. (24) bestimmt die Anfangsgeschwindigkeit $v_a = v_0 > 0$, die ein schwerer Körper haben muss, damit er die Steigung $\beta > 0$ mit der Geschwindigkeit $v > 0$ erreicht. Die zugehörige Anfangsgeschwindigkeit v_0 auf der Steigung $\beta = 0$ für $v = 0$ auf der Steigung $\beta \neq 0$ gibt Form. (24a), und auf der Steigung $\beta = \tau$,

Form. (24 b) an. Im letzteren Falle ist die Gleitgeschwindigkeit wieder eine Funktion lediglich der Reibungszahl, bzw. des Reibungswinkels. Nun folgt das Zahlenbeispiel 2.

3. Hat sich ein schwerer Körper auf der Neigung α_a mit der Anfangsgeschwindigkeit v_a in Bewegung gesetzt, und gleitet er in einer Konkavkreislinie vorerst abwärts, dann aber auch aufwärts, bis zur Steigung β , wo er noch eine Geschwindigkeit $v_\beta > 0$ hat, so gilt die Beziehung (25) oder (26) (Fig. 3). Im Sonderfalle $v_\beta = 0$ gilt die Form. (26a) und im Sonderfalle $v_a = 0$ und $v_\beta = 0$ die Form. (27).

Letztere Formel, wie auch Form. (14), kann zur experimentellen Bestimmung der Reibungszahlen, bzw. der Rebungswinkel auf verschiedenen Riesen für verschiedene Sortimente benutzt werden.

4. Beim Abwärtsgleiten eines schweren Körpers auf einer Konvexkreislinie ist die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit v_a auf der Neigung α_a und der Geschwindigkeit v auf der Neigung α durch Gl. (35) bestimmt (Fig. 4). Im Sonderfalle $\alpha_a = 0$ und $v_a = v_0$ gilt die Gleichung (36) oder (37), für $\alpha_a = 0$, $\alpha = \tau$, $v_a = v_0$ und $v > 0$ die Gl. (37a) und für $\alpha_a = 0$, $\alpha = \tau$, $v_a = v_0$ und $v = 0$ die Gl. (37b). Letztere Gleitgeschwindigkeit ist auch eine Funktion lediglich der Reibungszahl (μ), bzw. des Rebungswinkels (τ).

5. Beim Aufwärtsgleiten eines schweren Körpers auf einer Konvexkreislinie ist die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit v_a auf der Steigung β_a und der Geschwindigkeit v auf der Steigung β durch Gl. (38) gegeben (Fig. 5). Im Sonderfall $\beta_a \neq 0$, $v_a > 0$, $\beta = 0$ und $v = v_0 > 0$ gilt Form. (39) bzw. (40). Im Sonderfall $v_0 = 0$, $\beta = 0$ und $\beta_a = \tau$ ist die zugehörige Anfangsgeschwindigkeit v_a (Gl. 41) auch eine Funktion lediglich der Reibungszahl, bzw. des Rebungswinkels.

6. Hat ein schwerer Körper auf einer Konvexkreislinie auf der Steigung β_a die Geschwindigkeit v_a erreicht und gleitet weiter aufwärts und dann abwärts (Fig. 6) bis zur Neigung α , wo seine Geschwindigkeit $v > 0$ aufweist, so besteht zwischen beiden Geschwindigkeiten die Beziehung (42) bzw. (43). Im Sonderfall $\alpha = \tau$ geht die Gleichung (43) in die Gl. (43 a), und im Sonderfall $\alpha = \tau$ und $v = 0$ in die Gl. (43b) über. Schliesslich ist im Sonderfall $\beta_a = \tau$, $\alpha = \tau$ und $v = 0$ die entsprechende Anfangsgeschwindigkeit v_a (Gl. 43c) wieder eine Funktion lediglich der Reibungszahl, bzw. der Rebungswinkels.

Die beigelegte Tafel 2 erleichtert die Anwendung der in diesem Abschnitt abgeleiteten genaueren Geschwindigkeitsformeln.

Abschnitt B)

1. Vorerst werden die annähernden Formeln über die Geschwindigkeitsänderung beim Gleiten eines Schweren Körpers in, bzw. auf einer Kreislinie unter Ausserachtlassen der Zentrifugalkraft abgeleitet. So bestimmt die Näherungsgleichung

- (44a) die Geschwindigkeitsänderung beim Abwärtsgleiten und
- (45a) beim Aufwärtsgleiten in einer Konkavkreislinie;
- (46a) die Geschwindigkeitsänderung beim Abwärtsgleiten und
- (47a) beim Aufwärtsgleiten auf einer Konvexkreislinie.

Die Geschwindigkeitsänderung eines schweren Körpers in einer geraden Linie ist durch Gl. (48) beim Abwärts- und durch Gl. (49) beim Aufwärtsgleiten ausgedrückt (Fig. 7).

Aus dem Vergleich der Gleichungen (44a), (45a), (46a), (47a) mit den Gleichungen (48) u. (49) kann gefolgert werden: Die Geschwindigkeitsänderung eines schweren Körpers in oder auf einer Kreislinie unter Ausserachtlassen der Zentrifugalkraft geht vor sich als gleite der schwere Körper nicht in, oder auf dem Bogen selbst, sondern auf der zugehörigen Sehne. Dasselbe geht auch aus dem Satze von der Arbeit und der kinetischen Energie hervor (Gl. 51).

2. Hernach werden die annähernden Formeln über die Geschwindigkeitsänderung beim Gleiten eines schweren Körpers, in bzw. auf einer Kreislinie unter Vernachlässigung des Eigengewichtes abgeleitet; u. z. Gl. (52) beim Abwärtsgleiten und Gl. (53) beim Aufwärtsgleiten in einer Konkavkreislinie, demnach Gl. (54) beim Abwärtsgleiten und Gl. (55) beim Aufwärtsgleiten auf einer Konvexkreislinie.

3. Durch Superponierung der unter 1. u. 2. gewonnenen Resultate werden schliesslich die annähernden Formeln, die den Zentrifugalkräften und Eigengewichten Rechnung tragen, aufgestellt u. z.:

Gl. (56) für die Geschwindigkeitsänderung beim Abwärts- und Gl. (57) beim Aufwärtsgleiten in einer Konkavkreislinie.

Gl. (58) für die Geschwindigkeitsänderung beim Abwärts- und Gl. (59) beim Aufwärtsgleiten auf einer Konvexkreislinie.

Aus diesen folgen dann die vereinfachten annähernden Formeln u. z. (56a) und (57a) für das Abwärts- und (58a) für das Aufwärts- gleiten in einer Konkavkreislinie, bzw. Form. (58a) für das Abwärts- und (59a) für das Aufwärtsgleiten auf einer Konvexkreislinie.

Es folgt Beispiel 5 in dem die Geschwindigkeitsänderung beim Abwärtsgleiten eines schweren Körpers in einer Konkavkreislinie – u. z. nach den Näherungsformeln (a), (b) und (c), die aus der Gl. (44a), (56a) und (56) folgen, und nach der genaueren Formel (d), die aus der Gl. (13b) folgt – berechnet ist.

Auf Tafel (3) und (4) sind die berechneten Resultate für verschiedene Werte der Reibungszahl zusammengestellt. Aus Tafel (3) ist einerseits ersichtlich, dass die Differenz zwischen den berechneten Resultaten nach Näherungs- und genaueren Formeln um so grösser, je grösser die Reibungszahl ist. Aus Tafel (4) ist anderseits ersichtlich, dass beim Gleiten in einer Konkavkreislinie die berechneten Resultate nach der annähernden Formel (56a) und (57a) den Resultaten der genaueren Formeln (13b) und (24b), und beim Gleiten auf einer Konvexkreislinie die berechneten Resultate nach der annähernden Formel (46a) und (47a) den Resultaten der genaueren Formeln (37b) und (41) sich besser anpassen.

Abschnitt C)

1. Es kann der Fall eintreten, dass beim Gleiten auf einer Konvexkreislinie die in der Normale wirkenden Kräfte einander aufheben. In diesem Fall trachtet ein schwerer Körper beim Aufwärtsgleiten eine Kurve zu beschreiben, deren Krümmungshalbmesser durch Gleichung (61), die aus Gleichung (60) folgt, bestimmt ist. Als wirkende tritt dann nur die Tangentialkraft T , mit der Beschleunigung a_t , auf. Infolgedessen nimmt die allgemeine Gleichung (4) die Form der Differentialgleichung (62) an, woraus das Geschwindigkeitsänderungsgesetz (63), bzw. (63a) folgt. Dies besagt, dass die Horizontalkomponente des Geschwindigkeitsvektors in jedem Punkte der Bahn konstant ist. Die Krümmungshalbmesserformel nimmt nun die Form der Gl. (64) an. Die entsprechende Bahn ist die bekannte Wurfparabel, deren Parametergleichung durch Gl. (65), und Koordinatengleichung durch Gl. (66) gegeben ist (Fig. 8). Der Krümmungshalbmesser in einem beliebigen Punkte dieser Parabel ist wie folgt, erhältlich (Fig. 9): Man zieht die Gerade AFH so, dass sie mit der Normale ANO_a den Winkel β_a einschliesst und trägt auf diese Gerade die Länge $AH = v_a^2 : g$ auf. Nun fällt man die Senkrechte im Punkte H auf die Gerade AH . Diese Senkrechte schneidet den Krümmungshalbmesser $\varrho_a = O_a A$ auf der Normale ab. Übrigens ist der Parabelbrennpunkt F auch Mittelpunkt eines Kreises vom Halbmesser $AF = \frac{1}{2} v_a^2 : g$, auf dem die Hauptpunkte A , T , A' , H , N und H' , die diese Kurve im konkreten Falle näher bestimmen, liegen.

Aus Gleichung (61a) ist ersichtlich, dass der Krümmungshalbmesser der Parabel um so grösser sein wird, je grösser die Gleitgeschwindigkeit und die Neigung (gegen die Horizontale) des Geschwindigkeitsvektors ist. Am Gefällsbruche der forstlichen Riesen ist dies der Fall, wenn sich der gleitende Holzstamm im Bogenanfangs- oder Endpunkte befindet (Fig. 10). Folglich, um das Ausgleiten des Holzes zu verhindern, muss der Kreisbogendurchmesser am Gefällsbruche der Gl. (67) genügen. Der in dieser Formel vorkommende Koeffizient k hat den Zweck, im jeden Bogen- und Zeitpunkte beim Gleiten eines beliebigen Sortimentes eine auf die Bahn niederdrückende Kraft zu sichern.

2. Der Bogendurchmesser am Gefällsbruche hängt nicht nur von der Grösse der Gleitgeschwindigkeit und der Neigung der Gradiante, sondern auch von der Rieskonstruktion und den Dimensionen des gleitenden Holzes ab. So z. B. besteht die Stangenriese aus 4 bis 8 m langen Fächern, die am Gefällsbruche keinen Bogen, sondern ein Sehnenpolygon von λ langen Seiten bilden (Fig. 12). Jede verlängerte Sehne bildet mit der folgenden Sehne ein Dreieck, das dem entsprechenden Mittelpunktdreiecke ähnlich ist. Aus dieser Ähnlichkeit folgt dann die Beziehung (69). Das Fig. 12a dargestellte D

lange Rundholz ist eben an ein Polygoneck mit seinem Halbierungspunkte angelangt. $2z$ soll die Höhe, womit das vordere Holzende die Riessohle überhöht, andeuten. Aus der Ähnlichkeit der in der Figur gekennzeichneten Dreiecke folgt dann die Beziehung (70). Die erwähnte Überhöhung $2z$ verlangt, dass die Stangenriesen auch in Bögen an Gefällsbrüchen, besserer Führung wegen, ausser mit Wehrern noch mit Sattel- und Übersattelbäumen versehen ist u. z. so, dass die Führungstiefe Δ der Gl. (71) oder auch (72) genügt. Die in Fig. 12c skizzierte Riese ist $t = 55$ cm tief, hat Übersattelbäume mit $\delta = 30$ cm Durchmesser, und eine Führungstiefe $\Delta = 40$ cm; das gleitende Rundholz hat den Durchmesser $d = 60$ cm und die erwähnte Überhöhung beträgt $2z = 10$ cm. Es gibt unterschiedliche Riessorten, deren Dimensionen je nach Länge und Durchmesser des abzurüttenden Rundholzes auch verschieden sind. Je grösser der Durchmesser des gleitenden Holzes ist, eine desto grössere Riestiefe (t) und ein desto grösserer Durchmesser (δ), des Übersattelbaumes ist erforderlich. Dennoch wird die erwähnte Überhöhung bei allen Riessorten von dem eben berechneten Betrage $2z = 10$ cm nicht viel abweichen, da dieser Betrag aus Verhältnissen der zuletzt erwähnten veränderlichen Dimensionen hervorgeht. Nimmt man noch eine Sicherheitszahl $s = 1,5$ mit in Kauf, aus (70) und folgenden Formeln, so gelangt man schliesslich zur Beziehung (73), die den Kleinstwert des Bogendurchmessers am konkavem Gefällsbrüche angibt. Die Einführung einer Sicherheitszahl war notwendig, weil $2z = 10$ cm nur ein beiläufiger Durchschnittswert ist, auch weil Riesstangen und das gleitende Holz weder vollkommen rund noch schnurgerade sind. Den nach Formel (73) berechneten Bogendurchmesser für ein D langes Riessortiment enthält folgendes Täfelchen. Formel (67) kommt nur in Betracht, wenn sie grössere Werte als die Formel (73) liefert. Beide Formeln bestimmen den Kleinstwert des Kreisbogenhalbmessers an konkavem Gefällsbrüchen von allerart Rundholzriesen. Eine Ausnahme macht nur der erste Bogen nach dem Riesmunde, wo das gleitende Holz noch durch Handzug geführt wird, deshalb auch der Bogendurchmesser, wie üblich, auf 100 m herabgesetzt werden kann.

Bei Riesen mit Dreieckprofil, wegen grösserer Bremswirkung, auch bei Riesewegen, wegen kleinerer Führungstiefe, kann Formel (74) besser als Formel (73) dienen.

Ein Konkavkreisbogen am Gefällsbrüche der Stangenriesen ist auch ein Sehnenpolygon (Fig. 13a). Zu leichterer Bewältigung der dadurch entstehenden Störungen und sonstigen Hindernisse erhalten die Riessortimente eine Abkantung des vorderen starken Endes im Verhältniss, das nicht kleiner als $2u : \lambda$ sein darf (Fig. 13b und c). Die Schwellen der Rieswegsohle rufen ähnliche Störungen hervor. Da allgemein die Riessohle in Konkavkreisbögen durch die Zentri-fugalkraft stärker in Anspruch genommen wird, so wird zur Be-

stimmung des Kleinstwertes des Bogendurchmessers an konkaven Gefällsbrüchen der Riesen allerart die Anwendung der Formel (74) empfohlen.

Abschnitt D)

Um die dynamische Berechnung und Prüfung der Leistungsfähigkeit einer Riese zu erleichtern, werden gewisse Vorbereitungen und zweckmässige Aufrisse erforderlich, die nun näher besprochen werden mögen.

1. Ist die Gradiante eine fallende Gerade, so ist ihre horizontale und vertikale Projektion durch Gleichung (75a), ist sie eine steigende Gerade, durch Gleichung (75b) bestimmt.

Ist in einem Gradiantenvieleck die Neigung der Hinterseite grösser als die der Vorderseite ($\alpha_1 > \alpha_2$), als Übergang aus einer in die andere Neigung, so ist ein Konkavkreisbogen erforderlich, dessen Projektionen durch Gleichung (76) angegeben sind (Fig. 14); dabei ist die Vertikalprojektion (h) negativ, da die Gradiante vom Bogenanfangspunkte bis zum Bogenendpunkte fällt. Beide Bogenendtangenten zusammen weisen dieselben Projektionen (77) auf. Aus (76) und (77) ist sodann Gleichung (78) erhältlich, die die Tangentenlänge bestimmt. Als Kontrolle kann auch Gleichung (78a) dienen. Projektionen der Hintertangente sind durch Gleichung (79a) und der Vordertangente durch Gleichung (79b) bestimmt. Das negative Vorzeichen deutet auf das Fallen der Gradiante in der Gleitrichtung hin. Beispiel 6.

Fällt die Hinterseite in Gleitrichtung unter dem Winkel α , und steigt die Vorderseite unter dem Winkel β , so ist ein Konkavkreisbogen am Gefällsbrüche notwendig, auf dem das Holz vorerst abwärts, dann aber infolge der aufgespeicherten kinetischen Energie aufwärts gleitet (Fig. 15). Projektionen des Bogens sind durch Gleichung (81) angegeben. Die beiden Bogenendtangenten zusammen weisen dieselbe Projektionen auf (82). Die Vertikalprojektion kann positiv, negativ, aber auch gleich Null sein, je nach dem Höhenunterschied der beiden Bogenendpunkte. Aus (81) und (82) geht dann die Tangentenlänge hervor (83). Gleichung (83a) kann als Kontrolle dienen. Durch Gleichung (84a) sind die Projektionen der Hintertangente, und durch Gleichung (84b) der Vordertangente bestimmt. Die Neigung der Bogensehne PK ist durch Gleichung (85) angegeben. Gleichung (86) und (87) bestimmen die Projektionen und die Neigung der Sehne PO , Gleichungen (88) und (89) die Projektionen und die Neigung der Sehne \overline{OK} . Beispiel 7.

Fallen gegen die Horizontale die beiden Nachbarsseiten des Gradiantenpolygons in der Gleitrichtung, und ist die Neigung der Hinterseite kleiner als die Neigung der Vorderseite ($\alpha_1 < \alpha_2$), so ist ein Konvexkreisbogen am Gefällsbrüche erforderlich (Fig. 16), dessen Projektionen durch Gleichung (90) angegeben sind. Die

beiden Bogenendtangenten zusammen haben dieselben Projektionen (91). Aus Gleichungen (90) und (91) folgt sodann Gleichung (92), die die Tangentenlänge angibt. Gleichung (93a) bestimmt die Projektionen der Hintertangente und Gleichung (93b) die Projektionen der Vordertangente. Die Neigung der Bogensehne ist durch Gleichung (94) angegeben.

Steigt die Hinterseite in der Gleitrichtung unter dem Winkel β , und fällt die Vorderseite unter dem Winkel α , so ist am Gefällsbrüche ein Konvexkreisbogen erforderlich, dessen Projektionen durch Gleichung (95) angegeben sind (Fig. 17). Die beiden Bogenendtangenten zusammen weisen dieselben Projektionen auf (96). Die Vertikalprojektion kann dabei positiv, negativ, und gleich Null sein, je nach dem Höhenunterschiede der beiden Bogenendpunkte. Aus Gleichung (95) und (96) geht dann die Tangentenlänge hervor (97). Die Projektionen der Hintertangente sind durch Gleichung (98a) und die der Vordertangente durch Gleichung (98b) gegeben. Die Neigung der Bogensehne PK ist durch Gleichung (99) bestimmt. Gleichungen (100) und (101) bestimmen die Projektionen und die Neigung der Sehne PO , und Gleichungen (102) und (103) die Projektionen und die Neigung der Sehne OK . Beispiel 8. Diese geometrischen Vorbedingungen erleichtern die Konstruktion des Gradianten- und Sehnenpolygons.

2. Das Polygon der Gradiante ist eigentlich das Rieslängenprofil, in dem nicht nur die Seiten, die einander in den Winkel punkten $V_1, V_2, V_3 \dots$ schneiden, sondern auch die Bögen an Gefällsbrüchen eingezeichnet sind (Fig. 18). Der Längen- und Höhen masstab wird – da die Neigung der Gradiante bedeutend ist – gleich gewählt. Im oberen Teile des Aufrisses sind die Neigungen der Seiten und Längen ihrer horizontalen Projektionen angegeben. Die neben der durch jeden Winkelpunkt gezogenen Vertikale angegebenen Zahlen, bezeichnen die Koordinaten des betreffenden Winkelpunktes. Die unten im Aufrisse neben den üblichen Bezeichnungen eingetragenen Zahlen geben die Koordinaten der Bogenendpunkten, der Halbmesser- und Bogenlängen, der Tangenten längen und Längen der geraden Strecken an. Damit der Aufriss nicht überladen wirkt, sind die Terrainverhältnisse, Objekte etc. (Fig. 18) weder angegeben, noch dargestellt.

3. Im Sehnenpolygon der Gradiante (Fig. 19) vertreten die Sehnen die Bögen an den Gefällsbrüchen. In der Regel vertritt nur eine Sehne den Bogen, der sich an zwei fallende oder zwei steigende Polygonseiten anlehnt, und je zwei Sehnen vertreten den Bogen, der sich auf eine fallende und eine steigende Seite (oder umgekehrt) anschmiegt. Im letzteren Falle schneiden einander die beiden Sehnen desselben Bogens in dem Berührungs bogenpunkt der wag rechten Tangente. Im oberen Aufrisseite sind die Neigungen und Längen der Polygonseiten und Winkelpunktkoordinaten angegeben. Fig. 18 und 19 wurden nach Angaben der Beispiele 6, 7 und 8 konstruiert.

Abschnitt E)

Um die Arbeitsfähigkeit einer Riese zu ermitteln, bzw. festzusetzen, pflege ich zwei Geschwindigkeitsdiagramme auf Grund zweier verschiedener Reibungszahlen, zu konstruiren. Diese Zahlen werden so gewählt, dass im Intervalle, das sie einschliessen, die erwartete, tatsächliche Reibungszahl bestimmt enthalten ist. In unserem Beispiele ist das Intervall $0,25 \leq \mu \leq 0,30$ ausgewählt. Geschwindigkeiten des gleitenden Holzes in charakteristischen Profilen sind mittels genauerer u. annähernder Formeln berechnet und entsprechende Geschwindigkeitskurven konstruiert worden. Die Abweichungen der Resultate nach annähernder Formeln von den Resultaten nach genaueren Formeln sind auf diese Weise augenscheinlicher. Die erste Annäherung erhielt ich auf Grund der im Punkte B) 1. festgesetzten Tatsache: Unter Ausserachtlassen der Zentrifugalkraft entsteht die Geschwindigkeitsänderung in einem oder auf einem Kreisbogen nicht, als gleite das Holz in oder auf dem Bogen selbst, sondern auf der zugehörigen Sehne. Unter dieser Voraussetzung wird die Geschwindigkeitsänderung beim Gleiten auf fallenden Sehnen und Geraden nach Formel (104) berechnet, die mit Formeln (44a), (46a) und (48) gleichwertig ist. Beim Gleiten auf einer steigenden Sehne oder Geraden gilt aber Formel (105), die mit Formeln (45a), (47a) und (49) gleichwertig ist. Auf horizontaler Sehne oder Geraden gilt Formel (106). In den angeführten Formeln bedeutet v_a die Anfangs- und v die Endgeschwindigkeit. Die Bruchzahl $v^2 : 2 g$ ist eine Länge; ihre Dimension wird also in Metern ausgedrückt. Weiter ist d die horizontale und h die vertikale Projektion der Geraden oder der Sehne, bzw. des zugehörigen Bogens. Die d -Projektion ist immer positiv, dagegen die h -Projektion positiv, falls die Gerade oder die Sehne steigt, negativ, falls beide fallen. Der wagerechten Gradienten entspricht auch eine unter der Reibungszahl $\mu = \operatorname{tg} \tau$ gegen die Wagerechte geneigte Geschwindigkeitsänderung – Gerade.

In unserem Beispiele ist im Ausgangspunkt $P_1 v^2_a : 2 g = 75$ m für $\mu = 0,25$ und entsprechend $v_a^2 : 2 g = 50$ m für $\mu = 0,30$ angenommen. In Tafel 5 sind die nach obigen Formeln berechneten Gleitgeschwindigkeiten in den bezeichneten Gradientenpunkten für $\mu = 0,25$, und in Tafel 6 für $\mu = 0,30$ zusammengestellt (vergl. auch Fig. 19). Im Diagramm Fig. 20 entspricht Geschwindigkeitsänderungslinie für $\mu = 0,25$ die AC -Linie, für $\mu = 0,30$ die BF -Linie.

Genaueres ergeben die Formeln (56a) bis (59a). Zur Berechnung aber geeigneter sind (Seite 285):

- Formel (56a) für das Abwärtsgleiten in Konkavkreisbogen
- Formel (57a) für das Aufwärtsgleiten in Konkavkreisbogen
- Formel (58a) für das Abwärtsgleiten auf Konvexkreisbogen
- Formel (59a) für das Aufwärtsgleiten auf Kovexkreisbogen

α_a bzw. β_a bezeichnet die Neigung bzw. die Steigung der Anfangs- und α , bzw. β der Endtangente. Die für unser Beispiel übersichtliche Berechnung der Gleitgeschwindigkeiten nach diesen Formeln bringt Tafel 7 für $\mu = 0,25$ und Tafel 8 für $\mu = 0,30$. An Fig. 20 ist Geschwindigkeitsänderungslinie für $\mu = 0,25$ die *AD*-Linie und für $\mu = 0,30$ die *BG*-Linie. Diese zwei Linien genügen zur Arbeitsfähigkeitsfeststellung der Riese im angegebenen Reibungsintervalle. Die erste Linie schneidet die Gerade $v^2 : 2g = 0$ im Punkte *D*, und die zweite im Punkte *G*. Zwischen diesen beiden Punkten, je nach Sortiment und tatsächlicher Reibung, wird das ankommende Holz in der Riese stecken bleiben, oder vielmehr aus der Riese auf den danebenliegenden Verleerplatz abrollen. Die Länge dieser Auslaufstrecke beträgt rund 190 m. Hätten wir rechts vom Punkt O_2 eine wagerecht laufende Gerade $O_2O'_2$ als Gradiante gewählt, hätte sich der Auslauf auf 113 m verkürzt (*CD'*). Der Punkt *D'* ist leicht zu bestimmen, da der wagerechten Gradiante eine unter dem Reibungswinkel (gegen die Wagerechte) geneigte Gerade als Geschwindigkeitslinie entspricht.

In das Diagramm sind noch zwei gestrichelte Geschwindigkeitslinien u. z. *AE* (bzw. *AE'*) für $\mu = 0,25$, und *BH* für $\mu = 0,30$ eingezeichnet. Diese Linien veranschaulichen die Ergebnisse der genaueren Gleitgeschwindigkeitsberechnung der Reihe nach wie folgt.

a) Die Angaben für die *AE*-Linie sind unter 1 die Geschwindigkeit am Endpunkte K_1 des Konkavkreisbogens P_1K_1 nach Formel (25), unter 2 am Endpunkte P_2 der steigenden Gerade K_1P_2 nach Formel (105), unter 3 am Endpunkte K_2 des Konvexkreisbogens P_2K_2 nach Formel (42) berechnet. Die Geschwindigkeit auf der unter Reibungswinkel geneigten Geraden K_2P_3 bleibt unverändert. Unter 5 ist die Geschwindigkeitsberechnung am Endpunkte K_3 nach Formel (12) durchgeführt.

b) Die Angaben für die *BH*-Linie sind unter 1 die Geschwindigkeit am Endpunkte K_1 des Konkavkreisbogens P_1K_1 nach Formel (25), und unter 2 am Endpunkte P_2 der steigenden Gerade K_1P_2 nach Formel (105) berechnet.

Die auf Grund dieser genaueren Berechnung konstruierten Geschwindigkeitslinien dienen nur zur Genauigkeitsprüfung der Ergebnisse nach den annähernden Formeln. Aus dieser Prüfung ergibt sich, dass die Ergebnisse der annähernden Formeln (56a) bis (59a), die durch die ausgezogenen Linien *AD* und *BG* auf Fig. 20 dargestellt sind, den Ergebnissen nach genaueren Formeln am nächsten liegen. Die Abweichungen sind ohne praktische Bedeutung, da die Bewältigung der mässigen Gleitgeschwindigkeiten in der Auslaufstrecke und das Abrollen des gleitenden Holzes auf den Verleerplatz durch zweckmässige Vorkehrungen und künstliche Vorrichtungen bekanntlich nicht schwierig ist.

Da die Punktordinaten der Geschwindigkeitslinien auf Fig. 20 nur die Längen $v^2 : 2g$ darstellen, so geben sie die Beträge der

Gleitgeschwindigkeiten nicht unmittelbar an. In den meisten Fällen wird die unmittelbare Angabe der Gleitgeschwindigkeit auch nicht notwendig sein. Wenn das herabgleitende Holz längs der Förderstrecke nirgends stecken bleibt, so ist dies ein Beweis, dass die Punktordinaten $v^2 : 2 g$ der Geschwindigkeitslinien längs dieser Strecke überall von Null verschieden sind. Ebenso wird das gleitende Holz in der Auslaufstrecke zur Ruhe gelangen, wenn die Achse $v^2 : 2 g = 0$ im Bereich der Auslaufsstrecke von beiden Geschwindigkeitslinien (für den oberen und den unteren Grenzwert der Reibungszahl) geschnitten wird. Hingegen soll das Geschwindigkeitsmaximum der Förderstrecke überall unter 40 m/sec bleiben, d. h. die Punktordinaten der Geschwindigkeitslinien längs der Förderstrecke ($v^2 : 2 g$) dürften nirgends die Höhe von 80 m erreichen.

Abschnitt F)

Schon bei der Trassierung der forstlichen Riesen ist auf das spätere Einlegen der Bögen an Gefälssbrüchen Bedacht zu nehmen und zu überlegen, welche von den Seiten des Gradientenpolygons als Bogensehnen dienen könnten. Dann wird sich die Terrainlinie an das bereits beschriebene Sehnenpolygon gut anfügen. Die Bögen selbst werden erst durch Bestimmung oder Absteckung der Haupt- und Zwischenpunkte völlig gekennzeichnet, u. z. wie folgt.

1. Der Bogenanfangs- und Endpunkt ist durch die Tangentenlänge T angegeben, die bei fallendem oder steigendem Konkavkreisbogen durch Gleichung (78) genau, und durch Gleichung (107) annähernd bestimmt ist. Sollen diese Punkte schon bei der Trassierung abgesteckt werden, so kann man wie folgt verfahren (Fig. 21). In der Umgebung des Gradientenwinkelpunktes (da der Winkel-punkt selbst in der Regel nicht zugänglich ist) steckt man eine angemessen (a) lange Hilfsgerade PK' ab, die eine Neigung in den Grenzen $\alpha_2 < \varepsilon < \alpha_1$ haben kann. Aus der Sinusregel folgen sodann die Beziehungen (108), mittels welcher die für den Bogenanfangs- und Endpunkt massgebenden Längen u und v aus Gleichung (109) berechnet werden.

Zur Bestimmung der Tangentenlänge eines fallenden oder steigenden Konvexkreisbogens dient Gleichung (92), annähernd auch Gleichung (110). Will man den Bogenanfangs- und Endpunkt schon während der Trassierung abstecken, so kann dies wieder mittels einer Hilfsgerade, angemessener Länge (a) und der Neigung in den Grenzen $\alpha_1 < \varepsilon < \alpha_2$ erfolgen, indem man mittels Gleichung (111) die zur Absteckung erforderlichen u und v Längen aus Gleichung (112) vorher berechnet (Fig. 22).

Hat man es mit einen Konkavkreisbogen am Schnittpunkte einer fallenden und steigenden Tangente zu tun, so können die Tangentenlängen aus Gleichungen (83 und (83a)) genau, annähernd aus Gleichung (113) bestimmt werden. Will man den Bogenanfangs-

und Endpunkt schon bei der Trassierung abstecken, so erreicht man dies abermals mittels einer Hilfsgerade angemessener Länge (a), die eine Neigung in den Grenzen $\alpha > \varepsilon < \beta$ haben kann (Fig. 23), indem man vorher die erforderlichen u und v Längen aus Gleichung (115), bzw. aus Gleichungen (114a) und (114b) berechnet. Das Pluszeichen in der Gleichung (114a) gilt, wenn die Hilfsgerade fällt, und das Minuszeichen, wenn sie steigt. Die umgekehrte Vorzeichenregel gilt für Gleichung (114b). Den Punkt O , in dem der Bogen eine wagerechte Tangente hat, steckt man mittels der Sehne PO oder OK ab, d. h. durch Anwendung der Gleichung (86) bis (89). Ist die Absteckung dieses Punktes möglich, so zerfällt der Bogen in zwei Stücke, für die auch die Gleichungen (78), (107), (108) und (109) gelten.

Falls der Konvexkreisbogen eine wagerechte Tangente hat (Fig. 24), so ist die Anfangs- oder Endtangentenlänge durch Gleichung (97) genau, und durch Gleichung (113) annähernd angegeben. Die Absteckung des Bogenanfangs- und Endpunktes bei der Trassierung geschieht abermals mittels einer Hilfsgerade angemessener Länge (a), die eine Neigung ε in den Grenzen $\beta > \varepsilon < \alpha$ haben kann, indem man vorher die erforderlichen u und v Längen aus Gleichung (116), mit Hilfe der Gleichungen (115a) und (115b) berechnet. In der Gleichung (115a) kommt das Minuszeichen in Betracht, wenn die Hilfsgerade fällt und das Pluszeichen, wenn sie steigt. Umgekehrt in der Gleichung (115b). Punkt O , in dem der Bogen eine wagerechte Tangente hat, kann zweckmäßig mittels der Sehne PO oder OK bestimmt werden, durch Anwendung der Gleichungen (100) bis (103). Gestatten die Bodenverhältnisse die Absteckung dieses Punktes, so zerfällt der Bogen in zwei Stücke, für die auch Gleichungen (90) bis (94) gelten.

2. Anfangs-, End- und der Berührungs punkt der wagerechten Tangente O sind die Hauptbogenpunkte am Gefallsbruche. Bei längeren Bögen ist jedoch die Bestimmung oder Absteckung noch einiger Zwischenpunkte unerlässlich. λ sei der Abstand, in dem man diese Zwischenpunkte $1, 2, 3 \dots n$ abzustecken gedenkt (Fig. 25); ferner sei die Lage des Ausgangsbogenpunktes O und die Neigung der Tangente im diesem Punkte (α_0) bekannt. Die Neigungen der Tangenten in den Bogenpunkten $1, 2, 3 \dots n$ seien $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_n$, und die Neigungen der Sehnen zwischen diesen Punkten $\gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_n$. Es sei ferner $\Delta\alpha = \hat{\lambda} : r$ der Zentriwinkel des Bogens $\hat{\lambda}$. Dann gelten die Beziehungen (117a), (117b) und (117c). In diesen Formeln gilt das Plusvorzeichen, wenn die Neigungen der Gradiante in dem Bogen vergrößert (Fig. 25), und das Minusvorzeichen, wenn sie verkleinert werden (Fig. 26). Wählt man nun die Differenz zwischen der Bogen- ($\hat{\lambda}$) und der Sehnenlänge (λ) etwa $\Delta = \hat{\lambda} - \lambda \doteq 0,001$ m, also so klein, dass sie praktisch nicht in Betracht kommt, so entsteht Gleichung (118), die den dieser Bedingung und dem gewählten Kreisbogendurchmesser (r) entsprechenden Abstand

(λ) bestimmt. Die Neigungen der Sehnen können praktisch genügend genau nach Gleichung (119) berechnet werden. Erteilt man der n -ten λ -langen Seite nur die durch Gleichung (120) bestimmte Neigung, so liegt der auf diese Weise bestimmte Punkt nicht mehr in dem Bogen, sondern in der Endtangente; mit dem ($n - 1$)-ten Bogenpunkte bestimmt also dieser Punkt die Bogentangente.

Beispiel 10.

3. Übergangskurve. Im allgemeinen lehnt sich ein Kreisbogen am Gefällsbrüche auf eine Gerade der Gradiante, die eine Neigung gegen die Wagerechte $\eta \neq 0$ aufweist (Fig. 27). P_0 sei der Punkt, im dem diese Gerade den Kreisbogen ohne Übergangskurve berührt. Um das Einlegen einer Übergangskurve, z. B. der kubischen Parabel (Gleichung 120), zwischen Gerade und Kreisbogen zu ermöglichen, ist eine Verrückung des Kreisbogens dem Mittelpunkte zu (oder der Gerade in entgegengesetzter Richtung) um einen gewissen Betrag m erforderlich. Der Anfangspunkt (A), der in dem so entstandenen Zwischenraum eingelegten kubischen Parabel liegt in der Geraden, $l/2$ weit ab vom erwähnten P_0 -Punkte, und ihr Endpunkt (P) in entgegengesetzter Richtung, von P_0 ebenso entfernt. Der Punkt P ist zugleich der erste Kreisbogenpunkt. Die Länge des Übergangsbogens $l = \widehat{AP}$ wird gewöhnlich der Bogenprojektion in der anschliessenden Geraden (wegen ihrer geringen Krümmung) gleichgestellt. Diese Länge soll mindestens der Länge des längsten gleitenden Holzes gleich sein (also etwa $l \geqq 8$ m).

Im Falle der kubischen Parabel sind die Koordinaten des P -Punktes durch Gleichung (121), die Neigung der Tangente in diesen Punkte durch Gleichung (122), und die Verrückung des Bogens (oder der Gerade) m durch Gleichung (123) angegeben. Die Koordinaten des E -Punktes sind durch Gleichung (124) bestimmt. Die Lage des P -Punktes, gegenüber dem P_0 -Punkte, ist durch die Sehne $P_0P = 1/2 l$ und deren Neigung durch Gleichung (125) angegeben. Die Neigung (ϑ) der Sehne AE gegen die Abszissenachse, und ihre Neigung (γ) gegen die Wagerechte, sind durch die Gleichung (126) bestimmt.

Die Übergangskurve im allgemeinen soll um so länger sein, je grösser die Gleitgeschwindigkeit ist. Auf Tafel 9 sind die Angaben über eine $l = 8$ m lange, und auf Tafel 10 über eine $l = 20$ m lange Übergangskurve nach den letzteren Formeln zusammengestellt. Beispiel 11.

Die Entfernung zweier Kreisbögen, entgegengesetzter Krümmung, soll wenigstens so gross sein, dass das Einlegen der beiden Übergangsbögen möglich ist. Bei der Berechnung der Gleitgeschwindigkeit in den Übergangsbögen wird man praktisch nicht viel fehlgreifen, wenn man die eine Hälfte des Übergangsbogens der Geraden und die andere Hälfte dem Kreisbogen anschliesst.

Dr. Ing. ZVONIMIR ŠPOLJARIĆ

ANATOMSKA GRAĐA DRVA TILOVINE

WOOD STRUCTURE OF *PETTERIA RAMENTACEA*
(SIEBER) PRESL.

PREDGOVOR

Ova istraživanja izvršio sam u Department of Scientific and Industrial Research, Forest Products Research Laboratory, Wood Structure Section, Princes Risborough, Aylesbury, Bucks., England. Ona su dio programa mog naučnog rada u Britaniji, koji mi je omogućen stipendijom Britanskog savjeta u trajanju od deset mjeseci.

U spomenutom Institutu išli su mi na ruku savjetom gospodin B. J. Rendle, predstojnik Odsjeka za strukturu drva, i njegovi suradnici gg. dr. E. W. J. Phillips, J. D. Brazier, G. L. Franklin i upravitelj foto-laboratorija g. W. Baldwin. Prijatna mi je dužnost, da se zahvalim spomenutim članovima Instituta za sugestije u radu i kolegijalno susretanje za vrijeme mog boravka u njihovoј sredini.

Radnja se publicira u Jugoslaviji s dopuštenjem direktora Forest Products Research Laboratory dra. F. Y. Hendersona.

UVOD

Područje prirodnog rasprostranjenja tilovine (*Petteria ramen-tacea* (Sieber) Presl.) mnogo je uže, nego što se ranije u literaturi spominjalo. Areal tilovine ograničen je u našoj zemlji na submediteranska područja južne Dalmacije, Hercegovine i Crne Gore, a zahvaća i zapadni dio Albanije (FUKAREK, 1950). Citirani autor smatra tilovinu za tipični grm vegetacije submediteranskog krša,

koja raste u prilično prostranim i jednovrsnim šibljacima ili u sastavu krške šume hrasta medunca i grbića. Njezin areal je istovremeno i areal posebne ilirske subasocijacije krške šume *Querceto carpinetum orientale* Horvatić, Petterietosum. U šumsko-uzgojnom smislu tilovina predstavlja progresivni stadij u pošumljavanju krša od golog kamenjaka do sastojine hrasta medunca i grbića.

Tilovina raste kao grm ili omanje stabalce. Iz svježe posječenih panjeva izbijaju gusti šibljaci, koji rijetko postižu veće dimenzije. Prema prikupljenim podacima, u donjem toku rijeke Neretve u privatnim šumama i vrtovima mogla bi se naći i stabalca od 20 cm promjera na panju. Nažalost, takav materijal nisam uspio prikupiti za anatomski istraživanja. Stariji grmovi narastu najviše do promjera 35–40 mm pri tlu. S obzirom na slabe dimenzije i ograničeno rasprostranjenje tilovina nema komercijalnu važnost. Lokalno se upotrebljava za paljenje veoma dobrog i tvrdog uglja, za sitne kućne potrebe i za stelju.

U polovini prošlog stoljeća izdvojena je tilovina po vanjsko-morfološkim karakteristikama iz rođova *Cytisus*, *Genista* i *Laburnum* u monotipan rod *Petteria*.

S obzirom na veoma ograničeno područje rasprostranjenja, koje seže samo malo preko naših jugoistočnih granica u Albaniju, tilovina je specifično naša endemska vrsta.

PROBLEMATIKA

Tilovina je domaća vrsta drva, slabo poznata izvan granica naše zemlje, te je prvenstveno naš zadatak da je istražimo, kako sa šumarsko-praktičnog, tako i s botaničkog stajališta.

Anatomski grada tilovine nije detaljno istražena. Taj rod se ne spominje ni u najnovijoj anatomskoj literaturi dikotiledona (METCALFE i CHALK, 1950).

