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

9

ZAGREB IN JUGOSLAVIA
1948

TISAK GRADSKE TISKARE I KNJIGOVEŽNICE

Izdanje ove knjige našega GLASNIKA ZA ŠUMSKE POKUSE omogućeno je naročitim zauzimanjem Ministarstva poljoprivrede i šumarstva FNRJ u Beogradu. Ono je našemu fakultetu dot. ovome zavodu osim toga stavilo bilo za tu svrhu na raspolaganje znatan novčani iznos. Pored njega participiraju u novčanom pogledu na ovome izdanju: 1. Komitet NRH za naučne ustanove, sveučilište i visoke škole; 2. Ministarstvo šumarstva NRH.

Z. Z. Š. P.

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

9

ZAGREB IN JUGOSLAVIA
1948

TISAK GRADSKE TISKARE I KNJIGOVEŽNICE

Sadržaj

(Summarium)

Prof. Dr. Andrija Petračić:

Biološki odnošaji mješovitih sastojina crne johe i hrasta lužnjaka

(Circonstances biologiques des peuplements mélangés d'aune et de chêne pédonculé)

SADRŽAJ (SOMMAIRE)

I. Uvod

Rastenje važnijih vrsta drveća u čistim sastojinama šumarski su stručnjaci već odavno motrili i proučavali. O čistim sastojinama raznih vrsta drveća sastavljene su skrižaljke prihoda i prirasta. U njima su sadržani podaci o broju stabala, zbroju temeljnica, o drvnoj masi na jedinici površine, visini srednjih sastojinskih stabala, njihovi promjeri u 1,30 m visine, a to sve u raznim starostima sastojina i u raznim stojbinskim prilikama. Razumije se, da su takova mjerenja i proučavanja vršena u sastojinama normalnog sklopa i obrasta.

Daleko je manje poznat tok rastenja drveća u mješovitim sastojinama. Većina takovih podataka potječe iz običnih opažanja i motrenja, a manje ih se temelji na znanstvenim opažanjima i mjerenjima. I empirijskih podataka o mješovitim šumama ima dosta malo.

Za mješovite sastojine nisu — osim rijetkih slučajeva — sastavljene skrižaljke prihoda i prirasta, slično onima za čiste sastojine. Razlozi su tome mnogovrsni. Tok je života i rastenja pojedinih vrsta drveća u mješovitim sastojinama daleko raznovrsniji nego u čistim sastojinama. On ne ovisi samo o stojbinskim faktorima, kao što je to slučaj u čistim sastoji-

nama, nego je ovisan i od međusobnog odnosa pojedinih vrsta drveća, koje čine takove mješovite sastojine, u pogledu načina njihove smjese i u pogledu raznih odnosa biološke naravi.

Mješovite sastojine nisu tako jednolično složene kao čiste sastojine. Njihov je sastav vrlo različit. One mogu biti složene od dvije ili više vrsta drveća, a pojedine ove vrste mogu biti zastupane u takovim sastojinama vrlo različito, ne samo što se tiče samoga broja stabala, nego i što se tiče oblika njihovog međusobnog mješanja (stablimična ili grupimična smjesa, te njihove razne varijacije). Osim toga pridolazak pojedinih vrsta drveća u mješovitim sastojinama može biti istovremen za sve vrste ili raznodoban za pojedine vrste. Dok u čistim sastojinama imaju sva stabla jednake zahtijeve na množinu svijetla potrebnog im za život u raznim njihovim starostima, dotle su potrebe na svijetlu za pojedine vrste drveća u mješovitim sastojinama različite. Drugim riječima, kod pojedinih vrsta različite su mogućnosti podnašanja zasjene od susjednih stabala drugih vrsta. U čistim je sastojinama gustoća krošanja i njihov oblik kod svih stabala podjednak, dok su u mješovitim sastojinama krošnje pojedinih vrsta drveća vrlo različite i s obzirom na njihovu gustoću i s obzirom na njihov oblik. I tok prirašćivanja u visinu i debljinu stabala raznih vrsta drveća u mješovitim je sastojinama daleko različitiji nego kod stabala iste vrste drveća u čistim sastojinama. Različiti su i odnosi pojedinih vrsta drveća prema raznim stojbinskim faktorima, napose prema tlu i klimi. Posljedica je svih tih nejednakosti različit razvitak svake pojedine mješovite sastojine.

Kod nas su provedena točna naučna istraživanja samo u mješovitim sastojinama hrasta lužnjaka, jasena i brijesta u nizinskim šumama Posavine.[1])

II. Općenito o zajedničkom životu crne johe i hrasta lužnjaka sa podacima iz literature

U ovoj radnji donosimo prikaz zajedničkog života crne johe i hrasta lužnjaka u jednoj od njihovih mješovitih sastojina. Razumije se stoga, da ovdje navedeni podaci mogu poslužiti samo kao jedan doprinos u proučavanju i upoznavanju života takovih mješovitih sastojina.

Za upoznavanje međusobnih odnosa, napose toka prirašćivanja stabala pojedinih vrsta drveća u mješovitim sastojinama, nužna su mnogobrojna opažanja. Najbolje je motriti razvoj svake pojedine mješovite sastojine od prve njene mladosti. U koliko se to ne može, a želimo i nastojimo iz već odraslijih sastojina ocijeniti i upoznati tok njihova života — kao što je to u ovom našem slučaju — činimo to na osnovi mjerenja u sadanjem njenom stanju, uzev u pomoć event. prijašnje opise

dotične sastojine (kojih u našem šumarstvu nažalost, malo imamo), te istražujuć dosadašnji tok prirašćivanja pojedinih vrsta drveća putem analize stabala. Svakako nam je u takovom slučaju često nepoznata stvarna količina stabala pojedinih vrsta drveća na jedinici površine u raznim starostima sastojine, a to mnogo otešćava donošenje pravilnih zaključaka.

U prikazu zajedničkog života crne johe i hrasta lužnjaka ističe se ovdje u prvom redu, da svaka od ovih dviju vrsta stavlja za dobro uspijevanje različite zahtjeve na svojstva

Gomoljići na korijenju joha

tla, a napose na njegovu vlagu. Johi više odgovaraju još vlažnija i kiselija tla nego hrastu lužnjaku. U mješovitim njihovim sastojinama ima joha tu dobru stranu pred hrastom, da popravlja tlo privadanjem dušika iz zraka pomoću posebnih malih gomolja na njihovu korijenju.[2]) Ti su gomolji mnogo veći nego oni kod bagrema, a nalaze se u blizini humuzne i vlažne površine tla.

U drugom redu ističe se, da hrast lužnjak traži za dobro uspijevanje nešto više svijetla nego joha. Prema zahtjevu na svijetlo raspoređuje se šumsko drveće uglavnom ovim redoslijedom:[3])

ariš, breza
bor, trepetljika
hrast lužnjak, hrast kitnjak, jasen(?).
pitomi kesten, crna joha, crni bor, borovac
lipa, javor
smreka, grab
bukva, jela
tisa

Iz prednje ljestvice vidimo, da je razlika na potrebi svijetla kod hrasta lužnjaka i crne johe dosta malena tj. da nije tolika, da bi mogla biti od smetnje zajedničkom životu ovih dviju vrsta u mješovitim sastojinama, napose ako broj stabala crne johe nije prevelik.

U trećem redu ističe se znatna razlika ovih dviju vrsta u osjetljivosti na mraz. Hrast trpi od mraza puno više nego joha, koja je dosta osjetljiva na mraz samo u dobi svoje posve rane mladosti, ponajviše prilikom nicanja mladih biljaka.

U četvrtom se redu ističe velika razlika u visinskom prirastu crne johe i hrasta lužnjaka. Joha raste u prvoj mladosti mnogo brže nego hrast. O tom rastu u prvoj mladosti donosimo ovdje podatke, i to prema rezultatima iz pokusa u šumskom vrtu u Adlisbergu (Švicarska).[4])

Jednako stare biljke uzrasle na istoj gredici sortirane su prema visini u tri visinske grupe, tj. dobro, srednje i slabo odrasle. Biljke su imale na obrađenoj gredici slijedeće visine u cm:

a) Dobro odrasle biljke

	1	2	3	4	5	6	7 god.
hrastove	17	33	51	84	115	135	144 cm
crne johe	22	94	269	417	.	.	. cm

b) Srednje odrasle biljke

hrastove	10	18	29	52	77	99	120 cm
crne johe	9	47	217	340	.	.	. cm

c) Slabo odrasle biljke

hrastove	6	14	19	28	44	59	96 cm
crne johe	3	41	200	295	.	.	. cm

Iz ovih se podataka vidi, da je razlika u visini biljaka hrasta i crne johe u prvoj godini života posve neznatna (dapače hrastove su biljke gotovo i veće), ali da je već u drugoj godini ta razlika u korist crne johe znatna, a u trećoj i četvrtoj godini je velika.

Prema mjerenju u šumskom vrstu u Grossholzu[5]) u Švicarskoj naraste crna joha u prvih 8—10 godina na raznim tlima 80—350 cm (poprečno 252,5 cm), a hrast lužnjak u isto vrijeme i na istim tlima samo 20—115 cm (poprečno 49,8 cm). Prema tome raste crna joha u prvoj mladosti 4—5 puta brže nego hrast lužnjak.

Svakako su prilike tla, a prema tome i rastenje biljaka u šumi drugačije nego što je to u šumskim vrtovima. Napose to vrijedi za džombasta hladna tla, gdje posve mlade, tek iznikle biljke hrasta i johe ugrožavaju kasni mrazovi, a johine biljke trpe donekle i od ljetne suše.[6]) Posebno je u šumi smanjen prirast mladih biljaka i radi veće konkurencije žilja, a u mješovitim sastojinama i radi zasjenjivanja od krošnjica susjednih inovrsnih stabalaca.

Prema tablicama prihoda i prirasta od Schwappacha (Pruska) imaju hrast odnosno crna joha u svojim čistim sastojinama u raznim dobama života slijedeće visine u m:

Tabela I.

Do dobi od god.	hrast			crna joha		
	na tlu bon. razr.					
	I	II	III	I	II	III
15	—	—	—	11,7	9,0	7,0
20	7,5	—	—	14,5	11,2	8,9
25	9,4	6,3	—	16,6	13,1	10,3
30	11,2	7,7	4,8	18,3	14,7	11,6
35	13,0	9,1	5,9	19,7	16,0	12,7
40	14,7	10,5	7,0	20,9	17,1	13,6
45	16,3	11,8	8,0	21,9	18,0	14,4
50	17,8	13,1	9,0	22,8	18,8	15,0
55	19,1	14,3	10,0	23,5	19,5	15,5
60	20,3	15,5	11,0	24,1	20,0	16,0
65	21,4	16,6	12,0	24,6	20,4	16,4
70	22,4	17,7	12,9	25,0	20,8	16,8
75	23,3	18,6	13,8	25,3	21,1	—
80	24,1	19,5	14,7	25,5	21,3	—
85	24,8	20,4	15,5	—	—	—
90	25,4	21,1	16,2	—	—	—
95	26,0	21,7	16,8	—	—	—
100	26,6	22,2	17,4	—	—	—

Kod izrade tih tablica za hrast služile su autoru čiste sastojine hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka, te njihove mješovite sastojine (kojima je mjestimično bilo primješano i nešto bukve). Kako su ove skrižaljke rađene od istog stručnjaka,

a jamačno i u istim klimatskim prilikama (u Pruskoj), prikladne su za uspoređivanje rastenja hrasta i johe u njihovim čistim sastojinama. Iz ove se skrižaljke vidi, da joha u čistim sastojinama raste u visinu daleko brže nego hrast u takovim svojim sastojinama, i to napose u mladosti. Joha je između 20.—30. godine gotovo 7 m viša od hrasta. Međutim već se dosta rano (ovisi to o tlu i klimi) približno izjednači tečajni periodični prirast johe i hrasta, a u kasnijim periodama postaje dapače tekući godišnji visinski prirast hrasta veći nego prirast johe. Ipak su johova stabla — radi njihovog znatno većeg prirasta u mladosti — sve do odmaklije dobi viša nego hrastova stabla jednake starosti.

Brži rast crne johe od rastenja hrasta lužnjaka u njihovoj prvoj mladosti ima velik utjecaj na razvitak njihovih mješovitih sastojina. Taj razvitak ovisi mnogo o postanku takovih sastojina i o sastavu tla. Rijetko kada nastaju takove mješovite sastojine istovremenim pomlađenjem obiju vrsta. Najpovoljniji je slučaj za njihov daljnji razvitak, ako se joha pojavi u već podignutim hrastovim kulturama. On je tim povoljniji, što se joha kasnije pojavi. Nepovoljniji je slučaj, kad se radi o istovremenom pomlađenju obiju vrsta, a najnepovoljniji, ako se joha naseli na površini prije pomlađenja hrasta ili ako u to doba ima na površini izbojaka iz johovih panjića. Brže rastenje johe može biti pogibeljno za hrast u svakom od gornjih slučajeva, ako su johova stabla zastupana u znatnom broju i čine zatvoren sklop nad hrastovim stabalcima, a najpogibeljniji je slučaj, gdje je hrast u takovoj sastojini zasjenjivan od viših joha već od svoje prve mladosti. Njegov je visinski prirast u takovom slučaju posve malen, pošto je prerano došao u potstojan položaj. Tamo gdje se mješovita sastojina tih vrsta nalazi na veoma vlažnom tlu za hrast ili na mrazištu, a primiješanih joha nema odviše, čine johe hrastu uslugu stvaranjem povoljnog režima vode za hrast, odnosno zaštićujuć ga od mrazova (o čem se u daljnjem tekstu još posebno raspravlja).

U našoj šumarskoj literaturi nema posebnih podataka o zajedničkom životu tih dviju vrsta u mješovitim sastojinama. Isto tako nađe se vrlo malo podataka o tom pitanju i u stranoj šumarskoj literauri. Spomenut ćemo ovdje neke takove podatke:

Prema Morozovu[7]) hrast čini mješovite sastojine sa crnom johom u dolinama rijeka, i to na tlima koja nisu jako vlažna.

Prema Pfeil-u[8]) joha (poput vrbe i topole) nije podesna za miješanje sa hrastom, jer djeluje nepovoljno, zasjenjujuć i gušeći mlade hrastiće. U ostalom, johe se nađu rijetko

gdje u mješovitim sastojinama, jer vrlo malo vrsta drveća podnosi johovo tlo, odnosno na njemu slabo uspijevaju.

Burckhardt[9]) navodi, da johe (crna i bijela) ne mogu trajno služiti u hrastovoj šumi kao potstojno drveće, jer ne podnose dobro zasjenu: Međutim vrše dobru ulogu kao drveće za popunjivanje u međuredovima hrastovih biljaka, da ovima posluže u prvom redu za zaštitu, a onda i za pospješenje njihova uzrasta (Füll- und Treibholz). I tlu daju dobru zaštitu. U svakom slučaju pružaju svojim brzim rastenjem raniji predužitak. Manje se nađu takve smjese na slabijim tlima, premda bijela joha raste dobro na različitim tlima.

Gayer,[10]) raspravljajući o mješovitim sastojinama hrasta sa johom (i brezom), više se osvrće na njihovu primjesu u grupama. Posebno on primjećuje, da se na onakvim partijama tla, koje su izgubile potrebnu vlagu za dobro uspijevanje johe, često sade jače hrastove biljke, u kojem slučaju izbojci iz johovih (ev. i jasenovih) panjeva služe kao primjesa. Pošto ove primiješane vrste rastu vrlo brzo, moraju se takove sastojine njegovati. Pri tom se ima paziti, da hrast bude uvijek dovoljno zaštićen od jačeg zasjenjivanja.

Prema Mayr-u[11]) u mješovitim sastojinama hrasta s vrstama, koje podnose polusjenu (brijest, jasen, grab, johа, lipa) igraju te vrste sličnu ulogu kao bukva u smjesi s hrastom, pa se prema tome mora u takovim sastojinama postupati slično kao i u mješovitim sastojinama hrasta i bukve, tj. mora se hrastu uglavnom neprestano pomagati, a to je ne samo skup posao, nego on zahtijeva i mnogo vremena.

Prema Dittmar-u,[12]) crna i bijela joha dobro služe kao primjesa među hrastovim biljkama na svježem do vlažnom tlu, a bijela joha i na sušem tlu (gdje joj i inače odgovara). Crna joha trpi u potstojnom stanju od zasjene, dok je bijela joha (u njenom području) u tu svrhu prikladna vrsta. Dittmar napose još napominje (str. 219), da se za povećanje vrijednosti johovih sastojina mogu na boljim tlima (gdje raste mrtva kopriva, Lamium orvala) johi primiješani hrast i jasen.

III. Vlastita opažanja

Sastojina (veća grupa) crne johe i hrasta lužnjaka, koja nam je poslužila za naša mjerenja, nalazi se u odjelu 17. šume Šašinovečki lug. Ta je šuma kraće vrijeme u posjedu zagrebačkog Poljoprivredno-šumarskog fakulteta. Nastala je ručnim putem i to sadnjom žira pod motiku. Joha se naselila na tu površinu nekoliko godina kasnije poplavom ili vjetrom. Tlo je prije sadnje žira bilo upotrebljavano u poljodjelske svrhe (loša livada).

Opis sastojine na pokusnoj plohi.

a) Veličina plohe: 875 m² (35×25)

b) Položaj: Ploha se nalazi 17 km sjevero-istočno od Zagreba (kod sela Šašinovca). Nadmorska joj je visina 121 m. Površina tla je ravnica izložena povremeno kratkotrajnim poplavama iz susjednih potočića. Površina pokusne plohe čini slabiju neprimjetnu depresiju. Okolo nje se nalazi čista 37-godišnja hrastova sastojina.

c) Meteorološki podaci: Najbliža meteorološka stanica (13,5 km) nalazi se u šumskom vrtu Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Maksimiru (125 m) kraj Zagreba. Klimatske faktore označuju podaci: prosječna godišnja temperatura (1926—1934 god.) 10,6°C (9,2°—11,7°); prosječna temperatura u januaru — 0,77° (—6°—1,8°); prosječna temperatura u julu 21,6° (19,6°—24,1°); prosječna temperatura od maja do septembra 18,7° (17,5°—19,7°); prosječno vrijeme bez mrazova za doba vegetacije 170 dana; prosječne godišnje oborine 917 mm (I = 48, II = 36, III = 57, IV = 62, V = 100, VI = 76, VII = = 89, VIII = 89, IX = 96, X = 113, XI = 89, XII = 55 mm); broj kišnih dana za doba vegetacione periode sa više od 0,1 mm oborine 62; relativna godišnja zračna vlaga u doba vegetacije 68%; rani snijeg (u oktobru) padne rijetko kada.

d) Tlo. Tlo je u okolišu pokusne plohe pjeskovita ilovača. Ono je međutim na pokusnoj plohi u vlažnom dijelu godine vlažno do mokro, džombasto, te mnogo bolje odgovara crnoj johi nego hrastu lužnjaku. Ljeti je to tlo posve suho, te više odgovara uzrastu hrasta nego johi.

e) Starost sastojine (u doba mjerenja): hrast lužnjak imao je 37 godina, a crna joha oko 31—32 godine. Godovi na prerezima crne johe nisu dovoljno jasni.

f) Struktura sastojine: Sastojina pokusne plohe bila je prigodom mjerenja, gledom na vrste drveća i njihovu uslojenost, građena kako slijedi:

1. Gornju etažu činila su najviša stabla crne johe, koja su bila visoka 15—18 m (poprečno 16 m). Takvih je stabala bilo 27. Sklop krošanja u toj etaži procijenjen je sa 0,4.

2. Srednju etažu činila su uglavnom stabla hrasta lužnjaka, visoka 4—14 m (148 kom.), te niža stabla crne johe, visoka 9—14 m (21 kom.), svih ukupno 169 kom (148+21). Poprečna visina stabala u toj etaži iznosila je 7,36 m (1243,2 : 169). Sklop krošanja iste etaže procijenjen je sa 0,75.

3. Donju etažu (sloj grmlja) činila su ponajviše stabalca od Quercus pedunculata (0,3—4 m visine, ukupno 140 kom.), te nešto grmova od Rhamnus frangula (10 kom.), Salix

incana (7 kom.), te po 1 grm od Ulmus campestris i Viburnum opulus. Poprečna je visina ove etaže iznosila oko 2.3 m. Sklop je u toj etaži procijenjen sa 0,3.

4. Prizemnu floru činile su uglavnom Rubus caesius, Lonicera caprifolium, Aspidium filix mas, Juncus sp., Lysimachia nummularia, Carex brizoides, Deschampsia caespitosa. Prizemna flora pokrivala je oko 90% tla.

5. Penjačice (Humulus lupulus).

6. Panjevi: na pokusnoj plohi nađeno je 58 johovih panjeva, od kojih je 14 bilo živih.

Iz gornjeg se prikaza vidi, da je ukupni broj stabala (stabalaca) — na površini od 875 m² — iznosio, i to:

a) Johovih stabalaca:

1) nadstojnih, tj. viših od 14 m	27	ili	po	ha	309
2) podstojnih, tj. nižih od 14 m	21	»	»	»	240
Ukupno:	48	»	»	»	549
3) broj posječenih johovih stabala (od 58 panjeva)	58	»	»	»	663
Sveukupno:	106	»	»	»	1212

b) Hrastovih stabalaca:

1) viših od 4 m	148	ili	po	ha	1691
2) nižih od 4 m (0,3—4 m)	140	»	»	»	1600

Napominje se, da je od hrastovih stabalaca, navedenih pod b/2 bilo ispod 1,3 m visokih 48 ili po ha 549

Pobliži podaci o visinama stabala na pokusnoj plohi nalaze se za johova stabla u tabeli II, a za hrastova stabla u tabeli III.

Tabela II.

Broj i visina johovih stabala

m	broj stab.	zbroj visina
9,0	1	9,0
10,5	1	10,5
11,5	1	11,5
12,2	13	158,6
13,0	2	26,0
14,0	3	42,0
15,0	10	150,0
16,0	10	160,0
17,0	2	34,0
18,0	5	90,0
Ukupno:	48	691,6

Opaska:

Visine stabala ocjenjivane su pomoću letve prislonjene uz stabla (dakle približno). Starost 31—32 god.

Srednja visina svih johovih stabala iznosila je 14,4 m (691,6 : 48), a srednja visina stabala viših od 14 m iznosila je 16 m (437 : 27).

Tabela III.

Broj i visina hrastovih stabalaca (viših od 1,3 m)

m	broj. stab.	zbroj visina
1,4	—	—
5	5	7,5
6	2	3,2
7	2	3,4
8	1	1,8
2,0	8	16,0
1	1	2,1
2	4	8,8
3	1	2,3
4	1	2,4
5	10	25,0
6	5	13,0
7	2	5,4
3,0	13	39,0
2	2	6,4
5	6	21,0
6	1	3,6
7	1	3,7
8	1	3,8
4,0	26	104,0
2	3	12,6
5	9	40,5
5,0	26	130,0
5	1	5,5
6,0	28	168,0
1	1	6,1
5	7	45,5
7	1	6,7
8	1	6,8
7,0	31	217,0
1	2	14,2
2	1	7,2
5	6	45,0
8,0	14	112,0
5	1	8,5
9,0	7	63,0
10,0	6	60,0
11,0	1	11,0
12,0	1	12,0
13,3	1	13,3
Ukupno:	240	1257,3
Stabalaca niših od 1,3 m	48	34,1

Opaska:

Visine stabala mjerene su pomoću letve prislonjene uz dubeća stabalca (dakle približno). Starost 37 god.

Srednja visina svih hrastovih stabalaca viših od 1,3 m iznosila je 5,24 m (1257,3 : 240).

Srednja visina svih hrastovih stabalaca viših od 4 m iznosila je 6,65 m (984,9 : 148).

Upada u oči velik broj hrastovih stabalaca na pokusnoj plohi (240 + 48). Da su se ta stabalca održala u tolikom broju na životu u potstojnom položaju, i to kroz vrijeme od preko 25 godina, može se tumačiti činjenicom, da su hrastove biljke već ojačale (bile su stare oko 8—9 godina), kada su ih mlade johove biljke počele nadvisivati. Premda se joha naselila u hrastovu kulturu, kada je ona bila oko 6 godina stara, polučila je ona u svojoj trećoj godini života visinu od 1,3 m, dok je hrast narastao do te visine tek u svojoj osmoj godini.

Posebno pitanje zaslužuje učešće posve malih i sitnih hrastovih strukova (ruski naziv torčok-i) na pokusnoj plohi. Vrlo lako bi se moglo pretpostaviti, da su to izdanci iz žilja, ali takovih kod hrasta nema ili ih ima tek u iznimnim slučajevima. Međutim je G. I. Visocki[18]) upozorio, da mladi potstojni hrastići, koji su uginuli uslijed pomanjkanja svijetla ili od drugih ošteta, potjeraju izbojke ispod površine tla, i to na mjestu, koje se nalazi iznad ožiljka, kojeg su ostavile supke, dakle iz proventivnih pupovi na životu održanog pridanka sitnog debla, koji se nalazi ispod tla. Ovi novi izbojci ostaju na životu, radi zasjene, samo kratko vrijeme (oko 3 godine), a iz njihovih pridanaka izbijaju opet novi izbojci. Tako se hrastov mladik u potstojnom stanju bori za svoj život čitavih 10—15 godina, koja činjenica često igra presudnu ulogu za održanje hrasta.

Tabela IV.

Podaci iz visinske analize stabla crne johe.

Visina stabla 16,2 m; starost 37 god.

Visina prereza iznad tla m	Broj godova na prerezu	Starost u kojoj je stablo naraslo do visine prereza
0,2	30	1
1,3	28	3
3,3	25	6
5,3	23	8
7,3	21	10
9,3	17	14
10,8	14	17
12,8	12	19
13,8	10	21
14,8	5	25
15,8	1	29
16,2	0	31

Opaska:

Promjer stabla u visini 1,3 m:

sa korom	26,6 cm
bez kore	25,0 cm

Ovo stablo imalo je prema visinskoj krivulji:

u starosti	od	5	god.	visinu	od	2,6 m
»	»	» 10	»	»	»	7,3 m
»	»	» 15	»	»	»	9,8 m
»	»	» 20	»	»	»	13,0 m
»	»	» 25	»	»	»	14,8 m
»	»	» 30	»	»	»	16,0 m

Petgodišnji visinski prirast iznosio je prema tome:

U prvoj	petgodišnjoj	periodi	. 2.6 m
» drugoj	»	»	. 4.7 m
» trećoj	»	»	. 2.5 m
» četvrtoj	»	»	. 3.2 m
» petoj	»	»	. 1.8 m
» šestoj	»	»	. 1.2 m

Visinski prirast kulminirao je između 5—10 god. starosti stabla.