Sekundarni ksilem porodice Leguminosae je komplikirane građe. Varijacije u osnovnoj građi drva te porodice veoma su široke i za rodove umjerene zone. One postaju osobito izrazite, ako se uporede i brojni tropski rodovi. S tog gledišta studij strukture drva tilovine može biti koristan za dalju razradu i poznavanje opće anatomskе problematike sekundarnog ksilema lepirnjača.

Poznavanje histološke građe drva stabljike tilovine može ali ne mora dati podršku taksonomskom izdvajajući tilovine u poseban monotipan rod *Petteria*.

Potrebno je utvrditi, da li postoje dijagnostička svojstva drva, koja bi se mogla upotrebiti za pouzdanu identifikaciju tilovine.

METODIKA RADA

Materijal za istraživanje prikupljen je uz pomoć i suradnju šumara iz okolice Mostara, Metkovića, Trebinja, Dubrovnika i Kotora. Za anatomsку analizu izdvojio sam 23 koluta od različitih stabalaca u visini od cca 8–10 cm od tla. S obzirom na utjecaj intenziteta rastenja na strukturu drva izabrao sam 6 uzoraka s uskim godovima, 10 s osrednjim širokim godovima i 7 sa širokim godovima. Starost i dimenzije materijala bile su ograničene. Najstariji primjerak imao je 39 godina, a najveći promjer koluta bio je 44 mm.

Materijal za maceraciju i mjerjenje duljine drvnih vlakanaca i za podatke o promjeru traheja potjeće izvan prvo nastalih dvadeset i pet godova. Na taj način smanjen je na minimum utjecaj varijacija u duljini i promjeru elemenata, koje nastaju u juvenilnom drvu. S obzirom na dosta ograničenu starost uzoraka drva taj utjecaj nije bilo moguće posve eliminirati.

Od svakog uzorka izmjerio sam po 20 drvnih vlakanaca i po 20 traheja. Prema tome prosječne i granične dimenzije elemenata temelje se na 460 izmjera. Broj izmjera i broj individua dovoljan je za signifikantnost podataka s obzirom na utjecaje vanjskih faktora (RENDLE i CLARKE, 1934).

Odstupanje od standardnog postupka pri uzimanju uzoraka i načina izmjera zavisilo je od ograničene starosti i slabih dimenzija materijala.

Biometrička obrada podataka o duljini i promjeru elemenata građe drva, kao i analiza utjecaja starosti goda i intenziteta prirasta na duljinu drvnih vlakanaca predmet je posebne publikacije.

Maceraciju, rezanje i pripremu trajnih preparata izvršio sam po standardnim postupcima F. P. R. L. (1951).

Mikrofotografije je izradio šef foto-laboratorija F. P. R. L., g. W. Baldwin.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Osnovna svojstva drva

Drvo veoma tvrdo i teško; prosječna volumna težina prosušenog drva $T_u = 1.0 \text{ g/cm}^3$ kod vlažnosti $u = 9.0\%$; prosječna nominalna volumna težina $T_n = 772 \text{ kg/m}^3$.

Tekstura drva fina i glatka, žica ravna. Bjelika žućkasto-bijela, oštro omeđena od srži, široka 3.5–6.5 mm. Srž izrazito obojena, žuta, na uzdužnim prijesjecima tamnosmeđe nepravilno isprugana.

Makroskopska grada

Široki i osrednje široki godovi na poprečnom prijesjeku drva razabirljivi prostim okom; uski godovi vidljivi samo lupom; na radijalnom prijesjeku godovi nisu razabirljivi. Početak goda označen je prstenastom zonom traheja većeg promjera, a kraj goda isprekidanom i nepravilnom prstenastom zonom tamnjeg i gušćeg staničja. Traheje (pore) ranog drva nevidljive prostim okom, na glatkom prijesjeku lupom razabirljive pojedinačno.

Traheje ranog drva sitne do veoma sitne; traheje prelaznog i kasnog drva veoma sitne, uočljive samo lupom, u koso-radijalnom poređaju. Trahealni nizovi jedva uočljivi na uzdužnom prijesjeku drva (rascjepu, ne propilku); u bjelici veoma tanke, jedva uočljive brazde, u srži bolje uočljive tamnosmeđe pruge radi teklinastog sadržaja traheja. Članci traheje i perforacije traheja ne vide se lupom.

Mekano je staničje u koso-radijalnim vrpcama osnovna teksturna karakteristika poprečnog prijesjeka tilovine.

Drvni traci sitni, na poprečnom i tangentnom prijesjeku nevidljivi prostim okom, razabirljivi lupom, osrednje gusti; na radijalnom prijesjeku drva uočljivi prostim okom, bez sjaja.

Mikroskopska grada

Prstenasto-porozna zona ranog drva sastoji se iz nekoliko nizova traheja u nepravilnom poređaju; traheje pojedinačno dobro vidljive. Promjer pojedinačnih traheja u vijencu ranog drva (skupine i kraći nizovi nisu uzeti u obzir kod izmjera): tangentni 14–85 μ (prosjek 53.9 μ); radijalni 24–95 μ (prosjek 65.7 μ). Promjer traheja u kasnom drvu umanjuje se postepeno prema granici goda; veće traheje kasnog drva uklopljene su u mekano staničje, koje je sastavljeno iz sitnih traheja i drvnog parenhima. Članci traheja kratki, prosječna duljina 120 μ , bez nastavaka, u izrazito etažnom poređaju. Perforacija traheja potpuna, membrane tanke; u uskim elementima s dobro uočljivim širokim spiralnim odebljanjima. Perforacija traheja ranog drva okomita, perforacija traheja prelaznog i kasnog drva kosa. Lumeni traheja srži ispunjeni čepovima i kuglama tamno-smeđe gumozne tvari. Intervaskularne ogradene jažice malene i brojne; poređaj jažica alternirajući; rubovi pretežno poligonalni; otvori eliptični, na širim elementima u horizontalnim nizovima, na uskim elementima u kosim nizovima između spirala tercijarnih odebljanja membrana. Parovi jažica između traheja i drvnog parenhima ili traheja i parenhima drvnih trakova; na trahejama ogradene, na parenhimu jednostavne jažice; raspored i

veličina parova jažica jednaka kao i kod intervaskularnih jažica: Parovi jažica između traheja i parenhima drvnih trakova u 2–3 horizontalna niza na svakoj parenhimskoj stanici s nepravilno-okruglim otvorom na strani jednostavnih jažica.

Traheida i vlaknastih traheida nema.

Libriformska vlakanca sužuju se postepeno od sredine prema krajevima; vrhovi tanki i ušiljeni, obično bez zubaca; membrane veoma debele u ranom i kasnom drvu, na poprečnom prijescjeku poligonalno spljoštene; lumeni elemenata prelaznog drva samo nešto veći od lumena elemenata kasnog drva, okrugli. Duljina libriformskih vlakanaca 230–780 μ (prosječna 504 μ). Jažice malobrojne i ograničene na najširi dio vlakanaca u sredini, pukotinaste, kose na glavnu os vlakanca, na nebojadisanim preparatima teško uočljive bez polarizacijskog mikroskopa.

Drvni parenhim oskudan, glatkih membrana, uklopljen u longitudinalne vrpce uskih traheja u etažnom poređaju; pojedinačne parenhimske stanice, rijede kratki nizovi, izmjenjuju se s trahejama u istom trahejalnom nizu. Drvni parenhim moguće je razlikovati od traheja jednakog oblika i veličine samo na uzdužnim prijescjecima drva po jednostavnim jažicama i glatkim membranama bez spiralnih odebijanja. Raspored parenhima paratrahejalan; katkada i apotrahejalan, u veoma finim pretežno jednoslojnim, tangentnim, rijetkim prugama, koje se protežu kroz zonu mehaničkog staničja kasnog drva. Na uzdužnim membranama nalaze se velike jednostavne jažice nepravilnog oblika; na poprečnim membranama nema jažica ili su veoma oskudne, istog oblika i veličine, kao i na uzdužnim mebranama.

Drvni traci difuzno raspoređeni (nisu etažni kao provodni elementi); 7–11 na 1 mm; jednoslojni do troslojni, pretežno dvoslojni; u neposrednom kontaktu s trahejama i drvnim parenhimom širi; u mehaničkom staničju redovno uži nego što su u provodnom staničju; pretežno 7–15 stanica visoki (160–280 μ), ekstremi 3–25 stanica (50–570 μ); u mehaničkom staničju pretežno 17–20 μ široki, ekstremi 5–24 μ ; u provodnom staničju pretežno 24–27 μ široki, ekstremi 13–34 μ . U višeslojnim drvnim tracima stanice parenhima poligonalno spljoštene, u jednoslojnim spljoštene samo na dodirnim membranama parenhima drvnog traka. Intercelulare malene, ponajčešće nevidljive. Marginalne stanice obično nešto više, kraće i veće, nego što su stanice unutarnjih nizova parenhima, često kvadratne, nikada palisadne. U visokim drvnim tracima nizovi kvadratnih staniča mogu biti uklopljeni i u sredini drvnog traka. Tangentne membrane okomite ili kose s dobro razvijenim jednostavnim jažicama; na radijalnim mebranama jažice nisu uočljive; na poprečnim membranama jažice brojne i dobro razvijene.

DISKUSIJA O REZULTATIMA ISTRAŽIVANJA

Tekstura poprečnog prijesjeka drva tilovine nalik je na teksturu drva rodova *Cytisus*, *Genista* i *Laburnum*. U strukturi drva postoje među spomenutim rodovima znatne razlike. Te razlike osobito su izrazite u detaljima histološke grude, kao što su veličina i raspored pora, raspored i tip drvnog parenhima, zatim veličina i građa drvnih trakova. S obzirom na postojeće razlike identifikacija drva tilovine je potpuno pouzdana (cf. mikrofotografije sl. 2, 5 i 6).

Po anatomskoj gradi sekundarnog ksilema stabljike rod *Petteria* ima posve određeno mjesto i u porodici Leguminosae-Papilionaceae. Rezultati anatomskih istraživanja drva tilovine potvrđuju opravdanost ranijeg izdvajanja tilovine po vanjsko-morfološkim karakteristikama u poseban monotipan rod Petteria.

Istraživanja osnovnih fizičkih svojstava tilovine pokazala su, da je tilovina jedna od najtežih, a vjerojatno i najtvrdih domaćih vrsta drva. Volumna težina srži i u absolutno suhom stanju uveć je bila nešto veća od specifične težine vode, te su svi uzorci odmah potonuli u vodi.

Na engleskom jeziku priopćeni su podaci za identifikaciju tilovine pomoću lupe. Karakteristike su razrađene na bazi F. P. R. L. ključa za makroskopsku identifikaciju drva listača na perforiranim kartonima (Forest Products Research Bulletin No. 25, 1952).

LITERATURA

1. British Standard No. 373-1938. Methods of testing small clear specimens of timber.
2. Chalk L., Burtt D., Forest trees and timbers of the British Empire. Oxford 1932-39.
3. Forest Products Research Laboratory Leaflet No. 40. The preparation of wood for microscopic examination. D. S. I. R., F. P. R. L., Princes Risborough, 1951.
4. Forest Products Research Bulletin No. 25. Identification of hardwoods, a lens key. H. M. Stationery Office, London 1952.
5. Fukarek P., O granicama prirodnog areala tilovine. (The natural areal of the *Petteria ramentacea* (Sieber.) Presl.). Biol. inst. Sarajevo, 1-2, 1950, (53-59). Refs. 45. (Croat. g.).
6. I. A. W. A. Glossary of wood. Trop. Woods 36, 1933, (12-61).
7. Metcalfe C. R., Chalk L., Anatomy of the Dicotyledons. Vol. I-II. Clarendon Press; Oxford 1950.
8. Rendle B. J., Clarke S. H., The problem of variation in the structure of wood. Tropic. Woods 38, 1934, (1-8).

S U M M A R Y

General properties

Wood very hard and heavy, average 64 lb. per cubic foot at 9.0 per cent moisture content; average nominal specific gravity 0.772 (oven dry weight and green volume).

Grain straight; texture fine and even. Sapwood yellowish-white sharply defined, 3.5–6.5 mm. wide. Heartwood distinctively coloured, yellow, irregularly streaked with darker brownish lines.

Macroscopic features

Growth-rings normally distinct to the naked eye on end surfaces but in regions of slow growth individual rings may be distinct only with a lens; the beginning of the ring marked by a row of larger vessels, the end of the ring by an irregular and interrupted zone of darker and denser tissue; the vessels of the pore-ring invisible to the naked eye, individually distinct with a lens; growth-rings indistinct on radial surface.

Vessels of the pore-ring moderately small to very small; late wood vessels very small, individually distinct only with the lens, abundant, in oblique arrangement. Vessel lines on longitudinal surface in sapwood barely visible as fine scratches, the brown gum content rendering them more conspicuous in heartwood. Individual vessel elements not distinct with a lens.

Soft tissue in oblique pattern, mixed with small parenchymalike vessels.

Rays fine, not visible to the naked eye on end and tangential surfaces, distinct with a lens, moderately numerous; visible to the naked eye on radial surface, not glossy.

Microscopic features

Growth-ring marked by a pore-ring several cells in width, composed of individually distinct vessels in an irregular arrangement.

Diameter of the solitary vessels in the pore-ring: Tangential 14–85 μ (average 53.9 μ); radial 24–95 μ (average 65.7 μ). Vessel diameter decreases gradually in the late-wood zone to the end of the growth ring. Larger vessels are set in the late wood in a matrix of small parenchyma-like vessels, indistinguishable on cross section from true wood parenchyma cells. Vessel elements short, average length 120 μ , without tails, all in a definite storied arrangement. Perforations simple, longitudinal walls thin, with coarse spiral thick-

enings in narrow elements. Early wood vessel elements with horizontal perforation plates; late wood elements and the narrow elements accompanying the broader transition-wood vessels with oblique perforation plates. Gum deposits only in heartwood, very abundant. Intervascular bordered pits numerous, small, in alternate arrangement; borders predominately polygonal; apertures oval and in horizontal rows on broader elements, on narrow elements the same shape and size of apertures in oblique rows according to the angle of spiral thickenings. Pit pairs between vessels and wood parenchyma or ray cells bordered on the vessel walls, simple on the parenchyma walls, the same arrangement and size as the intervacular pitting. Vessels-ray pits in 2-3 horizontal rows, apertures irregularly round.

Tracheids and fibre tracheids absent.

Libriform fibres tapering gradually; length 230-780 μ (average 504 μ); very thick-walled in all parts of the growth-ring; in cross section polygonal flattened with round narrow lumina; pits very scarce, slit-like, oblique, hardly discernible only in the midst of fibres with relatively larger lumina.

Parenchyma scarce, interspersed in the storied longitudinal bands of narrow vessels alternating with them in the same row of vessels; without spiral thickenings; discernible only in the longitudinal section of wood; in the cross section alternating with narrow vessels of the same shape, size and membrane thickness, not individually distinct, paratracheal and in connection with rays; sometimes also apotracheal in very fine tangential bands through the late wood fibres. Irregular simple pits in longitudinal walls; in transverse walls pits scarce or lacking, in size and shape similar to those in longitudinal walls.

Rays not storied; 7-11 per mm.; 1-3 seriate, mostly 2-seriate; in direct contact with vessels and wood parenchyma; in mechanical tissue always narrower than in conducting tissue; mostly 7-15 cells high (160-280 μ), but from 3 up to 25 cells high (50-570 μ); in mechanical tissue mostly 17-20 μ broad, but from 5 μ up to 24 μ ; in conducting tissue mostly 24-27 μ broad, but from 13 μ up to 34 μ . Cells in multiseriate rays flattened; in uniseriate rays flattened only in contact walls between ray parenchyma cells; intercellular spaces small mostly inconspicuous. Marginal cells frequently slightly higher and larger than the inner rows of cells, sometimes square, never upright; in high rays occasionally rows of square cells interspersed between the rows of procumbent cells. Tangential walls vertical or oblique, simple pits well developed, not numerous; pits not discernible in radial walls; in transverse walls well developed and numerous.

General information

The wood cross section pattern of the genus *Petteria* is similar to the patterns of the closely related genera *Cytisus*, *Genista* and *Laburnum* (cf. photomicrographs of the wood cross section of the three genera). Details in size and arrangement of pores, wood parenchyma and wood rays make it quite possible to distinguish the wood of these three genera. Anatomical research of *Petteria* wood gives further support to an independent taxonomical position of this monotypic genus.

Petteria ramentacea is an endemic species, which grows only in the sub-Mediterranean areas of south-eastern Yugoslavia and western Albania. It is of special significance in the poorest rocky limestone Karst, where it represents a progressive stage in reforestation.

Petteria is a shrub or small tree. Well-grown trees are known to reach a diameter of 8 inches, but nowadays it is found mostly as a shrub or coppice growth, and the stem diameter rarely exceeds $1\frac{1}{2}$ inches. Owing to its size, this wood is of little commercial importance, and is used only for charcoal and small domestic utensils. *Petteria* produces one of the heaviest and hardest home-grown woods.

Below are given the feature numbers for *Petteria*. These numbers correspond to the features described in the Forest Products Research Bulletin No. 25, Identification of Hardwoods – A Lens Key:

Botanical Family: Leguminosae-Papilionaceae (LMO);

Genus and species: *Petteria ramentacea* (Sieber) Presl.;

Common names: Tilovina, Zanovjet, Negrnjl (Serbo-Croatian language);

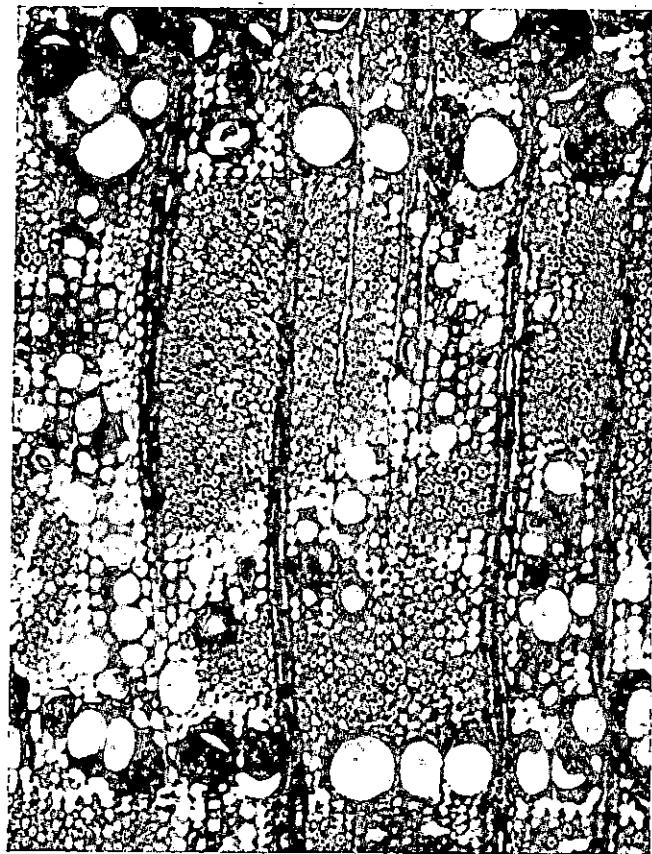
Feature Numbers: 3, 7, 9, 16, 17, 24, 29, (34), 48, (54), 62, 63, 68, 70, 75, 76, 86, 87.

The biometrical interpretation of the measurements data and the variations of fibre length with age of the growth-rings and rate of growth will be discussed separately.

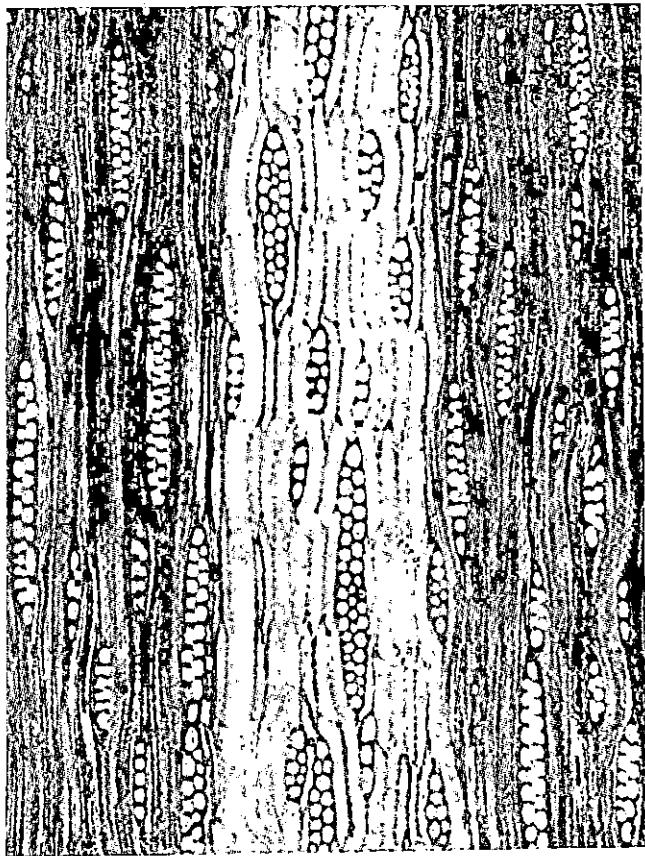
Material

The University of Zagreb, Yugoslavia, Faculty of Agriculture and Forestry, Wood Structure Section; 23 samples of different wood specimens collected in the vicinity of Mostar, Metković, Trebinje, Dubrovnik and Kotor; 6 samples with slow growth, 10 with »normal« growth, and 7 with fast growth. The material was available in limited age and size, the oldest being only 39 years.

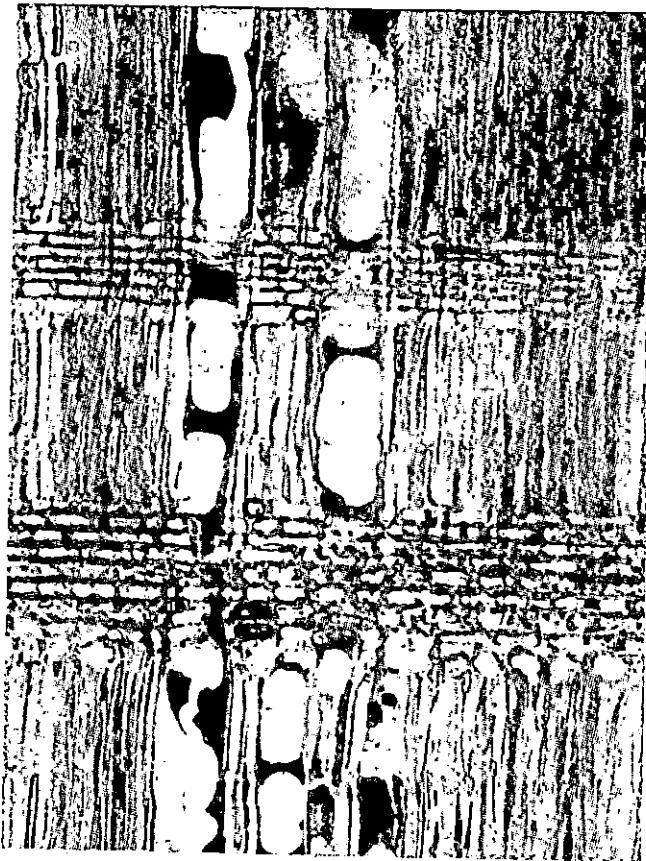
Fibre-length and pore-diameter measurements were taken of growth-rings laid down after not less than 25 years of growth of the stem. The stem discs were cut 4 inches above the ground. Twenty



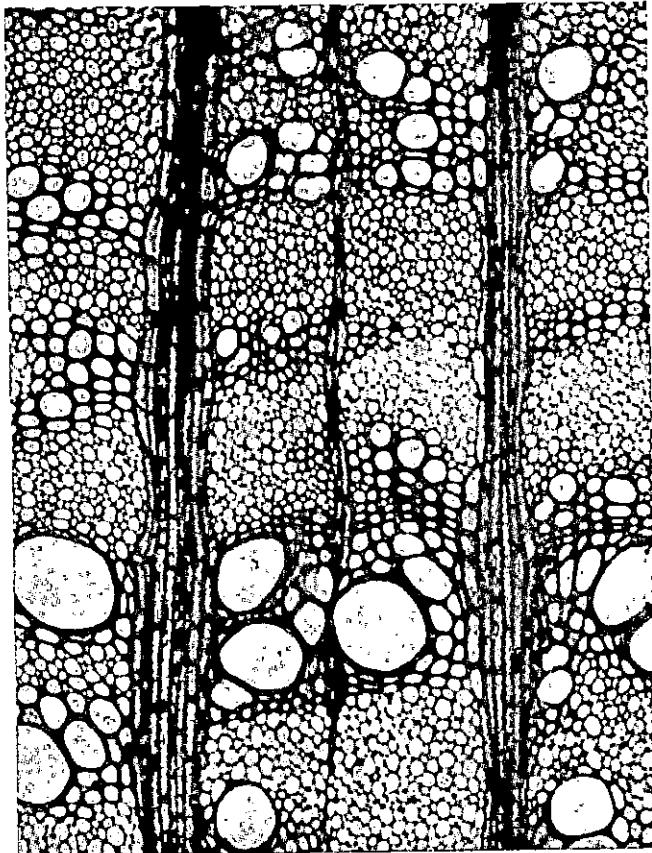
Sl. 2 *Peltaria ramentacea* Poprečni prijesjek. Pov. 135X.
Fig. 2 *Peltaria ramentacea* Gross section. Enlarg. 135X.



Sl. 3 *Peltaria ramentacea* Tangentni prijesjek, Pov. 135X.
Fig. 3 *Peltaria ramentacea* Tangential section, Enlarg. 135X.

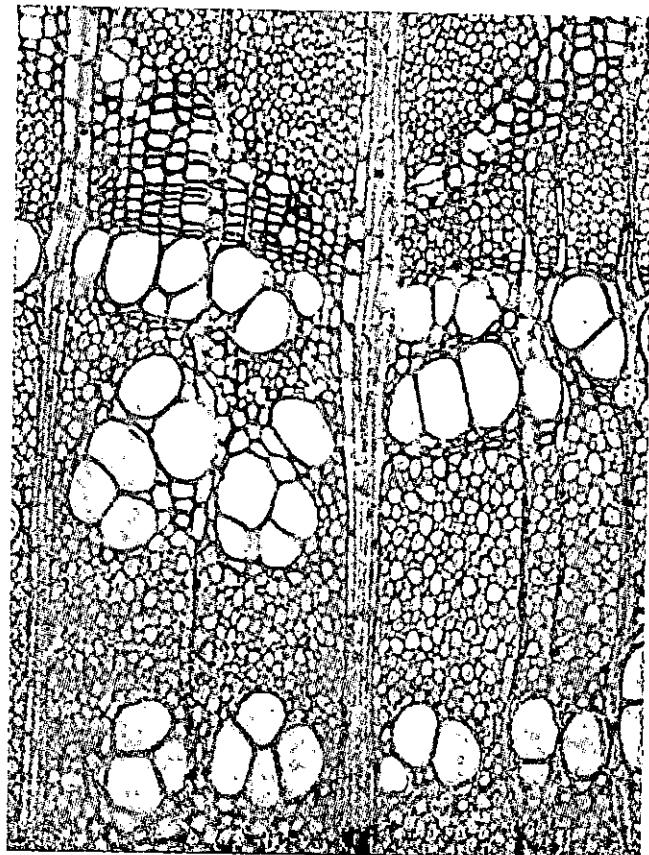


Sl. 4 *Petteria ramentacea*. Radijalni prijesjek. Pov. 135X.
Fig. 4 *Petteria ramentacea*. Radial section. Enlarg. 135X.



Sl. 5 *Laburnum anagyroides*
Fig. 5

Poprečni prijesjek. Pov. 135X.
Cross section. Enlarg. 135X.



Sl. 6 *Cytisus scoparius* Poprečni prijesjek. Pov. 135X.
Fig. 6 *Cytisus scoparius* Gross section. Enlarg. 135X.

Dr. MILAN ANIĆ

PITOMI KESTEN NA CRESU

EURASIAN CHESTNUT (CASTANEA SATIVA MILL.)
ON THE ISLAND OF CRES (CROATIA)

Sadržaj (*Contents*)

Uvod (Introduction)

Nalazišta kestena (Chestnut habitats)

Podaci iz literature (Data from literature)

Opći pogledi na proučavano područje (General survey of the area investigated)

Vlastita opažanja (Own observations)

Osvrt na nalazišta kestena (Survey of the chestnut habitats)

Ekološki odnošaji kestena (Ecological relations of chestnut)

Klimatski odnošaji (Climatic relations)

Edafski odnošaji (Edaphic relations)

Geomorfološki odnosi (Geomorphological relations)

Biotski utjecaji (Biotic influences)

Osvrt na ekološke odnošaje (Survey of the ecological relations)

Biološka svojstva kestena (Biological properties of chestnut)

Fitocenološki odnosi (Phytocoenological relations)

Šumsko-uzgajno značenje kestena (Silvicultural importance of chestnut)

Zaključne napomene (Summary)

Literatura (Literature)

UVOD

Nakon oslobođenja Zavod za uzgajanje šuma na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu poklonio je naročitu pažnju proučavanju rasprostranjenosti šumskog drveća u onim našim krajevima, gdje to ranije nije bilo moguće. Tu su u prvom redu došli u obzir Istra i Cres. Ovdje su opisana nalazišta pitomog kestena na Cresu, te njegova važnija ekološka, biološka, fitocenološka i šumsko-uzgojna obilježja. Rad smatramo prilogom iz područja proučavanja kestena na Cresu i drugdje u našem Primorju. Proučavanja su vršena potporom Poljoprivredno-šumarskog fakulteta i Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu. Objema ustanovama izra-

žavamo i ovdje osobitu zahvalu. Opažanja na terenu vršena su godine 1950. i 1952. Opisi u ovom radu odnose se na ta zapažanja. Posebnu hvalu dugujemo šum. tehničaru *I. Plišiću* na pomoći pri radu na terenu i sveuč. laborantu *U. Budayu* na izradi crteža.

NALAZIŠTA KESTENA

Na pridolazak kestena u sjevernom dijelu Cresa skrenuo nam je pažnju odmah poslije rata prof. dr. *I. Pevalek*. U vezi s time pregledali smo tamošnji teren, a uporedo s time proučili podatke iz literature.

PODACI IZ LITERATURE

Nalazišta kestena na Cresu spominje više botaničara. Iako je Cres s botaničkog gledišta proučavan već gotovo 200 godina, podaci o kestenu potječu uglavnom tek iz posljednjih nekoliko decenija, a doneseni su s florističkog, fitogeografskog i fitocenološkog gledišta. Međutim, kesten se u svim botaničkim radovima spominje tek nuzgredice, među ostalim biljem. Posebno se proučavanjem kestena nije nitko bavio.

Prema *Hircu* g. 1912. ravnjak između rta Jablanca, Belog i Sv. Petra pokrivale su veoma bujne šume s orijaškim dubovima, cerovima, brijestovima i kestenima, koji su tada – kao golema stabla – zapremali veliki prostor. *Hirc* posebno spominje kesten u šumi Črešnjevici, zapadno od Merga, za koju navodi, da je poput saga gusta i da je tvori crni grab, crnika, medunac, crni jasen, *kestén*, svib, rašeljka, klen, zelenika i koprivić. U opisu nalazišta za pojedine vrste ističe, da kestena ima u šumama kod Belog i Merga, gdje ga narod zove »kostajn«.

Baumgartner 1916. g. navodi, da seoce Merag ima mali kestenov gaj.

Prema podacima, koje je 1930. g. objavio *Marchesetti*, kestena ima ponegdje u šumama kod Cresa, Merga, Petrića, Rosulje i Beloga, a ima ga također i kultiviranog.

Morton je pobliže proučavao Cres te pri tome obratio pažnju i tamošnjim kestenicima. Prema njegovim podacima iz 1933. g. u području krške šume na sjevernom dijelu Cresa nalaze se veliki kestenovi gajevi. Sastoje se od cijapljenih kestena. Iz njih je sasma ili velikim dijelom uklonjena podstojna etaža. Stabla su im većinom golemin dimenzija. U sjevernom dijelu Cresa kesten je razasut *sveda* među drvećem.

Morton spominje kestenova nalazišta između Rosulje i Poljane, kod Petrića, Sv. Petra i Merga. Iz tih kestenika potječe 7 njegovih fitocenoloških snimaka. Između Rosulje i Poljane opisuje čisti kestenik sa stablima do 1,3 m debljine, kao i šumu medunca sa po-nešto oskoruše i izdancima kestena visokim 3–4 m. U toj šumi zabilježio je autor i lijesku, za koju drži, da je drugdje na otoku nema. Južno od Petrića na 300 m spominje autor golem kestenik, gdje su stabla i preko 1 m debela, kao i medunčevu šumu s kestenom. Spominje kestenike sa stablima promjera do 80 cm, gdje ima oskoruša do 1 m debelih i gustog podstojnog šikarja. U šumi Sv. Antuna, istočno od seoca Sv. Petar, na visini od 280 m nalaze se kesteni, cerovi (do 1 m debeli), oskoruše (do 60 cm debele), medunci, trešnje, crni grabovi, crni jaseni i dr.

Morton je posvetio veću pažnju i kestenu kod Merške jame i Merga. U šumicama kod Merške jame nalaze se prema *Mortonu* između prevršenih stabala medunca i crnike sitniji izdanci bjelograbića, crnog jasena, maklena, lovora i kestena. Izdanci se sijeku razom tla. U tim šumicama zabilježio je *Morton* i krupna kestenova stabla. Opisao je kestenov panj promjera 1,75 m. Iz toga panja potjeralo je oko 20 krupnijih (do 15 cm debelih) i oko 50 tanjih (do 3 cm debelih) izbojaka.

OPĆI POGLEDI NA PROUČAVANO PODRUČJE

Cres je najduži kvarnerski otok. Proteže se smjerom N–S. Dugačak je 66 km (od rta Jablanca do rta Križa), a širok 2–13 km. Zaprve površinu od 404 km². Obala mu je dugačka 248 km. Izgrađen je uglavnom od krednih vapnenaca. Na njem se gotovo svuda ističu izraziti oblici krša. Na otoku nema tekućica ni izvora. Na Cresu ima šuma 12.606 ha, pašnjaka 20.825 ha, voćnjaka i vinograda 1.523 ha, oranica i vrtova 968 ha, te neplodnog tla 648 ha (15). S obzirom na geografske odnosa i morfološki izgled, a isto tako i s obzirom na vegetacijske karakteristike dijelimo Cres na sjeverni, srednji i južni dio.

Sjevernim Cresom smatramo dio do južnih padina Jesenovca. Otok je u području Predošćica–Cres–Merag znatno sužen. Zbog toga njegov sjeverni dio ima oblik velikog malja. Uzdužnim dijelom otoka brazdi greben s najvećim visovima. To su: Malo brdo (388 m), Kalvo (456 m), Orlina (601 m), Visoko brdo ili Gorica (650 m), Sis (638 m), Barbin (468 m), Gracišće (562 m) i Jesenovac (543 m). Sjeverne padine spuštaju se razmjerno dosta blago prema Sv. Ivanu Ev. (275 m), Koncu (231 m) i rtu Jablancu. Zapadno od glavnog grebena, koji je u gornjoj česti vrlo strm, u području Runšice (225 m), Filozića (320 m), Dragozetića (290 m), pa sve do Brista (425 m) stope se prilično vrletna, krška, djelomično šumovita visoravan pro-

sjećne visine od cca 300 m. Istočne padine grebena najprije su vrlo strme, a zatim prelaze u oveću, također kršku, ali blažu visoravan, koja se stere od Sv. Ivana Ev. (275 m), Rosulje (349 m), Poljane (347 m), Niske (357 m) i Sv. Ivana (331 m) prema Frantinu (258 m), iznad Belog (230 m) i prema Sv. Petru (251 m), sa prosječnom visinom od 270–300 m. Na njoj se održalo dosta šume, poljaca i njiva. Zapadne padine južno od Visokog brda, a istočne južno od Sisa strmo se ruše od vrha grebena do mora. Tek južno od Gračića glavni se hrbat proširio u blažu padinu.

Obalni pojas, i zapadni i istočni, svuda je strm. Lučice postoje samo u Porozini i na podnožju Belog. Sjevernim dijelom izgrađena je cesta Cres-Vodice (310 m)-Predošćica (371 m)-Dragozetići (290 m). Dovršena je 1933. g. Kod Krišca (371 m) odvaja se cesta za Sv. Petar i Beli (130 m), a od nje putovi u Stepiće (333 m), Srednje (331 m), Nisku (357 m), Petriće (320 m), Poljanu (347 m), Frantin (258 m), Važminec (309 m) i druge zaseoke i pastirske stanove.

Sjeverni je dio otoka najšumovitiji. Napose to važi za najsjeverniji dio i područje između Rosulje, Sv. Petra i Belog. Šume pretežnim dijelom pripadaju u oblast medunčevih šuma. Uz obalni dio primiješane su češće zelenika i crnika. Za nas je sjeverni dio otoka najinteresantniji, jer ondje od prirode raste pitomi *kesten*.

Srednjim Cresom smatramo dio od podnožja Jesenovca pa sve do Konfinskog kraja. On je najširi, ali mnogo niži od sjevernog. Najširi je u predjelu, gdje je Creskim zalivom odvojen od kopna poluotok Pernata. U centralnom dijelu nalazi se Vransko jezero. Ono je 84 m duboko, a razinu mu je 24 m niža od morske. Ispunjeno je slatkom vodom. Najveći su visovi na grebenima zapadno i istočno od jezera. Istočni greben nastavak je glavnog grebena, koji se južno od Jesenovca pruža preko Sv. Bartula (314 m), Sv. Uršule (333 m), Gerbujeva (353 m), Grosulja (326 m) i Čula (341 m) do Perskra (429 m), a onda postepeno pada preko Nastrada (295 m) i Krajnića (252 m). Na zapadnom grebenu uzdiže se teren od rta Pernata preko Vrh-Sela (403 m), Duba (447 m) i Helma (483 m), a odanče se spušta preko Oštrog (438 m), Grmova (328 m) i Kaluderovskog vrha (256 m). Južno od Kaluderovskog vrha i Krajnića prelazi glavni hrbat u široku visoravan, gdje na zapadnoj strani dominira Bojnac (224 m) i na istočnoj strani Konfin (202 m).

U srednjem dijelu najveći je broj naselja. Uz more ili u blizini njega nalaze se na zapadnoj obali Cres, Valun, Lubenice i Martinšćica, a na istočnoj Merag (Smergo). Na visoravni su: Loznati (260 m), Orlec (239 m), Vrana (250 m), Štivan (110 m), Belej (150 m) i dr. Kod Merga je nekad postojala golema spilja, Merška ili Meraska jama. Srednjim dijelom prolazi cesta Cres-Osor.

Srednji je dio Cresa uglavnom razgoljen. Najviše šumica ima u području Blaža, od Vodica do Merga, kod Cresa, Loznatog i Valuna. Južnije odatle otok je većim dijelom gol. Šume srednjeg dijela nose uglavnom prelazno obilježje. Čine ih submediteranski i mediteranski elementi. Samo u zapadnom pojusu, i to u predjelu Blaž-Cres i u predjelu rt Pernata-Martinšćica-Ustrine nalaze se šume više manje mediteranskog karaktera.

Južni dio otoka jednolične je širine (5–6 km) i najniži. Glavni hrbat južnije od Ustrina, brda Naminje (187 m) i Peščenje (178 m) postepeno se spušta jugoistočnim smjerom prema Veloj Straži (154 m), Punti Križa (55 m) i rtu Križa. Glavna su naselja Osor i Punta Križa. Cestà ondje nema. Šumovitost je prilično velika, a dominiraju mediteranski elementi.

Ljudska naselja na Cresu veoma su stara. Ostatak naselja ima od mlađeg kamenog doba. Iz doba kovnog oruđa ima po vrhovima oko 14 gradina. Najstariji stanovnici bili su Iliri. Naziv za Cres (Krepsa) ilirskog je odnosno predrimskog porijekla. Poslije su tu nastavali Rimljani, a u 7. vijeku naselili su otok Hrvati. Hrvatski govor ondje je nayarhaičniji hrvatski dijalekat. Hrvatski vladar Držislav (969–995) dobio je otok u upravu od bizantskog cara. Hrvatstvo je ondje vrlo staro. U Valunu se nalazi glagolska ploča stara možda kao i bašćanska. Oko 1000 g. osvajaju ga Mlečani, ali privremeno. G. 1202. dolazi otok ponovo pod Mletke i ostaje do 1797. g. Poslije kratke Napoleonove vladavine prelazi u ruke Austrije, a 1920. pod Italiju, gdje ostaje do oslobođenja 1945. g. Najstariji je grad Osor. On je predrimskog porijekla. Propao je zbog malarije, a digao se Cres. Prilikom dolaska Mlečana (1018 g.) spominje se gradić Chafisole, kasnije zvan Cavisole i Caisole (Caput insulae). Sada se zove Beli. Nalazi se nasuprot krčkom Glavotoku (Caput insulae). G. 1910. bilo je na Cresu 8.739 stanovnika (5.890 Hrvata i 2.296 Talijana). Oko 1940. g. bilo je na Cresu ca 9.500, a 1948. g. 6.607 stanovnika (13, 15, 16). Cres pripada od uvijek među najslabije napučene naše veće otoke (15).

V L A S T I T A O P A Ž A N J A

Na Cresu od prirode ima pitomog kestena na istočnom podnožju glavnog grebena Malo brdo (388 m), Kalvo (456 m), Orliña (601 m) i Visoko brdo ili Gorica (650 m), i to u okolišu naselja od Rosulje pa do Sv. Petra, kao i na području poljca Dol sjeverno od Belog, a imade ga i kod Merške jame i Merga.

Osvrnut ćemo se najprije na nalazišta kod Rosulje, Poljane, između Petrića i Niske, kod Niske, Srednjeg i Stepića, u Pacijevima, kod Sv. Petra i kod Beloga; a zatim na nalazište u Mergu.

1. *Okoliš Rosulje*

Kod *Rosulje* (350 m) nalazilo se ranije ovdje ondje po koje kestenovo stablo. G. 1952. posjećen je ondje jedan od posljednjih odraslih kestena. Bio je debeo 45 cm i imao je 45 g. Nalazio se u njivi, nedaleko kuće. Ondje se održalo ponešto kestenovih panjeva

s mnoštvom izbojaka. Kod kuće nalazi se stari medunac, debeo 1,20 m, kriv i šupalj, kao i veći broj prevršenih cerova.

Teren između *Rosulje* i *Poljane* posve je blagog nagiba, sjeveroistočne i istočne ekspozicije sa debelom naslagom tla. Šumu čini medunac, cer i bjelograbić, koji su uzrasli iz panjeva visokih oko 1 m (sječa na »tapor«). Šuma je radi toga vrlo lošeg oblika.

2. *Okoliš Poljane*

U području *Poljane* po ravnijim šumskim terenima i uz obradive površine ima obilno kestena. To su blago nagnuti tereni ili blage uvalice s mnogo tla i obilno svježine. Ti su tereni visoki 325–360 m, sjeveroistočne i istočne ekspozicije. Ondje ima kestena na površini od nekoliko hektara.

Naročito je obilno razvijen kesten sjeverozapadno od naselja *Poljane* (kuće obitelji Hržić i Zec, 347 m), gdje čini čiste omanje sastojine i grupe ili je u smjesi s cerom i meduncem (sl. 1 i 2). Na ovećim površinama u primjesi s drugim drvećem sijeku ga bilo čistom sječom u kratkim ophodnjama ili posve neuređnim prebiranjem. Vrlo lijepa grupa od pedesetak odraslih stabala nalazi se sjeverno od poljca kod *Poljane*. Razvili su se na debelom tamnosmeđem ili tamnocrvenom tlu, u kojem ima ponešto boksa i kremina. Teren je gotovo ravan. Kestenici su privatno vlasništvo. Služe za produkciju plodova. U njima su stabla razne debljine. Ima ih nekoliko debelih i preko 1 m, a najkrupnija su i do 1,5 m debela. Često se ondje nalaze panjevi promjera preko 1,20 m, iz kojih su unaokolo potjerali bujni izbojci. Mnoga su stabla cijepljena i rađaju krupnim plodom, »marunima«.

U sloju drveća nalaze se osim kestena po koja oskoruša, cer, medunac i šumska trešnja. Oskoruša tvori stabla, koja su i do 60 cm debela. U tome kesteniku zabilježili smo i stablo običnog graba (*Carpinus betulus*) promjera 50 cm, koje je prevršeno u visini od 2 m. To je jedini poznati primjerak na otoku. On je ujedno najbolji dokaz specijalnih ekoloških prilika tog lokaliteta. U sloju grmlja ondje je vrlo česta lijeska. Ona raste bujno i tvori ispod kestena i u njegovom okolišu mjestimično vrlo gustu podstojnu etažu. U sloju grmlja pojavljuje se lokalno i trepetljika (*Populus tremula*). Na otvorenijim mjestima razvila se u manje stablo. Vrlo je karakteristična ondje i prizemna flora (tab. 2, snimka 1). Ona u velikoj mjeri podsjeća na kestenike u unutrašnjosti.

Zapadno od *Poljane* ima kestenovih grupa i pojedinih stabala pokraj tamošnjeg poljca. Ondje se u području kestena na više mesta vadio boksit. Uz tamošnje jaružine, a isto tako na otvorenim bok-

sitnim jamama vidi se debelo tamnosmeđe ili crveno tlo sa primjесom boksita. U tom okolišu ima više kestenovih stabala, koja su do 80 cm debela i do 12 m visoka. U njihovoј blizini i ondje imade ljeske, cera, medunca, sviba i crnog trna.

Na čistini zapadno od Poljane vršeno je pošumljivanje kestenom, u tendenciji da se proširi tamošnji kestenik. U borovoј kulturi na padini brda Kalvo na progalamama, gdje se posljednjih godina osušio bor ili je bio sjećen zbog rudničkog drva, pojavljuje se prirodni pomladak crnog bora, crnog graba i crnog jasena, a ponešto i kestena. Plodove kestena donijele su onamo ptice i druge životinje.

I južno od Poljane u odrasloj bivšoj općinskoj šumi medunca i cera, zvanoj »Kal« (velikoj cca 8 ha), ima grupica i pojedinačnih stabala kestena. Tlo čini tamna ili crvenasta debelica sa dosta boksita. Teren je vrlo blago nagnut prema istoku. »Kal« je na Cresu jedina odrasla šuma medunca, cera i kestena, gdje nisu stabla prevršavana. Stabla su do 60 cm debela i do 20 m visoka. Mnoga su obrasla gotovo do vrha bršljanom. Imaju bujan uzrast. Na otvorenijim mjestima gusto su uzrasli bjelograbić, glog, crni trn, listopadna škrobut (*Lonicera etrusca*), obična pavit (*Clematis vitalba*, do 10 m visoka i 3 cm debela).

Između Poljane, Niske i Belog stere se prostrana krška visoravan. Teren je neravan, vrlo kamenit i škrapovit, s mnogo vrtača. Pokrit je velikim dijelom šumom medunca, cera, maklena, bjelograbića, crnog graba, drijena i crnog jasena. Kestena nema. Cer je u uvalama i inače na boljim, svježijim terenima. Sva su odrasla stabla medunca i cera prevršena. Ravniji tereni iskorišćuju se za njive. Mjestimično ondje ima vrlo gustih i odraslijih šumica, kao što je to istočno od Važminca. Predjel između Frantina (258 m) i Beloga (130 m) dobro je pokrit gustim bjelograbićem; u ogradama često su prevršeni cerovi i medunci, a lokalno se susreće i po koja zelenika.

3. Područje Petrići-Niska

Između naselja *Petrići* (320 m) i *Niske* (357 m) nalazi se dosta kestena. I ondje se razvila debela i crvena zemljana naslaga, a teren je blaže nagnut, uglavnom prema istoku.

U predjelu *Podrunjičine*, gdje je privatna šuma prevršenog cera i medunca s podstojnjim bjelograbićem i crnim jasenom i gdje su cerova stabla vrlo krupnih, ali natrulih debala, primiješan im je kesten u grupama, skupinama i pojedinačno. Kesten se na nekim mjestima sijeće u kratkim ophodnjama. Odraslih kestenovih stabala ima u većim i manjim grupama, gdje su mu stabla preko 20 m visoka i do 50 cm debela. Kesten ondje ostavlja dojam pravog šumskog drveta. Bjelograbić s drijenom i ponešto sviba tvori gustu podstojnu

etažu. U sloju prizemnog rašća i ondje smo zabilježili mnogo biljaka, koja susrećemo u unutrašnjim kestenovim šumama, a nema im ni traga u izrazitim medunčevim šumama.

Sjeveroistočno od *Niske* kesten tvori šumu gotovo prašumskog izgleda. Pojedina su stabla i do 30 m visoka. Tvore gustu omanju sastojinu. U podstojnoj etaži dominira bjelograbić. Ondje ima grupa sa starim, srednjedobnim, a također i mladim kestenima. Kesten ondje nalazi vrlo povoljne uslove. Među kestenima nalaze se ovdje ondje stabla oskoruše, koja su i do 50 cm debela. I ondje je tlo tamnosmeđa ili crvena-debelica sa primjesom krupnijeg i sitnijeg boksita. Teren je blagog nagiba, istočne ekspozicije. U višim predjelima pojavljuje se vapnenac. Nedaleko *Niske* nalaze se često jame, gdje je vađen boksit. Na dnu starijih jama vide se kestenova stabalca, što dokazuje, da se kesten i na tim terenima dobro obnavlja.

4. Okoliš *Niske*

Iznad *Niske* ima pri vrhu glavnog grebena (cca 450 m) pokoji kesten. Jedan se nalazi u uvalici, a dva u jarku na padini prema *Niskoj*. Jedan kesten nalazi se na sjevernoj padini (420 m) u blizini puta Niska-Dragozetići. Vjerovatno su umjetnog porijekla. *Niska* (357 m) se nalazi u izrazitom području vapnenca. I neposredno ispod naselja *Niske* izbija na površinu u većoj mjeri vapnenac. Na tome mjestu sastojinu čini narjede uzrasli cer; a na otvorenijim mjestima ima obilno grmova grohotuše (*Colutea arborescens*).

Istočno i jugoistočno od *Niske* steru se vrlo lijepi, uglavnom stari kestenici, u kojima ima stabala debelih preko 1 m. Nalaze se na terenu blažeg nagiba. Na usjecima puta sloj je tla po nekoliko metara (do 3 m) debeo. U njem imade obilnije boksita. I ondje smo u kestenovim grupama zabilježili vrlo karakterističnu prizemnu floru, a također i grmlje (tab. 2, snimka 2). S kestenom imade u dominantnoj etaži ponešto i cera, a u podstojnoj etaži prevladava bjelograbić.

Oko poljca jugoistočno od *Niske* ima svuda uz rub šume kestenovih stabala (sl. 3). Pokraj poljca kesten češće tvori oveće čiste grupe ili mu je primiješan cer i medunac. Zapadno od poljca, uz put, ima kestenovih stabala i preko 1 m debelih. Podlogu i ondje čini tamnosmeđa do tamnocrvena debelica sa boksim. Lokalno proviruju na površinu manji blokovi vapnenca. Uz poljce nalazi se češće osim kestenovih grupa i stabala i pokoje stablo oskoruše. Ondje je primijećena jedna oskoruša debela 60 cm. I po poljcu ima ovdje ondje pokoje manje, ali krošnjato kestenovo stablo.

5. Područje Srednjeg

Uz put od Poljca kod *Niske* pa prema *Srednjem* ima posvuda pojedinih kestenovih stabala ili grupa kao i manjih izbojaka u temeljnoj šumi medunca i cera. I ondje se češće nalaze jame, gdje je vađen boksit. Zapadno od *Srednjeg* (331 m) ima kestena obilnije u blizini puta. Raste na zemlji debelici sa nešto vapnenca na površini. I ondje ima kestenovih stabala debelih preko 1 m. U njihovoј blizini nalaze se prevršeni medunci i cerovi, a podstojnu etažu čini gusti sloj bjelograbića i crnog jasena s ponešto crnog graba i drijena.

Južno od *Srednjeg* izbija vapnenac u većoj mjeri na površinu. Teren je obrastao šumom medunca i cera s podstojnim bjelograbićem, crnim jasenom, crnim grabom i dračom. Kestena uz put ima vrlo malo, ali ga mnogo više ima zapadno od puta na podnožju strme padine glavnog grebena, gdje podlogu čini deblja smeđe-crvena zemljana naslaga, sa primjesom boksita. Takvo je stanje uglavnom sve do kapelice *Sv. Ivana* (331 m).

I u okolišu kapelice je izrazito vapnenasti teren, s ponešto kestena. Nedaleko kapelice nalazi se brijest vrlo krošnjat i posve zdrav (40 cm debeo i 15 m visok).

6. Područje Stepića

U zapadnom dijelu njive, koja se nalazi između Stepića (335 m) i puta, ima više kestenovih krošnjatih i vrlo rodnih stabala, od kojih je nekoliko i do 80 cm debelo (sl. 4). U njihovu okolišu podlogu čini debelica, ali na površinu izbijaju jači blokovi vapnenca. I po njivi ima nekoliko vrlo krošnjatih i rodnih kestenovih stabala. U južnom dijelu njive ima kestena mnogo više. Ondje ima tri-desetak odraslih i više manjih kestena. Odrasli obilno rađaju, iako nisu cijepljeni. Na površini od kojih desetak arī nalazi se cca 8 m visoka gusta kestenova panjača. Uzrasla je iz krupnih panjeva.

Zapadno od stepičkih njiva na podnožju padina glavnog grebena – gdje je teren blažeg nagiba i za kojih 20–30 m viši od spomenutih njiva – nalaze se veće i manje grupe kestena. Na podnožju glavnog grebena ima kestena – uz manje ili veće prekide – bilo u grupicama i grupama ili pojedinačno i inače počevši od *Niske* pa sve do *Stepića*. Nalaze se većinom na debljem smeđe-crvenkastom tlu. I ondje je na mnogo mesta vađen boksit.

Južno od *Stepića* u području kuće *Jedrejčić* (333 m) vapnenac opet jače izbija na površinu. Kestena naglo nestaje, a prevladava medunac. Uz put zabilježili smo ondje medunčeve stablo 1,20 m debelo i oko 10 m visoko.

7. Šuma Pacijevi

U predjelu *Pacijevi* (330 m), uz put Stepići-Sv. Petar, na podnožju Orline, ima lokalno, na terenu blažeg nagiba, i kestenovih grupa i pojedinih stabala. Tu je oveća površina pokrita kestenima. Razvili su se na smedem debelom tlu. Kamenu podlogu čini vapnenac. U prizemnom rašču prevladavaju acidofilni elementi (tab. 2, snimka 3). Jedno prevršeno i na pridanku šuplje stablo oskoruše debelo je oko 1 m. Nešto prije rata u onom predjelu je posjećen veći broj kestena za bačvarsku robu i taninsko drvo, ali je drvo ostalo neiskorišćeno, te se djelomično još 1950. god. nalazilo u šumi.

Nešto jugoistočnije, u predjelu *Kalci*, u izrazito vapnenom krškom terenu, nalaze se pokraj puta dvije lokvice, a u njihovoј blizini stari prevršeni medunci. Ima ih nekoliko i do 1,5 m debelih, ali su svi u centralnoj česti šuplji ili truli. Po tamošnjim njivama istočno od puta ima više starih prevršenih medunaca i cerova. Padine su Orlina razgoljene. Na njima je pokoji prevršeni medunac i crni grab (debljine i do 50 cm).

8. Područje Sv. Petra

U području *Sv. Petra* (251 m) ima često kestena u tamošnjim državnim i privatnim šumicama. Većih ili manjih grupica kao i pojedinačnih stabala ima obilnije u blizini naselja. Tako zapadno od naselja, uz put za Stepiće, tvori grupice u tamošnjim njivama. Ima ga ponešto i južno od mjesta u gornjem dijelu tamošnje uvale. Sjeverno od *Sv. Petra* u udaljenosti od gotovo 1 km nalaze se s obje strane ceste na ravnjem terenu kestenove grupe, grupice i pojedina stabla. U državnoj šumi *Ogradina* (u karti: šuma *Sv. Antuna*), koja se nalazi zapadno od ceste, po istočnim padinama glavnog hrpta, ima pojedinačnih stabala i grupa kestena. Posljednji kesteni udaljeni su oko 1 km južno od mjesta. I ondje se kesten nalazi na debljem tlu nastalom na podlozi vapnenca, ali na nešto blažim padinama, u blizini ceste, i u visini od 250–320 m. U toj smo šumi vidjeli pedesetak krupnijih kao i više tanjih kestena (tab. 2, snimka 4). Kestenovim stablima ili grupama primiješan je medunac, cer i oskoruša, a u podstojnoj etaži prevlada bjelegrabić s drijenom. Pokoje stablo kestena nalazi se i u susjednim njivama istočno od ceste.

Na razgoljenim padinama iznad državne šume *Ogradina* ima ponegdje stabala crnog graba debelih i do 40 cm. Takvih stabala ima i inače svuda po strmim i kamenitim padinama glavnog hrpta. U uvali *Kočaj* ima stabala šmrke (*Juniperus oxycedrus*) visokih do 6 m. Upotrebljavaju ih za gredice. U gusto sklopjenoj šumi *Kastipur* prevladava medunac, maklen i crni jasen. Padine uvale *Zalići* sasvim su narijetko obrasle drvećem (sklop 0,2–0,3), i to meduncem i crnim grabom (uz uvalu), te ponešto zelenikom (uz more). Medunac je svuda prevršen, te loših, natrulih ili trulih debala. Njega i crnog graba ima ponešto na čitavoj padini. Zelenikova stabla i rijede grupe nalaze se većinom u blizini obale. Područje između *Krišća* i *Predošćice* jest golet sa nešto grmova šmrke i dosta kadulje. Kestenu južno od šume *Ogradine* pa sve do Merga nema ni traga.

9. Područje Dola kod Belog

Nalazište kestena kod *Belog* također je vrlo interesantno. I ondje kesten raste samo na debelom tlu. Nalazi se, kao i drugdje, na najpovoljnijim šumskim terenima. Ima ga uz njive i poljce *Dol* sjeverno od *Belog*. Njegovih stabala ima već u prirodnoj šumici zapadno od škole, a ima ih i po njivama između naselja i *Dola*, gdje su česta i stabla oskoruše. Jugozapadno od *Dola* razvio se čist kestenik na debelom tamnosmeđem ili crvenkastom tlu. Ondje ima stabala debelih i do 1,50 m. Ona su razmjerno niska i vrlo krošnjata. Iskorišćuje se od davnine za plod. Nalazi se u jakoj degradaciji. U kesteniku se pašari, proglaženo je mnogo stazica, tlo je stvrđnuto i djelomično obraslo šikarjem (tab. 2, snimka 5). Stari su kesteni ugroženi. Jugozapadno uz poljce *Dol* ima kojih 60 krupnijih, te više tanjih kestenovih stabala. Nalaze se većinom na visini od 100 do 120 m, na posve blago nagnutom terenu istočne ekspozicije. Podlogu čini tamnosmeda do crvenkasta debelica, u kojoj i ondje ima ponešto boksita. Pojedina stabla održala su se sve dosada i diljem poljca, koje se spušta u nekoliko terasa (sl. 5). U blizini kućice usred poljca nalazi se nekoliko kestena (sl. 6). Jedan je debeo oko 1,30 m i cijepljen u visini od 70 cm iznad tla. Jedan »marun« debeo je 1,50 m i visok 8 m. Pokraj njega je jedan od najkrupnijih kestena otoka. Taj je debeo preko 1,80 m i visok 10 m. Krošnja mu je vrlo gusta i do tla spuštena. Ondje se nalazi i još nekoliko krupnih kestena, od kojih je jedan debeo 1,30 m i visok 13 m. U okolišu poljca *Dol* nalazi se šuma medunca i bjelograbića, na plitkoj vapnenoj podlozi. U njoj se nalazi i pokoja zelenika. Neposredno uz poljce ima obilno cera, medunca, ljeske i bagrema.

10. Područje Merga

Nalazišta kestena u području *Merške (Meraske) jame* i *Merga* vrlo su zanimljiva i s obzirom na ekološke i s obzirom na šumsko-vegetacijske odnošaje. Ondje se kesten nalazi na podnožju strmine, koja se vrlo naglo izdiže u južnom i jugozapadnom smjeru za gotovo 200 m visine. Tim strmim terenom dobro je zasjenjeno njegovo podnožje i omogućena veća svježina u tlu i zraku.

Merška jama i njen okoliš pripada među najinteresantnije florističke objekte otoka. To je tipično prelazno područje mediteranskih i submediteranskih elemenata. Čitav predjel prilično je šumovit. Napose to važi za zapadne padine i okoliš *Merga*. U obalnom pojusu počevši od *Vodica* stere se najprije gusto sklopljena nešto odraslijia šuma medunca, crnike i crnog graba s bjelograbićem i zelenikom. Zove se »Peterec«. Na nju se nastavlja i stere sve do *Merške jame* općinska šuma *Črešnjevica*. To je vrlo gusta, upravo

neprohodna panjača crnog graba, crnog jasena, crnike, medunca, s ponešto bjelograbića, smrdljike, zelenike, maklena, klena i dr. Siječe se u ophodnji od cca 15 godina. U njenom istočnom dijelu ima i ponešto kestenovih izdanaka i prevršenih medunčevih stabala.

U okolišu *Merške jame* obrasli su tamošnji krupniji i sitniji konglomerati i vaspenci više ili manje crnikom, meduncem, crnim jasenom, crnim grabom, zelenikom, šmrikom, smrdljikom, lovrom, brnistrom i dr. Ima ondje prevršenih stabala crnike i medunca, kao i stabalaca i grmova šmrike. Lovor se siječe neurednim prebiranjem.

U šumicama između *Merške jame* i *Merga* ima krupnih, ali prevršenih stabala medunca i crnike. Već je *Morton* zabilježio ondje medunčeva stabla do 1 m i crnikova stabla do 75 cm promjera. Između njih su izdanci (do 5 m visoki) crnog graba, bjelograbića, rašljke, crnog jasena, maklena, lovora, a i kestena.

U tim šumicama ima i krupnih kestenovih stabala. Ima ih u skupovima i pojedinačno. Ondje se nalazi oko 40 kestena debelih 30–200 cm. Među najdeblje pripada jedan orijaš promjera 160 cm, a kraj njega drugi promjera 200 cm (rašlj se iznad 2 m). Rastu na debelom tlu, koje je nastalo na vaspencu. U blizini spomenutih kestena ima prevršenih stabala medunca i crnog graba. Ondje se nalazi prevršeni crni grab promjera 80 cm, sa 2,5 m visokim i iznutra posve trulim deblom. Ima i više odraslijih lovora; šmrika, oskoruša, brijestova i šumskih trešanja. Na onom malom kompleksu vidjeli smo uz kestene 6 oskoruša, koje su do 50 cm debele i do 15 m visoke. Od grmlja ondje su bujno i gusto porasli: crni grab, lovor, a u manjem opsegu crni jasen, crnika, klen, brijest i dr. Lovor čini guste grupe i dobro se od prirode pomlađuje. Dakako, da je pod njim sloj prizemnog rašča vrlo oskudan (*tab. 2, snimka 6*).

Najviše kestena ima ondje kod naselja *Merga*. Tik poljca čini kesten gaj od dvadesetak stabala, koja se nalaze u uvalici blagog nagiba i kojom se malenim jarkom scjeđuje i otiče voda sa susjedne strmine. Gaj čine uglavnom starija stabla. Ona su do 80 cm debela i do 20 m visoka, krupnih, široko zaobljenih krošanja. Uzgajaju ih radi ploda. Većina ih je cijepljena. Tlo je i ondje tamnosmeđa debelica bez ili sa nešto malo vaspenca. Odlikuje se priličnom svježinom i dugotrajnim rosama. Floristički sastav ondje je veoma interesantan (*tab. 2, snimka 7*).

U njivicama nešto istočnije od spomenutog gaja nalazi se više »maruna«, od kojih su na jednom (debelo oko 70 cm) opaženi znakovni sušenja.

U području *Merga* ima obilno maslina, te crnikovih, smrdljikovih i šmrikovih stabala. Pred crkvicom Sv. Ivana nalazi se crnica debela 45 cm i visoka 12 m. Crnike ima obilno istočno od naselja, bilo kao odraslih ili pojedinih stabala.

11. Umjetna nalazišta kestena

Kesten je na Cresu umjetno vrlo malo proširen. Nekoliko od raslijih kestena nalazi se na padinama iznad Niske, koji su po svoj prilici umjetno uzgojeni. Jedan kesten nalazi se u *Vodicama*. On cvate, zameće plod, ali se taj potpuno ne razvije. Za nj se može reći da ne donosi ploda. Jedno kestenovo stabalce nalazi se uz borovu kulturu kod *Uršule*, istočno od Cresa. Ono je debelo oko 10 cm i prilično kržljavo.

Prije nekoliko godina izvršen je pokušaj pošumljivanja čistine iznad Poljane kestenom. Oveća površina zasađena je jednogodišnjim kestenovim biljkama. Donji dio te čistine dobro će odgovarati za tu svrhu i kesten bi se ondje mogao održati, ako se ukloni paša.

OSVRT NA NALAZIŠTA KESTENA

Na Cresu pokriva kesten površinu u svemu od kojih 40–50 ha. Od toga ima ga na površini od cca 10 ha u državnim šumama. Ostalo su privatna svojina. U državnim šumama ima kestena u predjelu »Mutova Lokva« – sjeverno od Poljane, u šumi »Kal« – južno od Poljane, u šumi »Cerovici« – južno od Niske, te u šumi »Ogradina« kod Sv. Petra.

Ranije je kestena na Cresu bilo svakako mnogo više. Budući da se on nalazi na boljim tlima, njegov je areal *krčenjem* znatno smanjen. Mnogo njivica i poljca u blizini današnjih kestenika bilo je nekad obrasio tim drvetom. U toku posljednjih decenija kesten je ondje dosta uzmaknuo. Kroz to vrijeme nije mu se s uzgojne strane poklanjala nikakva pažnja. Kod Rosulje gotovo više i nema odraslih kestena, iako ih je prije nekoliko godina po tamošnjim njivama bilo više. U periodu od 1935.–1940. god. učinjen je sjećom jači zahvat u tamošnjim kestenicima. I sada se posvuda vide parnjevi iz onoga vremena. Tako je posjećeno mnogo kestena kod Poljane, Niske, Stepića, u Pacijevima, kod Sv. Petra, u Dolu kod Belog i kod Merga. Posjećen je veći broj stabala za bačvarsku robu i taninsko drvo. I za lokalne građevne potrebe posjećeno je dosta tanjih, ali tehnički vrlo sposobnih stabala. Nekoliko starih kestenika prevedeno je u panjače s kratkom ophodnjom. Takve šumice podvrgnute su intenzivnom iskorišćivanju, te ih radi toga sve više nestaje. I iskorišćenjem boksita u onome kraju uništeno je mnogo vrlo lijepih kestenovih grupa, grupica i pojedinih stabala.

Sadanji areal kestena prikazan je na sl. 7 i 8. Ucrtan je ovdje približno. Trebalo bi ga temeljito izmjeriti i ucrtati u šumsko-gospodarske karte.

Iz našeg prikaza vidimo, da su navodi o kestenovim nalazištima na Cresu u literaturi redovno ili preopširni ili nepotpuni. Tako nije

točan navod *Hirca* (1913), da kestena ima *posvuda* na ravnjaku između rta Jablanca, Belog i Sv. Petra. Kestenova nalazišta zapreaju mnogo manji prostor. U šumi Črešnjevici ima tek nešto kestenovih izdanaka u najistočnijem dijelu, u blizini Merške jame. Kod opisa nalazišta pojedinih vrsta *Hirčevi* su podaci o nalazištima kestena nepotpuni, jer se navode samo Beli i Merag. *Baumgartner* (1916) spominje kesten samo kod Merga, a *Marchesetti* ističe, među ostalim nalazištima, da kestena imade i kod grada Cresa. Nije točan ni *Mortonov* navod, da kestena ima razasutog *svuda* na sjevernom Cresu, ma da on u posebnom opisu izričito spominje važnija nalazišta na području između Rosulje i Sv. Petra, te kod Merga. Njegovo pažnji izmaklo je nalazište kod Belog. Netočan mu je navod, da ljeske imade samo u kesteniku kod Poljane, jer se nalazi prilično obilno i u Dolu kod Belog. Ni *Mortona* sumnja, da li kestena uopće ima na Krku, nije opravdana.

Prema *Mortonu* teško je utvrditi, da li je kesten na Cresu, i inače u oblasti Kvarnera, od praiskona autohton ili ne. I *Rikli* (1943) ističe, da na mnogim lokalitetima Sredozemlja (na pr. Korzika) ima danas kestena, za koji je sporno, da li je ondje iskonskog porijekla. Stari pisci (*Diodor*, *Seneka* i dr.) ne spominju ga, ma da je dosta raširen i ma da odlično uspijeva. Sigurno je, da je kesten na mnogo mjesta diljem Sredozemlja, slično kao i maslina, kultiviranjem proširen, a to može da traje još od pradavnog doba. Dakako da takvi kestenici ostavljaju dojam autohtonih šuma. Što se tiče kestena na Cresu i inače u oblasti našeg Primorja, očito je, da on ondje raste posve divlje, od *prirode*. Njegova orijaška stabla, kojih na Cresu još i sada imade 1,5 do 2 m promjera, najbolji su dokaz, da kesten ondje nalazi posve povoljne *prirodne uvjete* za svoj razvoj i opstanak.

EKOLOŠKI ODNOŠAJI KESTENA

Nalazišta kestena na Cresu vrlo su zanimljiva s obzirom na njegove ekološke odnošaje. To se odnosi velikim dijelom na njegove klimatske, edafske i geomorfološke karakteristike, a također i na biotske utjecaje.

KLIMATSKI ODNOŠAJI

Potpun prikaz klimatskih odnosa na području kestenovih nalazišta na Cresu nismo u stanju dati, jer nema meteoroloških podataka. Raspolažemo samo podacima za grad Cres (tab. 1). Njih je prikupljaо dugi niz godina vlastitom inicijativom dr. B. Lemešić (10, 11). Raspolažemo podacima za period 1923.-1929. god. Međutim, oni mogu dobro poslužiti samo za grad Cres i užu okolicu.

Tabela – Table 1.

Data for the town of Cres (5 m)

Prosječni podaci za: Average monthly data:		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. srednjak Yearly average
Temperatura u °C Temperature in °C	Period 1923–1929	6.5	6.7	9.9	14.5	20.2	23.1	26.8	26.2	22.5	17.7	13.1	7.7	16.2
Oborine u mm Precipitation in mm	Period 1923–1929	76.7	75.1	80.7	83.5	50.7	63.9	26.0	41.4	82.9	64.9	125.2	83.4	887.1
	Period 1922–1930 i 1932	78.1	62.4	82.0	96.6	60.0	57.2	31.2	37.7	96.8	94.5	118.2	78.2	890.1
Kišni faktori $\frac{O}{T}$ Climatic factor $\frac{O}{T}$	Period 1923–1929	11.8	11.2	8.2	5.8	2.5	2.8	1.0	1.6	3.7	3.7	9.6	10.8	54.8

Prosječni iznosi za temperaturu izračunati su iz godišnjih podataka prema *Marchesettiju*, a prosječni podaci za oborine iz godišnjih podataka prema *Marchesettiju* (za period 1923.–1929.) i prema *Mortonu* (za 1922., 1930. i 1932. g.).

Sjeverni dio otoka ima sasma drugu klimu, kako nam to pokazuje vegetacijski sastav. Prema *Mortonu* medunčeve šume i kestenici u sjevernom dijelu Cresa još nisu bili prolistali oko sredine maja 1932. god., a kod Osora je cvala lemprika. Klimatske prilike u području, gdje raste kesten, znatno se razlikuju od klimatskih prilika grada Cresa.

Temperatura. Otok Cres pripada, prema *Kovačeviću* (17), unutar godišnjih izoterma 14° i 15° . U gradu Cresu iznosi, prema tabeli 1, prosječna godišnja temperatura za period od 1923.–1929. godine $16,2^{\circ}$. Ako ovdje primijenimo *Hannovu* (5) konstataciju, da se srednja godišnja temperatura izvantropskih krajeva na svakih 100 m nadmorske visine smanjuje za $0,55^{\circ}\text{C}$, onda bi srednja godišnja temperatura za područje kestenika od Poljane do Sv. Petra iznosila oko 14°C . Isto će to važiti i za nalazište u Dolu kod Beloga, a također i za nalazište kod Merga, jer su ti lokaliteti radi jače zasjene strmim terenom prema jugu hladniji odnosno svježiji.

Za klimatske prilike Cresa karakteristična su dosta velika kolebanja temperature. Ljeta se odlikuju vrlo visokom, a zime dosta niskom temperaturom. U intervalu od 1923.–1931. godine bila je, prema *Mortonu*, apsolutna maksimalna temperatura u gradu Cresu $+30^{\circ}$ (16. VII. 1928.), a apsolutna minimalna temperatura -14° (12. XII. 1929.). Temperature u sjevernom dijelu otoka mogu biti vrlo niske, pa je i apsolutna minimalna temperatura svakako ondje kudikamo niža, nego što je to iskazano za Cres.

Temperaturni su odnosi u području kestenovih nalazišta vrlo povoljni za to drvo. Ondje kesten nalazi dovoljno dugački vegetacijski period, relativno umjerena ljeta i blage jeseni. Januarska izoterna za sjeverni dio Cresa kreće se, prema *Kovačeviću* (17), između 5° i 6° , a julska između 23° i 24°C .

Oborine na području grada Cresa i njegova okoliša iznose, prema tabeli 2, godišnje oko 890 mm. Godišnja izohijeta od 900 mm, prema *Margetiću* (17), prolazi preko grada Cresa. Sjeverni dio otoka pripada u oblast oborina od 900–1000 mm. Svakako u području kestenovih nalazišta ima oborina više nego igdje na otoku. Prema *Mortonu* 1924. god. iznosile su oborine u gradu Cresu (5 m) oko 1012 mm, a u Dragozetićima (290 m) 1840 mm. Broj kišnih dana u periodu od 1922.–1929. i 1931. god. kreće se u Cresu prema *Marchesettiju* i *Mortonu* između 75–97, a u sjevernom dijelu Cresa on je svakako daleko veći.

Snijeg je u sjevernom dijelu Cresa česta pojava. U toku zimskih mjeseci obično se ondje zadrži dulje vremena. U Cresu se broj sniježnih dana za period 1922.–1929. i 1931. kreće prema *Marchesettiju* i *Mortonu* od 1–9. Međutim, u sjevernom dijelu taj je broj daleko veći. U zimi 1921./22. god. bilo je ondje 50–60 cm snijega, a lokalno u nanosima bilo ga je i do 3 m debljine, te je prouzročio mnogo štete na drveću (11).

Zračna vлага u sjevernom dijelu Cresa mnogo je veća nego u gradu Cresu. Napose to važi za područje kestenika. U tim sastojinama i njihovom bližem okolišu postoji veća zračna vлага odnosno veća svježina zbog žasjene terena prema jugu. Godišnje izohigre za relativnu vlagu kreću se – prema *Juričiću* (17) – za otok Cres i okoliš oko 70%.

Rosa je u području nalazišta kestena razmijerno obilna i dugotrajna. Godine 1950. 8. X. o podne opazili smo u kesteniku kod Merga jaku rosu, iako je bio sunčan dan.

Vjetrovi. Vjetrovi su na sjevernom dijelu Cresa, kao i inače na tome otoku, u hladnjem dijelu godine dosta jaki. U području kestenovih nalazišta naročito su jake bura i tramontana. Međutim, snaga tih vjetrova najveća je na glavicama i hrptovima, te na strmim razgoljenim terenima. Tereni s kestenom su prilično zaštićeni od vjetrova već svojom većom šumovitošću, a također i svojim položajem, kako se to može razabratи iz profila na sl. 2.

Svjetlo. Osvjetljenje je u području kestenovih nalazišta umjerenije i po intenzitetu i po trajanju. Kestenova nalazišta razmijerno su dosta zasjenjena, jer su na osojnim padinama (sl. 2). Ti su tereni svakako duže zasjenjeni nego susjedni otvoreniji i izloženiji. Dakako, da je s time u vezi i njihovo slabije zagrijavanje i manji ishlap. Godišnje izonefe za otok i njegov okoliš kreću se, prema *Letniku* (17), između 4 i 5.

Osvrt na klimatske odnošaje

Klimatske prilike u području kestenika na Cresu vrlo su podesne za opstanak i uspijevanje toga drveta. Temperaturni odnosi, količina, a i rasporedaj oborina, prilično velika zračna vлага i svježina, kao i slabije zagrijavanje i manji ishlap u području kestenovih nalazišta na Cresu vrlo su pogodni za to drvo.

Poznato je iz literature (14), da kesten na srednjim visinskim položajima podnosi posve dobro razlike između srednje juliske i srednje januarske temperature, koje iznose na Balkanskom poluotoku $25,5^{\circ}$, u Italiji $20,8^{\circ}$, a u Španiji $19,1^{\circ}$. Time se dokazalo, da se kesten pomakom prema istoku donekle prilagoduje kontinentalnoj, a pomakom prema zapadu oceanskoj klimi. Podaci za područje kestenika na Cresu pokazuju, da ta razlika iznosi oko 19° .

Prema *Langovu* kišnom faktoru (iznosi: 55) grad Cres i okoliš pripadaju u oblast humidne klime. To će u mnogo većoj mjeri vrijediti za područje s kestenovim nalazištima. *Gračaninovi* (6) kišni faktori za vegetacijske mjesecе grada Cresa i okoliš pokazuju, pretežno aridni (4 mjeseca) i semiaridni (2 mjeseca) karakter klime. S obzirom na toplinu ti su mjeseci uglavnom vrlo vrući, odnosno žarki. Za kesten, a i mnogo submediteransko drveće takvi odnosi vrlo su nepodesni. U području kestenovih nalazišta bit će stanje

mnogo povoljnije, t. j. u pravcu manje aridnosti, a veće humnosti. Međutim, u ta razmatranja nije moguće ulaziti zbog pomanjkanja meteoroloških podataka, ma da bi to bilo od interesa s obzirom na prilike u tlu, a napose s obzirom na procese ascenzije i descenzije u toku godine.

U smislu *Pavarijeve* (12) klimatske šumske vegetacijske razdiobe grad Čres (5 m) pripada u srednje topli Lauretum. Područje sa kestenovim nalazišta nalazi se uglavnom dijelom u hladnjem Lauretumu, a dijelom u toplijem Castanetumu.

Za nas je od interesa s obzirom na kesten također i okoliš Opatije, kao i okoliš Pazina, za koje u ovom pogledu imademo *de Philippisove* podatke (12). Opatija (11 m) nalazi se u hladnom Lauretumu. Po svoj prilici bit će to negdje na granici prema toplijem Castanetumu, jer ondje od prirode raste kesten i lovor, ali ne crnika (!). Pazin (275 m) pripada u područje toplog Castanetuma.

U ocjenu odnosa prema drugim klimatsko-vegetacijskim sistemima i indeksima ne možemo se upuštati, jer nemamo meteoroloških podataka. *Köppenova* (17) klasifikacija ne može se primijeniti na kestenova nalazišta Cresa, jer je odviše općenita.

EDAFSKI ODNOŠAJI

Kesten raste na Cresu na najboljim šumskim tlama. U predjelu između Rosulje i Poljane i u okolišu Poljane raste on na pjeskovito-ilovastoj debelici tamnosmeđe ili, još više, tamnocrvenkaste boje sa ponešto primjese boksita, a i kremena. U području Poljane vide se po tamošnjim dubokim jarugama debele naslage tla sa prilično primjese boksita. Slično je stanje između Petrića i Niske. I jugoistočno od Niske raste kesten na debljim naslagama tla. To vrijedi i za područje šume Pacijevi, kao i za veći dio kestenika kod Sv. Petra. U Dolu kod Belog raste kesten tekođer na debelim naslagama tla, u kojima ima ponešto primiješanog boksita. I kod Merga raste kesten na vrlo debelom tlu. Humusni sloj obično je vrlo tanak (cca 3 cm), a prelazni humusni sloj obično je debeo oko 10–15 cm.

U predjelu između Rosulje i Sv. Petra odlično se vidi relacija kestena prema dubljim i plitkim tlama (sl. 9). Na terenima, gdje jače izbijaju na površinu vaspenci, nema kestena. To se vrlo dobro vidi na više mjesta između Niske i Sv. Petra, a osobito u neposrednom okolišu Niske, kod Srednjeg i kod Sv. Ivana.

U čitavom kraju kamenu podlogu čine vaspenci. Lokalno se na njima razvio vrlo debeo sloj pjeskovito-ilovastog tla, u kojem često ima više ili manje boksita. Najdeblje naslage tla nalaze se obično na podnožju tamošnjih razgoljenih i strmih padina, gdje se upravo i nalaze glavna nalazišta kestena. Ukoliko se kesten nalazi na plićim terenima, ne tvori veće grupe, nego raste pojedinačno ili u

manjim skupovima, a usto je redovno kržljavijeg uzrasta. Na terenima, gdje vapnenci izbijaju u obliku jačih blokova, često se radi o osovljenim stijenama, između kojih ima dosta dekalcificiranog tla. Kesten i na takvim terenima može dobro da uspijeva.

Za uspijevanje kestena potrebno je u prvom redu duboko i pričljeno raho tlo. Time mu se u prvom redu omogućuje, da se može dobro ukorijeniti i razviti svoje krupno žilje. Međutim, dubljina tla nije jedini uvjet za opstanak kestena. Tu je od velikog značenja kvaliteta tla, koju bi za kesten trebalo posebno proučiti. Tako je poznato, da ono mora obilovati kalijem. Kalij je, po svoj prilici, važan sastojak u kestenovom tlu uopće. Poznato je (14), da kesten uspijeva i na vapnenom tlu, ako ono sadržava u sebi dovoljno lako topivog kalija. Pored svega toga važna je i svježina u tlu. Na terenima, koji su izvrgnuti intenzivnjem zagrijavanju, bržem osušivanju i jakom ocjedivanju, gdje prema tome nema dovoljno svježine u tlu i okolišnom zraku, ne uspijeva kesten, ma da je sloj tla deblji.

U tlima važnijih kestenika na Cresu utvrđen je veći ili manji stepen kiselosti. Probe su uzimane u sloju površinskog žilja. Koncentracija vodikovih iona u tim tlima iznosi:

Lokalitet	pH u H ₂ O	pH u n-KCl
Kestenik sjeverozapadno od Poljane	5,33	4,46
Kestenik zapadno od Poljane	6,11	5,19
Kestenik sjeveristočno od Niske	5,60	4,96
Kestenik jugoistočno od Niske	4,68	3,96
Kestenik u šumi Pacijevi	5,01	4,14
Kestenik u blizini Sv. Petra	5,38	4,62
Kestenik u Dolu kod Belog	5,65	4,50
Kestenik u Mergu	6,28	5,51

Među najkiselija tla pripadaju tla kestenika jugoistočno i sjeveristočno od Niske, sjeverozapadno od Poljane, u Pacijevima, kod Sv. Petra i u Dolu kod Belog. Najmanji stepen kiselosti imaju tla zapadno od Poljane i kod Merga. U oba ta slučaja bit će da je doplavljivanje sa susjednih strmina nešto veće.

Zanimljivo je, da se u tlima na području kestenovih nalazišta u primorskom kršu često nalazi boksit. Takvi su nam slučajevi poznati iz više lokaliteta u Istri, kod Skadarskog jezera i dr. Oni postoje i na Cresu. Kod Poljane i Petrića, te kod Niske, Srednjeg i Stepića nalaze se ogromni kupovi zemlje, koji su preostali pri vađenju boksita, a u njihovu okolišu svuda vidimo kestenove šumice, grupe ili pojedina stabla.