Za analizu nije izabrano najviše stablo (visoko oko 18 m) nego nešto niže (16.2 m) i to zbog pravilnijeg uzrasta ovoga stabla i bolje čistoće njegova debla. Broj godova nije se mogao posve točno ustanoviti ni na strojem izglačanim prerezima. Prema tome ne mora navedena godina starosti biti apsolutno točna. Svakako stoji, da su johova stabla na pokusnoj plohi oko 6 godina mlađa od hrastovih stabala, tj. da se joha naselila u već podignutoj hrastovoj kulturi.

Tabela V.

Podaci iz visinske analize stabla hrasta lužnjaka

Visina stabla 13,3 m, starost 37 god.

Visina prereza iznad tla m	Broj godova na prerezu	Starost u kojoj je stablo naraslo do visine prereza
0,2	35	2
1,3	29	8
3,3	24	13
5,3	20	17
7,3	14	23
9,3	9	28
11,3	5	32
13,3	0	37

Opaska:

Promjer stabla u visini 1,3 m:

sa korom	13,4 cm
bez kore	11,7 cm

Ovo stablo imalo je prema visinskoj krivulji:

u starosti	od	5	god.	visinu	od	0,6 m
»	»	» 10	»	»	»	2,0 m
»	»	» 15	»	»	»	4,3 m
»	»	» 20	»	»	»	6,4 m
»	»	» 25	»	»	»	8,1 m
»	»	» 30	»	»	»	10,4 m
»	»	» 35	»	»	»	12,7 m
»	»	» 37	»	»	»	13,3 m

Petgodišnji visinski prirast iznosio je:

U prvoj	periodi	0.6 m
» drugoj	»	1.4 m
» trećoj	»	2.3 m
» četvrtoj	»	2.1 m
» petoj	»	1.7 m
» šestoj	»	2.3 m
» sedmoj	»	2.3 m

Za nalizu izabrano je najviše hrastovo stablo, koje je međutim za 4,7 m niže od najviših johovih stabala. Ipak je to stablo — u doba mjerenja — moglo odozgo dobivati koprenasto svijetlo za vrijeme najvišeg suncostaja, a tek je kod nižeg stanja sunca bilo jače zasjenjivano sa strane.

Iz ovih se visinskih analiza vidi, da su dominantna stabla crne johe (16,2 m), odnosno, da su najviša stabla hrasta lužnjaka (13,3 m) imala slijedeće visine:

				joha	hrast
u starosti	od	5	godina	2,6 m	0,6 m
»	»	» 10	»	7,3 m	2,0 m
»	»	» 15	»	9,8 m	4,3 m
»	»	» 20	»	13,0 m	6,4 m
»	»	» 25	»	14,8 m	8,1 m
»	»	» 30	»	16,0 m	10,4 m

Jasno je, da su najviša stabla crne johe, tj. ona od 18 m visine, imala u navedenim starostima (5, 10, 15, 20, 25, 30 god.) razmjerno veće visine nego su ovdje za johu navedene, tj. imala su oko 3,4; 8,5; 11,4; 14,5; 16,4; 17,7 m.

Smjesa johe i hrasta u sastojini na našoj pokusnoj plohi jest stablimična. Hrast ne učestvuje u sastavu njene gornje etaže, tj. u sastavu gornjeg sklopa njenih krošanja, on je ponajviše u potstojnom sloju. Takva se sastojina može u stvari jedva smatrati mješovitom sastojinom. Ona je zapravo više čista johova sastojina sa potstojnom sastojinom hrasta lužnjaka.*) Kako će johova stabla nadvisivati hrastova stabla sve do njihove zrelije dobi, teško se može od prirode u jednodobnoj ovakvoj mješovitoj sastojini održati stablimična smjesa johe

* Vidi napomenu na str. 14.

i hrasta. Tek pojedina hrastova stabla, koja uživaju više svijetla, moći će se razviti u vladajuća stabla. Jedino pomoću trajnih uzgojnih mjera može se održati na životu više hrastovih stabalaca, koja će u zrelijoj dobi sve više pristizavati visinu johovih stabala, a od kojih 50 godina na dalje mogla bi ona ostati u smjesi i bez posebnih uzgojnih mjera.

Joha je u našoj sastojini činila, vjerojatno sve do starosti od 25 godina, dosta dobar sklop, što se može tumačiti iz broja sadanjih johovih stabala (48) i nađenih johovih panjeva (58), koji su nastali sječom stabala prigodom prijašnjih proreda, kao i po posve malom visinskom prirastu hrastovih stabalaca. Ukupno je bilo u 25-godišnjoj toj sastojini, na 875 m² površine, oko 106 živih johovih stabala, ili oko 1300 stabala na ha, a od toga je broja bilo oko 700 natstojnih (309 + ca 400 već posječenih) stabala. Radi usporedbe navedenog broja stabala s brojem stabala u čistim johovim sastojinama (po ha) donosimo u tabeli VI iskaz množine johovih stabala glavne sastojine u čistim johovim šumama, i to prema skrižaljkama prirasta i prihoda od Schwappacha (1912 god.), kod normalnog sklopa sastojine, u raznim njihovim starostima, a na tlima I, II, III, boniteta (visine vidi u tabeli I).

Tabela VI.

Starost	I. bonitet	II. bonitet	III. bonitet
15	2130 stab.	3320 stab.	4700 stab.
20	1529 »	1950 »	2434 »
25	1199 »	1430 »	1614 »
30	964 »	1160 »	1324 »
35	794 »	975 »	1124 »
40	677 »	833 »	984 »
45	599 »	735 »	881 »
50	545 »	670 »	806 »
55	507 »	624 »	752 »
60	476 »	589 »	713 »
65	451 »	562 »	684 »
70	431 »	541 »	661 »
75	416 »	525 »	— »
80	405 »	513 »	— »

*) H. Mayr u naprijed (pod 11) spomenutom djelu (str. 218) kaže: »Nur bei Kronenmischung spricht man von gemischter Vereinigung; sind die Kronen einer Holzart unter den Kronen einer anderen Holzart, so ist dies ein reiner Bestand mit Zwischen-oder Unterstande.

Chr. Wagner: medutim u svom djelu »Lehrbuch der theoretischen Forsteinrichtung, Berlin 1928., razlikuje miješanje u krošnjama »gleichwüchsige Mischung« i miješanje u različitim visinama »Stufenmischung«, a leže li krošnje pojedinih vrsta drveća jedne pod drugima, naziva takovo miješanje »Schichtenmischung«.

Prema tome bilo je na našoj pokusnoj plohi u dobi od 25 godina preko polovice normalnog broja johovih stabala u čistim johovim sastojinama na I/II bonitetu tla (700 stab. prema 1300 stab.).

Zanimljiva je činjenica, da se hrast lužnjak u dosta nepovoljnim prilikama za njega, tj. pod dovoljno sklopljenim krošnjama johovih stabala, i na vlažno-kiselom tlu, ne samo održao na životu kao potstojno drveće u toj sastojini, nego da je lišće tih potstojnih stabalaca imalo posve normalan razvoj i posve zdravo zelenilo. Vjerojatno je to u vezi:

a) s primanjem dušika iz zraka pomoću dosta obilnih i velikih gomoljića na johovom korijenju, uslijed čega je i samo tlo dovoljno opskrbljeno dušikom. Dakako da od toga imaju koristi i hrastova stabalca (Rubner je našao u 1 m³ johovog tla 6,975 kg N).[14])

b) s povoljnim propuštanjem svijetla krošanja johe.[15]) One naime propuštaju više svijetla nego krošnje hrasta (propuštanje svijetla ne teče paralelno sa zahtjevima drveća na svijetlo).

c) s dosta znatnim podnašanjem zasjene hrasta lužnjaka u njegovim mlađim godinama života, napose na boljem tlu, za razliku od njegovog znatnog zahtjeva na svijetlo u starijoj mu dobi.

Vjerojatno bi se hrastova stabla na vlažno-kiselom tlu, kakvo je na našoj pokusnoj plohi, razvijala u čistim sastojinama slabije nego u smjesi sa johom, jer bi u tom slučaju bilo tlo za hrast previše mokro, stabla bi bila jače izvrgnuta štetnom uplivu mrazova, koji su napose jaki na ovakvim mokrim i travom obraslim uvalicama, koja su izrazita mrazišta. Zaključuje se to iz činjenice, što crna joha transpirira na mokru tlu daleko više vode nego hrast lužnjak. Ona naime ishlapi u toku vegetacijske periode (od 1. IV. do 31. X.), računajuć na 100 g. suhog lišća, oko 83 kg vode, a hrast lužnjak ishlapi u isto doba samo oko 44 kg.[16]) Kako joha, radi brzog rasta, ima u mladoj dobi jače razvijene krošnje nego hrast, dakle više lišća nego hrast, to je razlika u transpiraciji vode po johi odnosno hrastu još veća. Prema Kozarcu imaju na mokrim posavskim terenima hrastova stabla u mješovitim sastojinama sa jasenom (koji ima nešto rjeđe krošnje nego joha) mnogo zahvaliti svoj opstanak baš jasenu, koji daleko više vode ishlapljuje, a i brže raste nego hrastova stabalca. Iz istog razloga možemo na johovim tlima smatrati johu zaštitnikom hrasta i zapravo pionirom, koji takve mokre terene pripravlja, da na njima može još i hrast povoljno uspijevati.

IV. Zaključne napomene

Pošto smo ustanovili, da su hrastova stabalca u opisanoj asocijaciji s crnom johom ostala — u potisnutom stanju — u velikom broju punih 28—29 godina na životu (prvih 8 godina nisu bila potisnuta) možemo posve sigurno zaključiti, da se daljnim otstranjivanjem johovih stabala prilikom proreda mogu uzdržati na životu odgovarajuće mješovite sastojine tih dviju vrsta, a po potrebi mogu se stvoriti iz njih i čiste hrastove sastojine. To je sa uzgojnog stanovišta važan zaključak iz ovog istraživalačkog rada. Za praksu to znači, da se kod pojave i većeg broja viših joha među hrastićima ne treba za potonje strahovati. Oni će ostati dosta dugo na životu (slično kao i pod jasenom), a proredama može se kasnije regulirati struktura takvih mješovitih sastojina. Naravno, da će brža intervencija čovjeka na štetu johe uplivisati na bolje uspijevanje hrasta.

I ovom prilikom zahvaljujem gosp. prof. dru Milanu Aniću na pomoći kod izvađanja terenskih radova.

LITERATURA

1. Levaković: Nešto o prirastu hrasta, jasena i brijesta u mješovitim sastojinama u našoj Posavini, Zagreb, Šumarski list 1913., str. 321.
2. Möller: Der Waldbau (Die Bedeutung der Pilze für da Leben des Waldes) Berlin 1929., str. 78—81.
3. Dengler: Waldbau auf ökologischer Grundlage, Berlin 1931. str. 143.
4. Bühler: Waldbau I. (1918) str. 514—515.
5. Bühler: Waldbau I. str.. 519.
6. Fürst: Die Pflanzenzucht im Walde 1907. str. 315.
7. Морозов: Учение о лесе, Москва - Петроград, 1924., str. 152. i 156.
8. Pfeil: Holzkenntnis und Holzeorziehung, Berlin 1839., str. 180.
9. Burckhardt: Säen und Pflanzen nach forstliher Praxis, Trier 1893., str. 45.
10. Gayer: Der Waldbau, Berlin 1898., str. 278.
11. Mayr: Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage, Berlin 1909. str. 445.
12. Dittmar: Der Waldbau, Neudamm 1910., str. 192, 219.
13. a) Морозов: Учение о лесе, Москва - Петроград, 1924., str. 151.
    б) Пятницкий: Спящие почки в пазухах семядолей дубовых всходов, Природа, 1947., No. 7., Москва, str. 69.
14. Rubner: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus 1934., str. 239.
15. Rubner: kao pod 14., str. 32 i 33.
16. Bühler: Waldbau I. 1918. str. 448.
17. Braun-Blanquet: Pflanzensociologie, Berlin 1928., str. 300.

RÉSUMÉ

Dans les peuplements mélangés d'aune (Alnus glutinosa) et de chêne pédonculé dans lesquels l'aune s'est établi quelques années après la régénération du chêne, reste le chêne en vie dans l'étage inférieur encore longtemps.

Dans les environs de Zagreb (Šašinovec), sur le terrain pozzine,[17]) au printemps à peu près marécageux et à l'aune plus favorable, qui — par contre — à l'été est sèche et plus favorable au chêne, ce dernier (infère jusqu'à 37 ans) a persévéré d'avoir une bonne vitalité.

C'est donc aussi avec d'éclaircies effectuées après 30 ans de l'existence des peuplements mélangés de ces deux essences (effectuées au surplus dans l'étage supérieur) que peut être réglée la structure de tels peuplements. On peut même les convertir en des peuplements purs de chêne.

Prof. Dr. Milan Anić:

O izbojnoj snazi prikraćenih jasenovih biljaka

About sprouting ability of shortened ash plants

SADRŽAJ (CONTENTS)

UVOD

Naše se jasenje dobro obnavlja izbojcima iz panja. U nižim riječnim područjima postoje tu i tamo panjače običnog bijelog jasena (Fraxinus excelsior L.), koje proizvode razmjerno veliku drvnu masu. I u našim planinskim šumama, osobito u području tamošnjih riječnih dolina, gdje od prirode ima običnog jasena, on se svuda dobro obnavlja izbojcima iz panja. Isto to vrijedi i za oštrolisni bijeli jasen (Fraxinus oxycarpa Willd.). Crni jasen (Fraxinus ornus L.) u tome je pogledu još povoljniji. S obzirom na izbojnu snagu iz panja ubrajamo ga među naše najrezistentnije drveće. I američki jasen (Fraxinus americana L.) ima dobru izbojnu snagu iz panja.

Kod pokusa o izbojnoj snazi prikraćenih raznovrsnih biljaka, koji su prije kojih 15 godina vršeni pod vodstvom prof. Dr. A. Petračića u Šumskom vrtu Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, dakako da se očekivalo, da će se i prikraćene jasenove biljke dobro obnavljati izbojcima iz panja. Osnovni cilj tim pokusima bio je da se ustanovi, na koju je visinu panjića najpovoljnije da se — kad za to nastane potreba — takve biljke prikrate. Međutim, već se kod početnih pokusa primijetila dotad nam nepoznata osobina jasenovih biljaka, tj. da one, kad ih prikratimo u razini zemlje ili na vrlo kratak panjić, uopće ne potjeraju ili da ih potjera tek malen broj.

Spoznaja da jasenove biljke ne tjeraju iz najdonje česti pridanka ima za praksu katšto dosta veliko značenje. Postoje razni slučajevi, kad treba jasenove biljke prikratiti. Povod tome može biti, kad im stabljike obrsti ili ogrize stoka i divljač, kad ih jače ošteti mraz, kad se ozlijede vučom kakvog drvnog materijala ili kotrljanjem kamenja i sl., kad se iz neopreza pokose ili požanju i dr. Dakako da je pri tome od važnosti znati, na koliko ih visok panjić treba prikratiti. S obzirom na tu okolnost bili su usmjereni dalnji pokusi u Šumskom vrtu. Pomnijem proučavanju podvrgnute su biljke običnog bijelog i američkog jasena. Usput su promatrane i biljke oštrolisnog bijelog jasena, a djelomično i biljke crnog i pustenastog jasena.

Šumski vrt, gdje su vršeni pokusi, nalazi se u Maksimiru, na istočnoj periferiji grada Zagreba. Nadmorska mu je visina 120 m. Teren je uglavnom ravan. Tlo čini teška ilovača; ono je ljeti prilično suho. S obzirom na to, kao i inače na prirodni položaj, taj vrt nije prikladan za uzgoj jasena. Za grad Zagreb važili su za period od 1862.—1941. g. ovi klimatski podaci: Temperatura zraka iznosila je prosječno godišnje 11,2° C, i to zimi (XII, I i II) 1,2°, proljeću (III—V) 11,4°, ljeti (VI—VIII) 20,7° i jeseni (IX—XI) 11,5°. Apsolutni maksimum iznosio je 37,6°, a apsolutni minimum —21,8°. Oborine iznosile su godišnje 900 mm, a od toga otpada na zimu 17,3%, proljeće 23,7%, ljeto 29,0% i jesen 30,0% (7). Međutim, podaci o temperaturi zraka i ekstremnim temperaturama nepovoljniji su u području Šumskog vrta radi njegova otvorenog položaja i nižeg smještaja, te radi jačeg utjecaja podzemne vode. Ondje je u zimi 1939./40. g. zabilježena temperatura od —30,4° C. To je najniža zabilježena temperatura za Zagreb i okoliš u posljednjih 100 godina.

Sveuč. prof. dr. A. Petračiću, pretstojniku Zavoda za uzgajanje šuma i Šumskog vrta, dugujemo osobitu hvalu na sveopćoj pomoći kod izvedbe spomenutih pokusa. Isto tako dugujemo hvalu bivšem činovniku Šumskog vrta J. Mažuranu i njegovom nasljedniku A. Samaržiji na brizi oko uzgoja odnosnih biljaka, a sveuč. asistentu Ing. B. Zlatariću i Ing. c. B. Nikšiću na pomoći kod izmjera u 1947. g.

OPĆENITO O IZBOJNOJ SNAZI JASENOVIH PANJEVA UZ OSVRT NA PODATKE U LITERATURI

Gotovo sve listače imaju osobinu, da se — naročito u mladoj dobi — obnavljaju izbojcima iz pridanka (izdancima). Kad im posiječemo stabljiku ili stablo pri zemlji, potjera iz panja po više, a često i mnogo, bujnijih ili slabijih izbojaka. Kod nekih vrsta pojavljuju se izdanci iz ruba presjeka ili u njegovoj neposrednoj blizini (grabovi, lipe, brije-

stovi, bukva, divlji kesten i dr.). Kod drugih nastaju izdanci nešto iznad graničnog područja između stabljike i korijena (hrastovi, pitomi kesten, breze, javori i dr.).

Ima više drveća i grmlja, koje se obnavlja ne samo izbojcima iz panja nego i izbojcima iz žilja (bagrem, bijela topola, pajasen, crni trn, svib, obična kurika i dr.). Ima ih opet, koji se vegetativno dobro obnavljaju samo izbojcima iz žilja (trepetljike).

Prema tome na pridanku, odnosno na pridanku i žilju ili pak samo na žilju postoje prirodni uslovi za postanak izbojaka. Tvorbe koje kriju u sebi zametke nove aktivnosti biljke jesu pupovi. U pogledu obnove lisnatog drveća i grmlja iz panja dolaze u obzir proventivni i adventivni pupovi (1, 10, 13, 16).

Proventivni (uspavani ili rezervni) pupovi izgrađeni su normalno poput običnih pupova. Oni su u tom pogledu napose slični običnim aksilarnim pupovima. Razlikuju se od njih time što nisu posve dorasli, te što su kraći i tanji, a osim toga što su čvršće prilegli uz koru. I proventivni su, kao i obični, s obzirom na smještaj ovisni o lisnim tvorbama. Oni su vezani posebnim staničjem sa centralnom česti biljke, kao što je to i kod običnih pupova. Poput običnih i proventivni pupovi nastaju samo na nadzemnoj česti. Obični (terminalni i aksilarni) pupovi razviju se, čim nastupe povoljne vanjske prilike, u izbojke, a proventivni ostaju zatvoreni. Ma da stablo raste u debljinu, oni ostaju dugo na površini kore, jer se djelovanjem kambija njihovo vezno tkivo toliko produžuje koliko je potrebno radi debljinskog prirasta pridanka. Održavaju se na životu sve dok to produživanje traje. Oni mogu urasti i dublje u drvo. Prema Piccioliu (1923) proventivni pupovi mogu živjeti kod nekih hrastova i do 100 godina, kod bukve 60—70 godina, a kod breze 10 godina.

Proventivnih pupova ima obilno naročito na donjoj česti pridanka. Kod lipa, brijestova i javora katšto ih je toliko da izazivlju promjene u teksturi drvnih vlakanaca (ikričava tekstura) (1, 12, 15). Proventivni pupovi, koji uginu u drvetu, ostavljaju ondje sitne kvržice (15). Proventivnih pupova ima obilno na kori debla dok je ona tanja. Čim se počne kora debljati i pucati, obumire veliki broj proventivnih pupova.

Proventivni su pupovi od velike važnosti za život listača, jer im služe kao rezerva za obnovu. Kad se stabljika ili stablo posiječe, ili ga ošteti mraz, uništi požar, ili strada od brsti i dr., te pridanak dobije više topline i bude jače osvijetljen, oni prorade i razviju se u izdanke. Takvi su izdanci čvrsto mehanički povezani s centralnom česti stabla. Radi toga oni su dobro pričvršćeni na stablu.

Adventivni pupovi tvore se bez ikakve pravilnosti i posve neovisno o smještaju lisnih tvorba. Oni mogu nastati na svakoj česti stabla i korijena. Nastaju između kore i drva, odnosno iz kambija. Prema tome njihova veza s centralnom česti drva nije duboka ni čvrsta. Takvi su pupovi osobito česti na pridanku stabljike i stabla, kao i u gornjem dijelu korijena. Oni se redovno obilno stvaraju na obrasliňama panja, odakle se — bez ikakove pravilnosti gledom na smještaj — razviju u izdanke.

I adventivni su pupovi od važnosti za obnovu drveta. Oni omogućuju da se posječeno drvo obnovi izdancima iz panja. Samo iz njih mogu nastati izdanci iz žilja, jer ondje nema drugih pupova. Izbojci iz adventivnih pupova nisu čvršće povezani s centralnom česti drveta. Oni su u početku zapravo svojim bazalnim dijelom gotovo prislonjeni na drvno tkivo. Radi toga se lako sa čitavom svojom bazom odvale od panja ili korijena. Po tome ih lako razlikujemo od izbojaka iz proventivnih pupova. Osim toga oni su redovno i kratkotrajniji.

Za nas je od naročitog interesa, kako se u ovome pogledu odnose jaseni. Već je rečeno, da se naše jasenje nakon sječe na pridanku dobro obnavlja izbojcima iz panja. Oni u tome pogledu pripadaju u drveće najbolje izbojne snage.

Prema Heyer-Hessu (1901.), Hessu (1905.) i Mayru (1909.) obični jasen pripada u drveće dobre, ali razmjerno kratkotrajne izbojne snage. Kod njega rano popušta izbojna snaga, te je radi toga manje podesan za uzgoj u panjačama. Prema Lipsu (1859.) obični jasen bujno tjera do 25. godine. Nisko potjerali njegovi izbojci mogu se — naročito ako su potjerali iz dijela stabla pokritog zemljom — samostalno zakorijeniti i postati neovisni od matičnog panja, koji inače sâm od sebe brzo trune.

Dengler (1935.) svrstava obični jasen gledom na izbojnu snagu iz panja u isti red sa topolama, grabom, pitomim kestenom, bagremom, lipama, brijestovima, javorima, ohama i hrastovima. Prema Piccioliu (1923.) 1-godišnji izbojci običnog jasena izrastu u Italiji do 2 m visoko, a njegove panjače na dobrom tlu proizvode godišnje i do 10 m^3 drvne tvari po ha.

Prema Bakeru (1934.) američki jasen s obzirom na izbojnu snagu dolazi iza vrste Betula lutea, Carya-vrsta, Quercus coccinea i Q. alba, a ispred Q. borealis. Izbojnost američkog jasena, kao i drugih listača, ovisi o veličini i starosti panja, vremenu sječe i visini panja. Što je panj deblji, manja mu je izbojnost, jer izbojci iz adventivnih pupova ne mogu probiti debelu koru, a uspavani pupovi uginu stvaranjem debele kore. Može se stoga uzeti da izbojnost američkog jasena iz panja ima za praksu važnije značenje do kojih 30 godina.

Od posebnog je interesa pitanje, odakle se pojavljuju jasenovi izdanci. Poznato je, da jaseni ne tjeraju iz žilja. Prema Piccioliu i Bakeru izbojci iz žilja kod jasena rijetka su pojava. Oni se mogu pojaviti jedino ako se žilje jače ošteti. Međutim, svi jaseni dobro tjeraju iz pridanka. Pri tome je od interesa pitanje, na kojoj se česti pridanka pojavljuju njihovi izdanci. Prema Hammu (1895.) obični jasen najobilnije tjera na korjenovu vratu, tj. graničnom području između stabljike i korijena, a vrlo često oko 10 cm ispod ruba presjeka. Prema Hessu (1905.) obični jasen tjera poviše iznad zemlje. Pobližih podataka o tome pitanju, osim još nekoliko drugih ali sličnih, nismo inače u literaturi našli.

Dakako da je od interesa i pitanje porijekla izbojaka s obzirom na pupove. Prema Piccioliu jaseni se dobro obnavljaju izdancima iz adventivnih pupova. Oni se obnavljaju izdancima također i iz proventivnih pupova; u tom se odnose slično kao brijestovi, javori, lužnjak, kitnjak, grab, crne topole i dr.

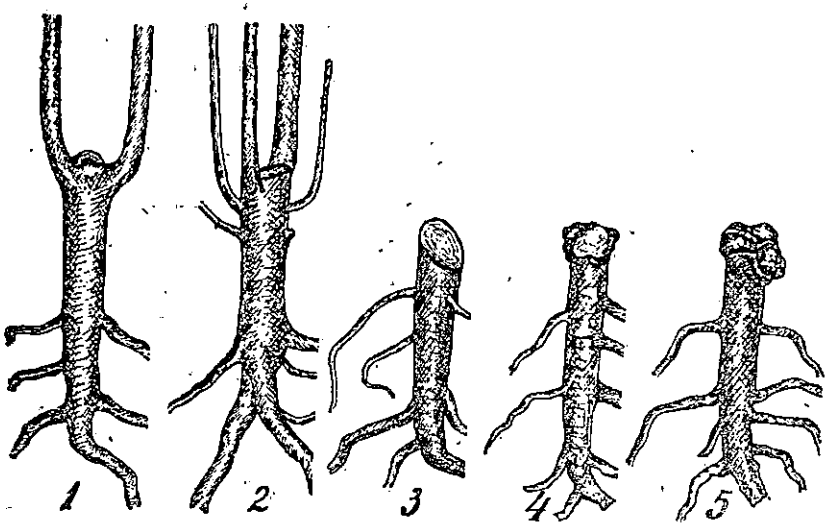
Svi navedeni podaci u literaturi odnose se općenito na izbojnost jasena iz panja. Podataka o izbojnoj snazi jasenovih biljaka, a napose o izbojnoj snazi iz najdonje česti njihova pridanka, nismo našli.