Boksit je na Cresu počela iskorišćivati još za Prvog svjetskog rata Austrija. Najviše ga je iskorišćivala u području Srednjeg. Intenzivnije iskorišćivanje boksita vršili su Talijani od 1935. g. pa do po-

četka prošlog rata. U tu svrhu bila je izgrađena žičara od Srednjeg do mora na podnožju Belog. Najviše se iskorišćivao boksit u predjelima između Srednjeg i Poljane.

Glavna ležišta boksite kod nas nalaze se u dalmatinskom, hercegovačkom i ličkom kršu. Nastao je otapanjem vapnenaca, u kojima se nalazio boksitni materijal. Minerali (aluminijski hidroksidi: dijaspor, bemit, sporogelit i hidrargilit), koji sačinjavaju boksit, ne otapaju se u vodi. Njih je, nakon otapanja vapnenaca, voda nanijela u pukotine i druge udubine, gdje su se sakupili u većim količinama. Prema tome površinski su slojevi, u kojima se nalazi boksit, prilično isprani ili sa dosta malo vapna (18).

Pri svome razvitku boksit upija željezo, silicijski dioksid i dr. U nekim boksitima može biti mnogo željeza, tako da čine prijelaz u željeznu rudu (limonit), a u nekim toliko silicijskog dioksida, da čine prijelaz u glinene stijene. Boksići sa mnogo željeza imaju karakterističnu ciglenastu do smeđecrvenu boju, koja potječe od željeznih seskvioksida. Tamnocrveni boksići u površinskom sloju na podlozi vapnenaca imaju osobito mnogo željeza (18). Takvih raznih kombinacija bilo sa mnogo željeza ili sa mnogo silicijskog dioksida imade svakako i u boksitima na Cresu.

Za eksploataciju su najpodesniji boksići, u kojima sadržaj silicijskog dioksida ne prelazi 3–4%. Samo takvi dolaze u obzir kao mineralni materijal za dobivanje elementarnog aluminija, kao i za proizvodnju raznih aluminijskih spojeva u industriji i dr. Prema tome boksitni materijal s većom količinom silicijskog dioksida inače ostaje neiskorišćen, a to bi moglo biti od veće važnosti za kesten, kojemu i inače odgovaraju tla sa većom količinom silicija. Dakako, da će tek dalja istraživanja utvrditi pravu ulogu i značenje silicijskog dioksida u tlu za kesten i drugo šumsko drveće.

Odavle vidimo, da je iz boksitnih terena isprano vapno, te da oni sadrže više ili manje silicija, a takvi tereni dobro odgovaraju kestenu. Dakako da ni boksitni tereni sa dosta silicija nisu uvijek podesni za kesten. Ako su oni odviše ocjediti i izvrgnuti jačem zagrijavanju i većem ishlapu, te prema tome suhi, ne odgovaraju kestenu. Za kesten dolaze u obzir samo oni boksitni tereni, koji su mu i inače ekološki podesni. Napose to važi s obzirom na debljinu tla, svježinu u tlu i okolišnom uzduhu, temperaturne odnošaje, geomorfološke faktore i dr.

U južnoj Evropi pokazalo se (5), da tereni, iz kojih je iskorišćen boksit, nisu nepodesni za uspijevanje biljaka. Na njih se brzo naseljuju biljke iz obližeg okoliša. Na takve terene lako se naseli i ondje dobro održi: *Spartium junceum*, *Inula viscosa*, *Helichrysum stoechas* i dr. U Gornjoj Italiji pokazalo se, da se na tlima sa obilno željeznih oksida obično pojavljaju kao pioniri kalcifobne biljke, kao što su: *Calluna vulgaris*, *Agrostis canina*, *Silene rupestris*, te indifferentna *Molinia coerulea*, ma da su klorotične i prilično kržljave.

Na Cresu je vrlo interesantan proces naseljivanja i razvoj vegetacije na padinama otvorenih jama i na gomilama 'zemlje' preostale

nakon vađenja boksita. Opazili smo, da je taj razvoj prilično spor. Na više smo mjestu ondje zapazili, da su se u jamama, iz kojih je izvađen boklit, razvila kestenova stabalca, koja su visoka i do 3 m.

Kako se vidi, kesten se održao samo na debljim naslagama tla, odakle je vapno u većoj ili manjoj mjeri isprano, i gdje je svježina u tlu relativno dosta velika. Ona je ondje uvjetovana pretežno položajem terena (*sl. 8, profili*). Specifične prilike toga tla najbolje se odražavaju i na vegetacijskom sastavu.

GEOMORFOLOŠKI ODNOŠI

Kestenova nalazišta na Cresu u području Poljane, Niske i Srednjeg nalaze se većinom u *nadmorskoj visini* od 320–370 m. Nešto niže su nalazišta kod Sv. Petra, gdje ima kestena od 220–280 m. Još niže je nalazište u Dolu kod Beloga, na visini od 100–120 m. Najniži je lokalitet kestena kod Merga, gdje ga imade do kojih 50 m visine (*sl. 8*).

U najvećoj visini nalaze se pojedina stabla iznad Niske. Ondje ima stabala u visini do kojih 450 m. Već smo istakli, da njihovo porijeklo nije pouzданo.

Ekspozicija terena, na kojem raste kesten, pretežnim je dijelom istočna ili sjeveroistočna (*sl. 8*). Ona je vrlo pogodna za kesten s obzirom na manje zagrijavanje, slabiji ishlap, veće održanje vlage i svježine, kraće osvjetljenje i sl.

Nagib kestenovih terena uglavnom je blag (*sl. 10*). Strmih padina u kestenicima nema. Među najstrmije terene možemo ubrojiti nalazišta južno od Sv. Petra, gdje je kesten uglavnom primiješan drugom drveću pojedince ili u skupovima. I u blizini Niske ima kestena na ponešto nagnutijem terenu. Uz južni rub poljca Dol ima ga na nešto strmijem podnožju padine (*sl. 11*). Inače creški su kestenici većinom na blažim padinama.

BIOTSKI UTJECAJI

Cres je vrlo staro kulturno naselje. Njegov razvoj u tom smislu svakako je imao velikog utjecaja i na vegetaciju. Pučanstvo Cresa bavilo se od pradavnih vremena stočarstvom i ratarstvom. U srednjem dijelu otoka nalaze se prostrane kulture masline i vinove loze, a prije i buhača. Velike prostorije zapremaju diljem otoka krški pašnjaci. Najviše ih ima u srednjem dijelu otoka. Prije rata bilo je na otoku oko 35.000, a 1950. god. oko 20.000 ovaca (15). Već smo istakli da je Cres nekada bio velikim dijelom pokrit lijepim i odraslim šumama. Danas se najviše šuma održalo u sjevernom dijelu.

Većinom su to krupnije ili sitnije panjače. Međutim, i one su dosta prorijedene, sklop im je često više ili manje isprekidan. Na mnogo mјesta prešle su degradacijom u gušće ili rjede šikare, a također i kamenjare. U srednjem dijelu otoka postojale su nekada lijepo i suvisle mješovite šume i šumice prelaznog karaktera. Sačinjavali su ih submediteranski i rezistentniji mediteranski elementi. Danas postoje tek ostaci tih šuma u obliku loših panjača, šikara ili pseudomakija. Održale su se najbolje, iako u degradiranom obliku, u predjelu između Vodica i Merga, iznad Valuna i dr. U južnom dijelu otoka dominirale su nekada crnikove šume sa manjom primjesom listopadnih elemenata (medunac, crni jasen i dr.). One su se održale na prilično velikoj površini, ali su jače zahvaćene degradacijom. Postoje njihovi razni degradacijski oblici (crnikove panjače, makije, garigi).

Već dugo vremena zaveden je u šumama na cijelom otoku vrlo *loš način gospodarenja*. On se sastojao u *prevršivanju* (»pedaljenju«) narjeđe porazmještenih krupnijih medunčevih, cerovih, crnikovih i drugih stabala. Prevršivana su debla u visini od 2–4 m iznad tla. Izbojci iz prevršenih debala, kao i izbojci drveća i grmlja između prevršenih stabala sjekli su se u kraćim ophodnjama (cca 10 godina). Dakako da je taj način doveo te šume do jake degradacije. Prevršena stabla (»alberi capitozzati«, »pedali«) sve jače propadaju, sklop se time sve više prekida, a teren razgoljuje. Naročito brzo trunu »pedaljeni« cerovi, crni grabovi, brijestovi i dr.

Kesten obično nije prevršivan, nego je sječen razom zemlje u kraćim ophodnjama ili je uzgajan kao visoko drvo zbog ploda. Utjecaj čovjeka na razvoj kestenika odvijao se u pozitivnom i negativnom smjeru. Prije se uzgoju kestenika poklanjala veća pažnja. Kestenova su stabla bila cijepljena i njegovana. Cijepljena su uglavnom kalemima »maruna«. Posljednjih nekoliko decenija kesten je prepušten sam sebi. Iskorišćuju se njegovi plodovi, listinac i drvo, a osim toga oštećuju se na razne načine. Zbog toga se i kod kestena zapažaju znaci jače degradacije. Inače protiv štetnih utjecaja insekata i gljiva pokazao se sve do sada vrlo otporan. Samo na jednom stablu u Mergu primijetili smo znakove sušenja.

OSVRT NA EKOLOŠKE ODNOŠAJE

Ekološke prilike na području kestenika vrlo su povoljne. U tom području raste dobro osim kestena i više drugog drveća. Da je tome tako, vidimo po njihovim veoma krupnim primjercima. Česte su ondje šume, šumice ili njihovi ostaci, gdje i sada susrećemo pojedina vrlo krupna stabla. Nigdje na Kvarneru ni u njegovu okolišu nema takvih divova drveća, kao što ih ima na Cresu. I sada ima ondje kestenovih orijaša debelih 1,8–2 m. Kesteni promjera 1,3–1,5

m česta su pojava. Medunčevih stabala ima i do 1,5 m promjera (predjel »Kalci«). Više takvih orijaša promjera do 1,2 m vidjeli smo između Rosulje i Stepića. I cerova ima ondje debelih preko 1 m. Oskoruša se razvija, kao nigdje drugdje, u krupno šumsko drvo. Njenih primjeraka ima i do 1 m promjera. Crni grabovi također čine krupna stabla, kao jedva gdje u Primorju. U Mergu vidjeli smo crni grab promjera 80 cm. Po padinama glavnog grebenata često ima crnih grabova debelih i do 60 cm. I drijenovi izrastu ondje kao niža stabla. Ima ih i sada debelih do 40 cm. *Morton* spominje drijenove debele 65 cm (prevršene u 2–5 m visine). U sjevernom dijelu Cresa česti su bršljani promjera do 15 cm, kao i glogovi debeli preko 15 cm i visoki do 5 m.

Kako vidimo, kesten na Cresu dostiže veoma krupne dimenzije. Tu se nalazi potvrda *Rikljevim* navodima, da se kesten s pravom može smatrati simbolom juga i da se najoptimalnije razvija upravo na sjevernom rubu mediteranskog područja. Radi toga smatraju ga mnogi submediteranskim drvetom.

Ekološki uvjeti creskih terena, na kojima raste kesten, veoma su podesni za čitavi niz evropskih i eurazijskih elemenata, kao i veći broj submediteranskih, južnoevropskih, pontskih, ilirskih i transalpinskih elemenata (11). Zbog velikih kolebanja temperaturnih ekstremata nije to područje podesno za izrazito mediteranske elemente, te se od njih održavaju samo najrezistentnije vrste, kao što su zelenika, crnika i dr. To, međutim, važi uglavnom samo za kestenova nalazišta uz obalni pojaz kod Merga.

BIOLOŠKA SVOJSTVA KESTENA

Kesten se na Cresu odlično obnavlja i plodovima i izdancima. Na nekoliko mjesta konstativali smo, da i veoma stari panjevi tjeraju bujne izbojke (izdanke). Tako na jednom panju u Poljani, koji je debeo oko 1,20 m imade veliki broj bujnih izbojaka debelih do 15 cm. *Morton* je zabilježio kestenov panj u Mergu, koji je bio debeo 1,75 m, a potjerao 20 izbojaka debelih 10–15 cm i oko 50 izbojaka debelih do 3 i visokih 5–6 m.

Već je spomenuto, da su prije kesteni ondje bili cijepljeni. Ta-kva stabla lako poznajemo ili po spojnoj liniji, ili po brazgotini odnosno nejednakom prirastu na mjestu cijepljenja; ili po razlici u boji kore između kalema i podloge.

Kesten na Cresu vrlo dobro prirašćuje. Napose to važi za mlađe izbojke iz panjeva. Dobar njihov vitalitet vidi se po ravnom i jedrom debalcu, te glatkoj, tamno zelenkastoj i svjetlucavoj kori. Kao dobar primjer za to služi nam mladi kestenik u istočnom dijelu stepičkih njiva. Prirast starijih stabala umanjuje se prije ili kasnije, što ovisi o ekološkim prilikama. *Morton* je na kestenovu panju debelom 80 cm ustanovio starost od 90 godina.

Starija stabla redovno su kružljiva (»mlećiva«). Česta je pojava i usukanost debla. Na slobodnom prostoru i u rđedem sklopu uzrasla stabla razvijaju vrlo veliku i široko zaobljenu krošnju, te kratko neiloidično deblo. Takvih stabala ima kod Poljane. Niske, Stepića, u Dolu kod Belog i kod Merga. U gustome sklopu kesten se ponaša kao pravo šumsko drvo. Razvija visoka, ravna i jedra debla, a krošnja mu je razmjerno malena. Najljepši takvi kesteni nalaze se u šumi između Petrića i Niske, a ima ih i u šumi Ogradini kod Sv. Petra.

FITOCENOLOŠKI ODNOŠAJI

Fitocenološka obilježja kestenika na Cresu osvjetljavaju nam u velikoj mjeri njihove životne prilike. U njima se nalazi oveći broj drveća, grmlja i prizemnog rašča, koji nas podsjećaju na kestenike unutrašnjih krajeva. To je bilje svakako najbolji dokaz specifičnih prilika, pod kojima ondje kesten živi.

Već je Beck (1901) na osnovu *razlika u vegetacijskom sastavu* uvrstio Cres u *istarsko-dalmatinsku zonu*, a osim toga ondje je jasno razlučio: liburnijsku regiju, sjevernodalmatinsku prelaznu regiju i regiju makije. U liburnijskoj regiji obuhvaćen je sjeverni dio Cresa, gdje čini prevlast »krška šuma«. Ondje dominira listopadno primorsko drveće i grmlje, a tek lokalno primiješane su mu vazda zelene mediteranske listače (što je uočio već Lorenz 1863. god.). U sjevernodalmatinsku prelaznu regiju uključen je srednji dio Cresa. Tu se ne formiraju makije, ali vazda zelene mediteranske listače tvore veće i manje grupe ili se pojavljuju pojedinačno. U regiju makije uvršteno je područje Punta Križa.

Otok Cres – poput drugih naših krajeva (7) – odlikuje se bogatstvom autohtonih i vrlo raznovrsnih flornih elemenata. Sudeći po sadanjem drveću, grmlju i važnijem drugom šumskom bilju, ondje se vjerojatno nalazi velik broj još neistraženih reliktnih i endemičnih vrsta i svojta raznoličnog bilja.

Općim fitocenološkim karakteristikama Cresa bavio se pobliže Morton. On je pokušao izvršiti i razdiobu bilja, koje тамо raste, kao i povući usporedbu između tog bilja na otocima Cresu, Lošinju i Rabu. Od svih poznatih biljnih vrsta i svojta (na Cresu prema Mortonu 1225, a prema Marchesettiju 903) Morton je 1004 biljke Cresa, 792 biljke Lošinja i 645 biljaka Raba razvrstao u grupe prema njihovoj geografskoj pripadnosti. Odatile vidimo, da od ukupnog bilja na Cresu 38% otpada na vrste, koje rastu diljem cijele Evrope kao i diljem Evrope i Azije, 31% na mediteranske vrste, a 12% na južnoevropske vrste. Na Lošinju i Cresu najveći procenat otpada na izrazito mediteransko bilje. Na Lošinju od ukupnog broja biljaka otpada na mediteranske vrste 44%, na evropske i evropsko-azijske vrste 32%, a na južnoevropske 14%. Na Rabu

otpada na mediteranske vrste 40%, na evropske i evropsko-azijske vrste 35%, a na južnoevropske 14%. Kako iz ovoga izlazi, vegetacijski su odnosi Cresa prilično drugačiji u odnosu prema Lošinju i Rabu.

Mortonova razdioba Cresa s obzirom na vegetacijske prilike prično se podudara sa *Beckovom*. Međutim, ona je mnogo detaljnija i točnija. Prema *Mortonu* sjeverni dio pripada transalpinskom florom području ilirskog tipa, srednji dio prelaznom florom području sa čitavim nizom kombinacija u sastavu s obzirom na učešće mediteranskih i submediteranskih vrsta, a južni dio mediteranskom florom području jadranskog tipa. *Beckova*, a pogotovo *Mortonova* razdioba Cresa bolje odgovaraju stvarnom stanju nego kasnije razdiobe tog otoka samo na područje medunca i bjelograbića i područje šume crnike. Međutim, bez obzira na to, za nas su ovdje prvenstveno od interesa fitocenološke prilike sjevernog dijela i područja Merga, t. j. u predjelima, gdje raste kesten.

Najveći dio kestenovih nalazišta nalazi se unutar submediteranske oblasti, gdje se formiraju šuma medunca, šuma medunca i cera, šuma kestena, šuma medunca, cera i kestena, ili gdje postoje njihovi razni degradacijski oblici. To su predjeli između Rosulje i Sv. Petra, kao i u okolišu Dola kod Belog. U tom kraju rastu medunac, cer i kesten vrlo bujno. Izrastu u orijaše, kakvi se u Primorju rijetko gdje mogu vidjeti. Medunci i cerovi redovno su prevršeni i često obrasli bršljanom i običnom paviti. Područje Merga, gdje ima od prirode kestena, pripada sa florističkog gledišta među najinteresantnije predjele otoka. Ondje raste zajedno čitav niz mediteranskih i submediteranskih elemenata. Kesten je primiješan drugom drveću, a tvori i zaseban gaj.

Od submediteranskog područja (*Beckove »krške šume« ili Adamovićeve »Ornus-formacije«*) luči *Morton* na Cresu svoju »mješovitu šumu«, kamo ubraja sastojine vazda zelenog i listopadnog drveća i grmlja. U stvari on tu obuhvata *prelazno* područje mediteranskih i submediteranskih listača. U prelazno područje ispravno ubraja on i šumu u području Merga.

Morton je posvetio veliku pažnju fitocenološkom snimanju Cresa. Samo iz kestenovih šuma objavio je 7 snimaka. Snimanja je izvršio na svoj način. Utvrdio je u svemu 16 livadnih mediteranskih (5) i submediteranskih (11) asocijaciju, 26 asocijaciju »krške« (14) i »mješovite« (12) šume, 23 asocijacije »krške« i »submediteranske šikare«, 16 asocijacija makija i 19 asocijacija »submediteranskih makija«. Dakako da je ta razdioba praktički vrlo komplikirana i neprihvatljiva. Razdioba šuma i njihovih degradacijskih stanja u posebne asocijacije ne dolazi u obzir. Noviji pogledi iz oblasti fitocenologije rješavaju to pitanje na mnogo praktičniji i jednostavniji način.

U *Mortonovim* snimkama podvuklo se više krupnijih grieški. Tako on spominje *Sorbus aucuparia* kod Petrića na Cresu, zatim kod Opatije i Voloskog, što se svakako odnosi na *S. domestica*. Na više mesta spominje u svojim snimkama iz submediteranskih šikara i kestenovih šuma kod Petrića i dr. *Lonicera xylosteum*, što će se po svoj prilici odnositi na *L. etrusca*.

U oblasti submediteranske šume, kao i u oblasti prelazne šume kod Merga posebno nas zanimaju *fitocenološki odnosi kestena*. Iz tamošnjih kestenika donosimo u tabeli 2 vlastitih 7 snimaka. U njima su navedene važnije ekološke karakteristike, podaci o pokrovnosti i dimenzijama drveća i grmlja, kao i podaci o pokrovnosti prizemnog rača i čitavog vegetacijskog pokrova. Biljke su u pojedinom sloju razvrstane prema svojoj glavnoj fitocenološkoj priadnosti ili prema osnovnim ekološkim obilježjima (tab. 2, bilješka 1). Procjenu učešća i pokrovnosti (prva brojka) izvršili smo skalom 1–10, kako se to i inače u šumarstvu prakticira za sklop, odnosno pokrovnost. Tim putem može se na snimci mnogo pouzdanije i točnije odrediti učešće, odnosno pokrovnost dotične vrste. Način udruživanja (druga brojka) prikazali smo skalom 1–5, koja se uglavnom podudara s uobičajenim skalamama te vrste. Znakom + prikazane su biljke neznatnog učešća odnosno sasma male pokrovnosti.

Iz naših snimaka vidi se, da se kesten na Cresu nalazi unutar oblasti medunčeve šume i mješovite šume medunca i crnike, ali uz posebne ekološke prilike. To se dobro uočava već po učešću drveća, još više po učešću grmlja, a najviše po učešću prizemnog bilja.

U sloju drveća našli smo na Cresu zajedno sa kestenom: šumsku trešnju, obični grab i trepetljiku, dakle vrste, koje u izrazito submediteranskoj medunčevoj šumi ne susrećemo. Našli smo ondje i lovor, za koga se zna, da raste na svježijem terenu, i to većinom na granici između submediteranske i mediteranske vegetacijske oblasti. Vrlo je ondje česta i oskoruša, koja je posvuda vrlo bujnog uzrasta i raste kao šumsko drvo. Posebnu pažnju zaslужuje i cer, koji se od prirode na Cresu nalazi obilnije u najsjevernijem njegovu dijelu, i to na boljim i svježijim terenima. On je vrlo čest u kestenovim šumama. Možemo reći, da je to učešće veće nego medunčovo. U cresskim kestenicima ima cerova debelih i preko 80 cm. Cer je i inače znak nešto debljih naslaga tla i veće svježine u njemu. Najbolji dokaz o tome su baš njegova nalazišta na Cresu.

U sloju grmlja u kestenicima su vrlo česti: svib, kalina, bjelograbić, crni trn, kao i krupniji primjerici od žutilovke (*Genista tinctoria*). Posebnu pažnju u tamošnjim kestenicima zaslужuje ljeska, koje imade i kod Poljane i u Dolu kod Beloga. Od interesa je i pojava obične kurike. Bjelograbić je posvuda na Cresu vrlo dobar pratić kestena, a ujedno dobar indikator boljeg i svježijeg tla. U kestenovim nalazištima vidimo, da bjelograbiću u velikoj mjeri odgovara dубlje tlo i veća svježina u njemu. Relacija bjelograbića i crnog graba u tome pogledu veoma je očita baš na terenima Cresa.

Tabela - Table 2.

LOKALITET LOCALITY	Kestenik kod Poljane	Kestenik kod Niske	Kestenik u Pacićevina	Šuma Ogradića kod Sv. Petra	Kestenik u Dolu kod Belog	Šuma kod Merske Jane	Kestenik kod Merga	Stepen učestva Frequency class
Broj snimke Number of sample plot	1	2	3	4	5	6	7	—
Veličina snimke m ² Size of plot in m ²	900	600	600	500	600	600	500	—
Elevacija m — Elevation in m	350	340	350	260	110	40	40	—
Ekspozicija — Aspect	O	O	ONO	O	O	ONO	NW	—
Inklinacija — Gradient	8°	10°	12°	15°	5-8°	12°	8°	—

Datum snimanja — Date of sampling 8-10. X. 1950. i 3-4. X. 1952.

Sloj drveća — Tree storey	Ukupna pokrovnost % Total vegetation cover in %	95	90	90	95	85	95	90	—
	Ukupna pokrovnost % Total cover in %	80	80	70	75	70	85	75	—
	Gustoća — Density	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	—
Dominantno drveće Dominant tree	Pokrovnost % Cover in %	60	70	50	60	60	50	50	—
Podstojno drveće Lower storey	Visina m Height m	do 12	do 20	do 12	do 15	do 10	do 15	do 15	—
	Debljina u cm. Diameter in cm	do 15	do 120	do 100	do 80	do 150	do 200	do 160	—
Sloj grmlja Shrubs	Pokrovnost % Cover in %	25	15	25	20	10	40	30	—
	Visina m Height m	do 8	do 8	do 7	do 8	do 6	do 7	do 6	—
	Debljina u cm. Diameter in cm	do 20	do 25	do 15	do 10	do 15	do 80	do 30	—
Sloj grmlja Shrubs	Pokrovnost % Cover in %	25	25	20	10	40	10	20	—
	Visina m Height m	do 4	do 3	do 3	do 2,5	do 3	do 3	do 2,5	—
Sloj prizemnog rašča Low growth	Pokrovnost bez mahova % Non-mossy cover in %	60	50	60	30	60	50	60	—
	Pokrovnost sa mahovima u % Mossy-cover in %	90	80	90	50	80	70	90	—

Tabela - Table 2.

Fitocenološki sastav - Phytoecnological structure:

LOKALITET LOCALITY	Kestenik kod Poljane	Kestenik kod Niške	Kestenik u Pacijevima	Šuma Ogradina kod Sv. Petra	Kestenik u Dolu kod Belog	Šuma kod Mreške Jame	Kestenik kod Merga	Stepen učitka Frequency class
I. DRVECE — TREES								
a) <i>Castanea sativa</i> Mill.	7.4	7.4	6.4	3.3	6.4	4.3	8.5	V.
b) <i>Prunus avium</i> L.	+	.	.	+.2	.	+.2	.	III.
<i>Ulmus campestris</i> L. . . . .	.	.	.	.	(1.2)	1.2	1.2	III.
<i>Carpinus betulus</i> L.	+.2	.	.	.	.	.	.	I.
<i>Populus tremula</i> L.	+.2	.	.	.	.	.	.	I.
c) <i>Sorbus domestica</i> L.	+.2	+.2	+.2	2.2	+.2	2.2	+.2	V.
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	1.2	1.2	1.2	3.3	1.2	1.2	.	V.
<i>Quercus cerris</i> L.	1.2	1.2	1.2	2.2	.	+.2	.	IV.
<i>Fraxinus ornus</i> L. . . . .	.	.	+.2	+.2	.	.	.	II.
<i>Carpinus orientalis</i> Mill. . . . .	.	.	.	.	.	+.2	.	I.
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop. . . . .	.	.	.	.	.	+.2	.	I.
<i>Acer monspessulanum</i> L. . . . .	.	.	.	+.2	.	.	.	I.
d) <i>Laurus nobilis</i> L. . . . .	.	.	.	.	.	+.2	.	I.
<i>Quercus ilex</i> L. . . . .	.	.	.	.	.	+.2	.	I.
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. . . . .	.	.	.	.	.	+.2	.	I.
II. GRMLJE — SHRUBS								
a) <i>Castanea sativa</i> Mill.	+.2	+.2	2.2	+	+.2	+.2	+.2	V.
<i>Genista tinctoria</i> L.	+	+	.	.	+	.	.	III.
b) <i>Cornus sanguinea</i> L.	+.2	+.2	.	.	+.2	.	.	IV.
<i>Prunus avium</i> L.	+	+	.	+	.	+	.	III.
<i>Rosa arvensis</i> Huds.	+.2	.	.	+	+	.	+	III.
<i>Ulmus campestris</i> L.	+.2	.	.	+	.	+.2	+	III.
<i>Rosa dumetorum</i> Thuill.	+	.	+	.	+	.	.	III.
<i>Corylus avellana</i> L.	2.2	.	.	.	1.2	.	.	II.
<i>Evonymus europaea</i> L.	+	.	.	+	.	.	.	II.
<i>Populus tremula</i> L.	+.2	+	.	.	.	.	.	II.
c) <i>Carpinus orientalis</i> Mill.	+.2	2.2	1.2	1.2	2.2	2.2	+	V.
<i>Fraxinus ornus</i> L.	+.2	+.2	+	+.2	+.2	+.2	+.2	V.
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	+.2	.	1.2	+	+.2	+	+.2	V.
<i>Acer campestre</i> L. . . . .	.	+.2	+.2	.	+	+	+.2	IV.
<i>Quercus cerris</i> L. . . . .	.	+.2	+.2	.	+	+	+.2	IV.
<i>Sorbus domestica</i> L.	+	+	.	.	+	+	+	IV.
<i>Cornus mas</i> L.	+.2	+.2	+	+.2	.	+	.	IV.
<i>Rubus ulmifolius</i> Schot. . . . .	.	+.2	+	+.2	+.2	.	+	IV.
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop. . . . .	.	.	.	+	+	.	+	III.
<i>Paliurus aculeatus</i> Lam. . . . .	.	.	.	+	+	.	.	II.
<i>Colutea arborescens</i> L. . . . .	.	+.2	.	.	(+.)	.	.	II.
<i>Acer monspessulanum</i> L. . . . .	.	.	.	+	.	+	.	II.
d) <i>Juniperus oxycedrus</i> L.	+	.	.	+	1.2	.	+	III.
<i>Laurus nobilis</i> L. . . . .	.	.	.	.	.	2.2	1.2	II.
<i>Quercus ilex</i> L. . . . .	.	.	.	.	.	+.2	+	II.
e) <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	+	+.2	+.2	+.2	+	.	V.
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	+	+	+	+	+.2	+	.	V.
<i>Prunus spinosa</i> L.	+.2	+	.	.	1.2	+	+.2	IV.

LOKALITET LOCALITY	Kestenik kod Poljane	Kestenik kod Niške	Kestenik u Patičevima	Šuma Ogradina kod Sv. Petra	Kestenik u Dolu kod Belog	Šuma kod Merske Jane	Kestenik kod Merga	Stepen u Mesić Frequency class
III. PRIZEMNO RASCE — LOW GROWTH								
a) <i>Pteridium aquilinum</i> Kuhn	3.2	3.2	3.3	1.3	4.3	2.2	3.3	V.
<i>Gemista tinctoria</i> L.	1.2	+.2	+	+	+.2	(+)	+.2	V.
<i>Luzula Forsteri</i> DC.	1.2	+	+	+	+	+	+.2	IV.
<i>Gastanea sativa</i> Mill.	+	+	+	+	+	+	+.2	IV.
<i>Potentilla erecta</i> Hampe	+.2	+.2	+	+	+	+	+.2	IV.
<i>Veronica officinalis</i> L.	+.2	.	+	+	+	+	+.2	IV.
<i>Hieratium pilosella</i> L.	1.2	+	+	+.2	+	+	+.2	IV.
<i>Hieratium florentinum</i> All.	+.2	+.2	+	+	+	+	+.2	IV.
<i>Polypodium vulgare</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	III.
<i>Genista germanica</i> L. . . . .	.	+	+	+	+	+	+	III.
<i>Bryophyta</i> , div. sp.	3.3	3.3	3.2	2.2	3.3	2.2	3.2	V.
<i>Fistulina hepatica</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	IV.
b) <i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	+.2	+.2	+.2	+	+.2	+	1.2	V.
<i>Sanicula europaea</i> L.	1.2	+	+	+	+	+	1.2	IV.
<i>Primula vulgaris</i> Huds.	+.2	+.2	+	+	+	+	+.2	IV.
<i>Anemone nemorosa</i> L.	+.2	+	(+)	+	+	(+)	+	IV.
<i>Fragaria vesca</i> L.	+.2	.	+	+	+	(+)	+.2	IV.
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+.2	+	+	+	+	(+)	+.2	IV.
<i>Brachypodium pinnatum</i> Beauv.	+.2	+	+	+.2	+	(+.2)	+.2	IV.
<i>Ajuga reptans</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	IV.
<i>Lathyrus vernus</i> Bern.	+	+	+	+.2	+	+	+	III.
<i>Lactuca muralis</i> Fr.	+	+	+	.	+	+	+.2	III.
<i>Hypericum montanum</i> L.	+.2	+	+.2	.	+	+	1.2	III.
<i>Glechoma hirsuta</i> W. et Kit.	+.2	.	+	+.2	+	+	1.2	III.
<i>Cephalanthera longiflora</i> Fr.	+.2	.	+	.	+	+	+	III.
<i>Clematis vitalba</i> L.	+.2	+	+	+	+	+	+	III.
<i>Campanula persicifolia</i> L.	+.2	+	+	+	+	+	+	III.
<i>Geum urbanum</i> L.	+.2	+	+	+	+	+	+	III.
<i>Oxalis corniculata</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	III.
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	+	+	+	+	+	+	+	III.
<i>Salvia pratensis</i> L.	+.2	+	+	+	+	+	+.2	III.
<i>Veronica chamaedrys</i> L. . . . .	.	+	+	+	+	(+)	1.2	III.
<i>Ranunculus ficaria</i> L. . . . .	.	+	+.2	+	+	+	+	III.
<i>Listera ovata</i> R. Br. . . . .	.	+	+	+	+	+	+	III.
<i>Stellaria media</i> Vill. . . . .	.	+	+	+	+	+	+	II.
<i>Platanthera bifolia</i> Rich. . . . .	.	+	+	+	+	+	+	II.
<i>Ulmus campestris</i> L. . . . .	.	+	+	+	+	+	+.2	II.
<i>Rubus caesius</i> L. . . . .	.	+	+	+	+	+	+.2	II.
<i>Geranium Robertianum</i> L. . . . .	.	+	+	+	+	+	+.2	II.
<i>Cephalanthera alba</i> Sin. . . . .	.	+	+	+	+	+	+	II.
<i>Vicia grandiflora</i> Scop. . . . .	.	+	+	+	1.2	+	+.2	II.
c) <i>Rubus ulmifolius</i> Schot . . . . .	.	+	+	+	+	+	+.2	III.
<i>Fraxinus ornus</i> L.	+	+	+	+	+	+	+.2	IV.
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	+.2	+	+	+	+	+	+.2	III.
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	+	+	+	+	+	+	+.2	III.
<i>Sorbus domestica</i> L.	+	+	+	+	+	+	.	III.

LOKALITET LOCALITY	Kestenik kod Pojjane	Kestenik kod Niske	Kestenik u Pacićevina	Šuma Ogradija kod Sv. Petra	Kestenik u Dolu kod Belog	Šuma kod Mesiće Jame	Kestenik kod Metra	Stepen učešća Frequency class
Quercus pubescens Willd.	.	.	.	+	.	.	+	III.
Bromus mollis L.	.	.	.	+	+	.	+	III.
Dorycnium german. Rouy	.	.	.	.	+	.	+	II.
Cornus mas L.	.	.	.	.	+	.	+	II.
Scrophularia canina L.	.	.	.	+	+	.	+	II.
Cynanchum adriaticum Fr.	.	.	.	+	+	.	+	II.
Convolvulus cantabricus L.	.	.	.	+	+	.	+	II.
d) Cyclamen repand. Sib. et S.	+	.	.	+	+	.	+	III.
Arum italicum Mill.	+	.	.	+	+	.	+	III.
Lonicera etrusca Santi	.	.	.	+	+	.	+	III.
Ruscus aculeatus L.	.	.	+	+	+	.	+	II.
Helianthemum italicum Pers.	.	.	.	.	+	.	+	II.
Laurus nobilis L.	.	.	.	.	+	.	+	II.
Dianthus tergestinus Kern	.	.	.	.	+	.	+	II.
e) Hedera helix L.	+	.	.	+	+	.	+	V.
Helleborus odorus W. K.	+.2	.	.	+	+	.	+	V.
Crataegus monogyna Jacq.	+	.	.	+	+	.	+	III.
Cynodon dactylon Pers.	.	.	.	+	+	.	+	III.
Digitaria sanguinalis Scop.	.	.	.	+	+	.	+	III.
Daucus Car. major Vis.	+	.	.	+	+	.	+	III.
Hordeum leporinum Lk.	+	.	.	+	+	.	+	III.
Potentilla reptans L.	+	.	.	+	+	.	+	III.
Veronica spicata L.	+	.	.	+	+	.	+	III.
Sedum acre L.	.	.	.	+	+	.	+	III.
Viola Riviniana Rchb.	+.2	.	.	.	.	.	+	III.
Hypericum perf. v. veron.	+	.	.	.	+	.	+	II.
Koeleria phleoides Pers.	.	.	.	+	+	.	+	II.
Thymus longicaulis auct.	.	.	.	+	+	.	+	II.
Melandryum album Gar.	.	.	.	+	+	.	+	II.
Dactylis glomerata L.	.	.	.	+	+	.	+	II.

1. U pojedinim slojevima svrstane su biljke ovako: a) vrste iz tipične šume Castanectum sativae; b) vrste više ili manje mezofilnog karaktera; c) vrste iz submediteranske šume Quercetum pubescantis; d) vrste iz šume Quercetum ilicis; e) indiferentne vrste. – In individual storeys plant species are divided as follows: a) species of typical Castaneetum sativae community; b) species of more or less mesophilic character; c) Quercetum pubescantis sub-Mediterranean community; d) Quercetum ilicis community; e) indifferent species.

2. Stepen pokrovnosti označen je skalom od 1–10 (10–100%). – The degree of cover is indicated by a scale from 1 to 10 (10–100%).

3. U snimkama zabilježeno je još 37 biljaka zeljanica sa stepenom učešća I., i to: 1 s oznakom a), 12 s oznakom b), 8 s oznakom c), 6 s oznakom d), 10 s oznakom e). – On the sample plots there were found 37 herbaceous more of the frequency class I., and 1 marked a), 12 marked b), 8 marked c), 6 marked d), 10 marked e).

Crnog graba uglavnom nema u području kestena, ali on dominira po susjednim strmim krškim i razgoljenim padinama.

U sloju *prizemnog rašća* nalazi se više tipičnih *acidofilnih elemenata*. Takvi su razni mahovi, *Pteridium aquilinum*, *Genista tinctoria*, *G. germanica*, *Luzula Forsteri*, *Potentilla erecta*, *Veronica officinalis*, *Hieracium sp.*, *Polypodium vulgare* i dr. Kao odlični indikatori veće svježine u tlu i okolišnom zraku služe nam napose biljke: *Euphorbia amygdaloïdes*, *Sanicula europaea*, *Primula vulgaris*, *Anemone nemorosa*, *Lathyrus vernus*, *Lactuca muralis*, *Hepaticum montanum*, *Glechoma hirsuta*, *Cephalanthera sp.*, *Geum urbanum*, *Oxalis corniculata*, *Ranunculus ficaria*, *Rubus caesius* i dr., a prema *Mortonu* još i: *Cyclamen europaeum*, *Urtica dioica*, *Mercurialis perennis*, *Cardamine bulbifera*, *C. enneaphyllos*, *Paris quadrifolia* i dr.

Među *penjačicama* zaslужuju naročitu pažnju: *Clematis vitalba* i *Hedera helix* (zbog vrlo bujnog uzrasta), zatim *Polygonum dumetorum*, *Calystegia sepium*, *Vitis silvestris* i *Tamus communis*.

Iz tabele 2 jasno se vidi, da je u cresskim kestenicima učešće vrsta iz *tipične kestenove šume* po broju razmjerno maleno, ali da je njihova *pokrovnost* dosta *velika*, te da baš te vrste u sloju prizemnog rašća prevladavaju. Vidi se, da je ondje sadržan veoma veliki broj vrsta, koje su više ili manje *mezofilnog karaktera* i, zajedno sa vrstama iz tipične kestenove šume, indiciraju veću vlagu i svježinu. Tih vrsta ima u svim slojevima, a napose u sloju prizemnog rašća. Iz tabele vidimo i to, da je u svim snimkama sadržan veći broj vrsta iz *šume hrasta medunca*, te da to više vrijedi za sloj drveća i grmlja nego za sloj prizemnog rašća. Značajno je, da u sloju prizemnog rašća *gotovo i nema tipičnih, najkarakterističnijih* vrta za tu šumu. Vidimo, da slični odnosaši postoje i sa vrstama iz *šume hrasta crnike*. Odavle ujedno vidimo, od koliko velike važnosti može biti baš prizemno rašće kao indikator specijalnih ekoloških prilika.

Iz strukture naših snimaka možemo zaključiti, da cresski kestenici s fitocenološkog gledišta u velikoj mjeri nalikuju na fitocenoze kestena inače. Oni se po svom florističkom sastavu, napose u sloju prizemnog rašća, bitno razlikuju i od medunčevih šuma i od mješovitih medunčevih i crnikovih šuma. Od kestenika u unutrašnjosti razlikuju se oni pojavom većeg broja biljaka iz submediteranskih i prelaznih submediteransko-mediteranskih šuma.

S obzirom na fitocenološku strukturu cresski kestenici liče na druge kestenike u području Kvarnera (1, 2). Svi oni pripadaju u skupinu *kiselih do vrlo slabo kiselih termofilnih šuma*. Fitocenuzu cresskih kestenika mogli bismo za sada najbolje okarakterisati nazivom: *Castaneetum sativae submediterraneo-quarnaricum*, ili kraće: *Castaneetum quarnaricum*.

Cresski kestenici u odnosu prema drugim našim termofilnim kestenicima, a napose prema kestenicima u južnom dijelu Jugoslavije

(8), pokazuju neke razlike i s obzirom na fitocenološke odnošaje i s obzirom na ekološke karakteristike. Raščišćavanje tog pitanja iziskuje detaljnija proučavanja.

ŠUMSKO-UZGOJNO ZNAČENJE KESTENA

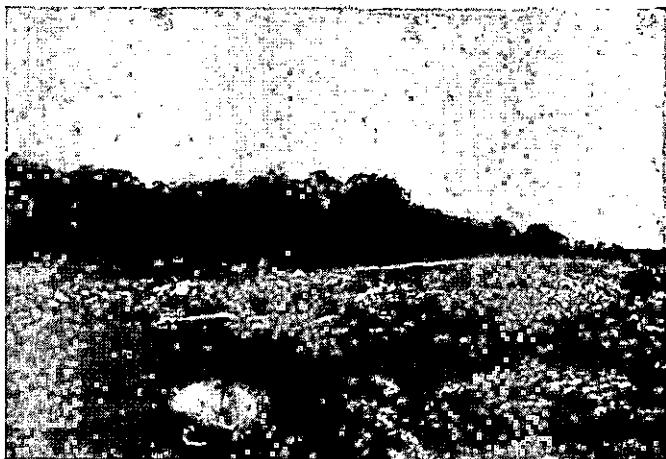
Iz prednjih izlaganja vidimo, da se na Cresu radi o *autohtonim* kestenovim šumicama, većim ili manjim grupama ili skupinama. Umjetno njegovo proširenje bilo je dosad neznačno.

Opaženo je, da se ondje kesten suviše iskorišćuje, a njegovu uzgoju i njezi da se ne poklanja gotovo nikakva pažnja. Iskorišćuje se u više pravaca. Njegove se šumice sijeku kao panjače u kratkim ophodnjama. Osim toga kesten se uzgaja u većim ili manjim gajevima i grupama za plod, a koristi se i kao šumsko drvo. U sitnim panjačama kesten se obično vrlo loše iskorišćuje. Siječe se razmjerno vrlo često. Zbog toga se naglo iscrpljuju hranjiva u tlu. Tome mnogo pridonosi i činjenica, da se iz tih šumica odnosi svake godine listinac. Ima ondje i panjača, bilo čistih kestenovih bilo mješovitih, gdje se vrši posve neuredno prebiranje. Pri prebiranju sijeku se samo najkrupniji izdanci. Zaostali se primjerici sporije razvijaju ili propadaju u zasjeni drugih izbojaka i grmova. Pročišćavanje takvih šumica ne provodi se. I sa kestenicima za plod ne gospodari se kako bi trebalo. Prije su bili u njima kesteni cijepljeni i dobro njegovani. Posljednjih decenija to se ne prakticira. Što više kestenova se stabla na razne načine oštećuju. Dozreli plodovi trune se mlačenjem motkama po granama, pri čemu se odbijaju i lome izbojci sa cvjetnim pupovima i time umanjuje rod. I iz takvih kestenika odnosi se svake godine listinac. U njima se i pašari.

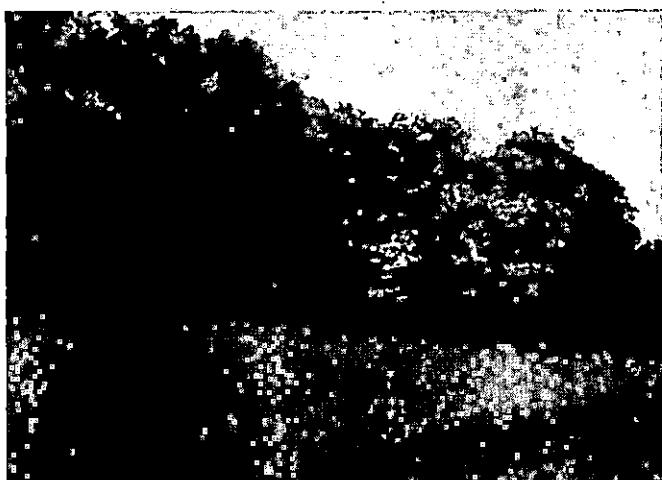
Iskorišćivanjem boksite poremećene su, razbite ili uništene mnoge kestenove grupe i skupine. Većina jama odakle je vaden boksit, ostala je nezatrpana. Kraj njih se nalaze gomile preostale zemlje (s ostacima boksite), tako da je teren ostao neravan i u ovom stanju ne da se pravilno koristiti.

Iz spomenutih nekoliko navoda vidimo, kojim bi putem trebalo poći u uzgoju cresa kestenika.

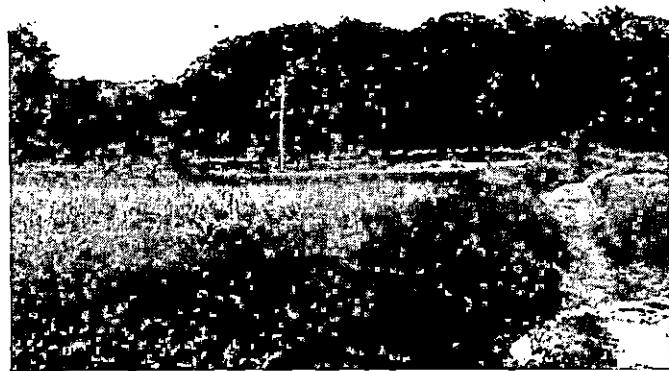
U prvom redu postavlja se pitanje *proširenja* kestenika. Pri tome dolaze u obzir samo šumski tereni, koji mu od prirode odgovaraju. Tu imamo prvenstveno na umu terene, na kojima se on prije nalazio, pa je lošim postupkom čovjeka zamijenjen drugim, lošijim drvećem, ili je jače reducirana. Tako bi na pr. sadanja loša šumica medunca, cera i bjelograbića na debelim naslagama tla između Rosulje i Poljane, koja je uzrasla iz visokih panjeva, odbacivala mnogo veću korist, kad bi na njenom mjestu bio lijep kestenik za plod ili gusta regularna kestenova panjača. Isto to važi i za loše



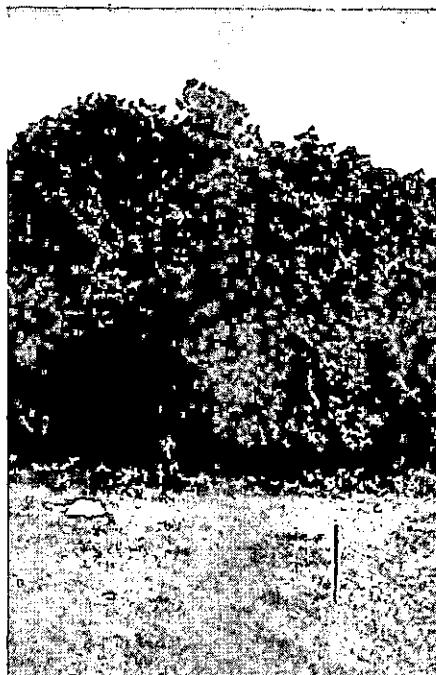
Sl. 1. Kestenik jugozapadno od Poljane
Fig. 1. Chestnut grove near Poljana



Sl. 2. Kestenik kod Poljane
Fig. 2. Old chestnut near Poljana



Sl. 3. Kestenik jugoistočno od Niske
Fig. 3. Chestnut grove near the village of Niska



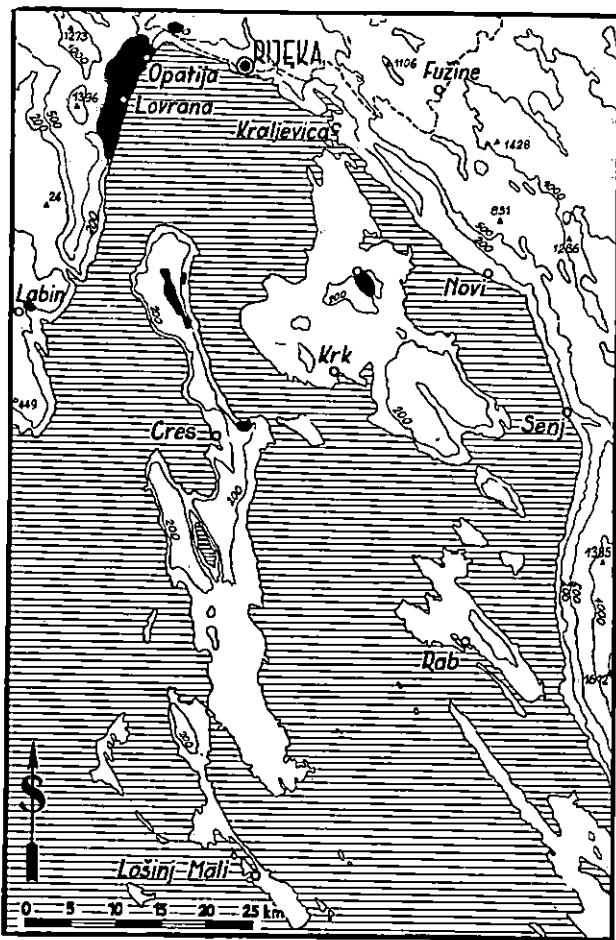
Sl. 4. Kestenik kod Srednjeg
Fig. 4. Chestnut grove near the village of Srednje



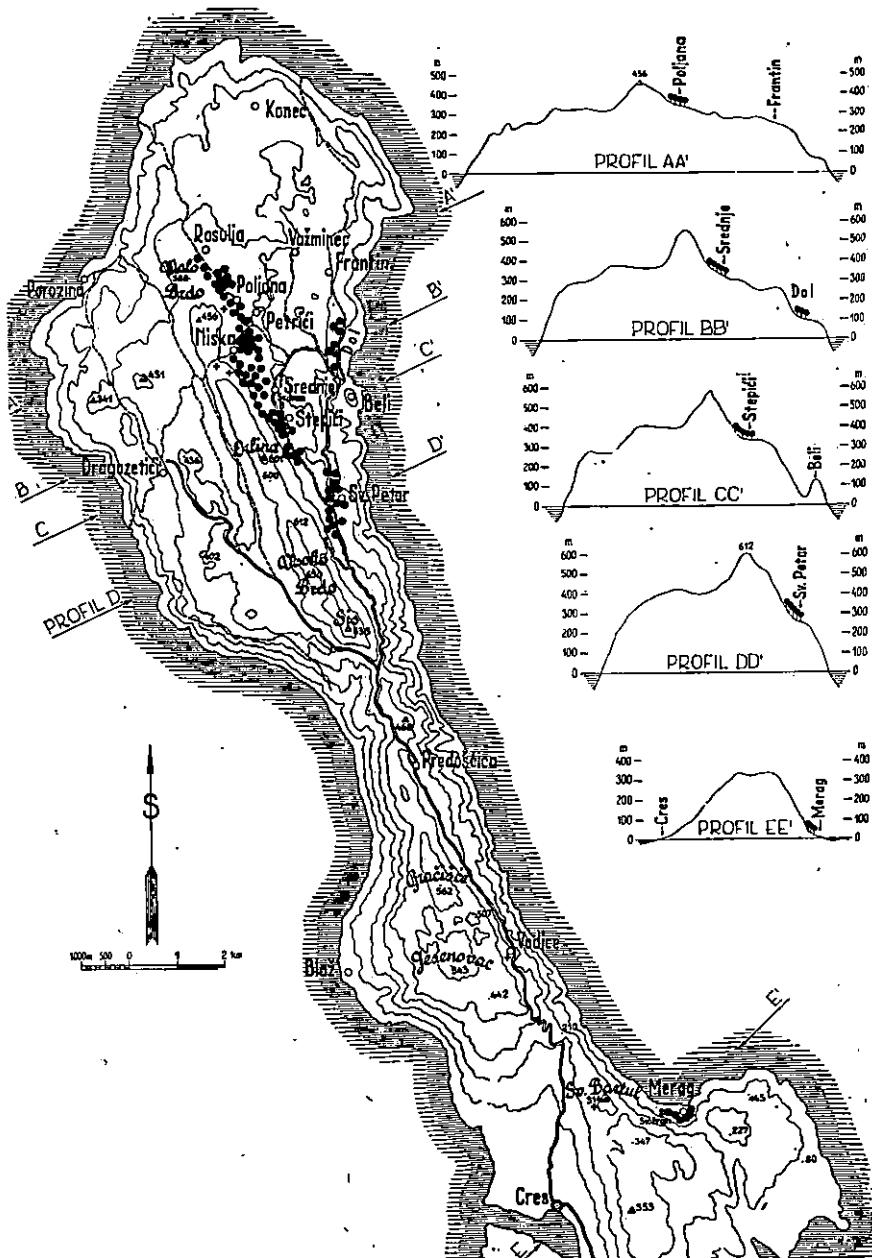
Sl. 5. Kestenova orijaška stabla u Dolu
Fig. 5. Giant chestnut trees near the valley of Dol



Sl. 6. Kestenovi orijaši na polju Dol
Fig. 6. Giant chestnut trees in the valley of Dol



Sl. 7. Prirodna nalazišta kestena u području Kvarnera (crne mrlje)
 Fig. 7. Natural habitats of chestnut in the Kvarner region (black spots)



Sl. 8. • ♀ Prirodna natažišta kestena, + umjetno uzgojeni kesten na Cresu
 Fig. 8. • ♀ Natural habitats of chestnut, + artificially cultivated chestnut on the island of Cres



Sl. 9. Odrasli kestenik kod Poljane izvan plitkog krševitog terena
Fig. 9. Grown-up chestnut grove near the village of Poljana outside of shallow Karst terrain



Sl. 10. Blago nagnuti teren s kestenikom kod Poljane
Fig. 10. Chestnut grove on a mild slope near the village of Poljana



Sl. 11. Stari kesteni na podnožju strme padine kraj Dol
Fig. 11. Old chestnut trees at the foot a steep
slope near the valley of Dol

panjače i šikare s kestenovim izbojcima koje se nalaze u onom području, a možda i drugdje, na mjestu bivših kestenika, a sada se sijeku neurednim prebiranjem.

Na Cresu bi trebalo kesten ponovno uzgojiti i proširiti ga na mjestima, odakle je nestao ili je jače razrijeden iskorišćivanjem boksite. Zatrpanjem mnogobrojnih jama materijalom, koji se nalazi u njihovu okolišu izravnao bi se teren i doble površine podesne za uzgoj kestena. I drugdje na otoku u okolišu sadanjih kestenika postoje manje ili veće često slabo iskorišćene površine, koje bi mogle doći u obzir za proširenje kestenika.

Svakako otpada i pomisao na proširivanje kestena izvan njegovih prirodnih staništa, odnosno izvan terena, koji tom drvetu s ekološkog gledišta odgovaraju. Za kesten na Cresu ili drugdje u Primorju mogu doći u obzir lokaliteti specijalnih obilježja. Prirodna kestenova nalazišta u tome su nam najbolji putokaz.

Kesten treba na Cresu i dalje uzgajati u obliku sitnih panjača, gajeva za plod ili u primjesi s drugim šumskim drvećem (kao šumsko drvo), ali uz primjenu uzgojnih mjera, koje tom drvetu odgovaraju i koje ono s obzirom na svoje prednosti zaslužuje.

Kestenove *sitne panjače* mogu biti od vrlo velike koristi, jer produciraju veliku drvnu masu. Iz uzgojnih razloga njihova opredeljena ne smije biti odviše kratka. U tom se slučaju znatno iscrpljuju hranjiva iz tla. One se mogu uzgajati jedino u regularnom obliku. Pirast takvih kestenika može uz ophodnju 10–20 godina i pravovremene uzgojne mjere da iznosi godišnje i preko 15 m³. Lijepi primjerak takve kestenove panjače vidjeli smo uz rub njive kod Stepića. Preborni oblik za kesten kao fotofilno drvo ne odgovara i treba ga napustiti. Iz kestenovih šumica ne smije se odnositi lišće, jer je to jedna od osnovnih mogućnosti popravka tla i jačanja njegove proizvodne snage.

Kestenovi *gajevi*, koji služe za produkciju *ploda*, mogu ondje biti od osobite koristi. Njihovu uzgajanju treba na Cresu pridati što veću pažnju. Stare dotrajale kestenike trebalo bi obnoviti. Takav je na pr. stari kestenik jugozapadno od Dola kod Belog. Na njihovu mjestu valja uzgojiti novi, mladi kestenik. Stabalca treba cijepiti. Za cijepljenje dolaze u obzir kalemi oprobanih forma (svoga), koje su otporne prema raznim vanjskim utjecajima i koje stalno i obilno rađaju. Od njihovih se plodova traži da su krupni, slatke jezgre, tankog vanjskog ovoja i fine, neizvijugane ljušćice. Njega kestenika za plod iziskuje posebnu pažnju. Da vjetar ne bi raznio listinac, mora se on zajedno sa ježicama pliće zakopati. Tlo se mora održavati u što rahljem stanju. Zato se u takvim kestenicima ne pašari, što manje prolazi i ugazuje tlo. Obrast je tih kestenika malen, jer stabla treba da razviju veliku i široko-zaobljenu krošnju. Degradaciju postojećih kestenika trebalo bi boljim čuvanjem i raznim uzgojnim mjerama zaustaviti.

Na staništima, koja su manje podesna za kesten, ali gdje još postoje prirodni uvjeti za njegov opstanak, uzgaja se on u pri-mjesi s drugim drvećem, kao šumsko drvo. U kombinaciji sa meduncem i cerom može on na Cresu tvoriti vrijedne sastojine. U tim okolnostima može se uzgajati bilo u pojedinačnoj ili u grupimičnoj primjeni.

Na Cresu su prirodna kestenova staništa vrlo malena. Samo na tim terenima možemo s puno uspjeha uzgajati to plemenito drvo. Kad nam je priroda pružila tu rijetku prigodu, do nas je, da je valjano iskoristimo. Radi toga potrebno je, da se pozabavimo što racionalnijim uzgojem kestena. To će drvo svojim brzim prirašćivanjem i obilnim plodom stostruko nagraditi naša nastojanja.

ZAKLJUČNE NAPOMENE

Na sl. 7 i 8 prikazana su autohtona nalazišta pitomog kestena na Cresu. Ona zapremaju ukupnu površinu od kojih 40–50 ha. U tekstu su nešto detaljnije opisana pojedina nalazišta i njihove ekološke karakteristike.

Na Cresu raste kesten pretežno u području submediteranske klime. Meteorološki podaci u tabeli 1 odnose se na grad Cres (5 m), ali je on pod utjecajem mediteranske klime. Kestenova nalazišta su mnogo viša (40–380 m). Ekspozicija im je istočna i sjeveroistočna, a inklinacija blaža. Kestenovi tereni zaštićeni su prema jugu slijednim strmim padinama, kako se to vidi na profilima u sl. 8. Zbog toga su ondje temperature niže, oborine i zračna vlaga veća, ishlap slabiji, a zagrijavanje i osvjetljenje manje. Srednja godišnja temperatura u području kestenovih nalazišta iznosi oko 14° C. Janaurske izoterme kreću se oko 5° , a julske između 23 – 24° . Oborine iznose oko 1000 mm. Snijeg je česta pojava i dosta se dugo zadržava. Rose su obilne i dugotrajne. Prema Pavarijevoj razdiobi kestenova su nalazišta djelomično u hladnjem Lauretumu, a djelomično u toplijem Castanetumu.

Na Cresu raste kesten samo na dubokim tamnosmedim ili tamnorvenim pjeskovito-ilovastim tlima, iz kojih je isprano vapno, a u kojima ima više ili manje primiješanog boksita. Matični supstrat čine vapnenci. Tla su većinom kisela, kako se vidi iz podataka na str. 339.

Fitocenološki sastav važnijih kestenika prikazan je u tabeli 2. Na Cresu raste kesten u oblasti submediteranske vegetacije, a samo kod Merga u prelaznom području mediteranske i submediteranske vegetacije, ali se u oba slučaja radi o posebnim ekološkim uvjetima. Kesten tvori fitocenuzu, koja je podjednaka s drugim kestenicima u području Kvarnera. Tu fitocenuzu može se za sada najbolje okarakterizirati nazivom *Castaneetum sativae submediterraneo-quar narcicum*, ili kraće *Castaneetum quarnanicum*.

Predložene su mjere za proširenje kestena unutar njegova prirodnog areala, kao i mjere za što racionalnije kultiviranje kestena bilo u sitnoj regularnoj panjači, bilo u kesteniku za produkciju ploda, bilo u regularnoj visokoj šumi.

Autohtonii kestenici na Cresu predstavljaju rijetku prirodnu vrednotu. Tamošnje ekološke prilike odlično odgovaraju tome drvetu. Dokaz je za to činjenica, što i danas ondje ima kestenovih orijaških stabala debelih do 2 m. *Staništa podesna za uzgoj tog vrijednog, ali u ekološkom pogledu vrlo izbirljivog drveta trebalo bi sa ekonomskog gledišta što bolje iskorišćivati.*

EURASIAN CHESTNUT (CASTANEA SATIVA MILL.) ON THE ISLAND OF CRES (CROATIA)

Summary

In Figs. 7 and 8 are represented the autochthonous habitats of Eurasian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) on the island of Cres. They comprise a total surface of about 45 ha. The individual habitats as well as their ecological characteristics are described in the text somewhat in more detail.

Chestnut grows on the island of Cres mostly in the region of sub-Mediterranean climate. The meteorological data in T. 1 refer to the town of Cres (5 m.), but this town is under the influence of Mediterranean climate. Chestnut woods occur in much higher localities (40–380 m.). Their exposure is to the east and northeast, while gradient is milder. The chestnut localities are, as shown by the profiles in Fig. 8, protected towards the south by the neighbouring steep slopes. Owing to this temperatures there are lower, rainfall and atmospheric moisture are greater, evaporation is weaker, while warmth and radiation are less. In this region the mean annual temperature amounts to about 14° C. The January isotherms vary from 5–6° C and those of July from 23–24° C. Rainfall totals about 1,000 mm. Snow is a frequent occurrence and lasts rather long. Dews are abundant and long-lasting. According to Pavari's climatic classification chestnut habitats occur partly in colder Lau-retum and partly in warmer Castanetum.

Chestnut grows on the island of Cres only in dark-brown or dark-red sandy and loamy soils, from which lime has been washed out, but which contain more or less bauxite. Parent material is made up of limestone. The soil is for the most part acid, as shown by the data on p. 339.

The phytocoenological structure of the more important chestnut woods is shown in T. 2. Chestnut grows on the island of Cres in

regions of sub-Mediterranean vegetation, the only exception occurring near Merg in the transition region from Mediterranean to sub-Mediterranean vegetation, but both sites are considered as possessing special ecological conditions. This chestnut community is similar to those of other chestnut woods in the region of Kvarner. On the island of Cres chestnut woods form a community which may be best characterized by the following term: *Castaneetum sativae*, *submediterraneo-quarnaricum*, or abbreviated, *Castaneetum quarnaricum*.

Measures are suggested for the purpose of extending chestnut woods inside their natural areas, as well as measures for their most rational cultivation either as small regular coppices, woods intended for fruit production, or regular high forests.

The autochthonous chestnut woods on the island of Cres represent a rare natural value. The ecological conditions of that island suit this species excellently. Evidence for this comes from the fact that even to-day giant chestnut trees can be found there measuring 2 m. in diameter. It would be necessary to make the best economic use of the favourable habitats of this valuable but ecologically extremely fastidious tree.

LITERATURA

1. Anić M., Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori, Glasnik za šumske pokuse, knj. 7, Zagreb 1940, s. 242.
2. Anić M., O rasprostranjenosti evropskog pitomog kestena, Zagreb 1942, s. 21.
3. Baumgartner J., Studien über die Verbreitung der Gehölze im Nordöstlichen Adriagebiete, II. Teil, Wien 1916, s. 21 i 25.
4. Beck G., Die Vegetationsverhältnisse der Illyrischen Ländér, Leipzig 1901, s. 79 i 420.
5. Braun-Blanquet J., Pflanzensoziologie, Berlin 1928, s. 162 i 252.
6. Gračanin M., Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkim istraživanjima, Polj. znanstvena smotra, knj. 12, Zagreb 1950.
7. Horvat I., Biljni svijet Hrvatske, Zemljopis Hrvatske II. sv., Zagreb 1942, s. 386.
8. Horvat I., Šumske zajednice Jugoslavije, Zagreb 1950, s. 46.
9. Hirc D., Grada za floru otoka Cresa, Rad Jugosl. akademije znanosti i umjetnosti, knj. 200, Zagreb 1913, s. 19-88.
10. Marchesetti C., Flora dell'Isola di Cherso, Archivio botanico, Vol. VI, 1930 Forli, s. 16 i 113.
11. Morton F., Pflanzengeographische Monographie der Quarneroinsel Cherso, Archivio Botanico, Forli, Vol. VI., 1930, s. 206 i Vol. IX., 1933, s. 54, 135 i 237 i Vol. X., 1934, s. 71, 119 i 275.
12. Philippis (de) A., Classificazioni ed indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana, Firenze 1937, s. 30 i 138.
13. Pilepić A., Cres, Hrv. enciklopedija IV., Zagreb 1942, s. 90.
14. Rikli M., Pflanzenkleid der Mittelmeerländer I., Bern 1943, s. 355.
15. Rubić J., Naši otoci na Jadranu, Split 1952, s. 89.
16. Skok P., Slavenstvo i romanstvo na jadranskim otocima, Zagreb 1950, s. 34.
17. Škreb S. i dr., Klima, Zemljopis Hrvatske I., Zagreb 1942, s. 180, 191, 193, 223, 235, 249 i 268.
18. Tućan F., Boksit, Hrv. enciklopedija III., Zagreb 1942, s. 23.

Dr. ROKO BENIĆ

ŠUMSKO GOSPODARSTVO
POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKOG FAKULTETA
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
(Prikaz osnivanja i prve godine rada)

DEMONSTRATION AND RESEARCH FORESTS OF
FACULTY OF AGRICULTURE AND FORESTRY OF
ZAGREB UNIVERSITY

Sadržaj

Uvod

- I. Organiziranje Šumskog gospodarstva
 - a) Preuzimanje šumskih objekata
 - b) Organiziranje gospodarstva

II. Rad Odbora za šume za vrijeme od 24. IV. do 31. XII. 1951. god.

III. Rad Šumskog gospodarstva u 1951. god.

1. Stanje objekata Šumskog gospodarstva
2. Rad gospodarstva u 1951. god.

- A) Eksplotacija šuma
 - a) Glavni šumski proizvodi
 - b) Sporedni šumski proizvodi
- B) Šumsko uzgojni radovi
- C) Šumsko-uredajni radovi
- D) Gradevinski radovi
- E) Šumske štete
- F) Financijsko poslovanje
- G) Osoblje Šumskog gospodarstva

IV. Nastava i naučna istraživanja na objektima Šumskog gospodarstva
Poljoprivredno-šumarskog fakulteta

1. Nastava na objektima
 - a) ekskurzije
 - b) školska terenska praksa
2. Naučno-istraživački radovi na objektima

V. Zaglavak

UVOD

Šumarska je nastava u NR Hrvatskoj dosta stara. Godine 1860. osnovano je u Križevcima Gospodarsko-šumarsko učilište, koje je ujedno i prva šumarska stručna škola na slavenskom jugu. Šumarska nastava prenesena je iz Križevaca na Sveučilište u Zagreb godine 1898. Tada je u Zagrebu osnovana Šumarska akademija, prislonjena uz bivši Mudroslovni fakultet Sveučilišta. Godine 1919. osnovan je na Sveučilištu u Zagrebu Poljoprivredno-šumarski fakultet, a Šumarska akademija ušla je u sastav toga fakulteta kao poseban Šumarski odsjek.

Iako je prema tome šumarska nastava u Zagrebu na Sveučilištu doživjela svoj pedesetogodišnji jubilej ipak sve do 1950. godine ona nije imala mogućnosti da se razvije u punom opsegu i da u potpunosti ostvari svoje osnovne zadatke: uzgoj teoretski i praktički spremnih stručnih kadrova šumarskih inženjera i sistematsko vršenje intenzivnog naučnog rada na šumskim objektima. Šumarska nastava i nauka na fakultetu sastoje se, naime, iz dvije komponente: iz teoretske i praktičke. Tek usklajivanjem ovih dviju komponenata stvara se s jedne strane mogućnost pravilne teoretske i praktične izobrazbe budućih šumarskih inženjera a s druge strane vršenje naučno-istraživačkih radova iz područja šumarstva i drvene industrije kao privrednih grana, koje se proučavaju na šumarskom fakultetu.

Teoretska komponenta nastave odvija se uglavnom u zavodima, kabinetima i laboratorijima fakulteta i ona je i u prošlosti bila na visini. Praktički dio nastave vršio se u manjoj mjeri na fakultetu i uglavnom je prepustano praksi, da upozna mladog inženjera šumarstva u toku njegova pripravničkog službovanja s praktičnim provođenjem teoretskih zasada na terenu.

Budući da je praktična nastava bila slaba strana obrazovanja budućih šumarskih inženjera na fakultetu, fakultet je, a prije njega i Šumarska akademija, stalno težio da dođe do prikladnih šumskih objekata, na kojima bi se student u toku školovanja mogao upoznati s praktičnim radovima u šumarstvu i na kojima bi se uz nastavu mogao vršiti i intenzivan sistematski naučno-istraživački rad. To je bilo utoliko potrebniye, što je i praksa stalno ukazivala na slabu stranu fakultetske nastave, a i sve šumarske škole u svijetu imaju svoje objekte i postrojenja za vršenje nastave i naučnih istraživanja. Kod toga treba imati ipak na umu, da fakultet mora da upozna studenta s osnovnim praktičnim radovima a praksa treba i ubuduće da vodi brigu o uvodenju u posao mladog šumarskog inženjera. Praktična strana nastave na fakultetu svodi se, naime, uglavnom na demonstriranje, a manje na samostalan stručan rad studenata.

Godine 1922. dobio je Poljoprivredno-šumarski fakultet na upravu poljoprivredno imanje Maksimir. Uz to imanje dobivena je i neka manja površina šuma (cca 373 ha), a stvorena je i mogućnost za

osnivanje šumskog vrta. Time je situacija donekle popravljena, ali opet nisu bile zadovoljene potrebe nastave i naučno-istraživačkog rada. Šuma u Maksimiru kao dio parka Maksimir ima poseban položaj i u gospodarskom smislu ne može se ni smatrati šumom. Njena je površina malena (120 ha), i ona može donekle poslužiti uglavnom samo za nastavu iz dendrologije i poznavanja drveća. Slično vrijedi i za objekte Šašinovečki lug (92 ha) i Dubrava-Mokrice (161 ha).

Na inicijativu profesora dra. Aleksandra Ugrenovića podnesena je radi toga godine 1932. predstavka tadašnjem ministru šuma i rudnika Viktoru Pogačniku, u kojoj je fakultet ponovo pokrenuo pitanje dodjele šumskih objekata. Tom prilikom je tražena površina od 6.000 do 10.000 ha šuma, i to tako da budu obuhvaćeni svi tipovi šuma (planinske šume jele, bukve i smrekе i nizinske šume hrasta, briješta i jasena). Na zahtjev tadašnjeg Ministarstva šuma i rudnika predstavka je precizirana tako, da se fakultetu na upravu preda 5.000 ha šuma na području tadašnje Šumske uprave Zalesina veleposjeda Thurn-Taxis i 1.000 do 2.000 ha nizinskih šuma na teritoriju državnih šumskih uprava Lipovljani, Rajić ili Nova Gradiška bivše Direkcije državnih šuma u Vinkovcima. Tadašnje Ministarstvo šuma i rudnika odbilo je tu predstavku fakulteta s motivacijom, da za ustupanje šumskih objekata na upravljanje fakultetu nema zakonskih mogućnosti.

Godine 1936. profesor Ugrenović u dogovoru s profesorima drom. Đ. Nenadićem, drom. A. Petračićem, drom. A. Levakovićem i drom. V. Škorićem ponovo je pokrenuo pitanje fakultetskih šumskih objekata. U predstavci Ministarstvu šuma i rudnika zatražena je dodjela 2.000 ha šuma na području tadašnje Šumske uprave Zalesina i 2.000 ha šuma na području šumskih uprava Lipovljani ili Rajić. Poslije dužeg administrativnog postupka ovaj je zahtjev ostao bez ikakva odgovora.

Godine 1939. i opet fakultet pokreće pitanje šumskih objekata, ali i ovaj puta bez rezultata. Takoder nisu imale uspjeha ni predstavke fakulteta za vrijeme okupacije.

Po završetku rata i oslobođenju zemlje 1945. godine pokreće se nova akcija, da fakultet dode do prikladnih šumskih objekata. U vezi s provođenjem agrarne reforme dobio je fakultet godine 1949. šumski objekt Sljeme u površini od cca 365 ha i Doktorščinu u površini od cca 156 ha. No ni ovi objekti nisu mogli zadovoljiti potrebe fakulteta. S jedne strane njihova je površina razmjerno malena, a s druge strane i oni spadaju u zeleni pojas grada Zagreba te stoga nisu prikladni za vršenje praktične nastave sa studentima u onom opsegu, kako je to za pravilnu nastavu potrebno.

Pošto je 1949. godine donesen Opći zakon o šumama i Zakon o šumama NR Hrvatske, koji su dopuštali mogućnost dodjeljivanja fakultetima pojedinih šumskih objekata za nastavne i naučne svrhe, Šumarski je odjel fakulteta ponovo pokrenuo pitanje ustupanja fakultetu prikladnih objekata. Rezultat je te akcije rješenje Mini-

starstva šumarstva NR-Hrvatske broj 21136-I-1949 od 31. XII. 1949. doneseno u sporazumu s Ministarstvom drvne industrije NR Hrvatske i uz suglasnost Predsjedništva vlade NR Hrvatske, kojim su ustupljeni na upravljanje Šumarskom odjelu Poljoprivredno-šumarskog fakulteta šumski objekti na području bivše šumarije Lipovljani (zajedno sa svim objektima i postrojenjima eksplotacije šuma) i šume bivše šumarije Zalesina.

Ovo rješenje donosimo u cijelosti:

NARODNA REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ŠUMARSTVA

Broj: 21136-I-1949

Predmet: Šume za potrebe nauke i nastave, predaju Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu.

Na temelju čl. 36 Zakona o šumama, a u suglasnosti sa Predsjedništvom Vlade NRH., na prijedlog Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, donosimo slijedeće

R J E S E N J E

1. Za potrebe nauke i nastave predaju se na upravljanje (stav 2 čl. 37 Zakona o šumama) Šumarskom odjelu Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu slijedeće šume, kao i objekti i postrojenja, koja im služe:

A) na području Šum. gospodarstva »Lugović u Novskoj:

a) Šume:

1. Šum. predjel Ribnjački lug	odjel	1 u površini od	115,18 ha
2. " " Crni lug	"	2 "	59,78 "
3. " " Iva	"	3 "	82,33 "
4. " " Vodoplava	"	4 "	65,56 "
5. " " Ražjevo	"	5 "	62,94 "
6. " " Čertak Veliki	"	6-9 "	201,70 "
7. " " Veliki Dol	"	10-14 "	304,67 "
8. Šum. predjel Veliki Dol br. 1 i 2, Opeke i Cardačinska greda s odjelima 7, 8, 12-14, 18-22, 26, 31, 35-45, 47-54, 58-61, 64-67, 71-74, 77-80, 83-87, 89-93, 95-108, 110-114, 117-121, 124-129, 132-136, 140-144, 146-151, 154-159, 161-166, 168-103, 105-108, 111-116, 118-123, 125-131, 133-145 sve ležeci u poreznoj općini Piljenice dio, Kraljeva Velika dio, Puska dio i Subocka, i to istočno od novoprojektiranog kanala za isušenje Lonjskog Polja u približnoj površini od cca	4.800,00 ha		
9. Šum. predjel Lubardenik odjel 1-11 u površini od			494,42 "
10. " " Jamaričko brdo odjel 1-10			1.415,10 "
		u ukupnoj površini od 7.601,68 ha.	

b) Objekti i postrojenja:

1. U poreznoj općini Lipovljani kat. čestica 19 kuća i dvorište u površini od	429 čhv.
" 17 vrt i bašta u površini od	1006 "
2. U poreznoj općini Medurić kat. čestica 583 oranica Podbrdjalj	6 rali 25 "
" 579/1 oranica Pašnjik	1005 "
" 580 Šuma Pašnjik	129 "
" 590/1 oranica Livatka	522 "
595/2 oranica Pod Štrekom	1 k. j.
3. U poreznoj općini Banova Jaruga kat. čestica 310 oranica Posavka	1 k. j. 1057 "
4. Zgrada šumarije Lipovljani i Banova Jaruga sa gospodarskim zgradama, dvorištem i potkućnicom.	
5. Zgrada lugarnice Jamaričko Brdo s dvorištem, potkućnicom i 2 rala 4 čhv. oranice i ūm. vrt.	
6. 1 ral zemljišta uz lugarnicu Novine.	

Iz navedenih Šuma podmiruju se lokalne potrebe na gradevnom i ogrijevnom drvu sela Medurić, Janja Lipa, Jamarica, Banova Jaruga, Krivaj, Piljenice, Kraljeva Velika sa Gradinom, Lipovljani, Torovi, Novi Grabovac, Kozarica dio, Sigeći, Krapje, Puska i Lonja.

- B) Na području šum. industrijskog poduzeća u Novoj Gradiški šum. radilište Lipovljani:
1. glavno stvarište u Lipovljanim s upravnom i stambenom zgradom, i pomoćnim zgradama kao šupa za ugljen, alatnica, kovačnica, ložionica, štala, baraka na utočvarnoj rampi i dr.;
 2. na području šume Opće: menza, barake, štala, bunari kod barake;
 3. na području šume Savički Dol: menza, baraka, štale i bunar;
 4. industrijska željezница: Gor. i donji stroj 0,76 m:
 - a) Lipovljani—Savički Dol u duljini od 23,5 km.
 - b) Opće—Žabarski Bok—obala Save u duljini 7,5 km.
 - c) Odvojak pruge od odjela 28—Savički Dol do odjela 41 Veliki Dol u duljini 3 km.
 - d) Industrijski kolosijek na glavnem stvarištu u duljini od 1250 m.

- C) Na području šum. rajona II. »Skrad« Šum. gospodarstva »Bitoraj« u Delnicama:
- a) Bivši revir »Zalesina«, koji se sastoji iz šumskih predjela Illovac, Podvodjenjak, Kupjački vrh, Rayan, Curak, Bukova Kosa, Belevine i Dedički vrh, koji leže na području kat. općina Brod na Kupi, Delnice i Divjaka s ukupnom površinom od 2.388,9 ha.

b) Objekti:

1. lugarnica u Kupjaku sa gospod. zgradama i			
kat. čest. br. 8025/1 livada u površini od	133	čhv.	
" 8026 kuća i dvor u površini od	84	"	
" 8027 livada u površini od	780	"	
" 8029/1 oranica u površini od	1434	"	
sve porezne općine Divjake.			
2. zgrada šumarije u Zalesini sa			
kat. čest. 8665 kuća i dvorište šum. sa povr. od	307	čhv.	
" 8666 oranica (vrt) sa površ.	38	"	
" 8667 oranica sa površ.	205	"	
" 8668 oranica sa površ.	85	"	
" 8669 livada sa površ.	1371	"	
sve porezne općine Delnice.			

Iz navedenih šuma podmjeruju se lokalne potrebe na građevnom i ogrjevnom drvu sela: Zalesina, Dedin, Marija Troš, Rogi, Buzin, Radočaj, Planine, Vel. Pucak.

II. Primopredaja šuma, objekata i postrojenja naznačenih u toč. I. ovog rješenja imade se obaviti u roku od 1 mjesec po komisiji, u koju ulaze predstavnici Ministarstva šumarstva, Ministarstva drvne industrije, Šum. gospodarstva, Šum. industrijskog poduzeća te Šumarskog odsjeka Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

O tome se obavješćuju:

1. Poljoprivredno-šumarski fakultet - Šumarski odsjek Sveučilišta u Zagrebu, na broj 5789-1949.
2. Narodni odbor Oblasti Zagreb
3. Narodni odbor Oblasti Rijeka
4. Šumsko gospodarstvo »Lugovi« u Novskoj
5. Šumsko gospodarstvo »Bitoraj« u Delnicama
6. Šumsko-industrijsko poduzeće Nova Gradiška
7. Glavna direkcija Ministarstva drvne industrije za Sjeverni Bazen.

Smrt fašizmu — Sloboda narodu!

Zagreb, dne 31. XII. 1949.

MINISTAR DRVNE INDUSTRIJE:

Stanko Opačić, v. r.

M. P.

Suglasan sam

MINISTAR SUMARSTVA:

Simo Todorović, v. r.

PREDSJEDNIK VLADE:

Dr. Ul. Bakarić, v. r.

Ovim je rješenjem konačno likvidirano pitanje dodeljenja fakultetu šumskih objekata za vršenje fakultetskih nastavnih i naučno-istraživačkih radova i zadovoljena pedesetogodišnja težnja fakulteta da šumarsku nastavu uz moguće dići na viši nivo.

**I. ORGANIZIRANJE ŠUMSKOG GOSPODARSTVA
POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKOG FAKULTETA
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

Pošto je fakultet primio rješenje o dodjeljenju šumskih objekata, Fakultetsko vijeće izabralo je na I. izvanrednoj sjednici održanoj dne 17. I. 1950. god., po prijedlogu Šumarskog odsjeka, privremeni odbor za fakultetske šume. Zadatak toga odbora sastojao se u tome, da preuzme objekte i organizira upravljanje njima. U taj privremeni odbor izabrani su prof. dr. Nikola Neidhardt, prof. dr. Milan Anić, ing. Dušan Klepac i ing. Roko Benić. Na svojoj prvoj sjednici dne 20. I. 1950. odbor se konstituirao kako slijedi:

- a) pročelnik: N. Neidhardt;
- b) tajnik: R. Benić;
- c) članovi odbora: M. Anić i D. Klepac.