Kod naših pokusa primijećeno je, da se jasenove biljke obnavljaju izdancima uglavnom iz proventivnih pupova. Pri tom je ustanovljeno, da jasenovi izdanci izbijaju redovno u parovima, slično kao što je to na vršnim izbojcima. Ti se parovi mogu u većini slučajeva posve jasno uočiti (sl. 1.). Međutim oni se u daljnjem razvitku izbojaka redovno poremete, jer pojedini izbojci obično zaostanu u rastu, zakržljave i uginu, bilo u početku ili kasnije. Preostane prema tome većinom samo po jedan glavni izbojak. Na jasenovim biljkama uglavnom nisu primijećeni izdanci iz obraslina panjića, tj. iz adventivnih pupova. Da se tu radilo o izbojcima iz proventivnih pupova, vidjelo se i po tome; što su izbojci čvrsto i duboko povezani sa centralnom česti panjića.

Drukčije je u tome pogledu kod odraslih jasena. Na Medvednici, Ivančici, u području Bohinjskog i Bledskog Jezera, kod Kranjske Gore i Planiče, kod Dravograda, uz rijeku Bosnu u području Doboja, kod Ravne Gore i Mrkoplja u Gorskom Kotaru i dr. primijetili smo, da iz donje česti panjeva običnog bijelog jasena izbijaju i adventivni izbojci, koji već u 1. godini mogu biti do 2 m visoki. Oni se često pojavljuju u razizemlju i u njegovom okolišu prema dolje i gore. Da se tu radi o adventivnim izbojcima, osvjedočili smo se po tome što se oni dadu, pa makar da su i koji cm debeli, svojim

bazalnim dijelom od panja lako odvaliti. Naročito se lako odvaljuju, ako ih je po više potjeralo iz istog mjesta.

Lijepe primjerke u tome pogledu zapazili smo, zajedno sa prof. dr. Petračićem, u 1946. i 1947. g. u području Velikog Sljemena i Puntijarke na Medvednici, gdje su iz više



Sl. 1. Prikraćene biljke Fraxinus americana. — 1 i 2: potjerale biljke; 3—5 nepotjerale a žive biljke (3: panjić suhovrh; 4: panjić djelomično obrastao; 5: panjić posve obrastao)

Fig. 1. Shortened plants of Fraxinus americana. — 1 and 2: sprouted plants; 3 to 5: not sprouted but alive plants (3: stump top-dry; 4: stump partial overgrowed; 5. stump wholly overgrowed).

panjeva debelih 20—50 cm i visokih 30—60 cm potjerali u razizemlju i njegovom okolišu bujni često do 2 m visoki 1-godišnji izbojci, koji su se dali dosta lako odvrnuti.

Više stabala običnog jasena oko piramide na Velikom Sljemenu (1035 m), koji su bili oštećeni požarom pod kraj prošlog rata, posječeno je u proljeće 1947. razom zemlje. Svi oni potjerali su po više izbojaka. Nedaleko odatle u susjednoj jasenovoj grupi (1000 m) iz panja debelog 22 cm i visokog 35 cm potjeralo je razom zemlje 11 izbojaka visokih do 2,5 m i starih do 7 god. I u drugim tamošnjim jasenovim grupama nađen je po koji panj, na kom je iz razizemlja potjeralo po više bujnijih izbojaka.

S obzirom na navedeno možemo prema tome zaključiti, da jaseni imaju dobru izbojnu snagu iz nadzemne česti panja, kao i da ne tjeraju iz žilja. Nešto poviše iznad zemlje prikraćene jasenove biljke obnavljaju se većinom izdancima

iz proventivnih pupova. Na panjevima odraslog običnog bijelog jasena tjeraju izdanci iz adventivnih pupova, kojih ima obilnije i na najdonjoj česti pridanka.

Kako je već spomenuto, našim pokusima pokazalo se, da se prikraćene jasenove biljke ne obnavljaju iz najdonje česti pridanka, nego nešto malo poviše iznad zemlje. Međutim, kod tih pokusa, ma da su vršeni uz priličan oprez, dobili smo mnogo raznoličnije rezultate u slučaju prikraćivanja presadivanih nego u slučaju prikraćivanja nepresadivanih biljaka. To je iz razloga, što se općenito kod jasenovih biljaka redovno ne da prostim okom razlikovati granično područje između stabljike i korijena. Inače je ta granica kod mladih biljčica, općenito uzeto, histološki dobro određena. Prema Piccioliu epiderma korijena posve mlade biljke sastoji se od 2 ili više serija stanica, a epiderma donjeg dijela stabljičice iz jednog niza stanica. Prema Döbner-Nobbe-u i Strasburgeru epiderma korijena finih je i tankih stijena, bez pući i kutikule. Osim toga, prema Döbner-Nobbe-u, postoje i kemijski reagensi, pomoću kojih bi se granica između stabljičice i korjenčića mogla utvrditi. Međutim, u praksi se radi s jačim jasenovim biljkama, pa sve to ne dolazi u obzir. Radi toga lako se događa, da se prilikom presadnje posade jasenove biljke preduboko ili preplitko. Prema tome, ako se iz kojeg razloga preduboko presađene biljke prikrate na najdonjoj česti pridanka, dat će one povoljnije rezultate nego isto takve biljke, koje su bile preplitko presađene.

VLASTITA OPAŽANJA O IZBOJNOJ SNAZI PRIKRAĆENIH JASENOVIH BILJAKA

Ovdje ćemo iznijeti rezultate pokusa vršenih prikraćivanjem biljaka običnog i oštrolisnog jasena, te američkog jasena na raznolično visok panjić, kao i nekoliko opažanja iz pokusa prikratom biljaka crnog i pustenastog jasena. Rezultati su pretežnim dijelom obuhvaćeni u tabelama 1—9. Izostavljeni su oštećeni, nepotpuni ili inače poremećeni pokusi. Kod izmjera vodila se u prvom redu briga o broju potjeralih biljaka. Osim toga pridavala se veća pažnja i kvaliteti tih biljaka. U vezi s time promatran je uzrast novih biljaka, te određivan broj sporednih izbojaka na njima. Vršena su i opažanja o obraščivanju presjeka panjića, kao i o suhovrhom njegovom dijelu kod potjeralih biljaka.

Pokusi su vršeni od 1933. do 1947. g. Prikraćivane su 1—5 godišnje presađene ili nepresađene biljke, i to od razizemlja do 10, rjeđe do 15 cm visokog panjića. U početku prikraćivano je uglavnom u gradaciji po 5, zatim po 3, poslije po 1, a kod nekih čak i po 0,5 cm. Kod pokusa upotrebljeno je oko 13.900 biljaka (4.686 biljaka običnog bijelog i 7.392 biljke američkog jasena).

I. Fraxinus excelsior L.

Pokusi su vršeni 1934.—1936., 1941., 1946. i 1947. g. Upotrebljeno je 1—5 godišnjih presađenih 996 i 2—3 godišnjih nepresađenih 3.690 biljaka. Biljke su prikraćene većinom na panjić visok od 0 do 10 cm. Rezultati su sadržani uglavnom u tabelama 1—5 i 10.

1. Pokus iz 1934. g. — Tabela 1.

Za pokus su upotrebljene 3-godišnje dotad nepresađivane biljke. One su u proljeću 1934. g. presađene i prikraćene. Od biljaka prikraćenih razom zemlje (0 cm) potjeralo ih je samo 1%, a od biljaka prikraćenih na 3 cm 84%. Biljke prikraćene na 5 i 10 cm potjerale su gotovo sve. Već je kod toga pokusa primijećeno, da su tanje biljke potjerale u većini slučajeva niže od presjeka, a deblje bliže presjeku.

Tab. 1.

U proljeću 1934 g. presađeno i prikraćeno 3-god. biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Od prikrać. biljaka potjeralo u 1934.		Koncem 1935.			
				od potjer. biljaka bilo živih	prosječna dužina glavnog izbojka cm	sporednih izbojaka	
		kom	%			broj	prosj. duž. cm
100	0	1	1	1	73	1	34
50	3	42	84	42	62	13	13
50	5	49	98	48	75	23	12
50	10	50	100	50	78	27	9

2. Pokus iz 1935. g.

Ovdje su upotrebljene 4-godišnje oko 33 cm visoke biljke, i to tako da je 50 biljaka presađeno i prikraćeno kasno u jesen 1934. g., a 50 biljaka u proljeće 1935. g. Biljke su prikraćene nešto iznad razizemlja. Posađene su u namjeri, da se na njima promatra odnos izdanaka nastalih prikraćivanjem u jesen i u proljeće. Od biljaka presađenih u jesen potjeralo ih je 8, a od biljaka presađenih u proljeće 18. Ostale 74 biljke nisu potjerale, ali su ostale na životu ne samo u 1935. nego i u 1936. g. Koncem 1935. panjići su im bili do vrha sirovi, a koncem 1936. bili su oni više ili manje, uglavnom po nekoliko cm, suhovrhi. Kod ovog pokusa — kad se usporedi sa drugim, a napose sa pokusima nepresađenih biljaka — uočeno je, da je broj potjeralih biljaka napadno previsok (jer su biljke posađene razmjerno preduboko).

3. *Pokusi iz 1936. g. — Tabela 2.*

U 1936. g. izvršeni su pokusi prikraćivanjem 1-godišnjih i 5-godišnjih biljaka.

U prvom slučaju upotrebljene su 1-godišnje dobro razvite, oko 18 cm visoke i na pridanku oko 7 mm debele biljke. One su u proljeću 1936. g. presađene i prikraćene. Kako se vidi iz tabele 2a, od biljaka prikraćenih razom zemlje potjeralo je 5%, od prikraćenih na 1 cm 30%, a na 2 cm 67%. Ostale nisu potjerale, ali su im panjići bili koncem 1936. g. svi živi. Do konca 1939. g. njihov se broj znatno smanjio. Biljke prikraćene na panjić visok 3, 5 i 10 cm dale su s obzirom na broj potjeralih izbojaka praktički zadovoljavajući rezultat. Međutim, na biljkama prikraćenim na 5 i 10 cm konstatovan je razmjerno velik broj sporednih izbojaka. I kod ovog pokusa vidi se, da je procenat potjeralih biljaka kod prikrate na 1, 2 i 3 cm razmjerno previsok. Primijećeno je također, da su nepotjerale a žive biljke bile u gornjoj česti više ili manje suhe. Taj suhi dio iznosio je od 3—15 cm. Kod biljaka prikraćenih na viši panjić suhi je dio bio uglavnom veći. Isto tako suhi je dio panjića bio redovno znatno veći kod tanjih nego kod debljih biljaka.

Tab. 2.

U proljeću 1936. g. presađeno i prikrać. biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Stanje koncem 1936. god.								
		Od prikraćenih biljaka potjeralo:			Na potjer. biljkama bilo spor. izbojaka		Od potjeralih biljaka imalo suhovrhe panjiće:			Od nepotjeralih biljaka bilo živih
		kom	%	prosj. duž. gl. izbojka cm	kom	prosj. duž. cm.	kom	%	prosj. duž. suhog vrha cm	%
a) 1-god. biljke										
100	0	5	5	81	5	15	—	—	—	95
50	1	15	30	78	11	16	—	—	—	60
50	2	33	67	64	39	15	—	—	—	33
50	3	49	98	66	44	18	—	—	—	2
50	5	50	100	64	67	16	—	—	—	—
50	10	50	100	60	66	17	—	—	—	—
b) 5-god. biljke (1932. g. presađene)										
15	0	—	—	—	—	—	—	—	—	100
18	1	—	—	—	—	—	—	—	—	100
19	2	4	21	46	5	16	—	—	—	79
19	3	11	58	51	16	15	2	18	0·3	42
17	5	17	100	52	19	16	4	24	0·6	—
19	10	19	100	74	44	17	8	42	0·7	—

Kod drugog pokusa upotrebljene su 5-godišnje biljke, koje su bile 1932. g. presađene. U proljeću 1936. g. te su biljke prikraćene na panjić visok 0—15 cm. Kako se iz tabele 2b vidi, od biljaka prikraćenih na 0 i 1 cm nije potjerala nijedna. Od biljaka prikraćenih na 2 cm potjeralo je 21%, a od prikraćenih na 3 cm 58%. Najpovoljniji rezultat postignut je kod biljaka prikraćenih na 5 cm. Panjići nepotjeralih biljaka bili su svi koncem 1936. g. živi. Oni su bili djelomično suhovrhi. Pokus je jasno pokazao, da prikraćivanje na viši panjić nije podesno, jer se takvi panjići, ako je sušno vrijeme u periodu između prikrate i tjeranja, lako isuše, te ostanu suhovrhi. Odatle se znatno smanjuje kvalitet novih stabljika. U poređenju s rezultatima ostalih pokusa ovdje je dobiven razmjerno nizak procenat potjeralih biljaka, te se u vezi s time čini, da je sadnja izvršena nešto preplitko.

4. Pokus iz 1941. g. — Tabela 3.

Ovdje su upotrebljene 3-godišnje oko 50 cm visoke nepresađivane biljke. One su na mjestu prikraćene. Za pokusne svrhe uzete su u obzir samo zdrave i za daljnji život posve sposobne biljke. Od biljaka prikraćenih razom zemlje potjeralo je samo 2%, od prikraćenih na 1 cm 11%, na 2 cm 30% i na 3 cm 67%. Do konca 1942. g. broj se nepotjeralih a živih biljaka znatno smanjio. Najpovoljniji rezultat — i s obzirom na broj potjeralih biljaka i s obzirom na njihovu kvalitetu — dale su biljke prikraćene na panjić visok 5 cm.

Tab. 3

U proljeću 1941. prikraćeno 3-god. biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Stanje koncem 1941. god.									Stanje konc. 1942.		
		Od prikrać. bilj. potjeralo			Od potjeralih bilj. imalo spor. izbojke				Od prikraćenih a nepotjeralih biljaka bilo živih		Od potjeralih biljaka bilo živih	Od nepotjeralih biljaka	
							sporednih izbojaka					bilo živih	uginulo u 1942 g.
		kom	%	prosj. dužina gl. izbojka cm	kom	%	kom	prosj. duž. cm	kom	%			
103	0	2	2	23	—	—	—	—	101	98	2	19	82
90	1	10	11	12	3	16	4	7	80	89	10	27	53
62	2	19	30	14	5	26	8	8	43	83	19	23	20
55	3	37	67	17	18	49	31	8	18	33	37	7	11
67	5	65	97	21	30	46	42	12	2	3	63	—	—
62	10	62	100	21	32	52	59	19	—	—	62	—	—

5. Pokus iz 1946. g. — Tabela 4.

Za ovaj pokus upotrebljene su 3-godišnje n e p r e s a d i v a n e biljke. One su u proljeće 1946. g. prikraćene na panjić visok od 0—9 cm, u gradaciji po 1 cm. U tabeli obuhvaćeni su samo podaci o prikratama na panjić visok do 6 cm. Ostali su podaci izostavljeni kao nepotrebni. Iz tabele se vidi, da biljke prikraćene na 0 i 1 cm nisu uopće potjerale, a prikraćene na 2 i 3 cm da su potjerale u dosta visokom procentu. Od biljaka prikraćenih na 2 cm, a koje nisu potjerale, bilo je koncem prve vegetacione periode na životu 48%, a od biljaka prikraćenih na 3 cm 17%. Kod ovog pokusa najpovoljniji rezultat postignut je kod biljaka prikraćenih na panjić visok 4 i 5 cm. Od živih, a nepotjeralih panjića bio je veći broj u gornjoj česti suh.

Tab. 4.

U proljeću 1946. prikraćeno 3-g. biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Stanje koncem 1946. god.								
		Od prikraćenih biljaka potjeralo			Od potjer. biljaka imalo spor. izbojke				Od prikrać. a nepotjeranih biljaka bilo živih	
							Spor. izb.			
		kom	%	prosj. duž. gl. izb. cm	kom	%	kom	prosj. duž. cm	kom	%
65	0	—	—	—	—	—	—	—	65	100
124	1	—	—	—	—	—	—	—	124	100
199	2	104	52	18	38	37	40	14	95	48
192	3	160	83	24	60	38	69	17	32	17
180	4	174	97	26	68	39	79	20	6	3
187	5	185	99	27	74	40	88	19	2	1
182	6	182	100	28	78	43	82	22	—	—

6. Pokusi iz 1947. g. — Tabela 5.

U god. 1947. izvršeni su pokusi prikraćivanjem 2-godišnjih i 4-godišnjih biljaka.

U prvom slučaju upotrebljene su 2-godišnje n e p r e s a d i v a n e biljke, koje su bile uzgojene na 2 gredice. Na jednoj gredice bile su biljke prosječno 13,1 cm visoke i na pridanku do 10 mm debele, a na drugoj prosječno 18,1 cm visoke i do 9 mm debele. Prosječna visina stabljika jednih i drugih biljaka iznosila je 15,5 cm. Biljke su u proljeću 1947. g. prikraćene na panjiće visoke od 0—5 cm, i to kod jednih u gradaciji po 1, a kod drugih po 0,5 cm. Radi sličnih rezultata grupirani su podaci o tima pokusima u tabeli 5a. Odatle vidimo, da biljke prikraćene na panjić od 0 cm nisu uopće potjerale, a od biljaka prikraćenih na 0,5 i 1,0 cm da je potjeralo 4% i 9%, te od prikraćenih na 1,5 cm 22%, a na 2,0 cm 43%. Tek biljke prikraćene na 3,5 i dalje do 5 cm postigle su praktički zadovoljavajuće

Tab. 5.

U proljeću 1947. god. prikraćeno biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Stanje koncem veg. per. 1947. godine									
		Od prikraćenih biljaka potjeralo		Od potjeralih biljaka imalo sporedne izbojke			Od potjeralih biljaka imalo suhovrhe panjiće		Od prikraćenih, a nepotjeralih biljaka bilo živih		
					Spor. izboj.					od toga suhovrho	
		%	prosj. duž. gl. izb. cm	%	kom	prosj duž. cm	%	prosj. duž. suhog vrha cm	%	%	dužina suhog vrha cm
a) Prikraćene 1-godišnje nepresađene biljke											
93	0.0	—	—	—	—	—	—	—	100	29	0·6
70	0.5	4	9	—	—	—	33	0·4	96	30	0·7
153	1.0	9	12	29	4	8	14	0·6	91	32	0·9
183	1.5	22	12	33	15	6	—	—	78	34	0·8
235	2.0	43	16	34	39	8	27	0·6	57	40	0·9
108	2.5	60	14	35	25	9	51	0·6	40	40	1·2
203	3.0	84	17	40	86	9	58	0·7	16	42	2·6
74	3.5	93	17	41	36	8	56	0·9	5	50	3·1
215	4.0	98	18	40	98	10	57	1·0	2	75	3·6
70	4.5	98	13	42	34	8	68	1·0	2	—	—
168	5.0	100	19	45	98	13	71	1·2	—	—	—
b) Presađene i prikraćene 4-godišnje biljke											
30	0	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—
40	1	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—
30	2	33	41	30	5	9	10	0·7	67	—	—
30	3	57	48	35	9	9	12	0·7	43	—	—
30	4	90	46	41	14	8	30	0·8	10	—	—
20	5	95	49	68	18	11	42	0·9	5	—	—

rezultate. Najbolji rezultati i s obzirom na broj potjeralih biljaka i s obzirom na njihovu kvalitetu postignuti su kod biljaka prikraćenih na panjić visok 4—5 cm. Već kod biljaka prikraćenih na 5 cm primijećeno je da imaju najviše sporednih izbojaka, kao i da je kod njih najveća prosječna dužina suhog dijela panjića. Prema tome ovdje je dalo najpovoljniji rezultat prikraćivanje na panjić visok 4 i 4,5 cm.

U tabeli 5b prikazani su rezultati pokusa prikraćivanjem 4-godišnjih dotad nepresađivanih prosječno 38,8 cm visokih i na pridanku 5—15 mm debelih biljaka. Biljke su u proljeću 1947. g. presađene i prikraćene. Iz tabele se vidi, da biljke prikraćene na 0 i 1 cm nisu uopće potjerale, a od prikraćenih na 2 i 3 cm da ih je potjeralo 33% i 57%. Najbolji rezultat postignut je kod biljaka prikraćenih na panjić visok 5 cm. Od biljaka prikraćenih na 4 cm još ih je 10% otpadalo na nepotjerale a žive.

Sumarni pregled rezultata postignutih u važnijim navedenim pokusima sa biljkama običnog jasena sadržan je u tabeli 10.

II. Fraxinus americana L.

Pokusi su vršeni 1933.—1936., 1941., 1946. i 1947. g. Upotrebljene su pri tome 7.392 biljke. Od toga prikraćeno je 1—5-godišnjih presađenih 1.890, te 1- i 4-godišnje nepresađivane 5.502. Biljke su prikraćene većinom na panjić visok 0—10 cm. Rezultati pokusa sadržani su uglavnom u tabelama broj 6—8 i 10.

1. Pokus iz 1933. g. — Tabela 6a.

Ovdje su upotrebljene 4-godišnje dotad nepresađivane biljke. One su u proljeću 1933. g. presađene i prikraćene na panjić visok 0, 5 i 10 cm. Biljke su bile na pridanku oko 9 mm debele. Presađene su u razmacima od 30 cm, a na tabli su bile smještene naizmjenično, kako bi se izravnali mikroreljefni utjecaji. Od biljaka prikraćenih razom zemlje nije potjerala nijedna. Biljke prikraćene na 5 i 10 cm potjerale su sve. Ovdje se pokazalo, da je kod prikrate na panjić visok 10 cm broj suhovrhih panjića vrlo velik, kao i da je prosječna dužina suhe česti panjića dosta znatna. Primijećeno je, da je i broj sporednih izbojaka kod tih biljaka razmjerno dosta velik. Prema tome najbolji su rezultati postignuti kod biljaka prikraćenih na panjić visok 5 cm. Značajno je, da koncem 1936. g. nije bilo živih panjića, tj. da su nakon 4. godine svi propali. Još u pro-

Tab. 6.

Presađ. i prikrać. biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Stanje koncem prve g.				Stanje za a) koncem 1936.; za b) konc. 1935.							
		Od prikrać. biljaka				Od potjer. bilj. bilo živih		Na potjer. bilj. bilo spor. izb.		Na potj. bilj. bilo suhovrhih panj.		Od nepotj. bilj. bilo živih	
		potjeralo		nije potj., a živih									
		kom	%	kom	%	kom	dužina gl. izboj. cm	kom	prosj. dužina cm	kom	dužina suhog vrha cm	kom	%
a) 4-god. biljke presađ. i prikraćene u prolj. 1933. g. Rezultati prema stanju koncem 1933. i 1936. g.													
9	0	—	—	9	100	—	—	—	—	—	—	—	—
9	5	9	100	—	—	9	91	9	34	2	0·4	—	—
9	10	9	100	—	—	9	90	21	45	7	1·4	—	—
b) 2-god. biljke presađ. i prikraćene u prolj. 1934. g. Rezultati prema stanju koncem 1934. i 1935. g.													
100	0	4	4	94	94	4	76	6	55	1	0·3	70	70
50	3	31	62	19	69	30	83	28	44	8	0·9	12	24
50	5	50	100	—	—	50	86	32	49	26	1·3	—	—
50	10	50	100	—	—	50	91	35	50	29	1·8	—	—

ljeću 1936. g. bilo ih je više živih (na 2. pokušano cijepljenje). Jedan živi, a nepotjerali panjić izvađen je u proljeću 1935. g. radi motrenja korijenja.

2. Pokus iz 1934. g. — Tabela 6b.

Kod ovog pokusa upotrebljene su 2-godišnje biljke. One su u proljeću 1934. g. presađene i prikraćene na panjić visok 0, 3, 5 i 10 cm. Iz tabele se vidi, da su biljke prikraćene razom zemlje potjerale sa 4%, a prikraćene na 3 cm sa 62%. I ovdje je najpovoljniji rezultat postignut kod prikrate na panjić od 5 cm. Koncem 1935. g., dakle nakon 2 vegetacione periode, bilo je nepotjeralih a živih biljaka kod prikrate na 0 cm 70%, a kod prikrate na 3 cm 24%.

3. Pokus iz 1935. g.

Ovdje su upotrebljene 3-godišnje oko 67 cm visoke i na pridanku oko 7,6 mm debele biljke, od kojih je 50 presađeno i prikraćeno u prosincu 1934., a 50 u travnju 1935. g. Pokus je izvršen u drugu svrhu — u cilju promatranja relacije između izbojaka nastalih prikraćivanjem u jesen i u proljeće. Ma da su i jedne i druge biljke prikraćene nešto iznad razizemlja, potjeralo ih je 30%. Presadnja je i ovdje po svoj prilici izvršena preduboko, a prema tome su i biljke prikraćene u stvari na nešto viši panjić. Iz pokusa slijedi, da ovakvo prikraćivanje ne daje za praksu zadovoljavajući rezultat. Napominje se, da je broj živih a nepotjeralih biljaka iznosio koncem 1936. g. 62. Većina njihovih panjića bila je suhog vrha. Dotle je od takvih biljaka uginulo 8.

4. Pokusi iz 1936. g. — Tabela 7.

U 1936. g. izvršeni su pokusi prikraćivanjem 1-godišnjih i 5-godišnjih biljaka.

U tabeli 7a obuhvaćeni su rezultati pokusa prikratom dobro razvijenih oko 35 cm visokih i na pridanku 4—8 mm debelih 1-godišnjih biljaka. Od biljaka prikraćenih razom zemlje potjeralo ih je samo 2%, od prikraćenih na 1 cm 22%, a od prikraćenih na 2 cm 64%. Najbolji je rezultat postignut kod biljaka prikraćenih na 5 cm. I ovdje je primijećeno, da biljke prikraćene na 10 cm imaju odviše sporednih izbojaka, te da je kod njih u najvećem opsegu suh gornji dio panjića. Nepotjerale biljke bile su gotovo sve do konca 1936. g. na životu. Do konca 1939. g., dakle kroz daljne 3 godine, one su gotovo sve uginule. Panjići preostalih biljaka bili su u gornjoj česti većinom suhi.

U tabeli 7b sadržani su rezultati pokusa prikratom 5-godišnjih biljaka, koje su bile 1932. g. presađene, a u proljeću 1936. g. prikraćene. Iz tabele se vidi, da je od biljaka prikra-

Tab. 7.