Prije preuzimanja šumskih objekata u upravu Fakulteta postavio se pred odbor problem stručnog rukovodećeg osoblja za upravljanje dobivenim objektima, t. j. problem pogodnog stručnjaka za položaj direktora šuma i stručnjaka za upravitelje šumarija u Lipovljanim i Zalesini. Nakon dužeg pregovaranja s ministarstvima šumarstva i drvne industrije suglasilo se Ministarstvo šumarstva, da za položaj direktora odstupi ing. Josipa Radoševića, načelnika planskog sektora toga Ministarstva, a Ministarstvo drvne industrije dalo je pristanak, da u službu Fakulteta za upravitelja šumarije u Lipovljanim prijede ing. Emanuel Vilček, šum. inženjer na službi kod Drvno-industrijskog poduzeća u Novoselec-Križu. Za vršioca dužnosti upravitelja šumarije u Zalesini primljen je ing. Eduard Gradečki, diplomirani inženjer šumarstva.

a) *Preuzimanje šumskih objekata*

Pošto je riješeno pitanje stručnog rukovodećeg osoblja gospodarstva i šumarija, pristupilo se preuzimanju objekata. Šumski objekti u Lipovljanim preuzeti su dne 3. X. 1950. Radi uvida u tok preuzimanja i objekte, koji su preuzeti, donosimo u prijepisu zapisnik o primanju i predaji:

Z A P I S N I K

sastavljen dne 3. X. 1950. u uredu šumarije Lipovljani u predmetu: Primopredaja šumarije Lipovljani i šumske manipulacije Lipovljani Šumarskom odsjeku Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na osnovu rješenja Predsjedništva Vlade NRH broj 28860/49 od 7. I. 1950. i Ministarstva šumarstva NRH broj 21136-I-1949, od 31. XII. 1949. i Ministarstva drvne industrije NRH broj 33617/49 od 10. XII. 1949.

Primopredaja je odredena rješenjem Ministarstva šumarstva NRH broj 13239 od 27. XI. 1950.

Prisutni: Od strane Ministarstva šumarskog NRH drug Majnarić ing. Marijan.
" " Generalne direkcije drvene industrije drug Lazanac Milan.
" " Šumar. fakulteta Sveučilišta u Zagrebu dr. Vajda Zlatko i ing. Benić Roko.
" " Drveno-industrijskog poduzeća Nova Gradiška Lipičanin ing. Mijo.
" " Šumskog gospodarstva »Psunj« Nova Gradiška Ivošević Gajko i Petrović
" " ing. Franjo.
" " Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Zagreb direktor
Radošević ing. Josip i ing. Vilček Emanuel, upravitelj šumarije Lipovljani.

P. P.

Gore navedeni sastali su se dne 3. listopada 1950. u 11 sati u prostorijama šumarije Lipovljani i počeli s primopredajom i preuzetom je:

1) Zgrada šumarije u Lipovljanim. Ova zgrada je sagradena 1946. na temeljima stare zgrade šumarije. Zgrada leži na dijelu kat. čestice 19 k. o. Lipovljani i s dvorištem je prije izgradnje zadržanog doma imala površinu od 429 čhv.

Odbor za gradnju zadržanog doma je samovoljno ušao u posjed jednog dijela kat. čest. broj 19 i izgradio dio zadržanog doma. Spor, koji je nastao oko toga, nije okončan. Naknadno će šumarija Novska cijeli spis o prednjem predati šumariji Lipovljani.

Uz zgradu šumarije predaje se i vrt, kat. čest. broj 17 s površinom od 1.006 čhv. Nadalje uz zgradu predaje se i gospodarska zgrada veličine 6 x 15 sa nuzgradama. Za zgradu šumarije predaje se i načet iste. Zgrada je nedovršena pa uglavnom treba da se na njoj izvedu slijedeći radovi: a) Vanjsko ūbakanje, b) Izrada stepenica i ulaza u kancelariju, c) Vodovodna instalacija, d) Uređenje poda na tavanu, e) Ličenje i ūlikanje prostorija, f) Postavljanje ūlijebnjaka.

Zgrada je u dosta oštećenom stanju te je potrebno izvršiti krećenje i ustaklivanje razbijenih prozora. Uz zgradu prima se sitni građevni materijal za dovršenje iste prema iskazu broj 1. Od inventara i namještaja predaje se isti prema iskazu broj 2.

U stanu upravitelja šumarije stannuje drug Dubičanac Ivan na dužnosti povjerenika za šumarski K. N. O. Novska. Štavlja se u dužnost upravitelju šumarije u Novskoj da istom otkaze stan odmah.

Što se tiče poslovanja iskorijevanja šuma na području šumskog radilišta Lipovljani konstatuje se slijedeće:

Sve drvene mase predviđene planom sjećje za industriju na području, koje prima fakultetska šumarija, predane su drvenoj industriji, osim drvene mase u šumi Ražjevo (cca 600 m³). Od predanih drvenih masa nije posjećena u šumskom predjelu Crni lug odjel 2 masa na površini cca 25 ha, koja je predviđena za čistu sjeću sa cca 3.000 m³.

Ostale sjećine, koje dolaze pod upravu šumarije Lipovljani, iskorijetene su osim cca. 100 m³ u Opekama, koja nije posjećena. Drvena masa izvezena je na pomoćno i djelomično na glavno stvarište osim cca. 500 m³ raznog materijala u šumskom predjelu Opeke, koja se još nalazi u šumi kod panja, te u Ribnjačkom lugu (cca. 600 m³ trupaca) i u Crnom lugu (cca 400 m³ trupaca i tanina).

Van područja šuma, koje preuzima fakultet, radilište Lipovljani imade sjećnu Žabarski bok, koja je vezana šumskom prugom sa glavnim stvarištem u Lipovljanim. Na toj sjećini imade posjećenog, a neizvezrenog cca. 5.000 m³, a ima se još u IV. kvartalu 1950. posjeći i izvesti daljih 10.000 m³. Polovina od navedene mase izvest će se na glavno stvarište Lipovljani, a druga polovina na glavno stvarište Lipovljani.

Iz naprijed izloženog fakultet ne može preuzeti režijsko poslovanje danas, jer ne raspolaže sredstvima za izvršenje istoga s obzirom na bliski završetak planske 1950. godine, pa će se šumsko radilište Lipovljani, koje se nalazi na području fakultetskih šuma, preuzeti sa danom 1. I. 1951.

Drugajiji postupak biće bi na štetu proizvodnje, jer bi se šumsko radilište moralо cijepati na dvoje, što bi ugrozilo pravovremeno izvršenje planskih zadataka.

Sa današnjim danom preuzimaju se, a Drveno-industrijskom poduzeću Nova Gradiška ostavljaju na upotrebu i raspolažanje objekti na glavnom stvarištu u Lipovljanim navedeni u popisu broj 3. Sve troškove izdržavanja, čuvanja i osiguranja do konca 1950. snosi i dalje DIP Nova Gradiška s tim, da se do toga roka ne plaća nikakova uporabnina.

Glavno stvarište Lipovljani sa površinom cca. 50 ha je vlasništvo općenarodne imovine, a gruntovno stanje treba utvrditi izvatom iz gruntovnice i priložiti ovom zapisniku. Od navedenih cca. 5 ha otpada na privatno zemljište 1. k. j. i 357 čhv. za koje se plaća godišnja zakupnina Krejči Veroniki iz Lipovljana kbr. 124 u iznosu 7.828.— Din na osnovu uporabnog ugovora šumskog radilišta Lipovljani broj 4.166/50, odnosno DIP Nova Gradiška broj 2409/50, koji se u prijepisu prilaze kao prilog br. 4. Zakupnina za 1950. isplaćena je.

Kancelarija šumskog radilišta Lipovljani smještena je u jednom dijelu nedovršene zgrade vlasništvo Stojs Vjekoslava, koja leži na kat. čestici 593/1 površine 103 čhv., 594/1 površine 392 čhv. i 3.315 površine 1. k. j. 158 čhv. U zgradi se nalazi jedna brijačnica i žitni fond sa svojim skladistištim.

Neizradene stope predane (u Crnom lugu), odnosno osigurane (u Ražjevu) drvene mase DIP Nova Gradiška ne kani do konca 1950. iskoristiti osim ukoliko ne bi uslijedilo neko novo rješenje.

Od postojećeg vozognog parka radilišta Lipovljani predaje se šumariji Lipovljani stroj »Partizan« (broj 19132) sa tenderom i 15 pari gipova ili rama, koji se ostavljaju na upotrebu bez ikakve odštete DIP-u do 1. I. 1951. s tim, da ih toga dana ima predati u ispravnom stanju.

Od radionica preuzima se jedna kompletan kovačnica i kolarница prema zatečenom stanju na današnji dan, kako je iskazano u popisu broj 5. Iste ostaju na upotrebu DIP-u do 1. I. 1951.

Ukoliko DIP Nova Gradiška poslije 1. I. 1951. produži sa iskorišćavanjem postojećih šumskih pruga radi izvoza, šumarija Lipovljani dužna je staviti na raspolaganje šumsku prugu i po mogućnosti svoj vozni park. Pitanje suporabne rješit će se sporazumno u tom momentu. Sto se tiče stovarišta i utovarne rampe, šumarija je obavezna da iste stavi na raspolaganje DIP-u bez ikakve naknade. Eventualna oštećenja popravljiva ostetilac. Način i vrijeme korišćenja rješit će, međusobno upravitelji prema situaciji u danom momentu. Isto tako stavit će se na raspolaganje DIP-u Nova Gradiška i postojeće zgrade na stovarištu, koje budu potrebne za nesmetani rad.

Završeno dne 3. X. u 18,30 sati.

Primopredaja nastavljena 4. X. 1950. na licu mesta u šumi Veliki dol 23 i Opeke 20.

DIP Nova Gradiška predaje objekte navedene u popisu 6. u Velikom dolu i Opekama u posjed s time, da zgrade u Opekama ostaju na besplatnu upotrebu DIP-u do 1. I. 1951.

Predaje se šumska pruga; od Lipovljana do Savičkog dola u dužini cca. 23,5 km; pruga Opeke-Zabarski bok-obala Save u dužini 7,5 km; odvojak pruge od odjela 28 Savički dol do odjela 41. Veliki dol oparan je u mjesecu studenom 1949. i ne predaje se. Predaju se industrijski kolosjeci na glavnom stovarištu u Lipovljanim i stovarištu obala Save u dužini cca. 2,5 km. Cjelokupna vrijednost ovih kolosjeka 0,76 je 9,200.000 Din.

Predaje se i telefonska linija Lipovljani-Zabarski bok.

Od osoblja šumskog radilišta Lipovljani fakultetska šumarija Lipovljani reflektira, da sa danom 1. I. 1951. preuzme slijedeće osoblje: Vuković Milana, Holberger Duru, Glavaš Josipa, Stifter Stjepana, Kojnok Josipa i Matovina Duru.

Od šumskog gospodarstva »Psunj« Nova Gradiška preuzete su šume slijedetih šumskih predjela:

Gospodarska jedinica »Posavska šuma« šumarija Lipovljani dijelovi Opeka, Čardačinska greda i Vrboviti jarak sa odjelima: 7, 8, 12-14, 17 dio do 22, 25-31, 34-43, 46-54, 57-61, 62 dio -108, 110-114, 117-121, 124-129, 132-136, 140-144, 146-151, 154-159, 161-166, 168 dio -191, sve ležeće u p. o. Piljenice, Kraljeva Velika, Suboska, Puska i to istočno od korita Trebeža i Vel. Struga sa ukupnom površinom od 5,327,15 ha.

Ova mesta učeta, kao jedina danas postojeća prirodna granica na terenu, jer trasa novog kanala nije vidljivo obilježena, niti je definitivna, a učeta mesta približno odgovara zemljишnoj granici. Prednje je učinjeno radi pravilnog gospodarenja i čuvanja tih šuma. Kad dode da izgradnjo i nasipa mesta će se rektificirati.

Gospodarska jedinica »Čertaci-Lugovi« sa šumskim predjelima Ribnjački lug (odj. 1), Crni Lug (odj. 2), Iva (odj. 3) Vodoplava (odj. 6), Ražljevo (odj. 5), Veliki Čertak (odj. 6-9) i Veliki dol (odj. 10-16) sa ukupnom površinom 812,16 ha.

U dosadašnjem gospodarenju najviše su iskorišćeni šumski predjeli Opeke i sjeverni dio Velikog dola, dok su manje iskorišćeni odjeli Čardačinske grede i Vrbovitog jarka, te odjeli između Pakre i Osmanovog Polja i odjeli 38, 50, 61-67, koji su konsignirani 1949. za industriju, ali nisu predani.

Napominjemo se, da šume, koje se nalaze južno od Trebeža i Vel. Struga sa šumama, koje se predaju Poljoprivredno-šumarskom fakultetu, čine jednu organsku cjelinu. Za njihovo valjano upravljanje i čuvanje bilo bi najbolje, ako u najskorije vrijeme ne dode do pretvorbe tih šuma u drugu vrstu kulture, da se iste predaju na upravljanje fakultetskoj šumariji Lipovljani. Njihovo upravljanje iz šumarije Novska vrlo je neprikladno pa čini u tom pogledu znatne teškoće toj šumariji. Predlažemo, da se po prednjem donesu posebno rješenje.

Završeno u 18,30 sati.

Primopredaja nastavljena dne 5. X. u 8 sati i preuzeto je:

1. Lugarica Jamaričko brdo izrađena od hrastovih planjki, pokrivena crijevom, veličine 10×12×3 m. Zgrada je podignuta 1946. do 1948. na starim temeljima, jer je stara zgrada za vrijeme rata oštećena. Zgrada se sastoji od 2 sobe, kuhinje, predсобљa, smotnice za stari lugara i jedne putničke sobe. Zgrada nije posve dovršena i potrebno je izvršiti ličenje drvenorije i manje opravke, krečenje, ustavljanje prozora te šljebove. Uz zgradu postoji bunar, krušna peć i svinjac. Ne postoje staja i istu je potrebno izgraditi. Veličina potkućnice iznosi 1200 čhv. Uz zgradu nalazi se 2 k. oranice i šumski vrt sa površinom od cca 2 kj.

Zgrada šumarije Banova Jaruga sa gospodarskim zgradama. Zgrada je zidana i u ratu izgorjela. Godine 1949. popravljena je od »Elektree«, kojoj je izdana u 30-godišnji zakup s tim, da šumarija ima na upotrebu jedan jugarski stan, koji se sastoji od dvije sobe, kuhinje i smotnice, dok preostalih pet soba, 2 kuhinje i dvije smotnice ostaju »Elektre«. Uz zgradu nalazi se i dvostrane sa okućnicom veličine 1200 čhv., koju također sa dvije trećine uživa »Elektre«. Nadalje predaže se u p. o. Medurić kat. čest.

583 oranica Podbrdalj u površini	6 kj.	25 čhv.
579/1 oranica Pašnjak u površini	1005	"
580 šuma Pašnik u površini	129	"
590/1 oranica Livadka u površini	522	"
599/2 oranica Pod Štrekom	1 kj.	

U poreznoj općini Banova Jaruga kat. čestica 310 Oranica Posavka 1 kj. 1051 čhv.

Gore navedene zemljišta uživalo je lug. osobljje kao deputatno zemljište. Momentalno je obrađeno 3 kj., koja su zasijana pšenicom iz polovine, dok je ostatak od cca 3,5 kj. još neobrađen. Predaje se nadalje šuma Lubardenik (odjel 1-12) s površinom 494,42 ha, Jamaričko brdo (odjel 1-10) sa površinom 1445,10 ha.

Završeno u 17 sati.

Primopredaja nastavljena 6. X. u 8 sati.

Iz naprijed navedenih šuma podmiruju se lokalne potrebe na građevnom i ogrjevnom drvu sela:

Medurić sa	cca 200 domaćinstava
Janja Lipa	70 "
Jamarice	80 "
Banova Jaruga	180 "
Krivač	120 "
Piljenice	140 "
Kralj. Velika sa Gradinom	225 "
Lipovljani sa Torovima	750 "
M. Grabovac	60 "
Kozarice dio	30 "
Sigetci	65 "
<i>Svega:</i>	<i>cca 2000 domaćinstava</i>

Sela Puska, Krapje, Lonja i Plesmo ne mogu se snabdjevati sa područja šumarije Lipovljani, jer ne gravitiraju u te šume i nalaze se južno od Struga i Trebeža te se trebaju ušumiti u Šavićkom dolu, Žabarskom boku te šumama Dubičke i Novske šumarije.

Sva naprijed navedena sela su podmirena gradom i ogrjevom za 1950. godinu osim Lipovljana, kojima je konsignirana, ali nije izdana grada. Selo Medurić nije primilo ogrjev, jer ga ima izraditi od ovršina, koja su mu predane na izradu, ali nije još naplaćen.

Gradu i ogrjev, koja nije plaćena, naplatiti će šumarija Lipovljani.

Sve sjećine predane drv. ind. poduzeću Nova Gradiška na izradu na području nove šumarije Lipovljani plaćene su Šumskom gospodarstvu »Psunj« Nova Gradiška.

Na strane Šumskog gospodarstva »Psunj« odnosno šumarije Novska nisu predani nikakvi novčani iznosi niti u gotovini niti u vrijednostnim papirima.

Procjembene knjižice i prodajni popisi za VIII. i IX. mjesec 1950. ostaju šumariji Lipovljani radi kontrole. Predane su šumariji gospodarske osnove i nacrta prema priloženom popisu broj 7.

Cuvanje šuma povjereno je šumskoj N. M. K. N. O. Novska.

U pogledu površine, koja je predana šumariji Lipovljani kao lovišta, izdana su u zakup lovačkim društvinama Lipovljani, Medurić-Banova Jaruga, Krapje i Lonja. Zakupnina za 1950. g. nije naplaćena. Ugovore s lov. društvinama predat će Šumsko gospodarstvo »Psunj« šumariji Lipovljani.

Nadalje preuzime se slijedeće osoblje:

Knežević Ivan, lugar	sa mjes. platom	2.750	i ter.	pauš.	1000 Din
Planine Leopoldi, ml. š. t.	" "	2.930	" "	600	"
Rupčić Marko, st. lugar	" "	2.930	" "	600	"
Desić Stjepan, st. lugar	" "	3.020	" "	1000	"
Berić Radovan, st. lugar	" "	2.930	" "	600	"
Zubčić Danijel, st. lugar	" "	2.930	" "	600	"
Herceg Mato, lugar	" "	2.750	" "	600	"
Merle Antun, st. lugar	" "	2.930	" "	—	"
Simčić Franjo, dnev.	" "	2.750	" "	—	"
Fučak Mijo, ml. š. tehn.	" "	2.930	" "	600	"
Dragošević Reza, podvor.	" "	1.976	" "	—	"
Marmelić Ivan, uč. u privr.					

Predaje se dinamički plan radne snage za 1950. g. sa ukupnom kvotom službenika i radnika 19. Šumsko gospodarstvo »Psunj« Nova Gradiška dostaviti će sve lične podatke za preuzeto osoblje Šumskom gospodarstvu Poljopriv. šumarskog fakulteta Zagreb.

Time je primopredaja dokončana i od današnjeg dana čitavu upravu s predanim šumama vršit će Šumsko gospodarstvo Poljopriv. šumar. fakulteta u Zagrebu, a uprava po Šum. gosp. »Psunj« Nova Gradiška prestaje.

Zaključeno i potpisano.

Predavatelj:

Za Šumsko gospodarstvo »Psunj«

Ivočević, v. r.

P. Lončar, v. r.

Primatelj:

Za Šum. gosp. Šum. fakulteta

Ing. Radošević, v. r.

Ing. Uliček, v. r.

Prisutni:

Predstavnik Min. Šumarstva NRH: Ing. Majnarić, v. r.

Predstavnik DIP-a Nova Gradiška:

Ing. Lipičanin, v. r.

Predstavnik Gen. direkcije Drv. ind. NRH: M. Lazanac, v. r.

Predstavnici Polj. Šum. fakulteta: Dr. Uajda, v. r., Benić, v. r.

Izaslanik Šumskog gospodarstva u Novoj Gradiški ing. Franjo Petrović na raspored ušumljenja sela stavlja slijedeću primjedu:

Šelo Plesmo odavujek se ušumljavalo u predjelu Vrboviti jarak gosp. jedinice Lipovljanske šume, koji predjel gravitira tom selu. Šume biv. imovine Čardačinske grede odjel 4—12 sastojine hrasta i jasena imaju vrlo malo pomoćnih podstojnih vrsta, da bi se mogle dati za gorivo bez šteće po sastojinu, dok Vrboviti jarak ima dosta sitnog materijala, koji se treba vaditi i osigurava trajno ušumljivanje sela Plesmo.

Šelo stara Subocka bilo bi upućeno na Trstiku, koja također ima minimum pomoćnih podstojnih vrsta, koje se ne mogu iz sastojine više vaditi. Naprotiv, rubni odjeli Čardačinske grede gosp. jedinice Lipovljanske šume nisu sjećeni za industriju i imaju sitnog drvenog materijala za trajno ušumljivanje.

Šumarija Novska ima jaka sela Brestaču i kotarsko mjesto Novska za koje treba sa ustanovama oko 10.000 prm. ogrjeva godišnje, te su upućeni na iskoristene brdske šume, a neki zaseoci na Trstiku.

Iz navedenoga potrebno je selo Plesmo ostaviti na ušumljenju u Vrbovitem jarku, a dvije trećine domaćinstva sjevernog dijela sela Stara Subotska ušumiti u Čardačinskoj gredi Šumarije Lipovljani. Drugi dio selo Stara Subotska (oko jedne trećine domaćinstava) može ušumiti Šumarija Novska u biv. imovinskoj Čardačinskoj gredi, odjel 7-9 od sitnog materijala. Ukoliko na to ne pristane Direkcija fakultetskih dobara, moli se, da riješi Ministarstvo Šumarstva.

Ing. Franjo Petrović, v. r.

Sa strane Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta u Zagrebu daje se na gornju napomenu slijedeći odgovor:

Rješenjem Ministarstva Šumarstva i Ministarstva drvene industrije, a u suglasnosti sa Predsjednikom Vlade, kojim su dane šume u Lipovljanim na upravu Šumar, odsjeku Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta u Zagrebu nisu navedena sela Plesmo i Stara Subotska za ušumljavanje u tim Šumama. Ovo s razloga, jer bi to suviše opteretilo postojeće šume, koje su dosadanjim koristenjem znatno iscrpljene, a podstojna sastojta treba da se čuva u svrhu pravilnog ugoja glavne sastojine. Ovo gospodarstvo opterećeno je izdavanjem drva velikom broju sela, koje treba trajno snabdijevati ogrevjem u gradom samo iz tih objekata, dok šumsko gospodarstvo Nova Gradiška ima mogućnosti da navedena sela Staru Subotsku i Plesmo snabdijeva i iz drugih predjela. Samo letimičnim pregledom kod same primopredaje moglo se je vidjeti, da će ovo Šumsko gospodarstvo već u najskorijoj budućnosti i za onaj broj domaćinstava, koji je njoj dat na ušumljenje, doći u znatne poteškoće, te da će jedan dio sela iz okoline predjela Lubardenik i Jamaričko brdo morati snabdijevati ogrevjem iz nizinskih Šuma.

Iz naprijed navedenog molim, da se ušumljenje sela Plesmo i Stara Subotska ostavi pod matično Šumsko gospodarstvo Nova Gradiška.

Ing. Radojević Josip, v. r.

Prilog br. 1

POPIS GRAĐEVNOG MATERIJALA, KOJI SE NALAZI U ŠUMARIJI LIPOVLJANI

	vrijedi
1. Betonske cijevi promjera 15 cm 11 kom.	1.100 Din
2. Željezne cijevi za vodovod 4 kom.	600 -
3. Umivaonika 2 kom.	600 -
4. Nogara za umivaonik 6 kom.	300 -
5. Olovne i željez. cijevi 10 kom.	1.100 -
6. Željeza šipkastog 50 kg	800 -
7. Izljeva (augus) 2 kom.	400 -
8. Željeza okruglog 30 kg	480 -
9. Željeza šipkastog 20 kg	320 -
10. Dašćica za stepenice 2 snopa	400 -
11. Šinje pružne male 25 kg	125 -
12. Dimovodne cijevi 4 kom.	40 -
13. Vrata neolitena sa okvirom 4 kom.	6.000 -
14. Prozori veliki ustakljeni 2 kom.	2.000 -
15. Prozori mali 1 kom.	500 -
16. Kada za kupanje 1 kom.	4.000 -
Svega	18.765 Din

Prilog br. 2

INVENTAR PUTNIČKE SOBE

	Vrijednost
1. Hrastov stol 1 kom.	600.- Din
2. Noćni ormarić 1 kom.	1.100.- -
3. Vješalica za odijelo	100.- -
4. Peči marke F 3 kom.	3.000.- -
5. Peškira 1 kom.	25.- -
6. Čebe (gunji) 1 kom.	1.400.- -
7. Stednjak »Triumph« 1 kom.	3.500.- -

UREDSKI NAMJESTAJ I TEHNIČKI PRIBOR

8. Pisaci stol od mekog drveta 1 kom.	500.-
9. Pisaci pult od mekog drveta 1 kom.	100.-
10. Stolca bukova 2 kom. neupotrebljiva	—
11. Hrastove stolice 5 kom.	—
12. Vješalice za odijelo 1 kom.	100.-
13. Slika maršala Tita 1 kom.	150.-
14. Kolobroja 7 kom.	3.500.-
15. Doznačnih čekića 13 kom.	650.-
16. Sumokvarnih čekića 11 kom.	3.550.-

	Vrijednost
17. Klupa (promjerki) 7 kom.	3.500.—
18. Lopata 7 kom.	350.—
19. Budaka 7 kom.	250.—
20. Pijuka 1 kom.	50.—
21. Svarba (bradva) 2 kom.	150.—
22. Sjekira 1 kom.	30.—
23. Testera čavlarica 4 kom.	600.—
24. Tačke rabljene 1 kom.	400.—
25. Čekića lug. raznih 12 kom.	600.—
26. Kante od lima 6 kom.	900.—
27. Čamac sa veslom 1 kom.	3.500.—
28. Ormar od mekog drveta (stari zeleni)	500.—
29. Drvena tintarnica 1 kom.	175.—
30. Držala za pisanje 2 kom.	11.—
31. Posušila 3 kom.	216.—
32. Tintarnice staklené 3 kom.	67.50
33. Ravnalo 1 kom.	5.—
34. Rama za sliku 1 kom.	10.—
<i>Ukupno</i>	29.969.50 Din

Prilog br. 3

POPIS ZGRADA NA GLAVNOM STOVARISTU LIPOV LJANI

1. Tovaraška baraka od topolovih dasaka pokrivena crijeponom, veličine $6 \times 2,3 \times 2$ m	5.000.—	Din
2. Zgrada otpremnika od kanatnog zidja pokrita crijeponom, veličine $3 \times 2,5 \times 2,8$ m	3.000.—	*
3. Sindikalni dom od brvana piljenih, pokrit crijeponom, veličine $10 \times 5,5 \times 2,8$ m	55.000.—	*
4. Ložiona, kolarnica, kovačnica sa šupom za potkivanje konja iz drveta i djel. opike, pokrita crijeponom, osim šupe za potkivanje	48.000.—	*
5. Bunar pred kovačnicom drveni, pokriveni crijeponom	10.000.—	*
6. Stambena zgrada brvnara od brestovog materijala, pokrivena crijeponom, veličine $10 \times 6,3 \times 3$ m	70.000.—	*
7. Drvarnica od dasaka, pokrivena ljepenkom, veličine $4 \times 2,5 \times 2,5$ m	5.000.—	*
8. Šupa za spremanje alata pruž. partije, te Šupa za skladište goriva i maziva, pokrivena daskom, veličine $8 \times 4 \times 2$ m	8.000.—	*
9. Nužna od dasaka, veličine $2,5 \times 1 \times 2,3$ m	2.500.—	*
10. Šupa za sijeno od drvenog materijala, pokrita crijeponom, veličine $10,3 \times 6,3 \times 4$ m	50.000.—	*
11. Kancelarija skladišta od brestovih planjki, pokrivena crijeponom, vel. $5 \times 4 \times 3,5$ m	20.000.—	*
12. Šupa za spremanje alata od dasaka, pokrivena ljepenkom, veličine $3,5 \times 2 \times 2$ m	3.000.—	*
13. Staja za konje od pamova, pokrivena daskom, veličine $15 \times 6 \times 2,8$ m	50.000.—	*
14. Svinjac sa kokosinjom od drva, pokriveni crijeponom, veličine $6 \times 2 \times 3$ m	10.000.—	*
15. Stambena zgrada od kanatnog zida sa tri nadstrelnice, pokrivena crijeponom, veličine $10,3 \times 6,3 \times 3$ m	70.000.—	*
17. Staja i stambena zgrada od jelovih oblica, vel. $16 \times 6,5 \times 3$ m, pokrivena crijeponom	80.000.—	*
16. Bunar za vodu drveni, pokriveni crijeponom	10.000.—	*
18. Krušna peć, pokrita crijeponom	2.500.—	*
19. Utovarna rampa	170.000.—	*
<i>Svega</i>	672.000.—	Din

Prilog br. 4

SUMSKO RADILIŠTE LIPOV LJANI

Broj: 466-1950.

U G O V O R

Sastavljen dana 21. I. 1950. g. u kancelariji šumskog radilišta Lipovljani između Krejči Veronike i Šum. radilišta Lipovljani o zakupu zemljišta.

Krejči Veronika kbr. 124 iz Lipovljana daje pod zakup ovom radilištu parcelu zemljišta broj 3264/2 u veličini 1 jutra i 357 čhv. za korišćenje glavnog stovarišta.

Zakupnu traži stranka po 1 čhv. 4.— Din, što bi odgovaralo 1957 čhv. a 4 = 7.828.— Din.

Zakupnina teče od 1. I. 1950. g. kod produženja ugovora odobrenog od ŠIP-a.

Ugovor je sastavljen u tri istovjetna primjerka, od kojih 1 za Krejči Veroniku, a dva za šumsko radilište Lipovljani, zakupca.

Lipovljani, 26. I. 1950.

Zakupodavac:

Veronika Krejči, v. r.

Zakupac:

Uuković, v. r.

Da cijene odgovaraju mjesnim prilikama potvrđuje.

M. N. O. Lipovljani.

M. P.

Tajnik:

Kordas, v. r.

Predsjednik:

u z. Pintar Josip, v. r.

**POPIS VOZNOG PARKA I ALATA KOJI ŠUM. RADILISTE LIPOVLJANI PREDAJE
FAKULTETSKOJ ŠUMARIJI**

		Vrijednost
1)	Stroj »Partizan« broj 19132 od 6 t	300.000.— Din
2)	Gipova željezna 30 kom.	120.000.— "
3)	Tender 1 "	6.000.— "
4)	Pružne vagonice 2 "	1.600.— "
5)	Vinte dizalice 2 "	3.400.— "
6)	Pajzer čelični 2 "	720.— "
7)	Crijevo za vodu 1 "	500.— "
8)	Ključeva raznih 5 "	250.— "
9)	Zarač 1 "	50.— "
10)	Grablje za vatru 1 "	40.— "
11)	Štrećaljka za pranje stroja 1 "	2.000.— "
12)	Reflektor za noćnu vožnju 1 "	2.000.— "
13)	Skripac 1 "	1.250.— "
14)	Kovački mješ 1 "	6.600.— "
15)	Stroj za bušenje 1 "	5.450.— "
16)	Nakovanj 1 "	2.850.— "
17)	Čekić veliki 1,75 kg 1 "	150.— "
18)	Kovački klijesta 4 "	160.— "
19)	Probijaća čeličnik 3 "	45.— "
20)	Čekić za podkivanje 1 "	45.— "
21)	Svarba kolarska 1 "	180.— "
22)	Smršlj Šajba 1 "	2.000.— "
23)	Turpija kovačka 1 "	250.— "
<i>Svega</i>	455.540.—	Din

**POPIS ZGRADA ŠUMSKOG GOSPODARSTVA LIPOVLJANI, KOJE SE PREDAJU
ŠUMARIJI LIPOVLJANI**

U Šumi Veliki gjol

	Vrijednost
1)	Baraka pamarica veličine $15 \times 5 \times 3$ m pokrivena ljepenkom
2)	Menza pamarica veličine $12 \times 6 \times 3$ m pokrivena daskom
3)	Krušna peć
4)	Baraka pamarica pokrivena crijeppom veličine $10 \times 5 \times 3$ m
5)	Stala pamarica pokrivena ljepenkom veličine $15 \times 7 \times 2,7$ m

Šuma Opeke

6)	Stala sa šupom za kola od pamova veličine $15,3 \times 7 \times 3$ m pokrivena crijeppom	60.000.— "
7)	Bunar za vodu	10.000.— "
8)	Bunar za vodu (na 6 kom)	10.000.— "
9)	Menza i kuhinja od pamova veličine 12×6 m pokrivena ljepenkom	40.000.— "
10)	Baraka od pamova pokrivena crijeppom veličine $7 \times 4,5 \times 3$ m sa verandom	20.000.— "
11)	Baraka od pamova crijeppom pokrivena vel. $12 \times 4 \times 2,8$ m	40.000.— "
<i>Svega</i>	367.000.—	Din

**POPIS ELABORATA I MAPA KOJE SE ODNOSE NA ŠUME SUMARIJE LIPOVLJANI KOJE
SE PREDAJU FAKULTETSKOJ ŠUMARIJI LIPOVLJANI:**

- 1) Privredni plan posavskih šuma od 1930 god.
- 2) Privredni plan stari (Madžarski)
- 3) Privredni plan za pos. Šume Šumarije Novska biv. G. I. O. N. Gradiška
- 4) Elaborat inventarizacije Šume Šumarije Lipovljani i Novska
- 5) Uzgojni planovi za 1950. god.
- 6) Mapa Vel. gjol matrica i 2 nacrta mjerila 1":80 hv.
- 7) Čertak Veliki Vodopjava matrica i 1 nacrt mjerila 1":80 hv.
- 8) Ribnjački Lug, Crni lug i lva matrica i 4 nacrta mjerila 1":80 hv.
- 9) Jamaričko brdo mjerila 1":160 hv. i kopija mjerila 1:25.000
- 10) Pregledni nacrt Šumarije Lipovljani mjerila 1:50.000 — 3 kom.
- 11) Mapa Posavske šume 5 kom. mjerila 1":200 hv.
- 12) Mapa Lubardenik matrica i 2 nacrta
- 13) Razne stare mape.

POPIS ZGRADA KOJE PREDAJE SUMSKO GOSPODARSTVO »PSUNJ«

	Vrijednost
1) Zgrada šumarije Lipovljani veličine 15×11 m zidana od opeke crijepon pokrivena	500.000.— Din
2) Gospodarska zgrada — štala i šupa sa svinjcima veličine 6×15 m zidana pokrivena crijepon	116.000.— ..
3) Zgrada bivše šumarije u Banovoj Jarugi zidana od opeka, pokrivena crijepon	600.000.— ..
4) Gospodarska zgrada u Međuriču zidana, crijepon, pokrivena	80.000.— ..
5) Lugarnica u Jamaričkom brdu od hrast. planjki veličine 10×12 m	300.000.— ..
6) Svinjac lugarnice Jam. brdo veličine $5 \times 2,5$ m	10.000.— ..
<i>Svega</i>	<i>1,606.000.— Din</i>

Dne 17. I. 1951. god. od Drvno-industrijskog poduzeća u Novoj Gradiški preuzeto je radilište Lipovljani prema stanju iznesenom u ovom zapisniku:

Z A P I S N I K

sastavljen dana 17. siječnja 1951. u Šum. radilištu Lipovljani.

Predmet: Primopredaja inventara i osnovnih sredstava u vezi zapisnika od 3. X. 1950. god.

Prisutni: Od strane Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, direktor Radošević ing. Josip, Vilček ing. Emanuel, upravitelj šumarije Lipovljani i Štifter Stjepan, rež. referent od strane Drvno-industrijskog poduzeća Nova Gradiška Matija Duro, direktor kadrova, Vuković ing. Tomislav, direktor proizvodnog sektora, Lesić Dionis, šef nabavnog odsjeka i Prpić Jozo, upravitelj manipulacije Novska.

I. Od šumskog radilišta Lipovljani—Novska sa danom 20. I. 1951. preuzima se slijedeće osoblje:

1. Glavaš Josip, ml. blagajnik sa osnov. platom Din 3.290.—, koji je podmiren sa svim berivima zaključno sa 31. I. 1951.
2. Kasumović Franjo, strojovoda, koji će biti podmiren sa platom od strane DIP-a zaključno sa 20. I. 1951.
3. Kiš Vlado, ložač podmiren sa platom 1. I. 1951.
4. Bužonja Ilija, zavirač podmiren sa platom do 20. I. 1951.

II. Preuzima se inventar i vozni park, kako je naveden u zapisniku od 3. X. 1950. u prilogu broj 5., koji se kao prilog prilaže i ovom zapisniku.* Nadalje preuzima se u posjed i upotrebu sve zgrade navedene u prilogu br. 3. zapisnika od 3. X. 1950., koji se prilaže i ovom zapisniku.* Nadalje preuzimaju se zgrade navedene u prilogu br. 6. u Šumi Opeke, koji se prilaže ovom zapisniku.*

III. Preuzima se šumska pruga 0,76 na potезu Lipovljani—Opeke—Žabarski bok te Opeke—Veliki Điol u dužini 31 km kao i telefonska linija Lipovljani—Žabarski bok, dužine 12 km s tim da DIP Nova Gradiška fakturira 2 induktorska telef. aparata marke Siemens, koja nisu ušli u popis osnovnih sredstava. Osim toga predaje se normalni industrijski kolosjek na stanicu Lipovljani sa skretnicom u vrijednosti od Din 1.000.— s tim, da Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu unese njegovu vrijednost, jer u zapisnik od 3. X. 1950. omaksom ta vrijednost nije unesena. Osim toga predaju se na upotrebu i posjed stovarišni kolosjek 0,76 m u Lipovljanim i na stovarištu Sava kod Trebeža, čija vrijednost osnovnih sredstava zajedno sa 31 km šumske pruge 0,76 m iznosi 9,200.000.— dinara.

IV. Kao odštetu za upotrebu glavnog stovarišta u Lipovljanim kao i stovarišta na obali Save Trebež DIP Nova Gradiška platit će zakupnim privatnicima, koji su vlasnici jednog dijela zemljišta zauzetog stovarišta, i to: Krejči Veronika iz Lipovljana na zakup 1957 čvr. à 4.— Din, što iznosi Din 7.828 godišnje, s time da šumarija Lipovljani načini novi ugovor za 1951. god. sa Veronikom Krejči, a da DIP-u Nova Gradiška fakturira odgovarajući dio za koje vrijeme DIP bude koristio spomenuto stovarište. Isti slučaj je i sa stovarištem na obali Save—Trebež.

V. Zgrade, koje su vlasništvo Šumskog gospodarstva, a još u upotrebi DIP-u Nova Gradiška, izdati će šumarija Lipovljani u zakup po cijeni od Din 0,80 za 1 m² stambene površine mjesечно.

* Vidi u zapisniku od 3. X. 1950. na strani 368.

V. Privatnim stanašima, t. j. osobljju i radnicima, koji stanuju sa svojim porodicama u zgradama Šumskog gospodarstva, naplaćivat će se od strane Šumskog gospodarstva mješevna stanarina po 1 m² Din 1.

VI. DIP Nova Gradiška predaje jednu Wertheim blagaju za potrebe šumarije Lipovljani. Ovu će DIP Nova Gradiška fakturirati i naplatiti preko Narodne banke, kao i 2 telefona navedena pod stavkom III.

VII. Šumsko gospodarstvo dozvoljava upotrebu šumske pruge Lipovljani-Zabarski bok-Sava s tim, da se DIP Nova Gradiška obvezuje uzdržavati prugu svojim vlastitim sredstvima i po završetku svoga poslovanja predati je u uporabivom stanju.

VIII. Šumsko gospodarstvo također stavlja svoj vozni park na raspolaganje i upotrebu DIP-u Nova Gradiška s tim, da ga DIP drži u ispravnom stanju i vrši na njemu popravke, koji nastanu upotrebom, pod uvjetom, da se taj vozni park koristi za prijevoz sortimenata Šumskog gospodarstva, a u slobodno vrijeme može ga upotrebljavati DIP Nova Gradiška bez ikakve odštete za sve vrijeme, dok traje eksplotacija na ovom području.

IX. U koliko DIP Nov Gradiška bude zahtijevao, da Šumsko gospodarstvo sa svojom lokomotivom vozi njegove sortimente, onda će za te dane DIP Nova Gradiška plaćati strojvodou, ložača i zavirača, kao i sav pogonski materijal. Šumsko gospodarstvo najavljuje potrebu svoga vozognog parka 24 sata unaprijed, a DIP Nova Gradiška potrebu lokomotive "Partizan" također 24 sata unaprijed. Narudžba će se vršiti kod predstavnika DIP-a, manipulanta sjedine Zabarski bok (Desić Ilija), a kod predstavnika šumarije druga Štifter Stjepana. Narudžbu treba izvršiti telefonski ili usmeno, ali i pismeno potvrditi.

X. Glavno stvarište u Lipovljanim predaje se na upotrebu DIP-u Nova Gradiška uz uvjet pod toč. 4 s tim, da si šumarija Lipovljani pridrži jedan dio stvarišta sa 2 istovarna kolosjeka 0,76 za svoje potrebe.

XI. Industrijski kolosjek JDŽ na stanici Lipovljani ostavlja se na upotrebu DIP-u Nova Gradiška uz uvjet da DIP dozvoli utovar 2 vagona robe dnevno za šumariju Lipovljani s tim, da troškovu dostave kola kao i narudžbu istih snosi šumarija.

Osim toga se DIP Nova Gradiška obvezuje, da će sa svojom radnom snagom izvršiti utovar robe za šumariju Lipovljani do 2 vagona dnevno uz naplate faktičnih troškova.

Pod utovar u vagon JDŽ podrazumijeva se utovar na stvarištu u vagonete, privoz na utevarnu rampu i utovar u vagon JDŽ. Obračun se mora izvršiti svakog mjeseca uz propisnu fakturu. Šumarija Lipovljani morat će ispunjavati tov. listevo za otpremu svoje robe kao i specifikaciju robe, od koje će dva primjerka predavati DIP-u Nova Gradiška radi fakturiranja.

XII. DIP Nova Gradiška predalo je uz revers nekto alata, koji se navodi u priležećem iskazu, kao najnužniju potrebu za vršenje eksplotacije, šumariji Lipovljani. Ovaj materijal treba DIP Nova Gradiška također da fakturira i naplati preko Narodne banke od Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, broj ček. računa 403-1012201.

XIII. DIP Nova Gradiška se obvezuje, da ne će postojećim Šumskim prugama vršiti prijevoze trećim licima, jer bi time oštetilo prihode Šumskog gospodarstva. Sve prijevoze za treća lica vršiti će šumarija.

XIV. Postojeću električnu mrežu sa svim dijelovima na stvarištu DIP Nova Gradiška ne će skidati za sve vrijeme, dok radi na stvarištu u Lipovljanim. Po prestanku rada istu će, u koliko na nju bude Šumsko gospodarstvo reflektiralo (svu ili samo izvjesni dio), predati Šumskom gospodarstvu.

XV. Osim gore navedenog DIP Nova Gradiška predaje 6 kom. peći na stvarištu u Lipovljanim sa pećnim cijevima, i to: 2 kom. u kovačnicu i kolarnici, 1 kom. u sindikalnoj dvorani, 1 kom. kod skladištaru u kancelariji, 1 kom. kod otpremnika u kancelariji, 1 kom. u tovaraškoj baraci. U barakama na Opeckama predaje se 1 stednjak željezni pokretni i 1 peć limena sa cijevima te 3 peći u kancelarijama u Stojsovoj zgradi. Vrijednost tih peći naplatiti će DIP Nova Gradiška od Šumskog gospodarstva. Ugrađeni stednjaci, koji se nalaze u zgradama na stvarištu, smatraju se sastavnim dijelom zgrada i ne smiju se dirati.

Zaključeno i potpisano!

U Lipovljanim, dne 18. siječnja 1951.

P r e d a o :

Za DIP Nova Gradiška
1. Ing. Vuković, v. r.
2. Lesić, v. r.
3. Prpić, v. r.
4. Mataja, v. r.

P r i m i o :

Za Šum. gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
1. Radošević ing. Josip, v. r.
2. Vilček ing. Emanuel, v. r.
3. Štifter Stjepan, v. r.

(M. P.)

POPIS ALATA I POSUDA

1. Pile američke rabljene 35 kom., 2. Pile čavlarice rabljene 10 kom., 3. Sjekire 1,5 kg 60 kom., 4. Želji. klinova 30 kom., 5. Karika za batove 60 kom., 6. Plankača 10 kom., 7. Capina 10 kom., 8. Kantajzna (okretaljki) 10 kom., 9. Maklje 3 kom., 10. Lopata štihača 10 kom.; 11. Spitzkrampova 15 kom., 12. Šerpa 1 kom od 20. lit. rabljena, 13. Šerpa 1 kom. od 25 lit. rabljena, 14. Lonac 1 kom. od 50 lit. rabljeni, 15. Lonac 1 kom. od 40 lit. rabljeni, 16. Poklopac veća 2 kom., 17. Želji. kazan 1 kom. od 50 lit. rabljeni, 18. Kutijača 2 kom. rabljene, 19. Cjedilo 1 kom. rabljeno, 20. Tave za zapršku 2 kom., 21. Noževa kuhičkih 2 kom., 22. Ampera 3 kom. rabljena, 23. Konjskih potkova 20 kg, 24. Bunarski lanci 1 vez, 25. Kolske osovine 36 kg 1 par, 26. Lokot obični 1 kom., 27. Hamovi kožni 1 par kompletno sa uzdama i oglavinama, 28. Lavora aluminij-skih 2 komada.

Šumski objekti gospodarske jedinice »Zalesina« predani su Šumarskom odsjeku Poljoprivredno-šumarskog fakulteta odnosno Šumskom gospodarstvu Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu dana 20. listopada 1950. godine. Stanje primljениh objekata vidi se iz zapisnika o primopredaji, koji donosimo u prijepisu:

Z A P I S N I K

Sastavljen dne 20. X. 1950. u kancelariji šumarije Delnice.

Predmet: primopredaja gospodarske jedinice »Zalesina« od strane šumskog gospodarstva »Viševica« Rijeka — Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu — Šumarskom odsjeku, a na temelju rješenja Predsjedništva vlade Narodne Republike Hrvatske broj 28860/49. od 7. I. 1950. i rješenja Ministarstva šumarstva NRH broj 21136/49. točka I. c) od 31. XII. 1949., odnosno broj 13239/50. od 13. X. 1950. god.

Prisutni: od strane Min. šumarstva NRH ing. Majnarić Marijan, od strane Gen. direkcije drvene industrije NRH drug Lazarac Dušan, od strane Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski odsjek, dr. ing. Vajda Zlatko, od strane Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu direktor ing. Radošević Josip, od strane Šumskog gospodarstva »Viševica« Rijeka ing. Krstanović Ratko, ing. Nežić Petar, upravitelj šumarije Delnice, Ožanić Dragutin, upravitelj šumarije Skrad.

Dne 18. X. 1950. predani su šumski predjeli Ilovac i Podvodnjak s područja šumarije Delnice. Primaocu pokazane su u glavnim crtama mede, te skrenuta pažnja na znatne usurpacije, koje su ranije izvršene naročito u šumskom predjelu Ilovac.

Stanje radova u ovim predjelima je slijedeće:

Primopredajom sjećina za II. kvartal 1950. godine predane su DIP-u Delnice slijedeće mase kao neposjećene u 1949. godini.

U odjelu I. 2. b) — 605 m³ jelove totalne mase, a u I. 2. c) — 1145 m³ jelove totalne mase na panju.

Nalogom Ministarstva šumarstva NRH, a prema rješenju Šumskog gospodarstva »Viševica« Rijeka, broj 1557-1950. od 10. VIII. 1950. dan je šumariji Delnice nalog, da se u odjelima: II. 1a, II. 1c, II. 1e, II. 1f, II. 2a, II. 2b, II. 2c, II. 4a, II. 4b, II. 4c — izvrši predoznaka i predaju mase u 1950. godini DIP-u Delnice.

Na osnovu gornjeg rješenja doznačene su i dosada predane DIP-u Delnice slijedeće mase:

U odjelu II. 1a	220 m ³	jelove totalne mase
II. 1c	1816 m ³	"
II. 2a	1190 m ³	"
II. 2c	1110 m ³	"
II. 4a	944 m ³	"
II. 4b	851 m ³	"
II. 4c	860 m ³	"

Ukupno: 6991 m³

Od prodanih drvenih masa DIP-u Delnice u II. i IV. kvartalu do dana primopredaje posjećene su mase u odjelima: II. 1a, II. 1c, II. 2a, II. 4a, II. 4b, II. 4c, a u ostalim odjelima nisu posjećene.

Sve mase predane DIP-u Delnice u II. i IV. kvartalu plaćene su Šumskom gospodarstvu »Viševica« Rijeka.

Lokalne potrebe okolnih žitelja iz ovih šuma podmirene su za 1950. godinu i u cijelosti drvo naplaćeno.

Prilikom obilaska ovih predjela uočeno je da je DIP Delnice izradio u predjelu »Novi Zaturni« barake brvnare. Predstavnici Poljoprivredno-šumarskog fakulteta traže, da se ove barake nakon završetka rada ostave na raspolažanju fakultetu, jer će vrlo dobro poslužiti za smještaj studenata šumarskog kod vrijenja prakse, to prije što bi se pri rušenju i prenošenju na drugo mjesto više od pola materijala upropastilo.

U predjelu Podvodenjak postoje dvije prenose »Wissen Žicare«, od kojih predstavnici fakulteta traže da se jedna zadrži na fakultetskom dobru za potrebe nastave i za potrebe daljeg eventualnog korištenja objekta.

Dne 19. X. 1950. godine preuzeti su šumski predjeli Kupjački vrh, Ravan, Curak, Bukova kosa, Belevina i Dedinjski vrh.

Od ovih predjela obideni su Kupjački vrh, Belevina i Bukova kosa, te su na licu mjesta primacima uglavnom pokazati međe. Stanje sjeća u tim predjelima je slijedeće:

U 1950. godini predane su Omladinskom građevnom poduzeću »Dom« Zagreb (Sveučilišni grad) mase u predjelima:

Kupjački vrh	III. 2b, III. 2c, III. 2f
Tisje	III. 3a, III. 3b
Crna Hloja	III. 7b, III. 7c, III. 7d
Belevina	VII. 1c
Sušica	VII. 2b

ukupnom drvenom masom jelovine od 7.600 m³. Gornje drvene mase predane su u V. mjesecu i plaćene šumskom gospodarstvu »Viševica« Rijeka.

Nisu još posjećene sve drvene mase u predjelu Crne Hloje III. 7b.

Šumskom gospodarstvu »Viševica« Rijeka (šumarija Skrad) doznačeno je, za potrebe vlastite pilane u Leskovoj Dragi, u šumskom predjelu Tuški Laz VII. 4a 519 m³ jelove totalne mase. Od te mase dosada je posjećeno oko 120 m³, a ostala masa je predana i obračunata i stoji na raspolažanju šumskom gospodarstvu »Viševica« Rijeka.

Lokalna potreba za okolna sela podmirena je, čvrta doznačena i naplaćena.

Sitnim prodajama na čitavom području ovih šumarija izdavane su manje drvene mase putem prodajnog popisa. Svakoj stranci izdata je izvoznica, koju će predočiti u slučaju, da materijal nije iz šume maknut. Sav materijal, koji je izdan, naplaćen je.

Nadalje je predana zgrada šumarije u Zalesini sa svim nadogradnjama i gospodarskim zgradama zajedno s katastralnim česticama:

Kat. čest. 8665 kuća i dvorište šum. sa površinom od 307 čhv.	
8666 oranica (vrt)	38 čhv.
8667 oranica	205 čhv.
8668 oranica	85 čhv.
8669 livada	1371 čhv.

sve porezne općine Delnice.

Zgrada je nenastanjena, jedino se u njoj nalaze inventarni predmeti DIP-a Delnice.

Zgrada šumarije u Zalesini izdata je svojedobno od strane šumskog gospodarstva »Viševica« Rijeka u zakup DIP-u Delnice. Ugovor o tom zakupu predati će šumsko gospodarstvo »Viševica« Rijeka naknadno Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu.

Za ovaj najam zakupnina 1.300 Din mjesечно nije plaćana šumskom gospodarstvu »Viševica« Rijeka od mjeseca februara 1950. godine.

Dalje je predana lugarnica u Kupjaku sa gospodarskim zgradama:

Kat. čest. 8025/1 livada	u površini od 133 čhv.
8026 kuća i dvor	85 čhv.
8027 livada	780 čhv.
8029/1 oranica	1434 čhv.

sve porezne općine Divljake.

Konstatuje se, da su izvješće od gornjih čestica izdate agrarnim interesentima po agrarnoj komisiji, radi čega se stvarno stanje mora naknadno ustanoviti.

U lugarnici u Kupjaku stanuje sada lugar šumskog gospodarstva »Viševica« Rijeka, Vinko Grgurić.

Predstavnik Generalne direkcije drvene industrije NRH izrazio je traženje, da se zgrada šumarije u Zalesini ostavi i dalje u zakupu, jer se namjerava za neko vrijeme u njoj otvoriti školu.

Predstavnik fakulteta izjavljuje, da je zgrada šumarije u Zalesini neophodno potrebna za upravu šumarije i za potrebe nastave.

Citava gospodarska jedinica »Zalesina« predana je prema operativima inventarizacije šuma u površini od 2.388,9 ha.

Iz ovih šuma, koje su predane, podmiruju se lokalne potrebe na drvu sela: Kupjak, Zalesina, Dedin, Marija Trošt, Rogi, Buzin, Radočaj, Planina i Veliki Pučak.

U pogledu lova sve površine izdane su u zakup lovačkim društvima Delnice i Skrad.

Sa strane šumarija Delnice i Skrad nisu predana nikakva obrtna sredstva. Šumski gospodarstvo »Viševica« Rijeka predaje zajedno s objektom dva lugara, i to Pleš Antuna s mjesечnom plaćom od 2.750.— Din netto i paušalom od 1.000.— Din mjesечно i Petranović Martina, st. lugara s mjesечnom plaćom 3.200.— netto i 1.000 din mjesечно paušala.

Šumsko gospodarstvo »Viševica« Rijeka treba da ovo osoblje plati za XI. mј. i da osigura potrošačke karte s obzirom na to, da primaoč ne bi to bio u stanju pribaviti do 1. XI.

Šumsko gospodarstvo »Viševica« Rijeka dostaviti će za gore navedene lugare njihove lične podatke Šumskom gospodarstvu Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu.

Isto tako će Šumsko gospodarstvo »Viševica« Rijeka primaoču predati naknadno ugovor o najmu za zgradu šumarije u Zalesini te izvatke iz ugovora i prijepise primopredajnih zapisnika, koji se odnose na DIP Delnice, ugovor sa Omladinskim građevnim poduzećem »Dom« Zagreb (Sveučilišni grad) i lovno-zakupne ugovore sa izvještajem o plaćenoj zakupnini.

Predaju se primaoču slijedeći elaborati i materijal:

- 1) Opis sastojina i osnova sječa »Zalesina I. i II. (podaci inventarizacije).
- 2) Specijalna gosp. osnova, sumarni pregled i kontrolna knjiga drvnih gromada iz 1925. god.
- 3) Dvije karte gosp. jedinice Zalesina iz 1926. godine.
- 4) Jednu kartu gosp. jedinice Zalesina (Njemačka karta 1 : 20.000).
- 5) Kartotečne listove (kontrolna knjiga) za sve odjele gosp. jedinice »Zalesina«.
- 6) Procjembene knjižice za cijelo područje šumarije za 1950.
- 7) Kod lugara Petranovića i Piese po jedan načrt gosp. jedinica Zalesina.
- 8) Dvije promjerke.

Time je primopredaja završena i od današnjeg dana sve upravljanje prelazi na Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu.

Zaključeno i potpisano

Smrt fašizmu — Sloboda narodu!

P r e d a v a o c :

P r i m a o c :

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1) Ing. Majnarić, v. r. | 1) Dr. Zlatko Vajda, v. r. |
| 2) Ing. Ratko Krstanović, v. r. | 2) Ing. Radošević, v. r. |
| 3) Ozanić Drago, v. r. | |
| 4) Ing. Nežić Petar, v. r. | |

b) Organizacija gospodarstva

Šumsko gospodarstvo organizirano je rješenjem Predsjedništva vlade NR Hrvatske broj 13563-1950 od 23. XI. 1950. kao privredno poduzeće.

Donosimo navedeno rješenje u prijepisu.

NARODNA REPUBLIKA HRVATSKA

Predsjedništvo vlade

Broj: 13563-1950.

Zagreb, dne 23. XI. 1950.

Na temelju čl. 4. i 5. Osnovnog zakona o državnim privrednim poduzećima, na prijedlog Ministra za nauku i kulturu NR Hrvatske, Vlada Narodne Republike Hrvatske donosi

R J E S E N J E

o osnivanju državnog privrednog poduzeća Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

I. Osniva se državno privredno poduzeće republičkog značaja pod firmom: Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu sa sjedištem u Zagrebu.

II. Osnovna sredstva poduzeća iznose Din 13, 090.540.—. Obrtna sredstva poduzeća utvrđit će se naknadno.

III. Predmet poslovanja poduzeća je gospodarenje šumama, danim mu na upravljanje, prvenstveno u svrhu zadovoljenja potreba nastave i naučnih istraživanja Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

IV. Nadležni državni organ poduzeća je Poljoprivredno-šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

MINISTAR ZA NAUKU I KULTURU

Dr. M. Žanko, v. r.

PREDSJEDNIK VLADE

u. z. Blažević, v. r.

(M. P.)

Na temelju ovog rješenja Privremeni odbor je izradio sistematisaciju mjesta u Šum. gospodarstvu i organizacijsku shemu gospodarstva, sastavio prvi proračun prihoda i rashoda gospodarstva i predložio Fakultetskom vijeću donošenje Pravila gospodarstva.

Fakultetsko vijeće na svojoj IV. redovnoj sjednici održanoj dne 18. IV. 1951. prihvatiло je Pravila Šumskog gospodarstva, koja glase:

Na osnovu čl. 6 Osnovnog zakona o državnim privrednim poduzećima propisuju se ova

P R A V I L A

o organizaciji i poslovanju Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog fakulteta — Sveučilišta u Zagrebu.

Čl. 1.

Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu osnovano je rješenjem Predsjedništva Vlade NRH broj 13563 od 23. XI. 1950. Ono je privredno poduzeće republičkog značaja. Objekti, kojima poduzeće upravlja, dani su šumarskom odjelu Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu rješenjem Ministarstva šumarstva NRH broj 21136-I-1949. od 31. XII. 1949. u sporazumu sa Ministarstvom drvene industrije NRH i u suglasnosti Predsjednika Vlade NRH, a na temelju st. 2. čl. 37 i čl. 36 Zakona o šumama.

Čl. 2.

Naziv poduzeća: SUMSKO GOSPODARSTVO POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKOG FAKULTETA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU.

Sjedište: Zagreb.

Nadležni državni organ poduzeća: Poljoprivredno-šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Čl. 3.

Zadaci Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu jesu:

1. Vršenje praktične nastave sa studentima šumarstva;
2. naučna ispitivanja i istraživanja iz svih grana šumarstva;
3. što uzornije gospodarenje šumama, koje su mu dane na upravu.

Čl. 4.

Rješavanje zadataka iz toč. 1 i 2. čl. 3 spada u djelokrug pojedinih zavoda i kabinet, dotično ustanova Šumarskog odjela Poljoprivredno-šumarskog fakulteta.

Zavodi i kabineti dostavljat će prijedloge programa nastavnih i istraživačkih radova fakultetskom odboru za šume najkasnije do 31. VIII. svake godine za iduću godinu. U programima predložiti će i potrebna sredstva za vršenje radova. Zajedno s programom zavodi će podnijeti i izvještaje o radovima obavljenim u prošloj godini.

Fakultetski Odbor za šume raspravit će podnesene programe uz suradnju Šumar. odjela Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te sastaviti i propisati skupni program nastavnih i istraživačkih radova s naznakom, koje će radove vršiti Šumsko gospodarstvo po uputama pojedinih zavoda, a koje sami zavodi uz pomoć Šumskog gospodarstva.

Čl. 5.

Radove iz toč. 3 čl. 3 vrši Šumsko gospodarstvo po gospodarskim osnovama i proizvodnom planu, koje prethodno odobri Odbor za šume. To su napose poslovi: uređivanje šuma, uzgajanje šuma, čuvanje i zaštita šuma i šum. zemljišta, obnove i udržavanje zgrada, i naprava, obnove i udržavanja šum. prometnih sredstava, strojeva, alata, instrumenata i pribora, obilježbe, procjene, izdavanja, odnosno prodaje drvenih sortimenata, iskoristivanje glavnih i sporednih šum. proiz-

voda, uzgoja i iskorišćivanja divljači, podmirivanje potrebe lokalnog stanovništva šumi, proizvodima, a sa područja navedenog u zapisniku o preuzimanju šuma i rješenju Ministarstva šumarstva NRH broj 21136-I-1949. od 31. XII. 1949.

Nacrt godišnjeg proizvodnog i finansijskog plana podnosi direktor Odboru za šume najkasnije do konca septembra svake godine za narednu kalendarsku godinu.

Čl. 6.

Šumsko gospodarstvo upravlja sa:

1. Šumarijom Lipovljani s površinom 7.800,01 ha.
2. Šumarijom Zalesina s površinom 2.390,30 ha.
3. Ostalim šumama, šum. zemljištima i objektima, koje mu još eventualno budu dani na upravljanje.

Čl. 7.

Šumskim gospodarstvom rukovodi direktor Šumskog gospodarstva, a šumarijama upravitelji šumarija.

Direktor Šumskog gospodarstva i upravitelji šumarija moraju biti šumarski inženjeri.

Čl. 8.

Direktor je administrativni i disciplinski starješina svega osoblja Šumskog gospodarstva. On zastupa Šumsko gospodarstvo pred vlastima i trećim licima. U svome radu on postupa prema postavljenim zadacima šum. gospodarstva, osnovnom Zakonu o drž. privrednim poduzećima, Zakonu o upravljanju drž. privrednih poduzeća, pravilima o poslovanju Šumskog gospodarstva, odobrenim planovima i programima i naredenjima fakultetskog Odbora za šume.

Čl. 9.

Šumsko gospodarstvo potpisuje direktor pored štambiljom otisnutog, štampanog ili napisanog naziva gospodarstva. U slučaju sprječenosti direktora, zamjenika, koji će biti ovlašten potpisivati gospodarstvo, odreduje odbor.

Čl. 10

Direktor ima pravo da u ime Šumskog gospodarstva raspolaže proizvodima, finansijskim sredstvima, uslugama i svim obrtnim sredstvima, da sklapa ugovore i zaključuje zajmove u iznosu do 2.000.000.— Din, a preko 2.000.000.— Din po odobrenju Odbora za šume.

Na prijedlog odbora za šume direktora imenuje i razrješava Fakultetsko vijeće Poljoprivredno-šumarskog fakulteta.

Upravitelje šumarija postavlja i razrješava na prijedlog direktora Odbor za fakultetske šume.

Rukovodioča računovodstva postavlja i razrješava na prijedlog direktora Odbor za šume, a u saglasnosti s Ministrom financija.

Službenike s rangom srednje škole postavlja i razrješava na prijedlog direktora Odbor za fakultetske šume.

Ostalo osoblje postavlja i razrješava direktor.

Čl. 12.

Na prijedlog Šumarskog odjela Poljoprivredno-šumarskog fakulteta, Fakultetsko vijeće bira između nastavnika Šumarskog odjela Odbor za šume.

Odbor za šume sastoji se od 5 članova.

Mandat odbora traje dvije godine.

Odbor bira pročelnika i tajnika.

Sjednice Odbora saziva protelnik.

Zaključci se stvaraju većinom glasova. Članovi Odbora dužni su prisustvovati sjednicama.

Zapisnike sjednica vodi tajnik, a potpisuju svi članovi, koji su sjednici prisustvovali.

Pročelnik će po potrebi na sjednice pozivati direktora, upravitelje šumarija i eventualno nastavnike i asistente šumarskog odjela.

Odbor potpisuju uz štambiljom otisnut naziv Odbora pročelnik i tajnik.

Odbor za šume podnosi krajem svake godine preko šumarskog odjela fakultetskom vijeću izvještaj o svome radu i radu Šumskog gospodarstva.

Honorare članovima Odbora za šume određuje fakultetsko vijeće.

Čl. 14.

Šumsko gospodarstvo kao pravna osoba odgovara za obaveze gospodarstva imovinom, koja mu je dana na upravljanje.

Čl. 15.

Imovina, kojom upravlja Šumsko gospodarstvo, sastoji se iz:

- 1) osnovnih sredstava
- 2) obrtnih sredstava
- 3) amortizacijskog fonda
- 4) fonda rukovodstva poduzeća
- 5) ostalih fondova, koji budu ustanovljeni.

Osnovna su sredstva Šum. gospodarstva šume i šum. zemljišta s temeljnom drvenom zalihom i zgrade, postrojenja, strojevi i drugi objekti i inventarski predmeti na području Šumskog gospodarstva.

Obraćna sredstva čine redovni godišnji etati prema gospodarskim osnovama dotično planu sječe, pomoći i pogonski materijal, gotovi proizvodi, novac i vrijednosni papiri.

Čl. 16.

Visina osnovnih sredstava iznosi 13,090.540.— Din.

Visina obrtnih sredstava Šumskog gospodarstva izraženih u novcu ustanavljuje se svake godine finansijskim planom.

Čl. 17.

Prihodi Šum. gospodarstva trošit će se za izvršenje zadataka iz čl. 3., a prema godišnjem finansijskom planu.

Čl. 18.

Sistematisaciju mjesata u gospodarstvu i radni red utvrđuje Odbor za šume. U radnom redu predviđjet će se propisi za osoblje fakulteta i studente, dok su na bilo kakvom radu na objektima gospodarstva.

Čl. 19.

Disciplinske propise za radnike Šum. gospodarstva donosi direktor.

Čl. 20.

Odbor za šume Poljoprivredno-šumarskog fakulteta nadležan je za tumačenje ovih pravila i donošenje pravilnika o šumskom redu, lovnu, vježbama sa studentima na području gospodarstva, naučno istraživačkim radovima i t. d.

Čl. 21.

Ova pravila stupaju na snagu, kada ih odobri Fakultetsko vijeće Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

U Zagrebu, dne 12. II. 1951.

POLJOPRIVREDNO SUMARSKI FAKULTET

Sveučilišta u Zagrebu

Sumarski odjel

Broj: 38-1951.

Ova pravila usvojena su jednoglasno na sjednici Šumar. odjela Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta u Zagrebu dne 12. veljače 1951.

Za Šumarski odjel

Starješina:

(Prof. Dr. A. Petračić)

Dr. Petračić, v. r.

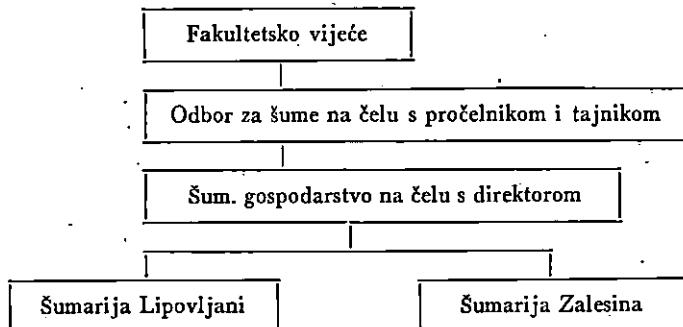
Pravila o organizaciji i poslovanju Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu prihvaćena su pod točkom XIII. dnevnog reda na IV. redovnoj sjednici Fakultetskog vijeća Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta održanoj dne 18. travnja 1951. godine.

Kvakan dr. Pavao, v. r.

o. g. dekan

(M. P.)

Prema navedenim pravilima Šumsko gospodarstvo je organizirano kako slijedi:



Donošenjem Pravila gospodarstva završena je funkcija Privrednog odbora, te je on dne 1. IV. 1952. podnio fakultetskom vijeću svoj završni izvještaj o osnivanju Šumskog gospodarstva i predložio, da u smislu Pravila Fakultetsko vijeće izabere Odbor za šume.

Fakultetsko vijeće na svojoj IV. redovitoj sjednici dne 18. IV. 1951. prihvatiло je izvještaj te izabralo stalni odbor za šume.

**II. RAD ODBORA ZA ŠUME
ZA VRIJEME OD 24. IV. – 31. XII. 1951.**

Fakultetsko vijeće izabralo je na svojoj IV. redovnoj sjednici, u smislu Pravila šumskog gospodarstva, Odbor za šume, u koji su ušli: prof. dr. Nikola Neidhardt, prof. dr. Milan Anić, ing. Roko Benić, dr. Dušan Klepac i dr. Zvonimir Špoljarić. Ovaj se odbor konsti-

tuirao na sjednici održanoj dne 24. IV. 1951. god. kako slijedi: pročelnik prof. dr. N. Neidhardt, tajnik ing. R. Benić, članovi prof. dr. M. Anić, dr. D. Klepac i dr. Z. Špoljarić.

Odbor za šume uime Fakultetskog vijeća vršio je poslove nadležnog državnog organa gospodarstva. Svoje poslove vršio je na sjednicama, a administracija odbora povjerena je pročelniku i tajniku.

U toku 1951. god. Odbor je održao 10 sjednica, na kojima su raspunjani tekući poslovi gospodarstva.

Radi uvida u rad Odbora donosimo izvadak iz izvještaja o radu Odbora za šume u god. 1951., koji je Odbor podnio Fakultetskom vijeću Poljoprivredno-šumarskog fakulteta.

I Z V A D A K

iz izvještaja Odbora za šume za vrijeme od 24. IV. 1951. do 31. XII. 1951. godine.

U toku godine Odbor za šume održao je 10 sjednica. Od važnijih zaključaka na tim sjednicama navodimo ove:

1. Od Ministarstva Šumarstva zatraženo je, da se na upravu Fakulteta predaju šumski predjeli Zabarski Bok i Savički Dol, koji čine cjelinu sa šumama Šumarije Lipovljani. (Zaključak 1-ve sjednice 24. IV. 1951.).
2. Po prijedlogu Šumskega gospodarstva izvršena je nova raspodjela šuma Šumarije Zalesina u razredu troškova. (2-ja redovna sjednica 11. V. 1951.).
3. Donesen je zaključak, da gospodarstvo financira školsku praksu u Zalesini i u Belišću. (3-ta redovna sjednica 21. V. 1951.).
4. Donesen zaključak o uređenju meteoroloških postaja u Lipovljanim i Zalesini. (1-va i 4-ta redovna sjednica 3. VII. 1951.).
5. Donesen zaključak, da se sastav smjernica za gospodarenje povjeri dr. Plavšiću, dr. Klepcu i ing. Emroviću. (2-ja redovna sjednica 11. V. i 5-ta redovna sjednica 20. VII. 1951.).
6. Donesen zaključak, da se za vršenje školske prakse iz »Iskoristivanja šuma« i »Mehaničke prerade drveta« u Zalesini odobri iznos od 50.000.— Din. (6-a redovna sjednica 27. IX. 1951.).
7. Donesen zaključak, da se mjesto Prebjedić Petra tehničara gospodarstva, koji je pozvan u vojsku, privremeno do njegova dolaska uzme u službu Gudek Zvonimir, apsolvent Šumarstva. (7-a redovna sjednica 2. XI. 1951.).
8. Donesen zaključak o uzimanju u službu kod Šumarije Lipovljani Zsuffe Lajoša, diplomiranog inženjera Šumarstva. (7-a redovna sjednica 2. XI. 1951.).
9. Donesen zaključak, da se za lugsarsko osoblje nabave uniforme. (7-a redovna sjednica 2. XI. 1951.).
10. Donesen zaključak, da se osoblju gospodarstva, koje je vršilo i adm. poslove za odbor, dodijeli jednokratna nagrada. (8. redovna sjednica 20. XI. 1951.).
11. Zaključeno, da se predloži Vijeću Poljoprivredno-šumarskog fakulteta unapređenje direktora gospodarstva za Šum. savjetnika te da mu se odredi funkcionalni doplatak u iznosu 1.500.— Din i lični u iznosu 1.000.— Din. (8. redovna sjednica 20. XI. 1951.).
12. Donesen zaključak o povlašćeni plaće osoblju Šum. gospodarstva. (8. redovna sjednica 20. XI. 1951.).
13. Donesen zaključak, da se za školsku praksu u Lipovljanim nabavi različnih namirnica za 50.000.— Din. (9. redovna sjednica 28. XII. 1951.).
14. Donesen zaključak o jednokratnoj nagradi direktoru ing. J. Radoševiću od 10.000.— Din i ing. Vilčku E. od 5.000.— Din. (9. redovna sjednica 28. XII. 1951.).

Osim navedenog na sjednicama odbora rješavani su i ostali tekući problemi gospodarstva, koji prema Pravilima gospodarstva pripadaju u nadležnost Odbora za šume.

III. RAD ŠUMSKOG GOSPODARSTVA U 1951. GOD.

1. Stanje objekata Šumskog gospodarstva

Prije prikaza rada Šumskog gospodarstva u toku 1951. godine potrebno je ukratko prikazati njegovo stanje. To stanje se donekle razlikuje od onog u primopredajnim zapisnicima, jer su pojedine površine točnije iskazane nego u primopredajnim zapisnicima.

Stanje površina i objekata donosimo u ovim pregledima:

*Pregled površina šumskog gospodarstva poljoprivredno-šumarskog fakulteta
(Stanje na kraju 1951. god.)*

Šumarija	Red. br.	Naziv	Plodno tlo				Neplodno tlo	Svega		
			Šumsko			poljoprivredno tlo i pašnjaci				
			obraslo	ne-obraslo	svega					
hektara										
L I P O V L J A N I	1.	Jamaričko brdo	1388,31	13,41	1401,72	—	13,55	1415,07		
	2.	Lubardenik	485,83	—	485,83	—	8,59	494,42		
	3.	Ribnički lug	113,57	—	113,57	1,28	0,33	115,18		
	4.	Crni lug	59,78	—	59,78	—	—	59,78		
	5.	Iva	78,84	—	78,84	1,43	2,06	82,33		
	6.	Vodoplava	63,25	—	63,25	2,12	0,19	65,56		
	7.	Razljevo	59,94	—	59,94	—	3,00	62,94		
	8.	Čertak	197,19	—	197,19	—	4,51	201,70		
	9.	Dolovi imovni	296,56	3,10	299,66	—	5,01	304,67		
	10.	Posavske šume	4474,37	207,05	4681,42	361,07*	322,89	5365,38		
	11.	Stovarište Lipovljani	—	—	—	—	3,08	3,08		
	12.	Stovarište Medurić	—	—	—	4,41	0,05	4,46		
	13.	Kuća, dvorište i vrt u Lipovljanim	—	—	—	0,36	0,15	0,51		
	14.	Kuća, dvorište i vrt u Banovoj Jarugi	—	—	—	0,97	0,43	1,40		
	15.	Sumska pruga Lipovljani—Čardakin. greda	—	—	—	—	1,00	1,00		
	16.	Lugarnica Jamaričko brdo s potkućnicom	—	—	—	1,16	0,43	1,59		
Svega :			7217,64	223,56	7441,20	372,80	365,07	8179,07		
Z A L E S I N A	1.	Belevina—Tuški Laz, Kupjački Vrh i t. d.	1792,90	29,70	1822,60	—	545,60	2368,20		
	2.	Dedinski vrh	12,30	—	12,30	—	—	12,30		
	3.	Šumarija u Zalesini	—	—	—	0,61	0,11	0,72		
	4.	Lugarnica u Kupjaku	—	—	—	0,33	0,03	0,36		
	Svega :			1805,20	29,70	1834,90	0,94	545,74	2381,58	
Sveukupno :			9022,84	253,26	9276,10	373,74	910,81	10560,65		

* Napomena: Pod poljoprivrednim zemljištem i pašnjacima iskazane su i čistine, koje se ne mogu pošumiti prije kanalizacije.

Spisak zgrada Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog fakulteta

380

Red. broj	Čemu je namijenjena	Mjesto	Opis zgrade	Stanje zgrade
1.	Šumarija — ured i stan upravitelja	Lipovljani	I. SUMARIJA LIPOVLJANI Visoka prizemnica od čvrstog materijala veličine $15,5 \times 10$ m, s 2 uredske sobe i stonom od 2 sobe s nusprostorijama i 1 putničkom sobom u potkrovju.	Nedovršena – potrebno vanjsko žbukanje, postavljanje žlebova, uvođenje vodovodne instalacije, ličenje drvenarije i nadogradnja.
2.	Gosp. zgr. sa svinjem, kokošnjcem i kukuruzanom	Lipovljani	Prizemnica od opeka i drveta veličine 15×6 m sa stajom kolnicom i drvarnicom.	Na drvenom dijelu podsjeti sagnjili.
3.	Lugarnica »Lugovi«	Banova Jaruga	Visoka prizemnica od čvrstog materijala sa stanom od 2 sobe i nusprostorijama za lugara na šum. predjelu »Lugovi« i 6 soba bivše šumarije Banova Jaruga.	Zgrada obnovljena 1948. god. $\frac{2}{3}$ zgrade u zakupu »Elektre«.
4.	Gospodarske zgrade	Banova Jaruga	2 zgrade od čvrstog materijala (praponica i staja s drvarnicom).	Zgrada u dosta lošem stanju. $\frac{2}{3}$ zgrade u zakupu »Elektre«.
5.	Lugarnica »Jam. brdo« sa svinjem	Kozarica	Visoka prizemnica od hrast. planjki veličine 10×12 m, ima 3 sobe s nusprostorijama za stan lugara u šumskom predjelu Jam. brdo I. i 1 put: sobu.	Zgrada je 1947. djelomično obnovljena. Nema žljebnjaka.
6.	Sindikalni dom na glav. stovarištu	Lipovljani stovarište	Prizemnica od hrast. planjki veličine $10 \times 5,5$ m s 2 prostorije.	Slabo gradena. Nema žljebnjaka.
7.	Stambena zgrada na gl. stovarištu	„	Prizemnica od brest. planjki veličine $10 \times 6,3$ m sa stanom za strojovodu i skladištem.	Slabo izgrađena i u lošem stanju. Nema žljebnjaka.
8.	Stambena zgrada sa svinjcima i kokošnjcima	„	Prizemnica kanatno zide veličine $10,3 \times 6,3$ m s nadstrešnicom.	Zgrada u dobrom stanju. Nema žljebnjaka.
9.	Stambena zgrada sa stajom	—, —, —	Prizemnica od opeka i joh. oblica veličine $16 \times 6,5$ m sa 2 jednosobna stana i stajom u sredini.	Zgrada u lošem stanju.

10.	Staja na glav. stovarištu	Lipovljani stovarište	Prizemnica od johovih oblica veličine 15×6 m pokrivena daskom.	Zgrada u lošem stanju i treba je porušiti.
11.	Šupa za rez. drva za stroj.	"	Prizemnica od drveta pokrivena crijepon veličine 10,3×6,3 m.	Zgrada u dobrom stanju.
12.	Ložionica	"	Ložionica s kovačnicom, kolarijom i šupom za potkivanje konja. Mješovita gradnja pokr. crijepon veličine 15×4,5 m.	U lošem stanju. Treba je porušiti i napraviti novu.
13.	Baraka za noćnog čuvara	"	Od drva pokrivena crijepon. Veličine 5×4 m.	Upotrebljiva. Treba je prenijeti na pom. stov.
14.	Zgr. otpremnika na ž. st.	"	Kanatno zide, crijepon. Veličina 3×2,5 m.	U lošem stanju.
15.	Menza i kuhinja	Opeke	Drvo, crijepon i ljepenke. Vel. 12×6 m, kuhinja i blagovaonica.	U uporabljivom stanju.
16.	Bar. za tovaraše na ž. st.	Lipovljani stov.	Drvo crijepon. Veličina 6×2,3 m.	U lošem stanju.
17.	Lugarnica	Opeke	Drvo crijepon. Veličina 4×7,5 m, služi za stanovanje.	U dobrom stanju.
18.	Studentsko konačište	Opeke	Zgrada od drva pokrivena crijeponom s trijemom i 2 sobe za konačište vel. 12×6 m.	U dobrom stanju.
19.	Staja	Opeke	Zgrada od drva pokrita crijepon veličine 15,3×7 m s 2 sobe za kočijače.	U uporabljivom stanju uz manje popravke.
20.	Radnička baraka	Vel. dol	Od drva crijeponom pokrivena veličine 10×5 m.	U uporabljivom stanju uz manje popravke.
21.	Radnička baraka	Ilov.	Od drva daskama pokrivena veličine 15×5 m.	U lošem stanju.
22.	Radnička menza	"	Od drva daskama pokrivena veličine 12×6 m.	U lošem stanju.
23.	Staja	"	Od drva daskama pokrivena veličine 15×7 m.	U lošem stanju.
II. ŠUMARIJA ZALESINA				
24.	Šumarija	Zalesina	Zidana jednokatnica s priključenom kuhinjom i nastambom za studente.	Zgrada u dobrom stanju.
25.	Lugarnica	Kupjak	Prizemnica s dvije sobe i kuhinjom.	Potreban popravak. Uz zgradu se nalazi drvena šupa.

Pregled transportnih sredstava u šumanima Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarškog fakulteta na kraju 1951. godine

Red. br.	Gosp. jedinica, odnosno šumski predjel	Objekti, koje spaja sredstvo	Dužina km	Opis transportnog sredstva i stanje	Napomena
I. SUMARIJA LIPOVLJANI					
		Šumske pruge			
1.	Posavske šume	Glavno skladište Lipovljani — skladište na obali Save.	14,00	Šumska pruga kolosijeka 0,76 m podbijena drvetom. Tračnice težine 7—9 kg (t. m.).	U uporabljivom stanju. U lošem stanju.
2.		Opeke — odjel 52 Veliki dol Ilovski.	10,00	Šumska pruga kolosijeka 0,76 m podbijena drvetom. Tračnice težine 7—9 kg (t. m.).	
3.		Stovarišni kolosijeci na glavnom skladištu u Lipovljanim i na skladištu na obali Save.	2,00	Šumska pruga kolosijeka 0,76 m podbijena drvetom. Tračnice težine 7—9 kg (t. m.).	
		S v e g a š u m . p r u g e :	26,00		
II. SUMARIJA ZALESINA					
		1) Šumske ceste			
1.		Kupjak — Pepelarnica — Crna hleja.	5,00	Zidana cesta u dobrom stanju.	Ova cesta nastavlja se kao meki put u selo Rogi
2.		Kupjak — Tunel. Potklane.	2,50	U uporabljivom stanju.	
3.		Cesta, koja vodi od državne ceste Delnice — Brod na Kupi do stare Žage u Ilovcu.	4,00	Kamenita cesta u uporabljivom stanju.	
		S v e g a š u m s k e c e s t e :	11,50		
		2) Šumski putovi			
		Na cijeloj površini ima šumskih putova i vlake bez ikakve podloge približno 30—40 m po ha.			

2. Rad gospodarstva u 1951. god.

A) Eksplotacija šuma u 1951. g.

a) Glavni šumski proizvodi

Nakon preuzimanja šuma u 1950. god. pristupilo se na temelju podataka inventarizacije i pregleda dosada iskorišćenih masa ocjeni etata. Ovaj je približno procijenjen sa cca. 24.500 m³ drvne mase godišnje od čega na šumariju Lipovljani otpada 21.000 m³, a na šumariju Zalesina oko 3.500 m³.

Drvosječnim prijedlogom za 1951. god. bilo je predviđeno iskorišćenje ove drvne mase:

Red. br.	Šumarija	Predviđeno			Iskorišćeno		
		grade	ogrjeva	svega	grade	ogrjeva	svega
		m ³			m ³		
1.	Lipovljani . . .	6.190	14.755	20.945	4.144	13.628	17.772
2.	Zalesina	1.200	2.050	3.250	3.861	2.160	6.021
	Ukupno:	7.390	16.805	24.195	8.005	15.788	23.793

Od navedenih drvnih masa iskorišteno je u vlastitoj režiji šumarije Lipovljani 2.404 m³ tehničkog drva i 2.561 m³ ogrjevnog drva.