U proljeću 1936. prikraćeno biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Stanje koncem 1936. godine: Od prikraćenih biljaka potjeralo			Na potjer. bilj. bilo spor. izboj.		Na potj. bilj. bilo suhovrhih panjića		Od prikraćenih a nepotj. biljaka bilo živih		Koncem 1939. Od potjer. biljaka bilo živih	Od nepotj. biljaka bilo živih	
		kom	%	Dužina gl. izbojka cm	kom	Dužina glav. izbojka cm	kom	prosj. duž. suhog vrha cm	kom	%		kom	suhovrho cm
a) Presađene i prikraćene 1-godišnje biljke													
100	0	1	2	88	—	—	—	—	97	97	1	2	5.0
50	1	11	22	75	12	28	4	0 4	38	76	11	2	5.5
50	2	32	64	72	22	31	8	0·7	15	30	30	3	6.2
50	3	41	82	79	23	40	9	0·7	3	6	40	—	—
50	5	50	100	80	29	43	12	1·2	—	—	46	—	—
50	10	50	100	74	34	50	18	1·8	—	—	48	—	—
b) Prikraćene 5-godišnje biljke (presađene 1932. godine)													
20	0	1	5	81	7	61	—	—	19	95	—	—	—
20	1	4	20	93	26	58	2	0·6	16	80	—	—	—
20	2	10	50	77	27	47	4	1·2	10	50	—	—	—
20	3	16	80	76	27	49	6	1·4	4	20	—	—	—
20	5	20	100	74	30	48	9	1·7	—	—	—	—	—
20	10	20	100	89	36	60	13	1·9	—	—	—	—	—

ćenih razom zemlje potjeralo 5%, a od prikraćenih na 1 cm 20%. Najpovoljniji rezultat postignut je i ovdje kod biljaka prikraćenih na 5 cm. I odavde se vidi, da biljke prikraćene na 10 cm imaju razmjerno velik broj sporednih izbojaka, a osim toga da su te biljke dosta suhovrhih panjića.

5. Pokus iz 1941. g.

Kod ovog su pokusa upotrebljene 1-godišnje oko 15 cm visoke i na pridanku do 7 mm debele biljke. Prikraćeno ih je na panjić visok od 0—8 cm, u gradaciji po 1 cm, u svemu 2.340. Iz tog pokusa postignut je slijedeći rezultat:

Prikraćeno biljaka:	Prikraćeno na panjić visok cm:	Potjeralo biljaka:	%
301	0	—	—
341	1	33	10
311	2	134	43
288	3	234	80
280	4	273	98
275	5	275	100

Podaci o sporednim izbojcima i suhovrhim panjićima nisu bili prikupljeni radi ratnih poteškoća. Podaci o potjeralim biljkama kod prikrate na 6—8 cm izostavljeni su kao nepotrebni.

6. Pokus iz 1946. g.

Ovdje su upotrebljene 5-godišnje biljke, koje su bile 1942. g. presađene prilikom vježbi studenata šumarstva. U proljeću 1946. g. prikraćene su 854 biljke na panjić visok 0—10 cm, u gradaciji po 1 cm. Biljke su bile na pridanku 1,0—5,4 cm debele. Pokus nije dao zadovoljavajući rezultat, jer su biljke bile razmjerno preduboko presađene. Radi toga je od biljaka prikraćenih razom zemlje potjeralo 25%, a od prikraćenih na 1 cm 65%. Od biljaka prikraćenih razom zemlje bilo je koncem 1946. g. živih a nepotjeralih 74%, od prikraćenih na 1 cm 33%, a od prikraćenih na 2 cm 19%. Do konca 1947. ostale su sve te biljke na životu, ali su im panjići bili u gornjoj česti većinom suhi. U prvom slučaju bilo ih je suhovrhih 34, a prosječna dužina suhog vrha 0,7 cm, u drugom slučaju 25 s prosječnom dužinom suhog vrha 1,6 cm, a u trećem 10 sa prosječnom dužinom suhog vrha 2,5 cm. Debljina živih, a nepotjeralih panjića iznašala je do 4,5 cm.

7. Pokusi iz 1947. g. — Tabela 8.

Tab. 8.

U proljeću 1947. godine prikraćeno biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Stanje koncem 1947. god.									
		Od prikraćenih biljaka potjeralo		Od potjeralih biljaka imalo sporedne izbojke			Od potj. bilj. imalo suhovrhe panjiće		Od prikraćenih, a nepotjeralih biljaka bilo živih		
					Spor. izb.					Od toga sa suhovrhim panjićem	
		%	prosj. dužina gl. izb. cm	%	kom	prosj. duž. cm	%	prosj. duž. suhog vrha cm	%	%	dužina suhog vrha cm
a) Presađene i prikraćene 5-godišnje biljke											
50	0	—	—	—	—	—	—	—	96	—	—
50	1	2	116	100	1	103	—	—	96	48	0·8
50	2	16	89	25	2	77	25	0·8	84	71	0·9
40	3	68	66	59	17	43	30	0·6	30	64	0·9
40	4	95	59	61	24	40	55	0·9	5	100	1·8
40	5	100	60	84	37	30	63	1·3	—	—	—
b) Prikraćene 4-godišnje nepresađene biljke											
321	0	1	28	—	—	—	—	—	99	30	0·8
303	1	4	31	—	—	—	9	0·4	96	22	0·8
340	2	49	18	13	21	16	23	0·5	51	26	0.9
419	3	87	16	14	52	13	67	0·7	13	39	1·2
350	4	99	15	13	46	13	72	1·0	1	100	2·5
366	5	100	19	13	54	18	76	1·2	—	—	—
366	6	100	19	16	79	17	74	1·5	—	—	—

U 1947. g. izvršeni su pokusi prikraćivanjem 5-godišnjih i 4-godišnjih dotad nepresađivanih biljaka.

U tabeli 8a sadržani su rezultati pokusa prikraćenjem presađenih oko 78 cm visokih i na pridanku oko 8,4 mm debelih 5-god. biljaka. Iz tabele se vidi, da su biljke prikraćene na 2 cm potjerale sa 16%, kao i da su biljke prikraćene na 3 cm potjerale sa 68%. Najbolji rezultat postignut je kod biljaka prikraćenih na 4 i 5 cm. Međutim, već su biljke prikraćene na 5 cm bile prilično defektne radi većeg broja sporednih izbojaka kao i radi suhovrhih panjića.

U tabeli 8b obuhvaćeni su rezultati pokusa prikratom nepresađenih 4-god. biljaka. U tu svrhu upotrebljene su 3.162 oko 30,9 cm visoke biljke, koje su u proljeću 1947. prikraćene na panjić visok 0—10 cm, u gradaciji po 1 cm. Za pokusne svrhe uzete su u obzir samo zdrave i za daljni život posve sposobne biljke. Iz tabele se vidi, da je od biljaka prikraćenih na 1 cm potjeralo 4%, na 2 cm 49% i na 3 cm 87%. Najbolji rezultat postignut je kod biljaka prikraćenih na panjić visok

Tab. 9

U proljeću 1941. g. prikraćeno nepresađ. biljaka	Prikraćeno na panjić visok cm	Stanje koncem 1941. g.		Stanje koncem 1942. godine					
		Od prikraćenih biljaka		Od potjeralih biljaka bilo živih		Od potjeralih biljaka imalo spor. izboj.	Broj spor. izboj.		Od nepotjeralih biljaka bilo živih
		potjeralo	nije potjeralo, ali živih						
		%	%	%	Prosj. duž. glav. izb. cm	%	kom	pr. duž. cm	
a) 4-godišnje biljke									
3	0	—	100	—	—	—	—	—	3
4	5	100	—	100	158	75	5	97	—
6	10	100	—	100	163	67	8	116	—
b) 2-godišnje biljke									
83	0	6	94	6	48	—	—	—	48
100	1	12	88	12	50	—	—	—	65
99	2	41	59	40	54	—	—	—	39
93	3	66	34	89	82	21	13	55	15
76	4	88	12	93	108	24	20	76	2
65	5	100	—	100	122	28	23	92	—
82	7·5	100	—	100	120	33	42	90	—

oko 5 cm. I ovdje se vidi, da biljke prikraćene na viši panjić imaju odveć veliki broj sporednih izbojaka, kao i mnogo suhovrhih panjića, te da su radi toga u većoj mjeri defektne. U tabeli su izostavljeni podaci za biljke prikraćene na 7—10 cm kao nepotrebni.

Sumarni pregled rezultata najvažnijih pokusa sa biljkama američkog jasena sadržan je u tabeli 10.

III. Fraxinus oxycárpa Willd.

Pokusi su vršeni samo 1941. g., ali su rezultati motreni i u toku 1942. g. Upotrebljeno je 950 nepresađenih biljaka, u dobi od 2 i 4 godine. Biljke su uzgojene iz sjemena dobavljenog iz šume Grede kod Novske. Prikraćene su na 0—20 cm, u gradaciji po 5 cm. Rezultati pokusa sadržani su u tabeli 9. i 10.

U tabeli 9a sadržani su rezultati pokusa prikraćenih 4-godišnjih oko 118 cm visokih biljaka. Odatle se vidi, da od biljaka prikraćenih razom zemlje nije potjerala nijedna, ali da su sve biljke ostale i do konca 1942. g. na životu. Može se uzeti, da se i ovdje prikratom na panjić visok 5 cm dobio potpuno zadovoljavajući rezultat. Panjići nepotjeralih biljaka bili nepravilno, kvrgasto obrasli. Podaci o biljkama prikraćenim na 15 i 20 cm izostavljeni su u tabeli kao nepotrebni.

U tabeli 9b obuhvaćeni su rezultati pokusa prikratom 2-godišnjih oko 40 cm visokih biljaka. Biljke su bile prikraćene na panjiće visoke od 0—15 cm. Kako se iz tabele vidi, od biljaka prikraćenih razom zemlje potjeralo je 6%, od prikraćenih na 1 cm 12%, a na 2 i 3 cm 41% i 66%. Kod biljaka prikraćenih na panjić od 5 cm postignut je i ovdje najbolji rezultat.

IV. Fraxinus ornus L.

Pokusi su započeti 1943. g., ali se ne smatraju dovršenim. Opažanja su vršena na 274 nepresađene biljke. Od 2-godišnjih biljaka prikraćenih u proljeću 1943. g. nešto iznad razizemlja potjerao je veći dio. Od njih su se do konca 1946. g. održale 54 biljke sa prosječnom dužinom glavnog izbojka od 40 cm. Te su biljke u proljeću 1947. g. ponovno prikraćene točno u razizemlju. Od njih su potjerale samo 2 biljke ili 3,7%. Izbojci su im bili 6,0 i 30,2 cm visoki. Nepotjeralih, a živih biljaka bilo je 40 (77%). Od njih je bilo 20 (50%) suhog vrha, a prosječna dužina te suhe česti iznosila je 0,8 cm.

Od biljaka prikraćenih u proljeću 1943. g. na panjić visok 2 cm potjerao je pretežan dio. Koncem 1946. g. bilo ih je 77, a prosječna dužina iznosila im je 38 cm. One su u proljeću 1947. g. ponovno prikraćene, i to razom zemlje. Od njih su potjerale 4 biljke ili 5,2%, a prosječna visina glavnih izbojaka iznosila je

6,0 cm. Nepotjerale, a žive biljke bile su 62 (81%). Od njih je 28 (45%) imalo suhovrhe panjiće, a prosječna dužina tog suhog vrha iznosila je 1,3 cm.

Da bi se dobio potpun sud o izbojnoj snazi iz donje česti pridanka biljaka crnog jasena, bit će potrebno pokuse u tome pogledu nastaviti. To će trebati izvršiti na prikladnijem mjestu, jer ovdje crni jasen razmjerno loše raste. Biljke su mu na pridanku većinom krive, pa ih je teško ispravno prikratiti.

V. Fraxinus pennsylvanica Marsh.

I pokusi s ovim jasenom započeti su 1943. g. ali se isto tako ne smatraju završenim. God. 1943. prikraćeno je oko 600 nepresađenih 3- godišnjih biljaka, i to na panjiće visoke 0, 5 i 10 cm. Primijećeno je, da su kod toga pokusa u velikom postotku potjerale i biljke prikraćene razom zemlje. Koncem 1947. g. bilo je od biljaka prikraćenih razom zemlje oko 40%, od prikraćenih na 5 cm 57% i od prikraćenih na 10 cm 94% živih. Najljepši izbojci bili su kod biljaka prikraćenih razom zemlje. Kod biljaka prikraćenih na 5 i 10 cm mnogi panjići još nisu obrasli, a neki su više ili manje suhovrhi.

S obzirom na okolnost, da su ovdje u većem broju potjerale i biljke prikraćene razom zemlje, trebat će pokuse nastaviti.

ZAKLJUČCI

Iz spomenutih pokusa i opažanja slijede ovi zaključci:

1. Biljke od Fraxinus excelsior, F. americana i F. oxycarpa ne tvore izbojke na najdonjoj česti stabljike. Pupovi, iz kojih nastaju izbojci, nalaze se nešto poviše iznad razizemlja, a obilno ih ima tek u visini od 4 i više cm iznad zemlje.

2. Biljke prikraćene razom zemlje ili nekoliko cm iznad zemlje uopće ne potjeraju ili potjeraju tek u malom broju. Prikratom na postepeno sve veći panjić raste procenat potjeralih biljaka, a isto tako i broj sporednih izbojaka na njima. U istom smjeru povećava se i broj potjeralih biljaka sa suhovrhim panjićem, a također i količina suhe česti panjića. Radi toga su biljke prikraćene na veći panjić od 5 cm — ma da sve potjeraju — od manje uzgojne vrijednosti, jer imaju mnogo sporednih izbojaka, a panjići su im u gornjoj česti obično neobrasli i više ili manje suhovrhi. Naročito su u tome pogledu nepovoljne tanje biljke, jer su kod njih redovno, radi jačeg isušenja, gornji dijelovi u većoj mjeri suhovrhi.

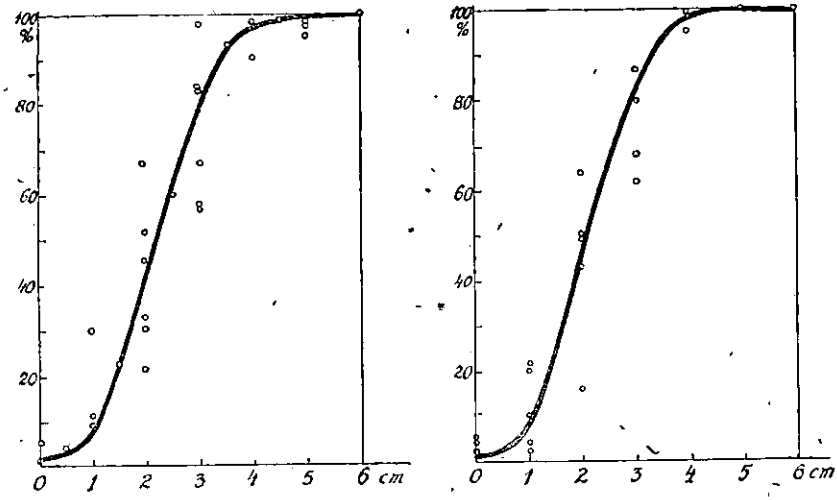
3. Biljke običnog i američkog jasena, i s obzirom na broj potjeralih izdanaka i s obzirom na kvalitetu novih stabljika, najbolje je — ako za to nastane potreba (oštećenje mrazom, brstom po stoci i divljači, vučenjem drvnog

Tab. 10.

VRSTA Species		Starost biljaka Age of plants	Pokus izvršen godine Experiment made in year	Od biljaka (a) prikraćenih na panjić visok cm From plants (a) shortened to stump heigh cm																Podaci se nalaze u: Data in:
				0		1		2		3		4		5		6		10		
				potjeralo je (%) — sprouted (%)																
				a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	
Fraxinus excelsior	presađene biljke transplanted plants	3	1934	100	1	·	·	·	·	50	84	·	·	50	98	·	·	50	100	Tab. 1.
		1	1936	100	5	50	30	50	67	50	98	·	·	50	100	·	·	50	100	Tab. 2a.
		5	1936	15	—	18	—	19	21	19	58	·	·	17	100	·	·	19	100	Tab. 2b.
		4	1947	30	—	40	—	30	33	30	57	30	90	20	95	·	·	20	100	Tab. 5b.
		Prosječno-Average		245	2·4	108	13·8	99	47·8	149	79·9	30	90·0	137	98·5	·	·	139	100	
	nepresađene biljke not transplanted plants	3	1941	103	2	90	11	62	30	55	67	·	·	67	97	·	·	62	100	Tab. 3.
		3	1946	65	—	124	—	199	52	192	83	180	97	187	99	182	100	·	·	Tab. 4.
		1	1947	93	—	153	9	235	43	203	84	215	98	168	100	·	·	·	·	Tab 5a.
		Prosječno-Average		261	0·8	367	6·4	496	45·0	450	81·5	395	97·5	422	99·1	182	100·0	62	100	
	Srednjak — Mean			506	1·6	475	8·1	595	45·5	599	81·2	425	97·0	559	99·0	182	100·0	201	100	
Fraxinus americana	presađene biljke transplanted plants	4	1933	9	—	·	·	·	·	·	·	·	·	9	100	·	·	9	100	Tab. 6a.
		2	1934	100	4	·	·	·	·	50	62	·	·	50	100	·	·	50	100	Tab. 6b.
		1	1936	100	2	50	22	50	64	50	82	·	·	50	100	·	·	50	100	Tab. 7a.
		5	1936	20	5	20	20	20	50	20	80	·	·	20	100	·	·	20	100	Tab. 7b.
		4	1947	50	—	50	2	50	16	40	68	40	95	40	100	·	·	·	·	Tab. 8a.
		Prosječno-Average		279	2·5	120	13·3	120	41·7	160	72·0	40	95	169	100	·	·	129	100	
	nepresađene biljke not transplanted plants	1	1941	301	—	341	10	311	43	288	80	280	98	275	100	·	·	·	·	Pg. 33.
		4	1947	321	1	303	4	340	49	419	87	350	99	366	100	366	100	·	·	Tab. 8b
		Prosječno-Average		622	0·5	644	7·2	651	46·1	707	84·1	630	98·6	641	100	366	100	129	100	
	Srednjak — Mean			901	1·1	764	8·1	771	45·3	867	81·9	670	98·3	810	100	366	100	129	100	
Fraxinus oxycarpa	nepresađene biljke not transplanted plants	4	1941	3	—	·	·	·	·	·	·	·	·	4	100	·	·	6	100	Tab. 9a.
		2	1941	83	6	100	12	99	41	93	66	76	88	65	100	·	·	·	·	Tab. 9b.
		Prosječno-Average		86	5·8	100	12	99	41	93	66	76	88	69	100	·	·	6	100	·

i drugog materijala, košnjom, žetvom i sl.) — prikratiti na panjić visok 4—5 cm. Kako se iz tabele 10. i slike 2. vidi, biljke od F. excelsior prikraćene razom zemlje potjerale su tek sa 1—2%, a od biljaka prikraćenih na panjić visok 1 cm potjeralo ih je 8%, na 2 cm 46%, na 3 cm 81%, na 4 cm 97% i na 5 cm 99%. Biljke od F. americana prikraćene razom zemlje potjerale su sa 1%, a od prikraćenih na 1 cm potjeralo ih je 8%, na 2 cm 45%, na 3 cm 82%, na 4 cm 98% i na 5 cm 100%. U tome pogledu slično su se odnosile i biljke od F. oxycarpa.

4. Jasenove biljke obnavljaju se iz panjića uglavnom iz proventivnih pupova. Izbojci iz panjića pojavljuju se redovno u parovima, kao što je to kod izbojaka iz običnih aksilarnih pupova (sl. 1.)



Sl. 2. Krivulje postotka prikraćenih (panjić 0—6 cm) i potjeralih biljaka.
Fig. 2. Percentage curves of shortened (stump 0—6 cm) and sprouted plants.
Lijevo — left: Fraxinus excelsior L; Desno — right: Fraxinus americana L.

5. Prikraćene a nepotjerale biljke ostanu na životu kroz nekoliko (1—4) godina. Panjići, koji obrastu na presjeku, ostanu duže na životu (3—4 g.). Obrasline su im kvrgaste i inače nepravilne (sl. 1.) Panjići, koji se već u početku u gornjoj česti isuše, postepeno se sve više suše i uginu. Panjići, koji u početku ne potjeraju, iako su živi, uopće više ne potjeraju.

6. Prigodom pokusa dobiveni su povoljniji rezultati kod nepresađenih biljaka. Rezultati pokusa sa presađivanim biljkama u većoj su mjeri varirali. To je iz razloga,

što se kod presadnje ne može prostim okom dobro uočiti granično područje između stabljike i korijena, pa se presadnja izvrši ili preduboko ili, rjeđe, preplitko. Kod preduboke presadnje dobivaju se u slučaju prikrate povoljniji rezultati nego kod preplitke presadnje.

LITERATURA

1. Baker F.: Theory and practice of silviculture. New York - London 1934., s. 291;
2. Dengler A.: Waldbau auf ökologischer Grundlage, Berlin 1935., s. 211;
3. Döbner-Nobbe F.: Botanik für Forstmänner, Berlin 1882., s. 146;
4. Hamm: Ausschlagwald, 1895., s. 66;
5. Hess R.: Holzarten, Berlin 1905., s. 154;
6. Heyer-Hess: Der Waldbau, Leipzig 1906. (I. s. 375; II. s. 178);
7. — Klimatski podaci za Zagreb — Grič Opservatorij iz razdoblja 1862.—1941.; Izdao Drž. geofizički zavod u Zagrebu 1946.
8. Mayr H.: Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage, Berlin 1909.;
9. Lips E.: Die Schule des Waldbaus, Freysing 1859., s. 100 i 150;
10. Morozov G. F.: Nauka o šumi, I. knj., Zemun 1940. Preveo J. Balen;
11. Petračić A.: Uzgajanje šuma, I. dio. Zagreb 1925., s. 240; II. dio, Zagreb 1931., s. 273;
12. Piccioli L.: Selvicoltura, Torino, 1923., s. 271;
13. Strasburger E. u. A.: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Jena, 1928., s. 102.
14. Sukačev V. N.: Dendrologija s osnovami lesnoj geobotaniki, Leningrad 1938. (ruski);
15. Ugrenović A.: Tehnologija drveta, Zagreb 1932., s. 123 i 239;
16. Vouk V.: Nauka o životu bilja, Zagreb, 1922., s. 46.

SUMMARY

This paper deals with the results of experiments with Fraxinus excelsior, F. americana and F. oxycarpa, whose plants have been shortened to different heights of stump. The experiments have been carried out in the Forest Nursery of the Faculty of Agriculture and Forestry at the University in Zagreb during 1933 to 1947. Results of the more important experiments are shown in Table 1 to 9, and their summary-survey in Table 10.

Conclusions:

1. Plants of the Fraxinus excelsior, F. americana and F. oxycarpa do not form shoots on the undermost part of the stem. Buds from which the shoots grow are to be found somewhat above the ground-level, and abundantly only at the height of 4 and more cm above it.

2. Plants shortened to ground-level or some cm above it sprout only in small number or do not sprout at all. By shortening to a gradually heigher stump the percentage of sprouted plants mounts, and so does the number of side-shoots on them. The number of sprouted plants with top-dry stump and the quantity of the top-dry stump increase in the same way, too. Owing to these facts, the plants shortened to a stump heigher them 5 cm — even when all of them sprout — are of a lower cultivative value, because of many side-shoots and more or less top-dry stumps. From this point of view thinner plants are especially unfavourable, having as a rule the upper part of the stump dry, owing to stronger drying.

3. With regard to the number of sprouted shoots and the quality of the new stems of Fraxinus excelsior and F. americana it has proved, that a shortening of the plants necessary for whatever reason (damage by frost, cattle and wild, drawing of wood and other material, mowing, harvest etc.) is the best performed at a height of 4 to 5 cm. As on Table 10. and Fig. 2. shown, plants of Fraxinus excelsior shortened to ground-level sprouted only with 1-2%, those shortened to 1 cm with 8%, to 2 cm 46%, to 3 cm 81%, to 4 cm 97% and to 5 cm 99%. Plants of Fraxinus americana shortened to ground-level sprouted with 1%, to 1 cm 8%, to 2 cm 45%, to 3 cm 82%, to 4 cm 98 % and to 5 cm 100%. Plants of Fraxinus oxycarpa behaved similarly.

4. Ash plants regenerated from stump, sprout mainly from dormant buds. As a rule, shoots appear in pairs, as in case of common axillary buds (Fig. 1.)

5. Shortened, but not sprouted plants remain several years (1—4) alive. Stumps with overgrown sectional surface remain longer (3—4 years) alive. The overgrowths are knotty and otherwise irregular (Fig. 1.) Stumps, since the beginning dry in the upper part, dry more and more and perish finally. Stumps, which de not sprout at the beginning, although alive, do not sprout at all.

6. At all these experiments more favourable results were obtained with not transplanted plants. The results with transplanted plants varied much more. The reason seems to be, that it is impossible to distinguish clearly with the naked eye the boundary between stem and root, and so transplantation is being brought about too deep or, rarely, too shalow. When transplanted too deep, the shortening shows more favourable results then when transplanted too shallow.

Jurilj prof. Anto:

Šiške - Cecidia - Makedonije

Les Galles de Macédoine

UVOD

Boraveći dvije godine (1938.—1940.) u Makedoniji kao nastavnik gimnazije (Tetovo kod Skoplja) obratio sam naročitu pažnju tvorevinama, koje u tom dijelu Jugoslavije nije nitko — bar dotada — obrađivao. Radi se o šiškama (cecidia), koje su me već zato biološki zanimale, jer su uzajamni proizvod biljke s jedne strane i životinje s druge strane ili između biljke i biljke. Tvorevine prvog slučaja su poznate kao zoocecidia, a drugog kao phytocecidia. Zoocecidije su daleko interesantnije, jer pokazuju strogo određene oblike, visoku organizaciju i diferenciranje u anatomskom pogledu. Brojnije su i upadnije, pa sam im i ja u ovom radu posvetio veću pažnju. One svojom organizacijom često premašuju i same plodove, od kojih ih narod često i ne razlikuje. Šiške su osim toga klasičan primjer, kako mogu biti složeni odnosi između biljke i životinje. Svi pokušaji da se šiške umjetno izazovu ostali su bez uspjeha. To pokazuje u isto vrijeme, da su te tvorevine rezultat prilagođavanja iz daleke prošlosti. Takav recipročni odnos ni do danas nije uspjelo proučiti i riješiti, jer se još uvijek nezna, da li su uzročnici šišaka paraziti na biljci-domaćinu ili je to simbioza sui generis, kod koje i domaćin ima neku korist. Doduše zna se za dobar dio fitocecidija, da je parazitizam.

Šiškama se smatraju samo one tvorevine na biljnom tijelu, koje su nastale aktivnim sudjelovanjem same biljke-domaćina. Prema tome kriterijumu uzete su tvorevine i za ovaj rad.

U svrhu prikupljanja šišaka Makedonije pretražio sam okolinu Tetova, Skoplja, Ohrida, Mavrovih Hanova, Peristera, zatim Korab-planinu i Poreč.

Našao sam preko 120 vrsta raznih šišaka, a najviše na hrastovima (35 vrsta), vrbama i topolama. Neke od njih nisu do sada bile poznate u Jugoslaviji kao Roestelia cydoniae Thüm, Aphilothrix callidoma Hart. i dr.

Svijestan sam da je to samo jedan mali dio onih šišaka, koje se još nalaze u Makedoniji.

Sabrani materijal sam složio u jednu zbirku, koja se nalazi u Zavodu za botaniku, Poljoprivredno-šumarski fakultet. Od svake tvorevine uzeto je po više primjeraka, koji su osim toga stavljeni u alkohol. Pošto sam bio premješten iz Makedonije u Beograd za asistenta Botaničkog zavoda i bašte, to sam iskoristio priliku da u zavodu dijelom i anatomski pretražim konzervirane primjerke. To je zanimljivo i potrebno već radi toga, što su većina šišaka dosta diferencirane.

U Botaničkom zavodu pravio sam presijeke od konzerviranih primjeraka te sam ih pretraživao binokularnom lupom i mikroskopom. Anatomske i citološke podatke sam unosio u radnju, gdje sam god smatrao da zaslužuju pažnju. Pošto su biljni fragmenti, na kojima se nalaze šiške često nedostatni, da se odredi biljka-domaćin, to sam se u takvim slučajevima obraćao poznatom i istaknutom determinatoru biljaka, Soški Teodoru, inspektoru Botaničke bašte u Beogradu, koji mi je ljubazno izašao u susret sa svojim zavidnim poznavanjem biljnih forma. Soška mi je donio i nekoliko šišaka iz drugih krajeva Makedonije, gdje ja nisam bio, pa mu za sve na ovom mjestu hvala. Također mi je izišao u susret prof. fiziologije na beogradskom Univerzitetu, dr. I. Đaja, koji mi je omogućio upotrebu odličnog preparir-mikroskopa i lupe, na čemu ovim putem lijepa hvala.

Usprkos literature, kojom sam raspolagao, desetak šišaka je ostalo nedeterminirano, jer nisam mogao odrediti ili biljku-domaćina ili obadvoje. Takvih sumnjivih 11 komada poslao sam 1940. g. poznatom stručnjaku za šiške, direktoru Mađarskog Nar. Muzeja, dr. G. Moesz-u u Budimpeštu. On je bio ljubazan, pa mije odredio 4 vrste (kako je navedeno u tekstu), za dvije vrste izrazio je naslućivanju a 5 je ostalo neodređeno. Determinaciju šišaka otežava činjenica, da se mora pratiti ontogenija uzročnika, kojih često ima više raznih generacija i razvija se tokom jedne ili dvije godine.

Ovaj rad sa jednim većim uvodom o šiškama uopće bio je gotov koncem 1940. godine, ali je rat omeo samu publikaciju,

koja je tek sada omogućena, pa će se time pridonijeti upoznavanju jednog dijela nepoznate prirode u Makedoniji.

Za rad se zainteresiralo ranije Ministarstvo šumarstva Makedonije, ali je bila poteškoća prevesti na makedonski jezik jedan ovakav rad sa mnogo stručnih izraza latinskog i slavenskog porijekla.

Na koncu se zahvaljujem članovima Zavoda za šumske pokuse koji su primili ovaj rad i odlučili ga izdati u »Glasniku za šumske pokuse«, iako bez »Općeg dijela«.

Literatura, kojom sam se služio za upoznavanje i određivanje makedonskih šišaka, navedena je na kraju radnje.

ŠIŠKE MAKEDONIJE

Juniperus — kleka

Na kleki (borovnici) sam našao 4 šiške.

1. Na krajevima izdanaka kleke sretaju se tvorevine u obliku zašiljenih i uvećanih pupova, koji su do 1,5 cm dugi. Šiška je postala na taj način, što su se tri iglice predzadnjeg pršljena pri dnu žličasto proširile i zajednički stvorile jednu šupljinu. U gornjem dijelu one su tanke i oštre, uslijed čega cijela tvorevina ima zašiljen oblik. Iglice se dotiču rubovima gradeći tako jednu čahuricu. Ako se razmaknu listići ovoga pršljena, na sredini — u produžetku izdanka — će se pokazati druga manje, trostrana čahurica, koja je nastala od tri iglice zadnjeg pršljena. To je ložica (Innengalle). Njeni listići su slabo srasli gradeći čahuricu sa tri trbušaste strane. Ona potsjeća na zrno heljde (Polygonum fagopyrum). U šupljini ložice se nalazi narančasta ličinka oko 1 mm duga. Ona pripada uzročniku ove tvorevine, komaru, Oligotrophus panteli Kieff. Začahuri se u samoj šišci. Sreta se na Juniperus communis. Poljoprivredna škola, Tetovo (500 m).

2. Druga šiška kleke, koja se obično javlja na bočnim pupovima, potsjeća sasvim na zrno ječma (Hordeum) sa pljevicama (palea), ali se ipak primjećuju šavovi, gdje se iglice dotiču, kao i njihova glavna rebra (nervi). Iglice predzadnjeg pršljena su se proširile, skratile i rubovima priljubile, a koji put su se i slabo srasle. Zadnji pršljen gradi također jednu čahuricu, koja je nešto duža od prve i manje više proviruje iz nje. Iglice ove ložice su srasle. Tvorevina je prilično tvrda i drvenasta. U sebi sadrži jednu crvenu ličinku, koja se tu i začahuri. Kad šiška sazrije, onda se vrhovi iglica spoljne čahurice obično zavrate napolje poput kruničnih listića nekih cvjetova (Vaccinium myrtilus). I ovu tvorevinu izaziva jedan komar-šiškar i to Oligotrophus schmidti Rübs. Nađena na Juniperus communis. Mavrovi Hanovi (1200 m, pa na više).

3. Ecidijospore od Gymnosporangium clavariiforme D. C. klijaju na raznim vrstama kleke u ovom slučaju naročito na Juniperus nana, na čijim se izdancima javljaju jednostrana vretenasta zadebljanja. U aprilu i maju iz tih mjesta izbijaju duguljasti, ponekad račvasti izraštaji žute i smeđe boje. Zadebljanja su mjesta, gdje se ukorjenio višegodišnji micel, a izraštaji su ležišta teleutospora, čije sporidije početkom ljeta napadaju glogove. Ova generacija gljive sa kleke poznata je i pod starim imenom Roestelia lacerata Rebent. Juniperus nana, communis i dr. Šar-planina (500—2500 m).

4. Izdanci raznih vrsta kleke nose vretenasta zadebljanja, koja se počinju razvijati u prvoj polovici maja, a kasnije traju više godina. To su mjesta, gdje je izdanak zaražen ecidijosporama i gdje je gljiva raširila u drvetu svoj micel. Tu izbijaju žilavi pihtijasti izraštaji do 2 cm dugi. Radi se o ležištima teleutospora gljive, Gymnosporangium sabinae Wint. U dodiru s vodom te tvorevine nabubre i razliju se. Teleutospore prezime, a na proljeće u maju njihove bazidijospore napadaju razne vrste k r u š a k a, gdje na listu izazivaju pjege sa ecidijama i piknidijama (vidi str. 80.). Šar-planina (500—2550 m). Nađena na Juniperus communis, nana, sabina.

Abies — jela

Na jeli je nađena ova šiška:

1. Iglice jele su u donjem djelu proširene u obliku žlice, čija su udubljenja pri osnovi a sa lica iglice. U isto vrijeme je taj dio zadebljao, ali mnogo više izbočena nego ispupčena strana. Tvorevine su sive i rđaste boje, Deformirani dio zauzima $^1/_4$—$^1/_2$ iglice. Na tom dijelu lista se nalazi po jedan ili više zaraslih i sitnih ožiljaka. Šiška je velika oko 2 mm. Iglice se ponešto iskrive i to u pravcu izdanka. Ova tvorevina je slabo ispitana, ali se zna da je izaziva jedan komar-šiškar, Cecidomyidarum gen. et spec. Na Abies alba Mil. Korab-planina (Strežimirska šuma; 1800 m).

Picea — smrča

1. Osnove kratkih izdanaka smrče preobraćene su u šiške, koje imaju oblik malog ananasa, veličine oko 3 cm. Nastaju zadebljavanjem toga dijela i osnove pojedinih iglica, koje su manje više skraćene. Često se tvorevina razvija samo s jedne strane izdanka, i ako ovaj nastavi rastenje — što je čest slučaj, onda se savije prema šišci, jer ta strana kao izumrla koči rastenje odnosno izduživanje. Šiška je u mladosti zelena zatim u jesen rđasta.

Ovu pojavu prouzrokuje ušenac, Chermes abietis L. Ženka polne, jesenske generacije snese jaje. iz koga se u jesen izleže

matica — fundatrix. Ona se redovno smjesti na osnovu jednog zimskog pupa i tu se pripije dugim rilom. Pošto prezimi, početkom proljeća izleže jednu bespolnu generaciju i ugine. U isto vrijeme se počne i pup razvijati, ali ne u normalan izdanak nego u jednu tvorevinu, koja je upravo idealna za stvoreno potomstvo. Sama matica je dakle inducirala i počela stvaranje šiške. Baza izdanka trbušasto zadeblja, a osnove iglice se tako prošire i nabujaju, da svaka ostavi po jednu šupljinu pred sobom, čiji je rub zadebljao u jedan prstenasti pervaz. Uslijed toga šupljina, gledana sprijeda (kad je šiška zrela), mnogo potsjeća na otvorena usta neke životinjice, čija bi gornja čeljust nosila na nosu roščić povijen naprijed (ostatak iglice). Šupljine su dosta prostrane. U njih se sad smjesti brojno potomstvo matice i to po više jedinaka u jednu komoricu. Uslijed daljeg rastenja, a pod uticajem stanovnika, šupljine se zatvore. Ako ne ispadnu takve okolnosti, cijela generacija ugine. To stanje ostane do jeseni, a tada se šiška sasuši i šupljine otvore. Ušenci idu na iglice smrče, proizvedu polnu generaciju i tim se krug zatvara.

Ove deformacije su moguće uslijed toga, što osnove iglica ostanu najdulje u meristemskom stanju, pa se zbog nadražaja matice prošire. Spolja je proširenje obraslo dlakama, koje su najduže kod otvora i one ga kasnije pomognu zatvoriti. Cijela tvorevina je jednolike parenhimske građe bez tipičnih diferenciranja.

Sam izazivač se odlikuje jakim polimorfizmom raznih generacija (species heptamorpha). Na Picea excelsa Lk. Šar-planina (1000 m, pa na više).

Cynodon — zubača

1. Izdanci zubače su abnormalno i mnogo skraćeni. Plojke listova su zaostale dok su se rukavci moćno razvili i crjepoliko poredali u dva naspramna reda. Tvorevina zadeblja i obično se na razne načine iskrivi. Dostiže u dužinu i do 8 cm. Bokovi bez rukavaca izgledaju spljošteni. Šiška je dosta kruta. Uzdužni presjek pokazuje jednu komoričnu šupljinu, koja počinje neposredno ispod vegetacione kupe i prolazi kroz više skraćenih članaka (15—20). Ličinka je prozračna, bjelkastoblijeda, a nalazi se u srčiki. Ima slabe organe za griženje. Duga je 4—5 mm. Vegetaciona kupa ne izumre odmah, nego nastavi rastenje još neko vrijeme iako ograničeno. Ličinka je prati u rastenju izgrizajući zelenkastu srčiku. Ona izlazi u zemlju, da se začahuri. Pripada muhi, Lonchaea lasiophthalma Macq. Na Cynodon dactylon. Okolina Tetova (Tekija; 500 m).

Juncus — sita

Na siti smo našli jednu šišku.

1. Normalna sita nosi na razgranatom stablu više sitnih klupčastih cvasti. Ocvjeće svakog cvijeta je sastavljeno od dva pršljena ljuskastih listića. U sredini je trikarpan plodnik i oko njega dva pršljena od po tri prašnika. Plodnik je u obliku čahurice sa više sjemenih zametaka.

Međutim nekad ljuskice ocvjeća i listovi stabla postanu uvećani stvarajući čitave čuperke listova i ljuska, koje imaju vrhove izdužene u obliku osata kod ječma. Cijela tvorevina mnogo potsjeća na prorasle viviparne cvasti nekih trava (Poa bulbosa-vivipara i dr.). Ljuske dostižu i do 5 cm sa osatnim produžecima.

Kad su pogodeni listovi stabla, onda su im jako razvijeni rukavci, koji dobiju i crvenkastu boju. Same plojke zaostanu u obliku osata. U pazuhu tih listova mogu se javiti ponovo listovi. To se dešava nekad i kod ljuskica ocvjeća. Inače promjene u građi listova su jako neznatne.

Ove deformacije izaziva lisna buha, Livia juncorum Latr., iz grupe Psyllidae. Ženka unosi leglicom tokom proljeća i ljeta jajašca u mlade dijelove biljke, Juncus articulatus L. i to dok su organi mladi. Uticajem ličinka nastaju opisane tvorevine. Neke ličinke iziđu u jesen kao odrasli insekti, a druge se ne stignu razviti, nego prezime i tek na proljeće napuste šišku. Gor. Blatje kod Skoplja (150 m).

Juglans — orah

Na orahu su nađene ove dvije šiške:

1. Po listićima oraha vide se krastice do 1,5 mm promjera i to sa lica i sa naličja. Te kvržice su ispočetka blijede boje, zatim postaju crvenkaste i napokon u jesen tamne. Nepravilne su i slijevaju se tu i tamo jedna s drugom. Pod dobrim povećalom vidi se, da gotovo sve imaju otvor s naličja lista, ali je on zatvoren — bar preko ljeta — i izgleda kao mali ograđen ožiljak. Primjećuje se, jako slabo, jedan raspored, koji se sastoji u tome, da su tvorevine smještene blizu glavnog nerva i sporednih prvoga reda. Često su mnoge i guste, pa se tada listići ponešto izvitopere. Na presjeku kroz ove krastice vidi se (pod slabijim uvećanjem mikroskopa) u mezofilu šupljina, čiji su zidovi načičkani mikroskopski sitnim pregljevima. Njih može biti u jednoj šišci i po koja stotina. Oni su dakle izazivači ovih tvorevina. Ovaj cephaloneon bifrons izaziva pregalj, Eriophyes tristriatus Nal. Paraziti žive u tkivu mezofila, gdje dospiju vrlo rano, vjerojatno kroz puči. U prilog tome mišljenju išla bi i činjenica, da se otvori nalaze na donjoj strani lista.

gdje je većina puči. Rubovi spomenutih otvora se u jesen razmaknu, pregljevi izmile i zavuku se pod ljuske pupova. Na Juglans regia. Tetovo (Drž. gimnazija; 450 m).

2. Osim opisane šiške na orahu se nalazi još jedna i to opet na listu. Ona je u obliku dlakavih, jasno omeđenih pjega s donje strane lista. Njima na licu odgovaraju slaba ispupčenja, koja s jeseni potamne uslijed ranijeg izumiranja toga dijela lista. Šiške su rđastosive, a smještene su između sporednih perastih nerava listića. Ovi nervi puštaju anastomoze okomite na susjedne stvarajući četvrtasta poljica, koja zauzimaju šiške. Uslijed toga i same dlakave pjege dobiju pravokutne konture. Somot šiške je ispočetka bjelkast, kasnije žut ili rđastosiv. Dlake se ne javljaju jednostavno sa lista, nego najprije izbiju sitna rebra i emergence, pa tek sa njih polaze spomenute tvorevine. Rebra nastaju od tkiva između žila i donje pokožice. Dlake su jednostanične i različito ispresavijene. One nastaju od pokožice.

U mezofilu se nije izvršilo diferenciranje na palisad i spužvasti parenhim, nego je cijela tvorevina od parenhima. List se iskrivi i zgužva, ako je jače napadnut. Ovaj erineum juglandinum izaziva pregalj, Eriophyes tristriatus Nal., koji živi među dlakama opisanog somota. Na juglans regia. Tetovo (Drž. gimnazija; 450 m).

Populus — topola, jasika

1. Lisna površina jasike posuta pjegama, od kojih su jedne ulegnute prema licu a druge prema naličju. Tvorevine su bez reda, dosta jasno omeđene i razne veličine. Promjer im je oko 5 mm. Ulegnuća su ispočetka bjelkasta, kasnije siva ili rđastocrvena. Pokrivena su jednim palisadom naročitih izraštaja — emergenca, koje prema vrhu postaju deblje šireći se kijačasto u lobove. Emergence su višestanične, a proizvod su jednog ili više subepidermalnih slojeva. Dužina im je oko 2 mm; dakle dvostruka do trostruka lisna debljina. Izgrađene su od tri, četiri stanična sloja. Ulegnućima na suprotnoj strani odgovaraju uzvišenja, koja s jeseni dobiju sivu boju uslijed ranijeg izumiranja. Tvorevinu, poznatu pod imenom erineum populinum, prouzrokuju pregljevi, Phyllocoptes populi i Ph. aegirinus Nal. Na Populus tremula. Mavrovi Hanovi (iznad turističkog doma; 1300 m).

2. Na naličju lista jasike (trepetljike) susreću se bobuške veličine oko 5 mm. One su zatvorenocrvene, rjeđe blijede boje. Pri osnovi nisu sužene, nego su utonule u list, tako da jednom trećinom izbijaju i na lice. Oko toga dijela s lica list ima jedno kružno opšančenje. Same šiške su tako priljubljene uz glavni ili veće sporedne nerve, da izgleda kao da su na njima. Otvor

je u obliku pukotine i nalazi se na onoj kaloti s lica lista. Pruža se paralelno sa nervom, uz koji se nalazi šiška. Tvorevina je jednogradna, sa debelim zidom. U sebi sadrži jednu ličinku koja izlazi u zimi da se začahuri. Ona pripada komaru, šiškaru, Harmandia cavernosa Rübs. Na Populus tremula. Mavrovi Hanovi (iznad Turističkog doma; 1300 m).

3. Na licu lista jasike nalaze se sitne bobuške, koje su obično zatvorenocrvene boje. Velike su do 6 mm u promjeru i smještene su na glavnom ili jačim sporednim nervima. Na mjestu, gdje dotiču list, sužene su. Otvor je s naličja lista i ima izgled sitne pukotine, koja je sasvim uz nerv, a opkoljena je sitnom brazdom. Redovno je više šišaka na jednom listu. Veličina im prilično varira. One su jednogradne i sa dosta debelim zidovima, koji su iznutra glatki i sjajni. U komorici je jedna mutnožuta ličinka bez nogu. Šiška nema ložice. Ličinka pripada izazivaču ove tvorevine, komaru, Harmandia löwi Rübs. Na Populus tremula. Mavrovi Hanovi (iznad Turističkog doma; 1300 m).

4. Od lista topole ostali su samo kržljavi i izvitopereni tragovi, a mjesto plojke nasađena je na dršku, koja je skraćena i zadebljala, jedna nepravilna, kesasta tvorevina ili više njih. Na šišci se nalaze kupasta izduženja, koja su pred jesen na vrhu probušena. Veličina šiške je oko 3 cm. Rano izgubi blijedozelenu boju i postane tamna. Unutra se nalaze brojni ušenci i njihove košuljice u obliku ljuskica. One pred jesen napuštaju šišku kroz otvore kupastih izraštaja. Tokom jeseni i preko zime, kad su normalni listovi opali, ove tvorevine strše na granama topole u obliku crnih loptica.

Ova šiška je tipična tvorevina ušenaca i potsjeća na one kod brijesta (Eriosoma lanuginosum). Izazivač je ušenac, Pemphigus vesicarius Pass., koji obično napada glavni nerv ili gornji dio lisne drške. Na Populus nigra. Tetovo (pokraj puta za Skoplje; 450 m).

5. Na lisnim drškama crne topole, kao i njene odlike jablana nalaze se često kesaste, duguljaste šiške, koje su manje više iskrivljene. Otvor im je na vrhu. Opkoljen je papiloznim izraštajima ili rubom, koji je zadebljao u obliku prstena. Površina šiške je crvenkasta sa bjelkastim, izduženim točkama pri osnovi. Za dršku se ne drži proširenom osnovom, nego je cijelom dužinom valjkasta, a nekad ponešto trbušasta u gornjem dijelu. Dužine je oko 1,5 cm. Šišku izaziva ušenac, Pemphigus bursarius L. Na Populus nigra, pyramidalis. Okolina Tetova (450 m) i Ohrida (700 m).

6. Na crnoj topoli i jablanu viđaju se tvorevine slične predašnjim, ali se ipak razlikuju u nekim osebinama. Šiške su trbušaste, iskrivljene i to obično u stranu. Potsjećaju na sitne

kruške: Boje su zelene, a kad sazriju, onda su na ispupčenoj strani sive boje zbog sloja pluta, koje tu nastaje. Na istoj strani se javljaju poprečne pukotine i hrapavost. Šiške se drže lisne drške sa proširenom osnovom. Na površini se vide bjelkaste i sive točke. Otvor je na vrhu, a oko njega je papilozan rub: Nisu tako drvenaste kao prethodna. Izazivač je ušenac, Pemphigus piriformis Licht. Populus nigra, pyramidalis. Okolina Ohrida (700 m) i Tetova (450 m).

7. Pri dnu ovogodišnjih izdanaka susreće se šiška kesasta oblika do 2 cm duga. Okrenuta je dolje ili u stranu, a na vrhu, koji je papilozno proširen, nosi otvor. Površina joj je ponešto hrapava i nosi bjelkaste pjege vjerovatno deformirane lenticele. Šiška je bočno nešto spljoštena. U njoj se nalaze ušenci, ili ako su oni izišli, njihove košuljice sa ekskrementima. Otvor se proširi i otvori, kad šiška sazrije. To se dešava pred jesen, kad su se ušenci namnožili i odrasli. Ušenac je Pemphigus borealis Tullgr. Na Populus nigra, pyramidalis. Okolina Tetova (450 m).

8. Jedna druga šiška je slična pređašnjoj i nalazi se također na dnu ovogodišnjih grančica. Ipak je krupnija, zdepastija i potsjeća na smokvicu. Savijena je lučno na niže tako, da obično dotiče podlogu, gdje je pričvršćena. Površina šiške je neravna i siva. Unutra je velika šupljina puna ušenaca, koji se razlikuju po boji i obliku. Ima ih zelenkastih, zatvorenoplavih i narančastih, zatim krilatih i beskrilnih. Tako je stanje pred jesen. Među njima se nalazi vosak u obliku vate. One ga izlučuju po tijelu. Vosak čini da se njihove ekskrecije ne razliju, da ne kvase šišku niti njih same. Uslijed toga se te materije valjaju po šišci u obliku žitkih, bjelkastih kuglica.

Raznolikost ovih ušenaca je u vezi sa smjenom generacija i mjenjanjem uslova ishrane. (Zatvorenoplavi ušenci su pripijeni uza zid šiške; ako se nekoga dotaknemo sa iglom, vidjeti će se, da je to samo jedna tvrđa košuljica, koja lako prska. Iznenađuje činjenica, da se u svakom takvom »ušencu« nalazi jedan drugi, zelenkasti u obliku lutke. On je pljosnat, ima naznaku krila, a što je najčudnije, okrenut je naopako u »plavom ušencu« t. j. glava lutke je u zatku one košuljice. Sama pojava zaslužuje daljnja istraživanja). Ovdje se radi o ušencu, Pemphigus lichtensteini Tullgr. Na Populus nigra, pyramidalis. Ohrid, Tetovo (700 m odnosno 450 m).

9. Jednogodišnje, dvogodišnje ili starije grane topola i jasika pokazuju vretenasto zadebljanje do 3 cm dužine. Ako se grana rasječe, naći će se unutra jedna blijedožuta ličinka, koja, već prema starosti, može biti velika oko 1,5 cm. Ističe joj se glava sa organima za griženje. Orijentisana je uglavnom u pravcu izdanka. Ova ličinka se izleže u junu iz jajeta, provrti koru, zađe nešto u drvo i tu prezimi. Kroz to vrijeme izdanak

na tom mjestu zadebljava. Parazit iza zime nastavi izgrizanje drveta sve do drugog ljeta, a tada se povuče u srčiku drveta, koju izgriza pomičući se na više. Tako stvori u drvetu i srčiki jedan izvijen, manje više spiralan hodnih do 5 cm dužine. Ličinka u jesen napušta srčiku pa opet ide u drvo sasvim blizu površine, gdje prezimi po drugi put. Tek u maju ili junu treće godine isčahuri se tvrdokrilac, strižibuba topolova, Lamia populnea L. Razvoj dakle traje oko dvije godine, uslijed čega se javljaju veće najezde štetočine perijodično iza dvije godine kao i kod izvjesnih drugih kukaca.

Struktura izdanka se anatomski izmjeni u toliko, što se stanice srčike radijalno izduže, a zrake srčike drveta se prošire. Ličinka inače pri griženju drveta redovno ne povređuje kambij. Interesantno je, da se on ipak ugasi, a u sekundarnoj kori javi se drugi. Otuda se na presjeku šiške vide ostrvca sekundarne kore i likinih vlakana u samom drvetu. Parazit napada topole ali i vrbe. Na Populus tremula, nigra i dr., Salix. Tetovo (iznad električne centrale; 500 m).

10. Izdanci bijele topole pokazuju karakteristična prstenasta zadebljenja, koja su najčešće na osnovi bočnih izdanaka. Izgleda kao da između glavne i bočne grane posreduje jedna spljoštena kuglica. Zadebljanja su na glavnim izdancima manje spljoštena u vertikalnom pravcu, te zadržavaju često okruglinu. Važno je spomenuti, da na mjestu postanka tih zadebljanja gotovo uvijek ima neki ožiljak od zarasle rane, koja potiče od otpale grančice, od lisnog ožiljka, grada ili dr. Pokuša li se odlomiti bočni izdanak, primjetiti će se, da vrlo lako i pravilno otpada baš na zadebljaloj osnovici. To upućuje na misao, da su stanice na tom dijelu radijalno orijentirane odnosno izdužene, što je potvrdio i mikroskop. Na presjeku se vidi, da je i kora zadebljala na isti način. U drvetu se primjećuju siva i rđasta gnijezda. Ove tvorevine nisu istražene, ali u mnogom potsjećaju na bakterijoze. Populus alba, Kale kod Tetova (770 m). Dr. G. von Moesz misli, da to nisu šiške, ali prema definiciji i one bi spadale u iste tvorevine).

Salix — vrba

Vrbe također imaju mnogo šišaka i to na svim dijelovima stabla i lista.

1. List vrba bez dlaka nosi često s naličja nepravilno kuglaste šiške promjera do 12 mm. One su zelenkaste, žute ili crvenkastožute, ako su bile u dohvatu sunčanog svjetla. Ove bobuške su obično na jednom ili dva mjesta bočno kao naduvene. Sa listom su spojene malom površinom, kojoj na licu odgovara jedna blijeda biljega. Ona je nekad ispupčena, a nekad ugnuta (Salix purpurea ssp. amplexicaulis).