Prodajom drvnog materijala ostvaren je ovaj prihod:

1. Šumarija Lipovljani:

a) prodaja na panju za lokalne potrebe	2,037.860.— Din
b) prodaja u vlastitoj režiji izrađenih drvnih sortimenata	1,343.565.— „
Svega	3,381.425.— Din

2. Šumarija Zalesina:

prodaja drveta na panju	1,277.202.— Din
Sveukupni glavni proizvodi	4,658.627.— Din

Pri realizaciji etata na području šumarije Lipovljani iskorišćavao se proredni materijal, a na području Zalesine su vršene samo sanitарне sječe i vađeni sušci i defektna stabla.

b) Sporedni šumski proizvodi

Iskorišćivanje sporednih šumskih proizvoda svelo se u 1951. god. na prihode od pašarine i žirovine i u manjoj mjeri na druge sporedne proizvode (kamen, pijesak, mahovina).

U toku godine od navedenih proizvoda ostvaren je na području šumarije Lipovljani

a) prihod od šumske pašarine	16.909.—	Din
b) prihod od žirovine	83.100.—	"
c) prihod od ostalih sporednih proizvoda	2.270.—	"

Ukupno sporedni proizvodi 102.279.— Din

Prema tome sveukupni prihod od eksplotacije šuma u toku godine 1951. iznosio je

Glavni šumski proizvodi	4,658.627.—	Din
Sporedni šumski proizvodi	102.279.—	"
Sveukupno	4,760.906.—	Din

B) Šumsko uzgojni radovi

U god. 1951. planirani su i izvršeni ovi šumsko-uzgojni radovi:

Pošumljavanje i popunjavanje

Red br.	Šumarija	Planirano				Ostvareno			
		pošumljavanje		popunjavanje		pošumljavanje		popunjavanje	
		sjeme-nom	sadni-cama	sjeme-nom	sadni-cama	sjeme-nom	sadni-cama	sjeme-nom	sadni-cama
		ha		ha		ha		ha	
1.	Lipovljani	—	—	20/10	347/61	—	—	7.00	105/26
2.	Zalesina	—	3.50	—	—	—	4.60	—	—
	Svega	—	3.50	20/10	377/61	—	4.60	7.00	105/26

Plan pošumljavanja izvršen je prema tome na području šumarije Lipovljani sa 46,5%, a na području šumarije Zalesina sa 131%. Razlog neizvršenja plana pošumljavanja na području šumarije Lipovljani u 1951. god. valja pripisati ovim razlozima:

1. Visoka poplavna voda u proljeću 1951. onemogućila je vađenje jasenovih biljaka iz prirodnog podmlatka, koje su bile predviđene za presađivanje. Voda je također onemogućila i sadnju biljaka u predviđenim predjelima;

2. Jesenje pošumljavanje 1951. god. omela je trava na čistinama, koje su bile predviđene za pošumljavanje. Naime godina 1951. bila je vlažna, što je pogodovalo razvoju trave, koja je mjestimice bila visoka 50–100 cm.

Troškovi pošumljavanja i drugih šumsko-uzgojnih radova u 1951. god. iznosili su:

Plaćeni radovi:

Kod šumarije Lipovljani	210.228.—	Din
Kod šumarije u Zalesini	5.453.—	„
Svega	215.681.—	Din

Dobrovoljni radovi:

Kod šumarije u Lipovljanima	35.084.—	Din
Sveukupni troškovi	250.765.—	Din

C) Š um s k o - ü r e ð a j n i r a d o v i

Na uređivanju šume u 1951. god. radeo je vrlo malo. Izvršeni su ovi radovi:

a) Šumarija Lipovljani:

1. Izvršeno je obilježavanje odjela u lugariji Čardačinska greda i Opeke II. Brojevi odjela postavljeni su na uglovima odjela i po prosjekama na svakih 200 m. Za ove radove utrošeno je 5.850.— Din;

2. Oko pokusnih ploha u odjelima 157, 163 i 155 postavljeni su granični stupovi s troškom od 850.— Din;

3. Radi ustanovljenja drvne mase polagane su primjerne pruge u odjelima 52, 67, 66, 74, 98 i 102. Radove su vršili apsolventi šumarstva Prpić Branko i Gudek Zvonimir i šum. pristaš ing. Lajoš Zsuffa;

4. U gospodarskoj jedinici Jamaričko brdo vršeno je u odjelu 2 čišćenje od predrasta i nepoželjnih vrsta. Izrađeno je 1638 p. m. ogrjevnog drveta sa troškom od 151.715.– Din.

Da se omogući izvoz ovog materijala, na prosijecanje putova utrošeno je 5.425.– Din.

b) Šumarija Zalesina:

U području šumarije Zalesina na površini od 873.30 ha položene su primjerne pruge u površini od 5%. Radom je rukovodio direktor gospodarstva ing. Radošević, a vršili su ga šum. tehničari Prebježić Petar i apsolvent šumarstva Prpić Branko, a manjim dijelom upravitelj šumarije ing. Eduard Gradečki.

Svi ovi uređajni radovi nastavljat će se i u 1952. god.

D) Građevinski radovi u 1951.

U toku 1951. god. izvršeni su ovi građevinski radovi:

a) *Šumarija Lipovljani*. Izvršena je izmjena i popravak stakala na prozorima i popravljen krov na zgradama šumarije u Lipovljanim. Osim toga izvršeni su nužni popravci na gospodarskim zgradama. Isto tako izvršeni su sitniji popravci na lugarnici u Jamaričkom brdu i na stanu lugara Rupčića na skladištu i na lugarnici Opeke. U Opekama su izvršene nužne adaptacije, da se osposobi konačište za studente i kuhinje. Radi veze lugarnice Opeke sa stovarištem u Lipovljanim ponovo je uspostavljena telefonska linija.

b) *Šumarija Zalesina*. Izvršeni su samo manji radovi, koji su se uglavnom odnosili na čišćenje i sitne popravke oko zgrade.

E) Šumske štete

U toku 1951. god., t. j. od preuzimanja objekata do kraja 1951. god. šumske su štete bile dosta znatne.

Donosimo ih razvrstano po šumarijama:

a) Šumarija Lipovljani

Štete od čovjeka

U toku 1951. god. počinjene štete izvršene od čovjeka iznosile su:

Bespravna sječa drva

116 kom. prijava u vrijednosti	42.740.— Din
--------------------------------	--------------

Bespravno pašarenje u branjevini

42 kom. prijava u vrijednosti	65.988.— „
-------------------------------	------------

Svega 158 prijava sa štetom u vrijednosti od 108.728.— Din

Od ovih počinjenih šteta naplaćeno je 26.336.— ili 24%.

Karakteristično je, da je veći broj prijava za bespravnu sječu, ali šteta počinjena bespravnom pašom veća je novčano.

Štete od elementarnih nepogoda

U toku 1951. god. bilo je znatnijih šteta od elementarnih nepogoda.

Tako je 24. srpnja 1951. u Gospodarskoj jedinici »Posavske šume« ciklon izvalio i prelomio veliki broj stabala s drvnom masom od 6.672 m³ (221 m³ gradevnog i 6.451 m³ ogrjevnog drva).

Po vrstama štete od vjetroloma iznosile su:

Topola i joha 2.311 m³, hrast 1.979 m³, jasen 1.626 m³, brijest 662 m³ te bukva i grab 93 m³. Uglavnom su stradala dominantna stabla, koja su imala jako razvijene krošnje, a bila su defektna. Oštećena stabla su naknadno doznačena i izrađena bilo u režiji bilo prodana na panju za podmirbu domaćinstava.

Štete od insekata

Od travnja do kolovoza 1951. u sjeveroistočnom dijelu gospodarske jedinice »Posavske šume« (lugarije Čardačinska greda i djelomično Opeke i Vrboviti jarak) bio je jak napad jasenove pipe (*Cyonus fraxini*). Pipa je uništila pupove tako, da je jasen po drugi put listao tek na kraju lipnja, ali i ovaj novi list je bio jako izbušen. Sušenja nije bilo, ali je prirast radi toga brštenja smanjen.

Štete od divljači

Znatnijih šteta od jelena bilo je u branjevinama (odjeli 158, 159 i 191), koje su jako ogrižene i stabla guljena.

b) *Šumarija Zalesina*

U toku godine bilo je samo 5 šumskih krađa.

Znatnijih šteta od elementarnih nepogoda nije bilo. Pojedinačna prelomljena i izvaljena stabla doznačena su i izvađena iz šume.

Opažena je pojava sušenja starih rubnih stabala jele i smreke, kao i stabala u riješkom sklopu u šumskom predjelu Belevine VII-1.

F) Financijsko poslovanje
Šumskog gospodarstva u 1951. g.

Financijsko poslovanje gospodarstva u 1951. g. vidi se iz obračuna izvršenja finansijskog plana i bilance gospodarstva za god. 1951. Bilanca obuhvaća cijelokupno poslovanje gospodarstva od njegova osnivanja (3. X. 1950.) do kraja god. 1951.

*Obračun izvršenja finansijskog plana
Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarškog fakulteta za godinu 1951.*

I. Rashodi:

Pozi- cija	Vrsta rashoda	Planirano	Ostvareno	
		1.000 Din	%	
3	A) Rashodi proizvodnje			
	Rashodi šumarstva	6.920	4.292	62
	Svega:	6.920	4.292	62
	Višak prihoda proizvodnje	137	3.849	2791
	Ukupno:	7.057	8.141	115
15 16 18 23	B) Ostali rashodi			
	Povećanje vlast. obrtnih sredstava	—	2.880	
	Racionalizacija, tehn. ispitivanje .	106	38	
	Rashodi obdaništa i jasala	25	—	
	Rashodi V. P. U.-a	625	—	
	Svega rashodi (bez viška prihoda proizv.)	756	2.918	386
	Višak prihoda	137	1.134	771
	Ukupno:	893	4.052	454

II. Odnosi s budžetom – Uplate u budžet

Pozi- cija	Vrste uplata u budžet	Planirano	Ostvareno	
		1000 Din	%	
33 38	Porez na promet proizvoda šumarstva	335	465	132
	Kontr. iznos, ostv. dobiti i viš. prihoda	14	3.462	24.729
	Svega:	349	3.927	1.125
	Višak financ. iz budžeta	—	—	—
	Ukupno:	349	3.927	1.125

III. Raspodjela dobitka

51	Kontrolni iznos s ostatkom dobiti . . .	14	3.462	24.729
52	Doprinos fondu rukovodstva	18	350	1.944
53	Doprinos za kulturno-prosvjetni rad . .	7	—	—
54	Sredstva za slobodno raspolaganje . .	7	202	2.886
56	Investicije	91	38	42
	Ukupno:	137	4.052	2.958

Bilanca Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarskog

Aktiva:

Pozi-cija	Konto	Naziv pozicije	Potkolona Din	Glav. kolona Din
		A) Osnovna sredstva		
1	000	Poslovna sredstva u upotrebi	11,696.149.—	
2	002	Poslovna sredstva dana na poslugu	1,100.000.—	
3	003	Poslovna sredstva koja ne služe pro- izvodnji	282.00.—	13,078.149.—
		B) Investicije		
4	045/2	Nabava opreme	103.931.—	
5	045/3	Pošumljavanje i rasadnici	70.817.—	
6	045/4	Naučna istraž. i uređivanje šuma	95.943.—	
7	045/5	Nabava stoke	100.000.—	370.691.—
		C) Izdvojena sredstva-inter. obrač.		
8	280/2	Šumarija Zalesina	11.652.44	11.652.44
		D) Normirana sredstva i materijali		
9	311/1	Materijal za šumsku željeznicu	1.101.—	
10	311/6	Materijal za gradnju	40.077.50	
11	311/7	Kancelarijski materijal	6.836.80	
12	312/4	Maziva tekuća	7.750.—	
13	315/1	Orude i alat za šumarsku preradu	22.039.65	
14	317	Materijal u doradi	39.197.18	
15	318	Konzum	44.846.—	161.848.13
		E) Nezavršena proizvodnja		
16	500	Opći troškovi izrade i pogonska režija	569.464.—	
17	510	Opći troškovi uprave i prodaje	159.397.—	
18	520	Nezavršene proizv. osnov. djelatnosti	1,396.094.96	
19	580	Poluproizvodi u doradi	77.895.27	2,202.851.23
		F) Tranzitorna aktiva		
20	270	Aktivna vremenska razgraničenja	20.672.—	20.672.—
		G) Novčana sredstva		
21	100	Blagajna	6.191.—	
22	101	Banka redovna konto	2,228.059.—	
23	104	Investicijska banka	44.178.—	2,278.428.—
		H) Sredstva u obračunu		
24	110	Kupci i klijenti	674.918.—	
25	140	Akontacije po službenom poslu	6.301.50	
26	148	Preplaćena obaveza soc. osiguranja	12.522.80	693.742.30
		Ukupni iznos aktive:	18,818.034.10	18,818.034.10

fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na dan 31. prosinca 1951.

P a s i v a :

Pozi-cija	Konto	Naziv pozicije	Potkolona Din	Glav. kolona Din
1	890	A) Izvori osnovnih sredstava Fond osnovnih sredstava	13,410.628.—	13,410.628.—
2	845	B) Financiranje investicija Dobrovoljni rad	5.415.—	5.415.—
3	771	C) Izvori obrt. i izdvojenih sredstava I. Pasivna vremenska razgraničenja Pasivna vremenska razgraničenja . . .	18.307.16	18.307.16
4	760	II. Dobici Dobitak tekuće godine	4,052.943.34	4,052.943.34
5	747	D) Izvori obračunskih sredstava I. Obaveze za ukal. amortizaciju Obaveze za ukal. amortizaciju	35.582.15	
6	730	II. Izvori obrač. sredstava iz budžeta Obaveze za porez na posl. proizvod.	79.427.78	
7	733	Ostale uplate u budžet	38.222.67	
8	710	III. Ostali izvori obrač. sredstava Obaveze prema kupcima	507.128.—	
9	712	Obaveze prema dobavljačima	670.380.—	1,330.740.60
		Ukupni iznos pasive:	18,818.034.10	18,818.034.10

U Zagrebu, dne 12. lipnja 1952.

Knjigovođa:

Nagy Josip, v. r.

Direktor:

Radošević ing. *Josip*, v. r.

Po završnom računu gospodarstva za 1951. god., koji je odobren Odlukom Ministarstva finansija NRH 21.474-II/52 od 24. VII. 1952. dobit gospodarstva iznosila je 4.052.943 Din.

Ova dobit podijeljena je kako slijedi:

Fond rukovodstva	350.000	Din
Fond za slobodno raspolaganje	202.640	„
Financiranje investicija u 1951.	38.242	„
Kontrolni iznos	405.990	„
Uplata dobiti u budžet	3.056.101	„

Ovdje treba napomenuti, da je gospodarstvo u toku 1951. finan-ciralo nastavu i naučna istraživanja na objektima s iznosom od Din 593.653.50. Ovim iznosom raspolagao je Odbor za šume, a utrošen je kako slijedi:

Rashodi Odbora za šume u 1951. god.

prema Uredbi broj 11377-48, Narodne novine od 29. IX. 1948. član VII. i VIII.

1. Školska terenska praksa i ekskurzije	Din	168.890.50
2. Istraživanje osržavanja jasena (Zavod za tehn. drveta) . . .	„	91.985.—
3. Istraž. broja i raspored kvrga kod jasena (Zav. za tehn. drv.)	„	39.499.—
4. Šumsko-uzgojna istraživanja (Zavod za uzbajanje šuma) . . .	„	22.007.—
5. Istraživanje prirasta (Zavod za uređivanje šuma)	„	40.063.50
6. Istraživanje zavoda za zaštitu šuma	„	14.850.—
7. Pedološki radovi (Zavod za pedologiju)	„	12.762.50
8. Upravni troškovi Odbora:		
a) honorari i nagrade	Din	114.000.—
b) troškovi putovanja	„	36.428.—
c) knjige i kancelarijski materijal	„	3.168.— „ 153.596.—
9. Nabava hrane za školsku praksu 1952. god.	„	50.000.—

Svega Din 593.653.50

G) Osoblje Šumskog gospodarstva

U priloženom iskazu donosimo pregled osoblja Šumskog gospodarstva od osnivanja do 1. VII. 1952. g.

Pregled službenika Šumskog gospodarstva Poljoprivredno-šumarškog fakulteta Sveučilišta
u Zagrebu u vremenu od osnivanja do 30. VII. 1952.

Red. broj	Ime i prezime službenika	Funkcija	Struka i zvanje	Školska sprema	Dan nastupa	Dan raz- rijetanja dužnosti
I. Uprava Šumskog gospodarstva						
1.	Ing. Josip Radošević	direktor	šumarski savjetnik	šumarski fakultet	20. VII. 1950.	—
2.	Josip Nagy	knjigovoda	financij. knjigovođa	trgovačka škola	1. XII. 1950.	—
3.	Petar Prebježić	stručni referent	šumarski tehničar	srednja 8 r. gimn.	1. I. 1950.	1. X. 1951.
4.	Zvonimir Gudek	"	"	apsol. šumarstva	1. XI. 1951.	—
5.	Mira Graborov	blagajnik	financij. blagajnik	4 raz. gimn.	1. XII. 1950.	—
6.	Marija Mikšić	admin. struka	administr. adm. manip.	"	1. XII. 1950.	—
II. Šumarija Lipovljani						
1.	Ing. Emanuel Vilček	upravitelj šumarije	šumarska šum. inž.	šumarski fakultet	1. X. 1950.	—
2.	Stjepan Štifter	stručni referent	šumarska tehničar	4 r. gimn. trg. škola	1. I. 1951.	—
3.	Josip Glavaš	ml. knjigovođa	financij. ml. knjig.	4 razr. osn. šk.	1. I. 1951.	—
4.	Radovan Berić	lugar	šumarska lugar	"	1. X. 1950.	—
5.	Stjepan Desić	"	"	"	"	—
6.	Mijo Fučak	"	"	"	"	—
7.	Ivan Knežević	"	"	"	"	—
8.	Ferdo Košćuk	"	"	"	"	—
9.	Mato Hercog	"	"	"	"	—

Red. broj	Ime i prezime službenika	Funkcija	Struka i zvanje	sprema Školska	Dan nastupa	Dan raz- rijenja dunosti
10.	Antun Merle	lugar	šumarska lugar	4 razr. osn. šk.	1. X. 1950.	—
11.	Leopold Planinc	"	"	"	"	—
12.	Marko Rubčić	"	"	"	"	—
13.	Danijel Zubčić	"	"	"	"	—
14.	Ivan Dubičanac	"	"	"	"	—
15.	Ivan Marmelić	administr.	pom. manip.	"	"	—
16.	Franjo Simček	"	administr. adm. manip.	4 razr. gimn.	"	—
17.	Nikola Balaban	lugar	šumarska lugar	4 razr. osn. šk.	15. VII. 1951.	—
18.	Josip Kojnok	administr.	administr. pom. manip.	"	1. V. 1951.	—
19.	Ing. Lajoš Zsuffa	zamj. upr.	šumarska ml. š. inž.	šumarski fakultet	1. XII. 1951.	—

III. Šumarija Zalesina

1.	Ing. E. Gradečki	upravitelj šumarije	šumarska ml. š. inž.	šumarski fakultet	1. I. 1951.	—
2.	Julije Jagorinac	administr.	administr. adm. manip.	4 razr. gimn.	1. XII. 1950.	23. II. 1952.
3.	Antun Pleše	lugar	šumarska lugar	4 razr. osn. šk.	"	—
4.	Branko Gecan	"	"	"	1. I. 1951.	—
5.	Martin Petranović	"	"	"	1. XII. 1950.	—
6.	Juraj Klobučar	"	"	"	1. VIII. 1951.	—
7.	Antun Grgurić	fin. manip.	financij. fin. manip.	4 razr. I. mješ.	1. III. 1952.	—

IV. NASTAVA I NAUČNA ISTRAŽIVANJA
NA OBJEKTIMA ŠUMSKOG GOSPODARSTVA
POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKOG FAKULTETA

1. Nastava na objektima

Praktična nastava sa studentima u vremenu od osnivanja gospodarstva do kraja školske godine 1951./52., t. j. do 31. VII. 1952. vršena je u formi ekskurzija i u formi terenske školske prakse sa studentima.

a) *Ekskurzije*

Šumarija Lipovljani

1. Dne 14. V. 1951. god. ekskurzija iz uređivanja šuma sa 60 studenata IV. godine šumsko-uzgojnog smjera. Studenti su pod vodstvom docenta dra M. Plavšića i asistenta dra D. Klepca pregledali pokusne plohe i sastojine u lugariji Čardačinska Greda.

2. Dne 19. V. 1951. ekskurzija iz uzgajanja šuma sa 100 studenata šumsko-uzgojnog i drvno-industrijskog smjera. Studenti su pod vodstvom prof. dra Andrije Petračića, prof. dra Milana Anića, doc. dra Josipa Kišpatića i nastavnika ing. Ive Čeovića pregledali branjevine u odjelima 158 i 159 i mješovite sastojine hrasta, jasena i briješta s podstojnim grabom u lugariji Čardačinska Greda.

Šumarija Zalesina

3. Dne 1. i 2. VI. 1951. održana je ekskurzija iz dendrometrije, pedologije i entomologije na području šumskih objekata šumarije Zalesina. Sudjelovalo je 30 studenata. Vodstvo ekskurzije sačinjavali su ing. Boris Zlatarić, ing. Arso Škorić, ing. Milan Andrović i direktor Šumskog gospodarstva ing. Josip Radošević.

4. Dne 5. VI. 1951. održana je ekskurzija iz uzgajanja šuma sa 60 studenata III. godine šumsko-uzgojnog smjera. Vodstvo su sačinjavali prof. dr. Andrija Petračić, ing. Boris Zlatarić i direktor Šumskog gospodarstva ing. Josip Radošević.

5. Dne 15. VI. 1951. god. održana je ekskurzija iz uređivanja šuma sa 65 studenata IV. godine šumsko-uzgojnog smjera. Vodstvo ekskurzije sačinjavali su dr. Miljenko Plavšić, dr. Dušan Klepac, prof. dr. Nikola Neidhardt, dr. Zlatko Vajda i ing. Josip Radošević. Studenti su pregledali predjеле Belevina, Tuški Laz, Gornja Bukova kosa, Donja Bukova kosa i Jasle te se upoznali s upotrebljom hipometra i Presslerova svrdla. Kao gost na ekskurziji sudjelovao je i upravitelj šumarije Lipovljani ing. Emanuel Vilček.

6. Dne 13., 14. i 15. VI. 1952. održana je sa 25 studenata I. godine ekskurzija iz botanike. Vodstvo ekskurzije sačinjavali su prof. dr. Ivo Pevalek, ing. Mirko Vidaković i direktor ing. Josip Radošević. Ekskurzija je imala floristički karakter i upoznavanje studenata sa šumom. Pregledani su šumski objekti Donja Bukova Kosa, Jasle, Bijele Stijene, Kupnjački vrh i Belevina.

b) *Školska terenska praksa*

Na račun Šumskog gospodarstva od njegova osnivanja do 31. VII. 1952. održane su ove školske terenske prakse:

1. U vremenu od 3. do 6. VI. 1951. na fakultetskom objektu na Sljemenu školska terenska praksa iz geodezije. Sudjelovalo je 40 studenata II. godine pod vodstvom asistenta ing. Zdenka Tomaševića. Na ovoj praksi studenti su vršili tahimetrijska snimanja.

2. U vremenu od 18. do 28. listopada 1951. godine održana je u Zalesini školska terenska praksa iz iskorišćivanja šuma i mehaničke prerade drveta. Na praksi je sudjelovalo 17 studenata II. i IV. godine drvno-industrijskog smjera. Vodstvo prakse sačinjavali su dr. Ivo Horvat, ing. Roko Benić, ing. Juraj Krpan i direktor ing. Josip Radošević. Kraće vrijeme prisustvovali su i dr. Miljenko Plavšić, dr. Zvonimir Špoljarić, ing. Ninoslav Lovrić i ing. Viljem Čehovin. Na ovoj praksi studenti su upoznati s ovim poslovima: procjenom stabala jele u dubećem stanju, obaranjem stabala i izradom trupaca, izvozom iz šume do pilana u Zalesini i Ljeskovoj Dragi i konačno s radom na pilani. Studenti su ukratko prošli sve poslove eksploatacije šuma i piljenje na potočari. O završenoj praksi dužni su bili podnijeti pismeni referat. Najbolji studentski referat Ante Bilandžića, studenta IV. godine, nagrađen je kompletom malog šumarskog priručnika.

3. U vremenu od 12. do 16. veljače 1952. godine održana je sa studentima IV. godinedrvno-industrijskog smjera u Lipovljanim školska terenska praksa iz »Iskorišćivanja šuma«. Na praksi je sudjelovalo 20 studenata. Vodstvo prakse sačinjavali su ing. Roko Benić i ing. Juraj Krpan i djelomično ing. Ninoslav Lovrić. Na ovoj praksi studenti su upoznati s procjenom, obaranjem, prikrajanjem, izradom, preuzimanjem od radnika i klasifikacijom oblovine jasena i hrasta. Osim toga upoznali su se s izvozom šumskom željeznicom. Najbolji studentski referati s ove prakse Ante Bilandžića i Staničlava Leke nagrađeni su od strane Šumarskog odjela knjigama.

4. U vremenu od 4. do 9. veljače 1952. g. održana je u Lipovljanim školska terenska praksa iz uzgajanja šuma sa 20 studenata šumarstva III. godine šumsko-gospodarskog smjera. Vodstvo prakse sačinjavali su ing. Boris Zlatarić, ing. Borivoj Emrović, ing. Milan

Androić, ing. Josip Radošević i djelomično ing. Roko Benić. Studenti su se na ovoj praksi upoznali s vršenjem proreda i procjenom stabala na panju.

5. U vremenu od 18. do 23. veljače 1952. održana je u Lipovljanima školska praksa iz uzgajanja šuma s drugom grupom studenata šumsko-gospodarskog smjera III. godine. Sudjelovalo je 18 studenata. Vodstvo su sačinjavali dr. Miljenko Plavšić, ing. Josip Radošević, djelomično ing. Vladimir Verner i dr. Josip Kišpatić. Program prakse bio je isti kao kod prve grupe.

6. U vremenu od 1. do 10. srpnja 1952. održana je u Zalesini terenska školska praksa iz iskorišćivanja šuma i pilanske prerade jelovine. Prisustvovalo je 19 studenata drvno-industrijskog odjela III. godine. Vodstvo prakse su sačinjavali ing. Roko Benić, dr. Miljenko Plavšić, dr. Zlatko Vajda i ing. Josip Radošević. Za vrijeme prakse studenti su upoznati sa svim radovima oko eksploatacije jelovine, zatim piljenjem i iskorišćivanjem na pilani u Zalesini, koja radi s jednom venecijanskom jarmačom.

7. U vremenu od 23. do 29. lipnja 1952. g. održana je u Zalesini terenska školska praksa iz šumske komunikacija. Sudjelovala su 23 studenata drvno-industrijskog smjera IV. godine pod vodstvom ing. Stanka Flögla, ing. Ninoslava Lovrića, ing. Zdenka Tomašegovića i ing. Vladimira Vernera.

Studenti su pod vodstvom nastavnika radili na trasiranju ceste tunel Kupjak-Potklanc.

8. U vremenu od 10. do 25. srpnja 1952. održana je u Drvno-industrijskom poduzeću u Belišću školska terenska praksa iz kemijске tehnologije i upoznavanje rada u drvnoj industriji. Praksi je prisustvovalo 18 studenata drvno-industrijskog odsjeka II. godine. Vodstvo su sačinjavali ing. Ivan Opačić, ing. Juraj Krpan i ing. Viljem Čehovin. Studenti su na praksi stekli uvid u tehničke poslove drvne industrije.

9. U vremenu od 13. do 19. srpnja 1952. održana je u Zalesini praksa iz uzgajanja šuma s prvom grupom studenata šumsko-gospodarskog smjera III. godine, a u vremenu od 23. do 31. srpnja 1952. s drugom grupom studenata iste godine. U prvoj grupi sudjelovalo je 20 a u drugoj 21 student. Vodstvo prve grupe sačinjavali su ing. Boris Zlatarić, ing. Borivoj Emrović, ing. Milan Androić, prof. dr. Nikola Neidhardt i ing. Josip Radošević, a druge dr. Miljenko Plavšić, dr. Dušan Klepac, ing. Mirko Vidaković i ing. Josip Radošević. Studenti su upoznati s doznakom i procjenom stabala u prebornim šumama i čišćenjem i prorjeđivanjem.

Prema tome sa školskim terenskim praksama na objektima do konca školske godine 1951/52. sudjelovalo je svega 10 grupa s 216 studenata. Ukupno je na praksi provedeno 1583 studentska radna dana i 301 nastavnički ili zbrojeno 1884 radna dana.

2. Naučno-istraživački radovi na objektima do 31. XII. 1951.

Naučno-istraživački radovi na objektima od njihova dobivanja do kraja 1951. obuhvaćaju ova istraživanja:

I. Radovi zavoda za tehnologiju drveta

1. Prof. dr. A. Ugrenović, Istraživanja broja i rasporeda kvrga poljskog jasena. Terenske radove na prikupljanju materijala vršio je R. Benić. Radovi se predviđaju za nastavak u 1952. god.

2. Ing. R. Benić, Istraživanja učešća i nekih fizičkih svojstava bijeli i srži poljskog jasena (Fr. angustifolia), zatim Istraživanja o učešću kasnog drva u godu poljskog jasena (Fr. angustifolia).

Terenski radovi vršeni su na objektima u Lipovljanim i na Sljemenu i Risnjaku. U toku 1951. god. završeni su terenski radovi i izvršena laboratorijska istraživanja. Rezultati predviđeni za publikiranje u 1952. god.

3. Ing. J. Krpan, Istraživanja točke zasićenosti žice vlakanaca vlagom. U toku 1951. izvršeno prikupljanje materijala iz Lipovljana i Zalesine. Radovi se nastavljaju u 1952. godini.

II. Radovi zavoda za uzgajanje šuma

4. Ing. B. Zlatarić vršio je terenske radove na mjerenu sistema korijena hrasta, jasena, topole, briješta i graba.

III. Zavod za zaštitu šuma

5. Dr. Z. Vajda vršio je preglede objekata u zaštitnom pogledu.

IV. Zavod za entomologiju

6. Članovi zavoda dr. Kovačević, ing. Androić, ing. Schmidt, Latal, vršili entomološke preglede Lipovljana i Zalesine radi inventarizacije insekata.

V. Zavod za pedologiju

7. Članovi zavoda prof. dr. M. Gračanin, ing. A. Škorić i ing. Z. Gračanin pregledali su teren u Zalesini i Lipovljanim radi sastava plana radova na istraživanju.

VI. Zavod za uređivanje šuma

8. Zavod je stabilizirao i premjerio pokusne plohe u Lipovljima. Taj je posao izvršio dr. M. Plavšić uz pomoć dra D. Klepca. Osim toga rađeno je na ovim istraživanjima:

9. Dr. M. Plavšić, Istraživanje prirasta jasena u nizinskim šumama. Izvršeni terenski radovi. Rad se nastavlja u 1952. god.

10. Dr. D. Klepac, Istraživanja prirasta u fak. šumama šumarije Zalesina. Rad se nastavlja u 1952. god.

Troškovi ovih radova iskazani su u završnom računu Šumskog gospodarstva.

V. ZAGLAVAK

Iz ovog pregleda rada na objektima Šumskog gospodarstva Po-lijoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu vidi se njihova važnost za nastavu i naučna istraživanja.

Šumarska nastava na fakultetu dobila je mogućnost da studente upozna s praktičnom stranom šumarstva i drvne industrije.

S druge strane omogućeno je vršenje naučno-istraživačkih radova u većem opsegu i povezivanje tih istraživanja sa potrebama šumarske i drvno-industrijske prakse.

S U M M A R Y

Forestry education in Croatia dates from 1860, when the School of Agriculture and Forestry in the town of Križevci was founded. In 1898 the Forest Division of this school was transferred to Zagreb, and it was transformed into the Forest Academy as an annex to the Faculty of Philosophy.

In 1919 a separate Faculty of Agriculture and Forestry was founded possessing two respective divisions. The theoretical part of the studies was lectured at the Faculty, while the practical side thereof was carried out in laboratories as well as in the forest properties of the town of Zagreb, the Faculty not possessing forests of its own. True, in 1922 and 1945 the Faculty received certain minor forest areas in the surroundings of Zagreb, but they could not meet the demands of high forest education. Since its foundation the Faculty never failed to raise the question of allotment of forest lands suitable for demonstration and research work.

It was not until 1950 that the Department of Forestry and Timber Industry in agreement with the President of the Government of the PR of Croatia – allotted to the Forestry Division of the Faculty the lands of the Forest District of Lipovljani (8.179 ha) and Zalesina (2.382 ha). Thus the Faculty received representative areas of typical lowland forests of Pedunculate Oak, Ash, and Elm in the regions along the river Sava, beech forests on hilly ground near Lipovljani, as well as fir and beech selection forests in the mountainous region of Gorski Kotar.

For the purpose of Forest enterprise administration a central office was founded in Zagreb. In the field there exist two forest units: Lipovljani and Zalesina.

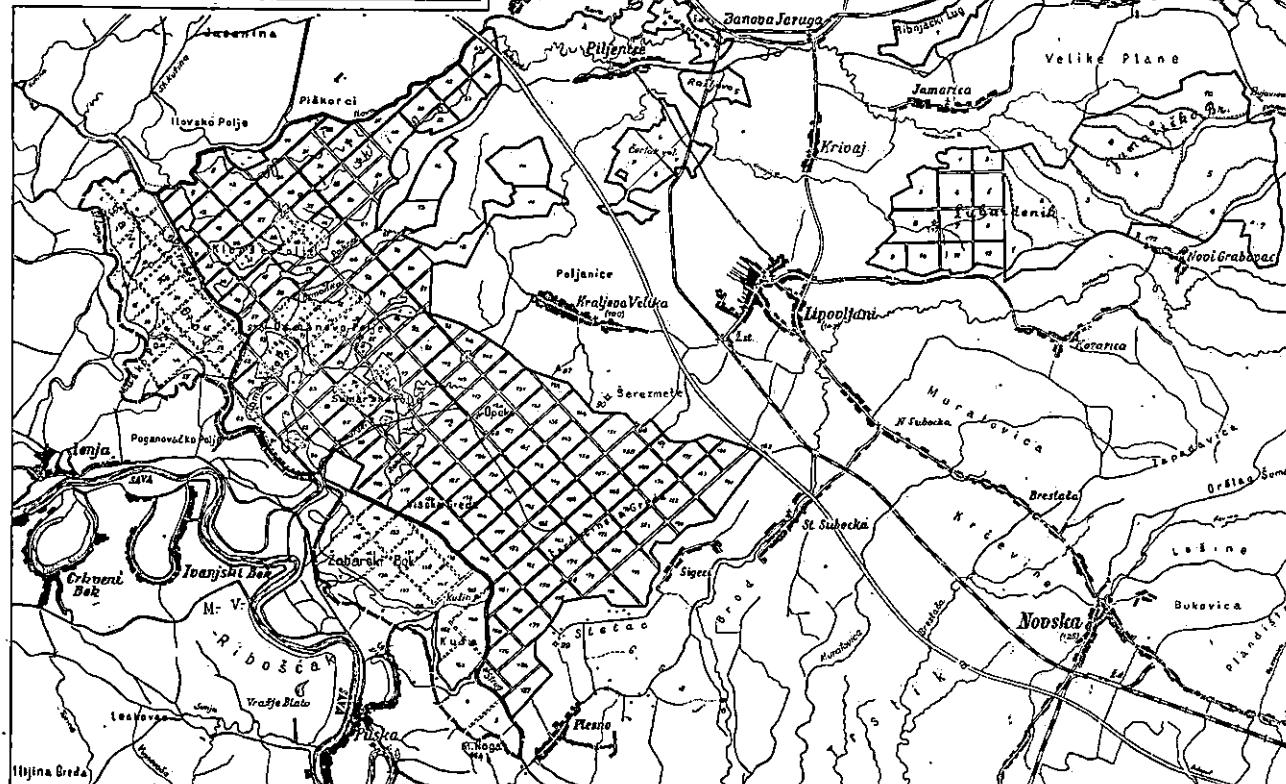
In the survey the author further presents a detailed description of the taking over of the forest areas allotted, as well as their organization and management.

The management of the Faculty Forest Enterprise is in the hands of a Forest Committee. The enterprise is under the leadership of a manager responsible to the Forest Committee. Every field unit is headed by a chief, who is a graduate in forestry. The paper contains the Regulations on the organization and management of Forest Enterprise together with a report on the first year of its activities.

Šumarija Lipovljani.

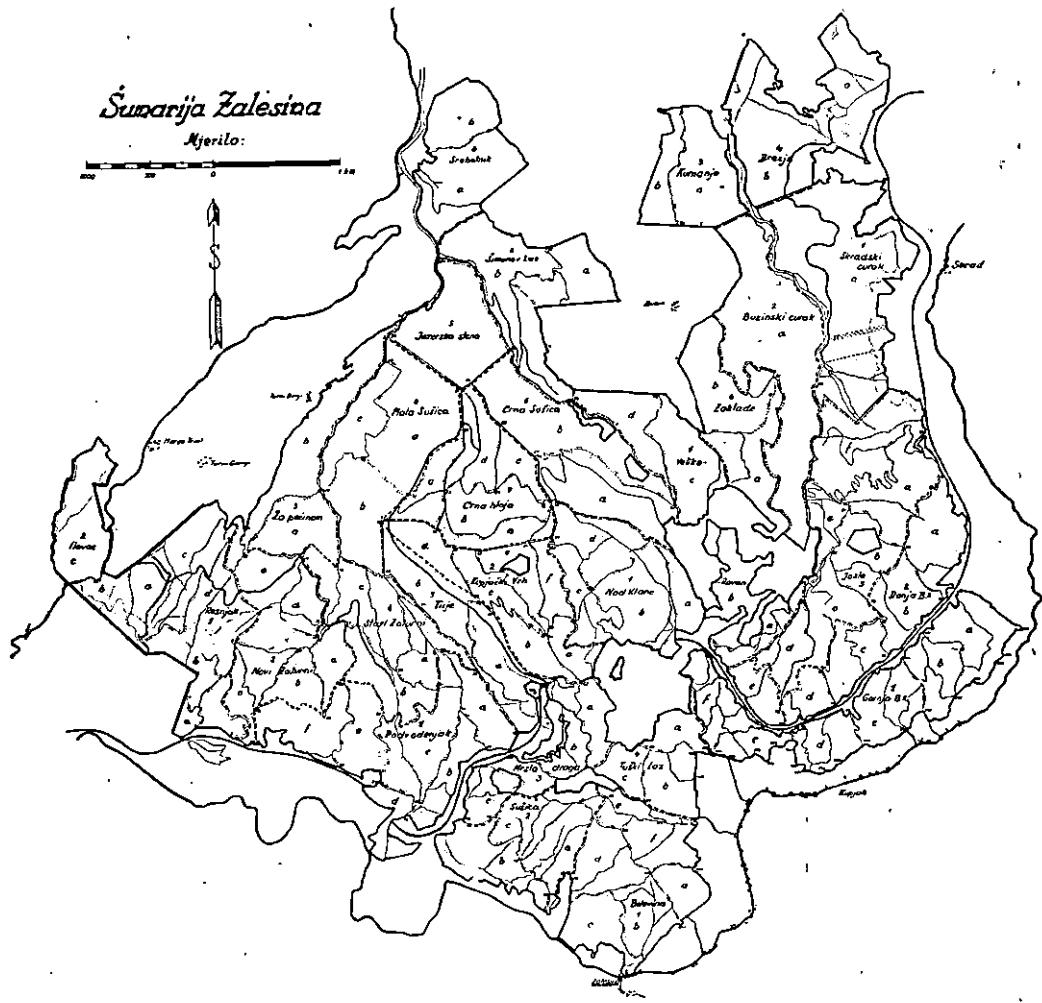
Mjerilo:

1000 500 0 1 2 3 4 5 km



Sunarija Žalesina

Mjerilo:



S A D R Ž A J

(S U M M A R I U M)

Ing. Juraj Krpan:

- Istraživanja higroskopske ravnoteže vlage uzduha i drveta
Investigations about Moisture Content Equilibrium between Air and
Wood 5
49

Ing. Roko Benić:

- Istraživanja o odnosu između širine goda i učešća kasnog drveta kod
poljskog i običnog jasena (*Fraxinus augustifolia* Vahl i *Fraxinus
excelsior* L.) 53
Investigations about Correlation between Annual Ring Width and
Proportion of Summerwood by *Fraxinus augustifolia* Vahl and *Fraxi-
nus excelsior* L. (A Contribution to the Knowledge of the Structure of
Ash Wood) 71

Ing. Bora Emrović:

- O izjednačenju pomoću funkcija koje se logaritmiranjem daju svesti
na linearni oblik, s naročitim obzirom na upotrebu kod izrade drvnog-
gromadnih tablica 73
On the Adjustment by Means of Function That Can Be Reduced to
Linear Forms by Logarithmic Treatment with Special Regard to Their
Use in the Preparation of Tree Volume Tables 103

Ing. Boris Zlatarić:

- Neki taksacioni elementi jele i bukve u odnosu na ekologiju i razdiobu
šuma na Risnjaku 111
Heights of Trees and Diameter Growth Rate of the Fir (*Abies Alba*)
and Beech (*Fagus silvatica* L.) in Relation to the Ecology and Distri-
bution of Forests of Risnjak 159

Ing. Mirko Vidaković:

- Prilog poznавању анатомије иглица неких сродних борова 163
Ein Beitrag zur Kenntnis der Blattanatomie bei einigen verwandten
Kiefernarten 178

Dr. Dušan Klepac:

- O šumskoj proizvodnji u fakultetskoj šumi Zalesini 181
La production dans la forêt de Zalesina 238