Pokožica šiške je sa debelom kutikulom, sitnim stanicama i bez puči. Na nekim tvorevinama se vide tamna tačkasta uzvišenja, koja pretstavljaju začetke lenticela. Tkivo ispod pokožice je od parenhima sa stanicama tankih zidova. Slojevi do ličinke su rastresiti i bogati rezervnim materijama. Njih ličinka postepeno izgriza tako, da zidovi postaju sve tanji i tanji. U šišci se nalazi izmet, što je opća odlika osa-listarica (Tenthredinidae). Uzročnik je osa-listarica, Pontania viminalis L., čija ličinka ide u zemlju da se začahuri. Salix purpurea, fragilis i dr. Tetovo (Saračilce; 450 m).

2. Često se viđa na listu nekih vrba šiška, koja je bubrežastih kontura, a podjednako se ističe i s lica i s naličja. Ona se pruža paralelno sa glavnim nervom. U glavnom izgleda kao da je list s obje strane bubrežasto naduvén. Šiška je duga do 10, a široka oko 5 mm. Ukupna je debljina 3—4 mm. Često ih ima više i raspoređuju se duž glavnoga rebra s jedne ili druge strane ili s obje. Tvorevina je gola ili blijedo zelena, a kasnije nešto porumeni od sunca. Komorica ličinke je ispočetka plitka i izrazito zelene boje; kasnije se proširi i izduži. Šiške se viđaju do kasnog ljeta, jer uzročnik nosi jajašca u mlade listove, koji se javljaju u razno vrijeme tokom proljeća i ljeta.

U pogledu anatomske građe, diferenciranje mezofila izostaje, a javlja se jedna zelena masa sa sitnim stanicama, koje izrašćuju papilozno u komoričnu šupljinu. Naučenjaci se ne slažu u tome, da li šišku izaziva sekret, kojeg uzročnik — osa-listarica — ubacuje u list prilikom nošenja jaja ili je prouzrokuje sama ličinka. Zelenkasta ličinka izgriza unutrašnje tkivo, koje nepravilno strši u komoricu. Uslijed toga šupljina postaje sve veća. Stanar pokazuje tipične osobine ličinke, ose-listarice: ima tri para kandžastih nogu, šest pari zatubastih pripijačica i izrazitu glavu sa organima za griženje. U šišci se nalazi izmet, koji ličinke smeta, pa ga izbacuje kroz rupicu, koja sama ranije probuši. Ona se začahuri u komorici ili se spušta na ispredenoj niti u zemlju. Ličinka je od ose-listarice, Pontania capreae L. Na Salix alba, triandra i dr. Tetovo (Banjiče; 550 m).

3. Naličje lista nekih vrba često nosi pustaste šiške do 6 mm promjera. Somot je ispočetka zelenkast, zatim žut ili bjelkast. Dlake su jednostanične i na razne načine izvijene. Šiška je okruglasta, ali je često ponešto izobličena uslijed napada uljeza i parazita. U njoj se nalazi ličinka sa izrazitom i crnom glavom. Ponutrica šiške je pred jesen izgrižena, tako da je zid istanjen. Već gomilice izmeta u komorici upućuju na to da je uzročnik osa-listarica. Ličinka se začahuri u zemlji, a pripada osi, Pontania kriechbaumeri Knw. Na Salix incana. Tetovo (lijeva obala rječice Pene; 550 m).

4. Na velikom broju listova iste vrbe sretaju se šiške, koje su vidljive i s lica i s naličja, ali je veći dio na licu. Ima i obrnutih primjera naročito, kad su šiške na rubu lista. S lica je tvorevina u obliku crvenkaste bradavice, koja je široka oko 3 i visoka oko 2 mm. S naličja otskače oko 1 mm. Dakle ima oblik kuglice, čija jedna trećina izbija na naličje lista. Taj dio je obrastao sa sitnim i bjelkastim dlačicama, koje se i inače nalaze s naličja lista kod te vrbe. U komorici se nalazi zelenkasta ličinka, duga oko 4 mm. Pošto je duža od promjera komorice, ona je u savijenom položaju. Pripada nekoj osi-listarici roda Pontania, čiju vrstu je potrebno odrediti. Na Salix incana. Tetovo (lijeva obala rječice Pene; 550 m).

5. Listovi nekih vrba posuti su s mnogo sitnih bradavica razne veličine i oblika. Tu i tamo su nepravilne i srasle. Često ih je po više stotina na jednom listu i sve su s lica. Prosječno su široke 1—2 mm, a visoke, 1,5 mm. Boje su zatvorenocrvenkaste ili rumene. S donje strane lista svakoj bradavici odgovara po jedno sitno dlakavo uzvišenje, koje je kupasto i visoko oko 1 mm. U sredini te kupice je mali otvor, čiji je kanal obrastao u dlačice. Kanalić vodi u šupljinu šiške, čiji su zidovi načičkani raznim privjescima i izraštajima. Površina šiške s lica lista je obrasla rjetkim dlačicama. Sama tvorevina je pri dnu sužena i potsjeća na glavicu, pa otuda joj i naučno ime — cephaloneon. Na mnogim šiškama (često do 90%) vidi se po jedna crna točka, koja pretstavlja ožiljak. Ako se takva šiška presječe, u njoj se redovno nađu jedna ili dvije sitne ličinke nekog komara-šiškara. One su često načičkane pregljevima, koji su stvarni izazivači ovih tvorevina. Same ličinke ne smetaju pregljevima niti oni njoj. Ličinke su dakle samo uljezi — inkvilinke. Pregljeva je uvijek više, a pripadaju porodici Eriophyidae. Ovdje se radi o vrsti Eriophyes tetanothrix Nal. i nekim njegovim varijantama. Salix fragilis, alba. Tetovo (Saračilce; 450 m).

6. Na listovima nekih vrba rub je mjestimično povijen prema licu ili naličju. Radi se o vrlo malom dijelu (1—2 mm širine), koji je hrskavičaste strukture, nepravilnog izgleda i crvenkaste boje. Tu i tamo su veća zadebljenja, koja imaju papilozan izgled. Ova zadebljala mjesta mogu biti gusta. Tada se spoje i lisni rub dobije rojtast izgled. U tom slučaju se obično izobliči cijeli list, čiji rub ispadne kao krastav. Ako se zavraćeni dio ruba odvije i unutrašnjost pogleda dobrom lupom, primjetiti će se gomilice vretenastih pregljeva iz porodice Eriophyidae. Pripadaju raznim vrstama već prema tome, o kojoj se vrbi radi. Na Salix purpurea, alba i dr. Tetovo (lijeva obala rječice, Pene; 500 m).

7. Na jednogodišnjim bujnijim izdancima nekih vrba sretaju se vretenasta zadebljanja duga do 3, a debela do 1,5 cm.

Obično su manja. Često pokazuju i kuglaste oblike. Ako su tvorevine vretenaste, tada se redovno sa više komorica i zauzimaju nekoliko skraćenih članaka izdanka. Narančaste ličinke žive odvojeno u tkivu, koje je jako nabujalo. One su pretežno u srčiki, a okrenute su manje više u pravcu izdanka. Kasnije se osnovno tkivo raspadne i utroši, a ličinke dobiju međusobnu vezu. One prezime u izdanku i na proljeće se začahure. Na grudima imaju hitinski organ, koji je duguljast i prema glavi račvast. Lutke imaju naprijed jedan mali hitinski šiljak, pomoću kojeg se probiju kroz drvo. Začahure se u zemlji, odakle izlijeću početkom maja. Radi se dakle o komaru-šiškaru. Nezna se na koji dio izdanka ženka snese jaja, a isto tako nije poznato, kako mlade ličinke dospjevaju u izdanak. Na šiškama se primjećuju gotovo zarasle ranice, kuda su vjerojatno mlade ličinke dospjele u drvo. Spomenuti ožiljci mogu poticati i od osa-potajnica, koje vrlo često ubacuju svoje potomstvo u ovu šišku. Njihove su ličinke bijele, sa organima za griženje i sa izmetkom u komoricama. Žive kao uljezi pokraj ili među ličinkama pravoga izazivača. Rhabdophaga salicis Kieffer. Na Salix purpurea ssp. amplexicaulis i dr. Tetovo (lijeva obala rječice Pene; 500 m).

8. Izdanci razne starosti kod nekih vrba nose šiške u obliku čuperaka. Uspavani ili redovni pupovi na granama ne dadnu obične izdanke, nego mjesto njih se jave čitava klupka sitnih listića i ljuskica. U toj zbijenoj i sivoj gomili listići odnosno lisni začeci su izduženi i izvijeni. Imaju duge izraštaje po obodu i daju utisak sitnih fascijacija. Dužina im je oko 1 cm. S donje strane su obrasli bjelkastim dlačicama. Gomilice su u jesen tamne boje, i u svemu potsjećaju na jasenove visuljke. Listići i ljuske se saspu slijedeće godine, a ostane mrka osnova u obliku gomolja, koji može dostići i 20 cm u promjeru. Kod vrba su često na ovaj način deformirane i cvasti.

Svi znaci upućuju na to, da je ovo djelo pregljeva. Zaista među dlakama se primjeti više vrsta tih sitnih bića, koja redovno zajednički izazivaju ove anomalije. Obično se tu nađu Eriophyes triradiatus, salicinus Nal., zatim Phyllocoptes parvus, magnirostris, phytoptoides, phyllocoptoides Nal. kao i Epitrimerus salicobius Nal. Na Salix incana, amygdalina, daphnoides i dr. Tetovo (lijeva obala rječice Pene; 550 m).

9. Terminalni pupovi izvjesnih vrba često ne produže slijedeće godine u mladi izdanak, nego zaostanu, a nekoliko članaka se ispod njih skrati, te glavičasto ili vretenasto zadeblja. Iz te tvorevine izbije sada više izdanaka (2—10), koji nadoknađuju onaj vršni, što je izostao. Pri njihovim osnovama se nalaze ruže od listova — vrbove ruže. Na ovim se izdancima može ponoviti ista pojava skraćivanja. Cijeli ovi žbunići su poznati

kao vilinske metlice. Listovi, koji izbijaju iz skraćenog mjesta su skraćeni i sjedeći. Njihovi osnovni dijelovi, ne samo da su skraćeni, nego su i jako prošireni. Međuprostori ruža su obrasli bjelkastim dlakama po kojima mile razni pregljevi i ušenci. Ako se jedno glavičasto zadebljanje uzdužno rasiječe, vidjeti će se da je srčika glavni čimbenik zadebljavanja. U isto vrijeme će se primjetiti da je oko terminalnog pupa zbijeno više bočnih pupova. Od njih su opet većina zaostali, a samo su neki dali spomenute nove izdanke. Oni stoje pod izvjesnim uglom prema osovini, iz koje su izbili. Ako se zaostali bočni pupovi, kao i terminalni, pretraže, u svakom će se naći po jedna bljedonarančasta ličinka, koja ima sve osebine onih od komara-šiškara, (Cecidomyidae). Ona je točno u sredini pupa. Okrenuta je glavom na dolje i čvrsto je pripijena za mjesto uništene vegetacione kupe. Ljuske, lisni začeci i svi dijelovi neobično su prisno prilegli uz ličinku, tako da izgledaju srasli s njom. Uzročnik je dakle Cecidomyidarum gen. et spec., čiji je rod slabo istražen (Dr. G. von Moesz misli, da bi to mogla biti Rhabdophaga clavifex Kieff.).

Na presjeku iste šiške obično se vide još neke crne komorice sa ličinkama i izmetom. Paraziti pripadaju nekim potajnicama, čiji potomci ovdje žive kao uljezi. Po strukturi tkiva oko komorice vidi se da su i ove ličinke uticale na formiranje šiške, pa prema tome su i one djelomični uzročnici velikog broja ovih anomalija. Na Salix incana, alba i dr. Tetovo (obala rječice Pene; 500 m).

10. Na granama izvjesnih vrba vide se blaga vretenasta zadebljanja, koja su jednostrana ili rjeđe oko cijelog izdanka. Ona dostižu i do 0,5 m dužine. Zadebljali i normalni dio izdanka nemaju jasne granice, nego postepeno prelaze jedan u drugi. Primjerak, o kome se radi, je ovakav: Kora na zadebljanju je više ispucana i neravna. Na njoj se nalaze rupice oko 0,5 mm širine. Gotovo iz svih rupica strše košuljice — exuviae, po čemu je jasno da se radi o komarima-šiškarima. Na uzdužnom presjeku se vide mnogobrojne komorice, koje su radijalno poredane; one su odmah ispod kore i to na istoj dubini. Jasno se vidi da su godovi, gdje se nalaze ličinke, intenzivnije rasli, uslijed čega je izdanak i dobio vretenasti izgled. Komorice su mnogo duže od košuljica odnosno ličinka, što dokazuje da su paraziti pratili kambij, dok se je pomicao rastenjem prema vani. Jedna rdasta zona dijeli god sa ličinkama od nezaraženog drveta prema centru. Košuljice, koje strše, pripadaju uzročniku ove tvorevine, komaru, Helicomyia pierrei Kieff. Lutke probuše koru, nešto izvire na površinu, pa se iz toga položaja isčahure ostavivši košuljice. Na Salix alba, purpurea i dr. Ohrid (700 m).

11. Na licu lista izvjesnih vrba vide se okruglaste i nepravilne biljege. One su bljedožute i sa tačkastim ulegnućima u sredini. S donje strane lista im odgovaraju okruglaste, narančaste pjege u obliku ispupčenih gomilica. To su ležišta uredospora i jednostaničnih teleutospora i to bez peridium-a (caeoma). Radi se o rđastoj gljivi, Melampsora, čije su vrste dosta kritične. Morfološke su razlike između njih slabe, a uz to gljiva ima različite domaćine za razne generacije. Na pr. Melampsora evonymi-caprearum Kleb. ima spermogonije i ecidije na listu od Evonymus europaea, a uredo- i teleutospore na lišću raznih vrba, pa i na Salix incana. Tetovo (lijeva obala rječice Pene).

One vrste, koje parazitiraju na vrbama, bile su ranije sve obuhvaćene imenom Melampsora salicina. Nije sigurno, da li se opisane tvorevine mogu smatrati šiškama, jer postoji mogućnost da je biljka domaćin odnosno list sasvim pasivan pri njihovom postanku. Na Salix incana i dr. Tetovo (lijeva obala rječice, Pene; 500 m).

12. Lisna površina vrbe ispupčena na nekim mjestima prema licu. Ulegnuća s donje strane lista imaju smanjenu dlakavost, uslijed čega je taj dio lista zatvorenije boje. Ispupčenja su oko 5 mm promjera. Uzročnik je jedna lisna buha, Psyllidarum gen. et spec., koja još nije naučno istražena. Salix incana, Tetovo (lijeva obala rječice, Pene; 500 m).

Alnus — joha

Na johi u Makedoniji našao sam 4 šiške.

1. Naličje lista johe nosi pjege, koje su slabo ograničene. Ispočetka su bjelkaste, dok su još mlade. Kasnije dobiju rđast do narančast izgled i napokon su u jesen tamne boje. Već golim okom se primjećuje da se površina pjege sastoji od izraštaja, koji stvaraju skramicu. Često je napadnuto cijelo naličje listova; tada se i plojke izvitopere. Tvorevina na prvi pogled u svemu potsjeća na izvjesna obolenja, koja su izazvana gljivama. Šiška nema pustast opip, kao druge te vrste, nego se pod prstima osjeća hrapavost. Ovaj erineum alneum je sastavljen od pokožičnih izraštaja, koji nisu jednostavne dlake. Svaka trihoma ima dršku, koja je sve deblja prema kraju. Sam kraj prelazi u proširenu tvorevinu sa više debelih izraštaja i lobova. Cijela trihoma pod mikroskopom pokazuje uglavnom kijačaste konture. Dlake nisu višestanične, nego su u stvari evaginacije pokožičnih stanica. One štete lisno tkivo. Napadnuti listovi (čak i sa lica) daju utisak da su bolesni i (kao) da su zaraženi gljivama. Ti listovi ranije potamne i izumru. Uzročnik je jedan vretenast pregalj, Eriophyes brevitarsus typicus, koji bode pokožične stanice i izaziva opisane izraštaje,

među kojima se zadržaje. Na Alnus glutinosa L. Saračilce kod Tetova (450 m).

2. Rese ženskih cvasti kod johe normalno odrvene i grade malu šišarku. Zaštitne ljuske su crjepoliko poređane i zbijene. Sve su podjednake veličine. Međutim nekad se opaža da su se pojedine ljuske neobično jako izdužile i izvile izbijajući daleko kao neke male fascijacije. U građi nema nekih naročitih anatomskih otstupanja. Tvorevine su uglavnom od parenhimskog tkiva, kroz koje prolaze nešto pojačane žile. Ove anomalije izaziva gljiva; Taphrina alni incanae, čije vrste inače parazitiraju na drugim biljkama. Na Alnus glutinosa. Okolina Tetova (450 m).

3. Muške cvasti johe se javljaju u obliku zbijenih resa i to unapred za slijedeću sezonu (kao kod lijeske). Nekad se opaža da su rese otprilike na sredini savijene na lakat i tu nešto zadebljale. U uglu se nalaze crne gomilice izmeta. Skine li se ta crna skrama, unutra će se primjetiti crnkasta ličinka u izgriženoj šupljini. Pošto je dosta duga, orjentirala se u pravcu rese, pa se s njom zajedno i savila. Ličinka izgrize cvjetove samo s jedne strane osi, a uslijed toga s te strane popusti pritisak, koji je inače osjetan na zbijenoj cvasti. Resa se zbog toga savije na izgriženu stranu. Ličinka je sa 3 para kandžastih nogu i sa 4 para + 1 zatubastu pripijačicu. Prema tome radi se o gusjenici nekog leptira. Uzročnik nije još naučno određen. Alnus glutinosa. Banjiče kod Tetova (500 m).

4. Listovi johe često nose mine pjegastoga tipa. One se naročito vide od septembra pa dalje. Prema zimi postaju sve veće. Smještene su u kutevima sporednih nerava. Obično ih je po više na jednom listu. Mine se nalaze isključivo s naličja listova i pripadaju palisadnoj grupi — parazit ne dira pokožice naličja niti spužvasti parenhim, nego samo izgrize palisad između njih. Kroz pokožicu, koja se često naduje, nazire se bjelkasta ličinka do 5 mm dužine. Pod povećalom se vidi da ima tri para nogu sa kandžicama i 4 para + 1 pripijačicu. To je gusjenica leptirića, Heliozela resplendella Zett., koji se leže u dvije generacije godišnje. Interesantno je pri tome, da tkivo listova reagira samo na djelovanje prve generacije, dok su listovi još mladi. Izvjesne stanice u minskoj šupljini stvaraju kalusno tkivo, što dozvoljava da ove mine shvatimo kao neke primitivne šiške. Na Alnus glutinosa. Saračilce kod Tetova (450 m).

Carpinus — grab

1. Jedan ili više kuteva, koje čine sporedni nervi kod grabova lista, ispupčeni su prema licu. Uzvišenja su sitna — oko 1 mm promjera. Nalaze se sasvim uz glavni nerv, tako da

izgleda kao da su djelomično i na njemu. Ispupčeni su dijelovi ispočetka blijedozeleni uslijed smanjenja klorofila. Kasnije dobiju tamnu boju. S donje strane lista im odgovaraju sitna udubljenja, koja se i ne vide od vjenca dlačica izraslih po rubu ulegnuća. Ove sitne tvorevine izazivaju pregljevi, Eriophyes tenellus Nal. i Phyllocoptes compressus Nal. Na Carpinus betulus. Kale iznad Tetova (600 m).

Corylus — lijeska

1. Muške cvasti — rese — lijeske kruškasto zadebljaju i to obično pri kraju. Promjer se uveća oko dva puta. Ljuske su uvećane, ali nisu dlakavije od normalnih. Ponešto su nepravilno izvijene. Zadebljanje potiče i od izduženja cvjetnih dršaka, kojih normalno gotovo i nema. Uslijed toga oko osovine ostane slobodnog prostora, gdje se zadržavaju bjelkaste ličinke uzročnika. To su komari-šiškari, Contarinia corylina F. Lw. ili Dasyneura coryli Rübs. Oni izlaze iz rese u jesen, pa se spuštaju u zemlju da se začahure. U građi ljuska i cvjetova nema naročitih otstupanja. Prašnice se izobliče, ali neke donesu polen. Corylus avellana. Tetovo (lijeva obala rječice, Pene; 500 m).

2. Tvorevine, slične prethodnim, viđaju se pri dnu ili rjeđe na drugom mjestu rese. Postoje ipak razlike, jer je šiška nešto krupnija, nepravilnija i nestalnog mjesta. Ljuske se često izviju, razrastu i postanu kao listići. Antere sasvim izostanu. Ovu pojavu izaziva jedan pregalj. Eriophyes spec., čija vrsta nije još istražena. Corylus avellana. Banjiče kod Tetova (500 m).

Muške cvasti lijeske pokazuju nekad anomalije u broju. Normalno se javljaju u pazuhu lista 2—5 resa na jednoj grančici. Međutim sam našao u Makedoniji primjerak sa 30 resa u pazuhu. One su se radijalno zbile u jedno klupko. U literaturi se spominje slučaj, gdje je nađeno i do 142 rese na jednoj dršci (H. Iltis). Ove tvorevine nisu šiške, iako izgleda kao da su ih pregljevi izazvali. One su teratološke prirode. Na Corylus avellana. Banjiče kod Tetova (550 m).

Fagus — bukva

1. Jedna vrlo česta šiška nalazi se na bukovom lišću. Ona je jajastih kontura, a na vrhu prelazi u šiljak, koji je obično nešto iskrivljen. Spada u kesaste šiške, jer s naličja lista nosi otvor na jednom malom kupastom uzvišenju. Površina tvorevine je glatka i crvenkasta. Javlja se od aprila. Dosiže 10 mm dužine. Zid joj je debeo oko 1 mm. U šupljini krije sitnu narančastu ličinku, koja naraste do 3 mm i tada postaje bjelkasta. Na grudima nosi hitinsku pločicu.

Ova šiška opada sa lista koncem ljeta, kad se već sasušila. Njena osnova i onaj ispupčeni dio s naličja ne opanu sa njom, nego kasnije, uslijed čega na listu ostane rupica. Šiška padne na zemlju, pokrije ju lišće, a rupicu, koja je nastala uslijed odvajanja od osnove, ličinka zaprede naročitim nitima. Ona se isčahuri koncem marta ili početkom aprila u krupnog komara (do 5 mm dužine). Mikiola fagi Htg. Iza sparivanja ženka snese na pupove do 300 jajašca. Mlade ličinke, čim se izlegu, zavlače se među ljuske i listiće još zatvorenih pupova. Pri tom im je dostupno naličje listića oko većih nerava, gdje stvarno i nastaju šiške i to invaginacijom naličja.

Razvijena šiška ima dva sloja — tvrdi, zaštitni spolja (ispod pokožice) i unutarnji hranjivi sloj. Između njih prolaze žile, koje se nastavljaju direktno na nerve lista. Stanice spoljašnjeg sloja, kao i one iz baze šiške, su zadebljalih zidova. Međutim se sklerenhim zaštitnog sloja i onaj iz baze šiške ne dodiruje, nego ih spaja jedan parenhimski sloj. Ovo omogućuje šišci, da se u jesen odvoji od bazalno dijela i da padne na zemlju. Fagus silvatica. Mavrovi Hanovi (iznad Turističkog doma; 1250 m).

Castanea — kesten jestivi

1. Na izdancima jestivog kestena nađu se upadljivi žbunići koji rastu iz grana razne starosti, ali najčešće iz tanjih. To mjesto na izdanku pokazuje kuglasto ili češće trbušasto zadebljanje. Žbunić pretstavlja parazite, hrastovu imelu, Loranthus europaeus. Ona je pripadnik porodice Loranthaceae i srodnik je obične imele (Viscum). Od posljednje se razlikuje između ostalog i po tome, što je hrastova imela listopadna. Inače je poluparazit kao i obična imela. Ovo je rijedak primjer da i cvjetnice izazivaju šiške. Biljka uzima domaćinu anorgansku komponentu hrane, koja dolazi iz zemlje, uslijed čega se mladi izdanci suše i zaostaju iznad mjesta napada. Spolja se dobije utisak kao da je imela nakalamljena na izdancima, jer se granica između biljaka slabo primjećuje. Zadebljanja su veličine lješnika do pesnice već prema debljini izdanka. Klica biljke pušta kroz koru i kambij jedan obrnuto kupast nastavak, koji bi odgovarao korjenu. Od njega polaze trake u pravcu grana t. j. paralelno sa godovima domaćina. (Biljke, koje su nikle, ali poslije nekog vremena uginu, pokazuju u drvetu ostatke u obliku upravnih kupica, jer ih je drvo postepeno gušilo i nadrastalo). Parazitu nije potrebno da ide u veću dubinu izdanka, jer su i tako u sprovođenju materija najaktivniji periferni godovi. U koliko je i potrebna izvjesna dubina, biljka je ne postiže prodiranjem, nego pasivnim tonenjem. Kad kambij vrši debljanje izdanka, onda se sve više pomiče na pe-

riferiju ostavljajući haustorije imele u sve većoj dubini. Konačno ispadne kao da je parazit aktivno prodro u dubinu izdanka. Uslijed slabijeg priticanja hrane u dubljim godovima grana, biljka sa debljanjem drveta pušta sve nove i nove trake među posljednje i najmlađe godove. Pošto je dio parazita u drvetu u obliku izvrnute kupe, iz koje izbijaju bočno trake, cijeli taj dio dobije stepeničast izgled.

Drvo reagira na napad imele tako da dotični dijelovi bujnije rastu i opkoljavaju osnovu parazita. Zrake srčike, kao i ostali elementi drveta, jače rastu u radijalnom pravcu. Osim toga bočne trake se uvlače među godove i time uvećaju obim izdanka na tom mjestu. Interesantno je da su spomenute bočne trake u stanju da puste izvjesne ogranke i na površinu izdanka a ovi se onda ponašaju kao samostalne biljke. Radi toga se viđa na jednoj guki po cijeli snopić imele. Ovaj način razmnožavanja spašava parazita, ako primarna biljka ugine, što se ponekad dešava. Na Castanea sativa. Kale kod Tetova (770 m).

(Loranthus europaea se obično javlja na hrastovima, iako to nismo sreli u okolini Tetova. Kad smo pokušali da je sjemenom ukorjenimo na hrastu, nismo uspjeli, jer nije htjela proklijati.)

Quercus — hrast

Najviše šišaka ima na hrastovima (u Južnoj Evropi preko 200 vrsta). One su poznate iz davnine, jer se ističu svojim oblikom i veličinom, a narodi su ih često zamjenjivali sa plodovima. Ove šiške u isto vrijeme pokazuju i visoku anatomsku diferencijaciju. Ja sam našao oko 35 šišaka na makedonskim hrastovima.

Šiške na listovima hrastova

1. Naličje lista hrasta lužnjaka nosi kuglaste šiške, koje su još stari narodi poznavali. Naš narod ih naziva bobuške ili babuške. To ime odgovara njihovom obliku, jer potsjećaju na krupne bobe veličine lješnika do veličine oraha. Može ih biti po više na jednom listu, koji se tada obori na niše pod težinom. Težina lista se može povećati 20—30 puta. Boja ovih bobušaka je ispočetka zelenkasta, zatim žuta, a oni dijelovi do kojih dopre sunce porumene. Površina im je sasvim glatka, ili nosi kratke emergence, kvržice i sitna rebarca, koja mogu biti prstenasta. Šiške su pričvršćene na većim nervima naličja, dok s lica nema traga od njih. Na ovim tvorevinama se često vide zarasli ožiljci, koji potiču od osa-potajnica (Ichneumonidae i dr.). Ako se jedan dio pokožice sa šiške stavi pod mikroskop, primjetit će se kod nekih šišaka da su pokožične stanice

papilozne. Uzvišenja nisu evaginacije membrane nego samo kupasta kutikularna zadebljanja. Ista je pojava i po emergencama, gdje ih ima. Stanice epidermisa sadrže i hloroplaste. Tu i tamo se vide pući, ali su izoblićene i bez funkcije. Presjek kroz šišku pokazuje radijalnu strukturu. Ispod pokožice, koja je u stvari sekundarna (nastaje od kambiform-stanica sitastog dijela žile) nalazi se 4—5 slojeva izodijametričnih parenhimskih stanica. Većina ostalog tkiva, gotovo do komorice, sastoji se od stanica, koje su radialno jako izdužene. Dalje prema komorici je 5—6 slojeva stanica, čiji su zidovi prema centru i sa strane zadebljali. Ta celulozna zadebljanja kasnije prelaze u drvenasta. Neposredno oko komorice je paranhimsko tkivo, ispunjeno hranjivim materijama. Ove kad se utroše, pritiču iz »zaštitnog« sloja. Slojevi zadebljalih stanica sadrže u drugoj polovici jula dosta skroba, a docnije i bjelančevine sa mastima. Ne samo da se ove materije poslije rastvore i presele do ličinke, nego se i lignin zadebljalih stanica transformiše u hranjive materije i koncentriše oko ličinke. Ove bobuške se drže nerva samo u jednoj točki. One opanu same ili zajedno sa listom. Sama ličinka smještena je u sredini bobuške — u komorici. Ona se začahuri na jesen i u januaru se iščahuri osa-šišaruša, Diplolepis quercus folii L. ♀ ♀, ali ona ne izlazi iz šiške do marta ili aprila. Na Quercus robur, sessilis, lanuginosa. Saračilce kod Tetova (450 m).

2. Ova jednospolna generacija ose, Diplolepis quercus-folii L. snese partenogenetski jaja u uspavane pupove stabla i debljih grana. Pupovi se uvećaju, obrastu kratkim, somotastim dlačicama. Obično su jajastih kontura i sa malim ulegnućem na vrhu. Često nose pri osnovi normalne ljuske ili čak listove. Iz ovih šišaka izlaze spolno diferencirane ose. One se spare, pa u julu izazivaju na hrastovim listovima opisane bobuške. Diplolepis quercus folii L. ♀ ♂. Na Quercus robur, sessilis, lanuginosa. Saračilce kod Tetova (450 m).

3. Naličje lista hrasta medunca nosi kuglaste šiške do 7 mm promjera. One su glatke, ispočetka zelenkaste i kasnije crvene. Nekad su posute žutim i crvenkastim točkama. Površinski sloj je čvrst. Unutarnja građa je talasasto radijalna. Šiška je pričvršćena za glavni ili sporedne nerve i to u jednoj točki. Dozrijeva već u maju, a u junu opada. Istoga ljeta u julu ili slijedeće godine u junu iščahuri se osa-šišaruša, Trigonaspis synaspis Htg ♀ ♀. Kale kod Tetova (700 m). Na Quercus lanuginosa.

4. Već u rano proljeće, čim hrastovi izlistaju, vide se na nekim listovima eliptična uzvišenja, koja se podjednako ispoljavaju i s lica i s naličja. Šiška je kožastohrskavičaste konsistencije. Kad se potpuno razvije, nije više elipsoidna, nego se pokazuje kao kuglica, koja se podjednako ističe s obje strane

lista. Smještena je na plojci lista. Presjek kroz šišku, okomit na list, pokazuje da je unutra poveća šupljina preko 6 mm promjera. U njoj se nalazi mala ložica (2—3 mm), koja je tvrda i dugoljasta. U sebi krije sitnu ličinku.

Ako se šiška razvila na samom rubu lista, tada se on smežura ponašajući se kao da je na tom mjestu nabran (ime!). Više šišaka jako deformiraju list, koji se sasvim izobliči i zaostane. Na šiškama, koje su se razvile na rubu lista, vidi se jedan šav, koji polazi od sredine gornje polukugle i ide slobodnim bokom šiške do sredine donje polukugle.

Na mikroskopskom presjeku mlade šiške vidi se više slojeva. Spoljašnji je nešto čvršći od ostalih i sa manjim stanicama. Srednji je svjetliji sa izduženim stanicama. Unutarnji je zatvorenije boje, od njega postaje kasnije ložica i hranjivo tkivo. Kasnije se slika mijenja, jer se spoljašnji sloj proširi, ali ipak na sredini gornje i donje polukugle ostane tanak. Kroz njega ide dosta žila. Srednji sloj se u razviću šiške raskine na spoljašnju i unutrašnju zonu. Od unutarnjeg dijela postane ložica. Spoljašnja se zona povuče uslijed sušenja, tako da ostane poveća šupljina, u kojoj se nalazi sitna kestenasta ložica. Prije nego ona izgubi vezu sa ostalim slojevima, stanice oko ličinke se snabdiju s hranjivim materijama. Zidovi ložice, iako tanki, jako su tvrdi. U drugoj polovini maja ili početkom juna ličinka se začahuri i nabrzo se pojavi sitna osa-šišaruša, Andricus curvator ♀ ♂. Htg. Na Quercus robur, sessilis i dr. Kale kod Tetova (700 m).

5. Spolne jedinke ose, Andricus curvator Htg. se spare. Ženke polože jaja u jače pupove i to još mjeseca juna ili jula. Ti pupovi se razviju u sitne (2—4 mm), jajaste šiške, koje strše jednom polovinom iz crepoliko poređanih ljuska. Ove šiške opadnu i prezime, a iz njih se u rano proljeće iščahuri bespolna generacija spomenute ose-šišaruše. Te jedinke snesu partenogenetski jajašca u mlade listiće, dok su još u pupovima. Kad se oni razviju na njima se jave opisane kuglaste šiške. Andricus curvator ♀ ♀. Htg. Quercus robur, sessilis i dr. Kale kod Tetova (700 m).

6. Duž glavnoga nerva hrastova lista viđa se s naličja više sitnih jajastih šišaka. One na vrhu nose kraterić sa malom kupom na dnu. Imaju uzdužno fine brazdice. Velike su oko 3 mm. Obično su crvenkaste boje. Potsjećaju na male urne (ime!). Šiške se javljaju od jula do pozne jeseni. List reagira tako da se svije i izgužva prema naličju. Glavno rebro, gdje se nalaze te tvorevine, nepravilno zadeblja. Šiške su sa tankim, ali čvrstim zidovima, koji su prisno srasli sa ložicom. Sazrijevaju i opadaju u jesen (novembar). Izazivač — osa, Andricus urnaeformis ♀ ili ♀ ♀ Mayr — je nedovoljno ispitan, pa

se nezna, da li se ovdje radi o polnoj ili bespolnoj generaciji. Ako je posljednji slučaj, onda bi vjerojatno odgovarajuća spolna generacija bila osa, Andricus sufflator Mayr ♀ ♂. Na Quercus lanuginosa. Kale kod Tetova (700 m).

7. Jedna sitna šiška položeno vretenastog izgleda nalazi se s naličja hrastovog lista. Ona izbije kroz uzdužnu pukotinu iz glavnog, rjeđe iz sporednih nerava. Javlja se u drugoj polovici septembra. Koji put se nalazi i na licu lista, na lisnoj dršci ili na izdancima. Obično je poviše takvih tvorevina poredano duž nerva. Ispočetka su zelene, kasnije crvenkaste, a u zrelosti sive. Duge su oko 3 mm. Nisu obrasle dlakama. Na dodirnom mjestu su sužene, ali su ipak cijelom dužinom u vezi sa nervom.

Ova šiška pokazuje jednu pojavu koja je sasvim rijetka kod tih tvorevina. Ona skakuće s jednog mjesta na drugo, ako je otkinuta od lista. Otuda joj i naučno ime vrste (salire — skakati). Te pokrete izvodi ličinka i to tako da se savije gotovo u krug, pa se naglo ispruži. Pri tome šiška otskoči. Smisao toga kretanja je vjerojatno izbjegavanje opasnosti, jer skače samo pri diranju.

Ove šiške dozrijevaju u oktobru. U sredini je komorica u kojoj se ličinka i začahuri. Slijedećeg proljeća u aprilu ili tek u oktobru izleti osa-šišaruša, Neuroterus saliens Kollar ♀ ♀. Quercus cerris. Tekija kod Tetova (500 m).

8. Naličje lista nekih hrastova nosi duguljaste šiške, koje mnogo potsjećaju na prethodne od Neuroterus saliens. Smještene su na glavnom ili na sporednim nervima, ali sa strane. Duge su oko 5 mm. Sa boka su nešto spljoštene. Spoljašnji sloj šiške se rano sasuši i prsne u dva loba, koji strše sa strane u obliku kapčića. Ložica međutim dalje raste. Ona je ispočetka blijedozelena. Kasnije postane svijetlija, dobije porculanski sjaj i crvenkaste točkice. Ložica tako viri između bočnih lobova do septembra ili oktobra i tada ispadne, dok lobovi ostanu i dalje na listu. Izazivač ove tvorevine je osa šišaruša, Andricus ostreus Htg. ♀ ♀, čija se ličinka začahuri u šišci. Osa izleti u oktobru, novembru ili slijedećeg proljeća. Na Quercus robur, sessilis i dr. Lešak kod Tetova (500 m).

9. Listovi hrastova nose često s naličja dočivaste šiške, kojih ima nekoliko vrsta. Gotovo sve imaju izgled sitne plankonveksne leće. Najveća ima promjer oko 6, a visinu do 2 mm. Gornja strana joj nije sferična, nego ispupčena u obliku kineskog šeširića. Ona je rdasta i obrasla rijetkim čupercima dlaka. Strana uz list je gola, blijeda i nešto ulegnuta. Šiška je pričvršćena na nekom manjem nervu. To mjesto je veličine točke i nalazi se na sredini donje površine. S lica lista se ništa ne primjećuje. Tvorevina se javlja koncem ljeta, a opada u oktobru. Izazivač je bespolna generacija ose-šišaruše, Neuroterus

quercus-baccarum L. ♀ ♀. Ženka spolne generacije snese mjeseca juna ili jula do 150 jaja u mlade listove poznih izdanaka i to s naličja. Šiška nastaje iz kambiformnih stanica žile. Presjek kroz nju pokazuje da je u sredini sitna komorica. Oko nje je hranjivo tkivo, koje nije koncentrično sa loptastom komoricom, nego sa šiškom. Ono do komorice sadrži bjelančevine i ulja. Tanak zaštitni sloj je koncentričan sa hranjivim tkivom i šiškom. On nedostaje s donje strane prema sitnoj drščici. Glavna masa ove šiške je od parenhima, kroz koji probijaju radijalno žile.

Kod ove, kao i kod cijele grupe sočivastih šišaka, javlja se jedinstven slučaj, da one prežive organ, na komu su nastale, jer se još dugo razvijaju poslije opadanja sa lista. Šiška opadne u jesen, a ličinka u to vrijeme nije još potpuno razvijena. Sad nastaje dopunsko razvijanje šiške i ličinke, iako su upućene samo na rezervne materije. Šiška nabubri, primi vodu, postane bikonveksna i znatno veća. Ličinka se također razvija i raste. Tokom zime ona se ishranjuje rezervama, koje se kreću prema komorici. Pred proljeće je već razvijena i tada se začahuri. U martu se isčahuri spomenuta osa i to bespolna generacija. Quercus robur, lanuginosa i dr. Kale kod Tetova (700 m).

10. Početkom proljeća Neuroterus quercus-baccarum L. i to opisana bespolna generacija, snese jaja u pupove hrastovih izdanaka. Kad se pupovi razviju, pojave se nabrzo sitne bobuške na raznim djelovima i organima. One su ponešto prozračne, a velike su do 8 mm u promjeru. Interesantno je i važno da se ove šiške ne javljaju na određenom organu, kao što je to inače pravilo. One se sretaju na svim djelovima i organima od kore pa do prašničkih niti. I veličina im je promjenljiva. Oblik im je ipak stalan.

Što se tiče građe, ove tvorevine se sastoje od mekanog i sočnog parenhima. Kroz šiške prolaze žile, koje se završavaju slobodno prema hranjivom sloju.

Ova se šiška razvija vrlo brzo, najdalje za mjesec i po, tako da se već u junu isčahuri dvospolna generacija ose-šišaruše, Neuroterus quercus-baccarum L. ♀ ♂. Zanimljivo je da prašni konci, na kojim su se razvile ove bobuške, ne opadnu svojevremeno, nego se zadrže svježi, do god traje draž ličinke.

Muške i ženske jedinke ove ose se spare, u junu ili julu snesu jaja u mlade listove, gdje se javljaju opisane sočivaste šiške. Quercus robur, lanuginosa i dr. Kale kod Tetova (700 m).

11. Vrlo lijepa sočivasta šiška jest ona koju izaziva bespolna generacija ose, Neuroterus numismalis Fourc. Može ih biti i preko 1000 komada na jednom listu. Po pravilu se nalaze na donjoj strani lista. Promjer im je oko 3 mm. Debele su oko 1 mm. Konture ove šiške su nešto drukčije nego pret-

hodne. Šiška je u obliku okruglog kolačića, koji na rubu nije istanjen, nego se naglo zasvodi. Točno u sredini nalazi se plitak kraterić, koji čini, da šiške izgledaju kao sitni kolutići. Na rubu kraterića počinje dlakavost. Dlake teku radijalno. One su guste, sive i svilastog sjaja. Kraterić nije obrastao. Osa se isčahuri u martu. Razvoj i anatomske odlike su gotovo iste kao i kod prethodne šiške. Jedina važnija razlika je, što na površini ove šiške ne ostane pokožica, nego se razvije pluto odnosno periderm. Quercus robur, cerris, lanuginosa i dr. Kale kod Tetova (750 m).

12. Bespolna generacija ose, Neuroterus numismalis Fourc. snese jaja u jače hrastove pupove. Kad se oni razviju, na listovima se pokažu okruglaste šiške parenhimske strukture, promjera oko 3 mm. One su odozgo slabo zasvođene, radijalno izbrazdane, a odozdo su zaravnjene. Imaju malu ložicu. Quercus robur, cerris, lanuginosa i dr. Neuroterus numismalis Fourc. ♀ ♂. Kale kod Tetova (750 m).

Na makedonskim hrastovima ima još nekoliko sočivastih šišaka, ali su za njihovo odredivanje potrebna duža ispitivanja po mogućnosti na terenu.

13. Na hrastovu listu se javlja jedna karakteristična šiška u obliku roščića, koji u gornjem dijelu može biti račvast ili trodjel. Duga je 1,5 cm, a sreta se na donjoj strani lista. Viđa se od juna pa dalje. Nije podjednake debljine, nego je u sredini nešto malo stanjena, a odmah ispod toga mjesta se vidi jedva primjetno zadebljanje. Osrednji promjer je oko 2 mm. Osnova šiške je nešto proširena i nalegla uz list. Pričvršćena je u jednoj točki i to na nekom nervu. Ispočetka je zelene boje, a kasnije žute ili crvenkaste. Zidovi su joj dosta tvrdi i žilavi. Tkivo se razlikuje na koru i na srčiku. I kod jednog i kod drugog stanice su izdužene u pravcu šiške. Komorica sa ličinkom je u drugoj polovini i nema ložice. Šiška sazrijeva uoktobru, a osa, Diplolepis (Dryophanta) cornifex Hart. ♀ ♀. Izljeće koncem novembra ili u decembru. Quercus lanuginosa, sessilis. Tetovo iznad Tekije (500 m).

14. Hrastovi Quercus cerris, Qu. macedonica nose na licu lista tvorevine u obliku roščića, koji su na razne načine iskrivljeni. Dugi su oko 6 mm. Debljina im je oko 1 mm, a prema vrhu se postepeno istanjuju. S naličja lista im odgovara po jedno sitno bjelkasto uzvišenje. To je u stvari mali kraterić sa čuperkom dlaka. Kroz njega vodi kanal u unutrašnjost, koja pretstavlja uvraćeno lisno naličje. Sama šupljina nije dlakava. U njoj se nalazi blijedožuta ličinka, koja se začahuri u zemlji. Na jednom listu je obično po više ovakih roščića. Izaziva ih komar-šiškar, Contarinia subulifex Kieff. Kapina u Poreču (700 m).

15. Jedna lijepa šiška nalazi se na listovima hrastova, Quercus cerris, Qu. macedonica. Na ceru je nešto krupnija, nego na makedonskom hrastu. Veličine su im srazmjerne veličinama listova dotičnih hrastova. Od ove šiške na licu se vidi malo zatubasto uzvišenje sa sitnim šiljkom na vrhu. Cijelo uzvišenje je visoko oko 2 mm i blijede je boje. Njemu s naličja odgovara sočivasta okrugljasta tvorevina obrasla bijelim, nakostriješenim dlakama. Promjer joj je oko 3 mm. Taj dio šiške potsjeća na sitnu bijelu »pufnicu« priljepljenu za naličje lista. Ako se povuče za čuperak dlaka, cijela tvorevina se otvori poput kapčića, ispod kojega ostane udubljenje sa jednom, rjeđe dvije narančaste ličinke. Parazit je ispočetka sitan (oko 0,5 mm), a tokom jeseni i zime nešto naraste.

Pod mikroskopom se vidi da je spomenuti kapčić derivat pokožice i nekoliko slojeva spužvastog parenhima. Kroz tvorevinu prolazi okomito kanal, koji se ne vidi od dlaka nego je potreban presjek.

Stanice uzvišenja na licu lista su izdužene u pravcu vrha, imaju zadebljale membrane sa mnogo rupica. Prema vrhu sve su siromašnije hlorofilnim zrncima, kojih na vrhu nema nikako. Otuda i bljedoća toga dijela šiške. Ovu tvorevinu izaziva komar-šiškar, Arnoldia cerris Koll. Kapina u Poreču (700 m).

16. Šiška, koja je spolja slična prethodnoj, javlja se s donje strane lista istih hrastova, i to često u tolikom broju da se list sasvim izobliči. Tvorevina se vidi i s lica i s naličja lista. Na licu se nalazi uzvišenje sa krateričem, čije je dno, dok je šiška mlađa, zatvoreno sa jednom tankom opnom. S donje strane lista se vide diskoidne pločice. One su okruglaste, rjeđe eliptične, a gusto su obrasle bjelkastim, nakostriješenim dlačicama, uslijed čega imaju somotast izgled i opip. Kolutići su široki oko 6, a debeli oko 2 mm.

Ako se šiška presječe paralelno lisnoj površini, onda će se vidjeti slijedeće: Komorica ličinke je u obliku spirale, čiji je jedan kraj zatvoren spomenutom opnom na licu lista. Opna se kod zrele šiške probuši i oslobodi izlaz uzročniku. Komorični kanal ide ispod opne okomito do sredine diskoidnog dijela šiške, a onda prelazi u spiralu od 1,5 do 2 zavoja, koji leže u ravnini onoga diskoidnog dijela šiške s naličja lista. Na presjeku će se primjetiti još i to da šiška ima pločastu komoricu, ali je ona okomito na list tako stješnjena, da je slobodan samo spiralni dio. Taj dio je obrastao sa kijačastim dlakama, koje kod starije šiške ne dostaju u dijelovima spirale, gdje je boravila ličinka. Ta mjesta pokazuju rđastu boju. Kijačaste dlake su tankih zidova i svakako služe larvi kao hrana.

Stanice tkiva ove šiške su izdužene i orijentirane uglavnom prema spiralnoj komorici. Zanimljivo je da su zadebljale samo one stanice virtuelne komorice, koje se nalaze oko ličinkinog kanala, odnosno oko stvarne komorice. Isto tako rezerve škroba nalaze se samo oko stvarnog prebivališta ličinke. Ličinka ima prsni hitinski organ u obliku dva roščića koji polaze sa jednog pločastog dijela i idu prema ustima.

Ove tvorevine se pojavljuju početkom juna. Kojiput se nadu i n alicu lista kao zalutale šiške. Ličinka prezimi u komorici, a u aprilu se isčahuri komar-šiškar, Dryomyia (Cecidomyia) circinans Gir. Quercus cerris, Kale kod Tetova (700 m). Quercus macedonica, Kapina u Poreču (700 m).

17. Naličje listova mnogih hrastova nosi pustaste tvorevine u obliku ograničenih, tamnordastih pjega, koje se nalaze redovno između sporednih nerava. Pjege su manje više utonule, tako da se s lica vide odgovarajuća ispupčenja. Pod povećalom se primjećuje da su dlake usukane i kudrave. Izvadi li se dio pjegastog somota, vidjeti će se da to nisu jednostavne dlake, nego ih polazi po više sa jedne kratke osnove. Ovaj erineum quercinum nije konačno spitan, ali izgleda da ga izaziva jedan pregalj, Eriophyes quercinus Can. Quercus robur, lanuginosa, cerris i dr. Ispod sela Gajre kod Tetova (650 m).

18. Na hrastovim listovila se vidaju tvorevine koje stoje na granici pojma, šiška (cecidium). Jedan ili više režnjeva lista se saviju tako na donju stranu da je linija savijanja lučnoga oblika sa otvorom na vani. Savijeni lob je rubom čvrsto priljubljen uz list, a ostali dio je trbušast i krije jednu rjeđe više bijelih ličinka.

Anatomska otstupanja u listu su sasvim slaba. Šiška se razvije u proljeće, ali, izgleda, kada se je list već prilično izgradio. Onaj lob, koji je savijen, kao i onaj dio lista prema kome je savijen, dobiju crvenkastu boju. Kasnije izblijede, postanu sivi uslijed ranijeg izumiranja. Ličinka napušta šišku u junu ili julu, i začahuri se u zemlji. Ona pripada komaru, Macrodiplosis dryobia F. Lw. Većina hrastova u okolini Tetova.

19. Kojiput je dio ruba na hrastovom listu cjevasto savijen. To je po pravilu zaton između lobova ili onaj rub samoga loba, koji je prema dršci lista. Inače savijanje ide nagore t. j. prema licu. Savijutak obično sadrži jednu do tri narančaste ličinke koje se začahure u zemlji. One pripadaju uzročniku, komaru, Macrodiplosis volvens Kieff, gotovo na svim hrastovima u okolici Tetova.

Šiške na pupovima hrastova

20. Od pupova hrasta postaje jedna lijepa kuglasta šiška do 4 cm u promjeru. Može biti ponešto izdužena. Na gornjem dijelu nosi mali bradavčasti završetak kao vrh. Nedaleko od vrha — po prilici na trećini dužine — nalazi se jedna ekvatorijalan, kružan greben koji nosi manje više istaknute kvržice. Ovaj vijenac dosta varira oblikom i veličinom, ali je inače stalan i vrlo karakterističan za šišku.

Na donjem dijelu šiška nosi kratko valjasto izduženje koje manje više obuhvata podlogu — grančicu i dršku lista. Šiška nastaje od bočnog ili vršnog pupa. Ona je u mladosti zelena, dok vijenac oko nje vrlo rano postane crn. Površina joj je ljepiva i tu se nahvataju razne sitne životinjice. Sasvim zrela ima sivu boju. Ispod debele i tvrde kore nalazi se vrlo mekano parenhimsko tkivo u obliku zbijene vate. Ono je radijalne strukture. Svi se zraci stiču u sredini gdje se nalazi duguljasta ložica sa ličinkom ose-šišaruše, Cynips quercus-tozae Bosc. ♀. Ložica u jesen, kad šiška dozrije, postane slobodna. Ličinka se začahuri u šišci, a osa izleti u februaru ili martu slijedećeg proljeća. Na Quercus lanuginosa, cerris. Kale kod Tetova (770 m).

21. Na izdancima hrasta sreta se kuglasta šiška, čija veličina varira od 1—3 cm u promjeru. Ona je glatka sa dosta tvrdom površinom. U mladosti je zelena, a kad dozrije postaje žuta ili siva. Građena je ispod kore od mekanog parenhima koji je radijalno orijentiran, a prema centru je sve čvršći.

Kad šiška dozrije izleti iz nje osa-šišaruša, Cynips kollari ♀♀, čija je spolna generacija vjerojatno Andricus circulans Mayr. Ova osa izaziva šiške na hrastovim pupovima.

Dok osa, Cynips collari izlazi u augustu ili septembru, uljezi, koje često sadrži ova šiška, ostaju do slijedećeg proljeća. Zaražena šiška je nešto manja. Koji put i sama osa prezimi u šišci; u tom slučaju izlijeće tek u junu. Ako su šišku napali pravi paraziti, onda oni uguše ličinku, a mjesto središnje komorice pojavi se više njih sa parazitima. Na Quecus robur, lanuginosa i dr. Lešak kod Tetova (500 m).

22. Izdanci hrastova nose nekada kuglaste šiške promjera oko 1 cm. Postaju od bočnih ili vršnih pupova. Sretaju se u grupama ili pojedinačno. Šiške su nepravilno okrugle i tamno sive boje. Na površini se javljaju brazde. One se mogu po tri, četiri susticati na vrhu. Inače je sva površina hrapava i posuta ljuskastim tvorevinama, za koje se misli da su zaostali lisni začeci. Uopće uzevši izgled šiške podsjeća na koru hra-

stovih grana ili na bradavice koje se vidaju na površini bukovih stabala. Tvorevina je drvenastohrskavičaste konzistencije.

Na unutarnjoj se građi mogu razlikovati do četiri sloja. Vanjski sloj odgovara peridermu. Drugi i najdeblji sloj ima radijalno izdužene stanice, ali bez pravilne orijentacije tkiva. Iza ovoga dolazi bijel, drvenast sloj, čije su stanice pune rezervnog skroba. U sredini se nalazi komorica opkoljena parenhimskim, hranjivim tkivom. Ovako je stanje, dok je ličinka mlada i dok još nisu utrošene hranjive rezerve. Kasnije slika se nešto mijenja.

Šiške na jesen ne opadaju, nego prezime na izdancima. U maju ili junu iz njih izleti osa-šišarruša, Cynips lignicola Htg ♀. Quercus cerris, lanuginosa, robur i dr. Kale kod Tetova (750 m).

23. Na hrastovim izdancima često se nalaze cijeli grozdovi kuglasti šišaka, koje podsjećaju na smokvice. One su ispočetka zelene, a poslije maslinasto tamne. Često su gusto zbijene (ime!), pa se međusobno deformiraju. Promjer im je do 1 cm. Na vrhu ili nešto po strani obično nose malo ispupčenje ispod koga se nalazi komorica. Građa im je više manje drvenasta. Nemaju ložice, ali se u strukturi razlikuju dva sloja. Veći procenat šišaka je zaražen parazitima i uljezima. U tom slučaju nema tipične građe. Sazrijevaju u jesen. Kad su nedirnute imaju jednu komoricu u kojoj se ličinka i začahuri. Drže se čvrsto grančica i neopadaju lako. U novembru iziđe osa-šišaruša, Cynips conglomerata Gir. ♀. Na žbunovima i grmovima hrastova, Quecus lanuginosa, Qu. sessilis i dr. Kale kod Tetova (750 m).

24. Izdanci medunca nose šišku, čiji je oblik uglavnom trbušastokupast. Duga je do 1,5 cm, a isto toliko je široka pri dnu. U pojedinostima izgled joj je promjenljiv i često pokazuje znatna odstupanja. Šiška postaje od pupa i nalazi se u pazuhu lista. Kad odraste, onda joj se osnova naduveno proširi, obuzme izdanak i lisnu dršku. Uslijed toga je jako prisno nalegla na te dijelove. Jedna od glavnih osebina ove tvorevine je, što je obrasla gustim i kratkim dlakama. One su rđasto sive boje, a oborene su nadolje. Somot je pod prstom blagog opipa. Vrh šiške je naročito nestalan. Nekad je iskrivljen. Često je papilozno izvučen i na kraju opet proširen. U tom proširenju je nekad sitan kraterić sa malim šiljkom.

Šiška je u mladosti sočne, mekane građe. Kad sazrije, postane jako žilava i tvrda. Na dnu u proširenoj osnovi nalazi se šupljina sa jajastom ložicom, koja je duga do 5 mm. Šupljinu opkoljava veoma tvrd i žilav zaštitni sloj. Ložicu ispunja zdepasta, čađavobijela ličinka ose, Cyips tomentosa Trotter.

Za bolje upoznavanje razvitka šiške, kao i uzročnika, potrebna su duža istraživanja. Na Quercus lanuginosa. Tetovo, iznad Tekije (500 m).

25. U pazuhu listova na hrastovim izdancima javlja se šiška, koja se sastoji od dva dijela. Većinu tvorevina prestavlja osnovni dio u obliku naduvenog jastučića, koji je nepravilno izvijen. On obuhvata dršku lista, a često i sam izdanak. Šiška je najašila na pazuh lista, tako da su izdanak i lisna drška utonuli u nju. Što se tiče drugog dijela, njega predstavlja maleno kupasto uzvišenje na opisanoj jastučastoj osnovi. Veličina toga dijela varira (3—7 mm). Bazalni dio ima promjer do 1 cm i debljinu do 3 mm. Površina šiške je sjajna, tamnocrvena i ljepiva. Na presjeku se vidi ložica, koja se nalazi u parenhimu i to u osnovnom dijelu šiške. Sazrijeva u jesen. Izazivač ove tvorevine je osa-šišaruša, Cynips mitrata Mayr ♀, koja izlijeće u februaru ili martu slijedeće godine. Quercus sessilis, Qu. lanuginosa i dr. Kale kod Tetova (750 m).

(Primjerak se nalazi kod dra G. v. Moesz-a, direktora Madarskog Nar. Muzeja, Budimpešta, koji ju je i odredio).

26. Od pupova na hrastovim izdancima postaje jedna šiška u obliku zvonceta, koje je užim krajem usađeno u pazuhu lista. Na obodu šireg kraja nosi 3—4 izraštaja u obliku roščića. Između tih izraštaja, koji zajedno sa rubom stvaraju kao neku krunu, nalazi se okruglo i obično nešto ispupčeno poljice. Šiška je duga oko 1,5 cm, a isto toliko široka (bez izraštaja) u širem dijelu. Roščići su često povijeni nazad ili naprijed. Tvorevina je u mladosti zelena ili crvenkasta, ali kad sazrije dobije sivu boju. Nekad je ljepiva. Ako nije napadnuta od uljeza i parazita, onda je unutra pravilne građe. Odmah ispod spomenutog poljica nalazi se zaštitni sloj, koji je debeo i pravilne radijalne građe. Ima oblik nešto sploštene kuglice. Zid mu je tvrd i staklaste strukture, a spolja je uzdužno izbrazdan.

Ostali dio šiške, a naročito ispod zaštitnog sloja — dno zvonca, sastoji se od mekšeg parenhima.

Ovu šišku često napadaju uljezi i to ose-šišaruše iz roda Synergus. Njihove ličinke se obično nalaze ispod zaštitne čahurice (uži dio zvonca) i razvijaju se nesmetajući primjetno pravom izazivaču. Međutim, ako su se ugnijezdili paraziti, onda se ne pokaže tipična građa, nego se u šiški javi više komorica bez reda i neke pravilne diferencijacije. U tom slučaju su šiške ponešto deformirane i cilindrično izdužene. Ove šiške izaziva osa-šišaruša, Cynips polycera Gir. ♀. Ona se začahuri u šišci, izlijeće u oktobru, novembru ili slijedećeg proljeća. Quercus pedunculata, Qu. lanuginosa. Rečica kod Tetova (500 m).

27. Na izdancima cera javlja se drvenasta šiška promjenljivog oblika. Uglavnom je kuglastih kontura. Nastaje od terminalnih ili bočnih pupova. Šiška je ispočetka zelena, kasnije tamnocrvenkasta. Velika je do 1,5 cm. Struktura joj je drvenasta. Pokrivena je istom korom kao i izdanak, ali je njena kora dva, tri puta deblja. Po površini se vide zaostali začeci listova, sitne bjelkaste bradavice i dlake. Drveni dio je jako razvijen, njegove stanice i tkivo su radijalno orijentirani, što se jasno vidi i golim okom. Na gornjoj stanici šiške se vidi eliptično uzvišenje sa stješnjenim krateričem, čiji stješnjeni kanal dopire do komorice. I sama komorica je sočivasto spljoštena. Izazivač je osa-šišaruša, Synophrus politus Htg. ♂♀. Ona izlazi u martu, aprilu, ali žna ostati i do druge (treće kalendarske) godine, i tek tada napusti svoj drveni stan. Ova se šiška ugnijezdi koji put i na nervima lista. Quercus cerris. Kale kod Tetova (700 m).

28. Gomoljasta šiška sasvim trošne građe javlja se obično na vrhu hrastovih izdanaka. U mladosti je blijede boje, a kasnije dobije crvenkaste tonove. Dostiže veličinu od 4 cm. Šiška postaje od pupa, čije se zaostale ljuskice nekada vide pri osnovi. Dok je nezrela, građa joj je sočna i spužvasta. Sazrijeva u junu. Tada izlijeću i uzročnici — ose, kojih je obično po nekoliko stotina. Šiška je dakle mnogogradna. Ovo je spolna generacija šišaruše, Biorrhiza pallida ♀♂ Ol. Tvorevina ostaje još dugo na grani, često do proljeća, i pomalo se raspada.

Jedinka bespolne generacije probuše jače pupove sve do središnjeg dijela, kojeg prepile testerastom leglicom. Tu snesu po nekoliko stotina jaja. Dio pupa ispod šupljine nabuja u obliku kalusa, pa naskoro obuhvati jajašca odnosno ličinke. One nastave sa nadražajem meristemskog tkiva, sve dok se ne razviju opisane šiške. Quercus robur, Qu. lanuginosa, Qu. cerris i dr. Tetovo; iznad Tekije (500 m).

29. Jedinke spolne generacije, koje izlaze iz predhodne šiške, u julu se spare. Ženke se potom zavuku u zemlju i snesu jaja u žile hrastova. Na njima se pojave endogeno mekane kuglaste šiške oko 5 mm promjera. Ličinka se sporo razvija. Kroz to vrijeme struktura šiške se mijenja. Druge godine u novembru ili tek treće oko februara šišku progriže i izleti bespolna generacija, Biorrhiza palida ♀♀ Ol., koja nosi jaja u pupove i izaziva opisane šiške.

Spolna i bespolna generacija pokazuju velike razlike naročito u veličini. Isto tako muške i ženske jedinke spolne generacije pokazuju jaki spolni dimorfizam. Spolna generacija je manja i ženke su bez krila. Jedinke bespolne generacije su krupnije i bez krila, uslijed čega su prije smatrane drugom

vrstom (Biorrhiza aptera Bosc.). Quercus robur, Qu. lanuginosa, Qu. cerris i dr. Tetovo; iznad Tekije (500 m).

30. Na žbunovima hrastova vidaju se šiške u obliku manjeg, zelenog ploda od pitomog kestena. Nastaju od pupova. Imaju kuglast oblik promjera oko 20 mm. Njihova površina je obrasla sa končastim izraštajima, koji su dugi do 1 cm, a na vrhu kijačasto zadebljali. Glavice izraštaja su ljepljive i sa ljubičastim tonom. U tvrdom tkivu se nalazi više komorica sa pojednom ličinkom i bez ložica. Šiške dozrijevaju u jesen i neopadaju. Ličinke se začahure u samoj šišci. Izlijeću koncem marta i u aprilu. One pripadaju osi-šišaruši; Andricus lucidus Htg. ♀♂. Tetovo, ispod sela, Setole (550 m). Quercus lanuginosa, Qu. robur, Qu. cerris i dr.

31. Šiška, koja je mnogo slična predhodnoj, javlja se na hrastu, ljutiku, i to obično na kapici (cupula). Dostiže u promjeru 2,5 cm. I ona je okruglasta. Njeni izraštaji su dugi do 4 mm, i razlikuju se od onih predhodne šiške. Oni su pri kraju zadebljali vretenasto, a ne glavičasto. Vrh tih izraštaja je šiljat, ljepiv i crvenkast. Inače su iskrivljeni, često nepravilno srasli ili dijeljeni. Ova šiška obično uguši plod i žir se ne razvije. Dozrijeva u jesen i ne opada. Ima samo jednu komoricu sa ličinkom koja se začahuri u šišci. Od nje se razvije osa-šišaruša, Andricus seckendorffi Wachtl. ♀♀, koja izlijeće u novembru druge godine ili tek treće na proljeće. Okolina Tetova (450—1200 m).

(Odredio dr. G. v. Moesz).

32. Jedna elegantna šiška rijetkog oblika susreće se na pupovima nekih hrastova. Ona ima dva dijela — relativno dugu i tanku dršku i na njoj nasađen vretenasti dio. Drška izbija iz pupa, koji se vrlo malo izmjeni, a može biti duga do 2 cm. Glavna masa — vretenasti dio je dug oko 5 mm. Tvorevina je ispočetka nejasno zelena ili crvenkasta, a kasnije siva. Obrasla je sa dlakama, koje su oborene nadolje. Vrh šiške je kupast, kestenasto žut i bez dlaka. Ona postepeno prelazi u gornji vretenasti dio, koji ima uzdužno fine brazdice. Taj dio ispod sredine nešto je sužen. Inače podsjeća na zrno ječma (Hordeum). U sebi krije komoricu sa ličinkom. Dozrijeva u oktobru a ličinka se začahuri u šišci. Uzročnik je osa-šišaruša, Andricus giraudianus D. T. et Kieff. ♀♀, koja izlijeće tek u aprilu treće godine. Nekada se ova osa, kao i šiška, nazivala Aphilothrix callidoma Hart (Mayr, 1870) i Andricus callidoma Giraud (Darboux et Houard, 1907). Posljednje se ime danas odnosi na jednu drugu šišku hrastovih pupova. Quercus pubescens, Qu. lanuginosa. Iznad manastira, Lešak kod Tetova (550 m).

33. Iz ljuska hrastovih pupova koji put viri zelena bobica 4—5 mm promjera. Javlja se kako na vrhu tako i s boka izdanaka. Ljuske su nepromjenjene i skrivaju pola ili više ove tvorevine. Zeleña šiška na kraju nosi sitan, bradavičast vrh, koji je žut ili crvenkast. Tanka, mesnata površina se smežura, kad šiška sazrije, i daje utisak nepravilne mrežice. Ispod toga dijela je zaštitni sloj koji je drvenast, tvrd i uzduž izbrazdan. U njemu je komorica. Šiška sazrijeva i opada u oktobru. Izazivač je osa-šišaruša, Andricus inflator Htg. ♀♀. Ona se začahuri u komorici, a izlijeće na proljeće slijedeće godine ili na proljeće treće godine. Quercus lanuginosa, Qu. sessilis i dr. Tetovo; iznad Tekije (500 m).

Šiške izdanaka hrastova

34. Ovogodišnji izdanci hrastova nekada su na vrhu zadebljali 2—3 puta. Zadebljanje je vretenasto i obično lučno iskrivljeno. Dugo je do 10 cm. Na bazi se nalazi ožiljak gotovo zaraslog kanala. Ako se tvorevina rasiječe, vidjeti će se unutra dugi hodnik u srčiki. U njemu se nalazi ličinka, koja ima sve odlike gusjenice (5 pari zatubastih nogu pripijačica i t. d.). U donjem dijelu kanala redovno se nalaze veće količine izmeta. Izdanak je nešto skraćen, listovi su češći, ali su inače normalni. Često izdanak ne propadne, nego nastavi rastenje. Ovu anomaliju izazivaju gusjenice leptirića, Stenolechia gemmella L. i Pelatea festivana Hb. Quercus lanuginosa, Qu. sessilis. Tetovo; iznad Tekije (500 m).

Ulmus — brijest

1. Na listovima brijesta javlja se jedna krupna šiška kesastog tipa. Nastaje hipertrofijom cijelog lista ili jednog njegovog dijela. U promjeru dostiže 8 cm. Površina šiške je maljava i neravna. Tvorevina prestavlja u stvari uvrat lisnog naličja, ali se plojke toliko izvitopere, da se ne vidi jasno porijeklo šiške iz lista. Drška se skrati i zadeblja, pa izgleda kao dio izdanka. Ako je već nešto ostalo od lisne površine, onda se ti dijelovi obore naniže i nalaze se na dnu kesaste tvorevine. Ove šiške u obliku guka javljaju se obično u velikom broju i zadrže se preko zime, iako normalni listovi opadnu na jesen. Ako je brijest obrstit od stoke i krzljav, onda se na njemu može naći velik broj ovih tvorevina, koje su istina sitnije.

Ako se jedna ovakova šiška presiječe, vidjeti će se unutra velika šupljina, čiji su zidovi obloženi ušencima. Oni su bogati formama — ima ih krilatih, beskrilnih, zatim su raznih boja, iako se radi o jednoj te istoj vrsti. Ta raznolikost je u vezi sa smjenom generacija i uslovima ishrane. Uz ušence se nalazi velika količina voštane materije, koju oni izlučuju po

tijelu u obliku sitnih končića. Tu se još nalazi mnogo njihovih ekskrecija. One su žitke, ali ipak ne kvase zidove šiške niti ušence, jer vosak čini da se drže u obliku bjelkastih loptica. U šiškama iz okolin Tetova nađeni su razni predmeti. Tu su bile sjemenke lubenice (Citrulus), dinja (Cucumis) i suncokreta (Helianthus). U nekim su bili raznovrsni mrtvi skakavci. Sve je to ubačeno kroz sitne rupice. Vjerojatno je da je te predmete spremio kao rezervnu hranu svračak rusi (Lanius collurio) ili neka druga ptica.

U starijim jesenskim šiškama nalazi se cijela fauna kojekakvih zglavkara (Arthropoda). One pretstavljaju sklonište uholaža (Forficula) i drugih noćnih insekata. Tu su i ličinke raznih muha, kojima vjerojatno pihtijaste ekskrecije služe kao hrana.

Anatomija šiške je drukčija, nego kod normalnog lista. Prije svega debljina zida je oko 8 puta veća, nego kod normalne plojke. Epidermske su stanice izdužene u pravcu šiške. Stanice ispod epidermisa naliježu jedna na drugu i sadrže vrlo malo klorofila. Ostali su slojevi rastresitiji i sa intercelularima. Uslijed smanjene količine klorofila šiške su u mladosti blijede, a često imaju crven ton. Nema redovnog diferenciranja na palisad i parenhim. Sprovodni sistem je bogato razvijen i stvara mnoge anastomoze.

Šiška je inače kesasta, neravna, a spolja daje utisak kao da je postala od mlaza neke guste tekućine. Uzročnik je ušenac, Eriosoma lanuginosum Htg. Oni se oslobode na taj način, što šiška pred jesen prska na istaknutijim mjestima. Ulmus campestris. Kale iznad Tetova (500 m).

2. Druga šiška koja se javlja na brjestovom listu, jest također kesastog tipa, ali je daleko manja. Ona je do 12 mm visoka i nalazi se s lica. Prestavlja uvrat naličja, koji s lica ima izgled mješčića. Šiška je pri dnu sužena, tako da izgleda kao da ima dršku. Otvor se nalazi na jednom malom ispupčenju s donje strane lista i sav je zarastao u dlake. Šiške su blijede i često crvenkaste. List oko njihove osnove je blijed i zadebljao. Često je po više tvorevina na jednom listu, ali su bez nekog reda. Sazrijevaju u junu i julu.

Unutra je šupljina koja anatomski odgovara naličju lista. Šiška naime postaje na taj način, što se listna plojka lokalno bujno razvija i širi, pa se napokon uvrati prema licu. Prema tome je jasno da se još više širi s lica nego s naličja, i ako je parazit uvijek s donje strane lista. Tim uvraćanjem se stvori šupljina u kojoj se nalaze uzročnici — ušenci. Otvor s naličja služi samo za vezu sa spoljašnjom sredinom. Ušenci kroz njega ne napuštaju prebivalište, nego kroz drugi prolaz koji postaje trokrakim, zvjezdastim pucanjem zida pri osnovi šiške.

Pred kraj ljeta nastaju krilate jedinke, koje napuštaju tvorevinu i idu na korjenje raznih trava (Gramineae), ali tamo ne izazivaju šiške. Na travama se javi najprije nekoliko beskrilnih generacija i konačno krilate ženke, koje se vraćaju opet na brijestove. Tu izlegu 5—6 živih jedinka, koje su spolno diferencirane. Iza sparivanja mužjaci uginu, a ženke se zavuku u pukotine brijestove kore. U svakoj se razvije po jedno velike jaje, ali ga mati ne snese, nego ugine, a njeno mrtvo tijelo ga preko zime štiti kao neki omot. Iz jajeta se na proljeće izleže matica — fundatrix, koja se pripije s donje strane brjestova lista. Taj dio plojke se ulegne. Matica proizvede tu partenogenetski nekoliko generacija ušenaca, koji nastave i dovrše stvaranje šiške. Ovaj ušenac je Tetraneura ulmi Deg. Ulmus campestris. Rečica kod Tetova (500 m).

3. Na dnu plojke kod brijesta vida se s lica kesasta šiška, koja je smještena na glavnom nervu. Tvorevina je somotasto maljava, blijedo-bjela, često sa crvenom primjesom. Naliježe na list sa širokom osnovom. Promjer joj je oko 1,5 cm. Ima debele zidove. Pošto pretstavlja uvrat lisnog naličja, otvor joj je s donje strane lista pokraj glavnog nerva, i opkoljen je papiloznim ispupčenjem. Šiška je s lica lista nepravilno okruglasta. Lisna plojka i glavni nerv se ugnu na dolje ondje, gdje se šiška nalazi. Kad tvorevina dozrije, onda se zidovi otvora razmaknu u obliku pukotine, i uzročnik napusti šupljinu. Ovu šišku izaziva ušenac, Gobaishia pallida Hal. Ulmus campestris L. Rečica pokraj Tetova (500 m).

4. Lice brjestova lista je nekad posuto vrlo sitnim bradavicama, koje su velike oko 0,5 mm. S naličja im odgovaraju još sitnija uzvišenja, koja imaju krateriće obrasle dlačicama. To su u stvari kanalići do unutrašnjosti šiške. Bradavice su bljeđe boje, nego lice lista. Presjek pokazuje da unutrašnjost šiške nije obrasla dlačicama. Ona prestavlja uvraćeno naličje lista. Mjesto dlačica po zidovima se nalaze emergence i izraštaji, među kojima se kriju izazivači. To je pregalj, Eriophyes ulmicola typicus Nal. Ulmus campestris L. Ispod sela, Setole kod Tetova (600 m).

Ficus — smokva

1. Poznato je od starina da obična smokva — Ficus carica — u pogledu fruktifikacije ima dvije ili tri vrste stabala. Jedna nose u peharastim cvastima samo obične ženske cvjetove, iz kojih se razvijaju sitne koštunice. Te cvasti daju smokve za jelo, a njihova stabla su poznata kao »pitome« smokve. Spomenuti cvjetovi imaju stubić i papilozan žig koji je sposoban za oprašivanje. Oprašuje ih jedna osa — Blastophaga grossorum Grav.

Druge jedinke smokve imaju u cvastima dvije vrste cvjetova. Gotovo cijela šupljina smokvica odnosno cvasti obložena je naročitim ženskim cvjetovima, a samo pri vrhu je jedna uska zona muških. Ženski cvjetovi su sa vrlo kratkim stubićima i bez papila na žigu. Spomenuta osa snese u njih svoja jaja i tu se razvije njeno potomstvo. Plodnici se razviju u sitne šiške. Kad osa izlazi iz šupljine cvasti, nužno prolazi kroz prstenastu zonu muških cvjetova. Odatle ponese polem, uvlači se u ženske cvasti »pitome« smokve i oprašuje njihove cvjetove ne našavši podlogu za svoje potomstvo. Stabla sa šiškama ne donose normalni plod ni sjeme, pa su poznata pod imenom »divlja« smokva (caprificus).

Neke generacije cvasti kod divlje smokve nose samo cvjetove šiške, u kojim prezime lutke ose. Ficus carica. Matka kod Spolja (300 m).

Rumex — štavljika

1. Gotovo svi cvjetovi na stablu štavljike su nekad izobličeni. Ocvjeće je uvećano. Plodnici su nabujali, izvili se spiralno ili u obliku roščića. Na vrhu su trodjeli. Mogu dostići dužinu oko 20 mm. Cijela pojava pretstavlja cvasti, čiji su cvjetovi djelomično prorasli (proliferirali). Izazivač ovih anomalija na raznim vrstama štavljika je lisna buha, Trioza rumicis F. Lw. Rumex obtusifolius i dr. Mavrovi Hanovi (1200 m), Bitolj, Perister.

Rosa — ruža

1. Vrlo česta šiška ruža je ona u obliku čupavih loptica. One su sastavljene od jednog gomoljastog dijela, koji je gusto obrastao sa končastim, razgranatim izraštajima obično ružičaste boje. Osnovni dio je jako tvrd, naročito u zrelosti. Veličina ove šiške je nestalna, već prema tome na kojem se dijelu nalazi. Najveće dostižu 5 cm u promjeru, nalaze se na izdancima i to obično pri vrhu. Redovno imaju više komorica sa po jednom ličinkom. Neki izraštaji su sa žljezdanim dlakama, ako to već imaju dotične ruže. Osnovna masa šiške u mladosti se sastoji od stanica tankih zidova, koji poslije odebljaju, i cijela masa u jesen odrveni. I ovdje se razlikuju zaštitni i hranjivi slojevi oko komorica. Posljednji su sa stanicima tankih zidova.

Koncem ljeta ličinka je izrasla. Tada se začahuri i tako prezimi u komorici. Slijedećeg proljeća u maju izleti krupna osa-šišaruša, Rhodites rosae L., koja se odlikuje još i time, da su mužjaci vrlo slabo zastupani (1:1000). Ženke snesu obično partenogenetski mnogo jaja u pupove ruža. Kad se ličinke iz-

legu, nadražuju okolno tkivo, pa se stvori plastem od koga se razvije opisana šiška. Rosa canina L. i dr. Ohrid, Biljanini izvori (700 m).

Crataegus — glog

1. Na izdancima, plodovima i listovima gloga susreću se u drugoj polovici ljeta kuglasti i polukuglasti izrištaji, koji u jesen postanu smeđi i drvenasti. Imaju promjer do 1 cm. Na njima se javljaju štapičaste cjevčice oko 1 cm dužine. Tada cijela tvorevina ima nakostriješen izgled. Izraštaje izaziva gljiva, a cjevčice su ecidije. Često su zaraženi i plodovi, i onda daju utisak sitnih buzdovana sa nastavcima. Ako je napadnut list, tada je to obično naličje ili drška. Ispočetka se na plodu ništa ne primjećuje, dok ne izbiju cjevaste ecidije kroz njegov epidermis. Na grančicama su zadebljanja više trbušasta, a iz njih također strše ecidije. Uz ecidije se javljaju i piknidije.

Ova gljiva je Gymnosporangium clavariiforme D. C. Na Crataegus oxyaclantha. Cr monogyna Kale kod Tetova (600 m).

Ista gljiva izaziva šiške na Amelanchier vulgaris. Treska kod Skoplja (300 m), Drimkol.

2. Izdanci glogova pokazuju često na vrhu zbijeno lišće. Nekoliko članaka su se skratili i tako stvorili pri vrhu rozetu listova. U stvari se ne radi o skraćivanju, nego o zaostajanju u pogledu izduživanja, ali je rezultat isti. Pojedini listovi su također skraćeni, drške su im proširene i skraćene, zalisci su znatno uvećani. Liske su ponešto izvijene i zadebljale. Anomalije se protežu obično na kraj izdanka, a rjeđe su pogođeni i neki članci ispod vrha. Šiška se javlja od jula, dakle dok su izdanci još u rastenju. Vrhovi izdanaka obustave sasvim rastenje ili ga iza kraćeg zastoja produže normalno. Ova se rozetasta tvorevina vida do kasno u jesen, jer uzročnik ima više generacija.

Listovi, koji izgledaju zaostali, ne pokazuju anatomski važnija otstupanja, ali se na njima javljaju naročite emergence, koje su obično na vrhu proširene poput nekih žljezdanih dlaka. Ti izraštaji su po nekoliko milimetara veliki. Izlučuju čak i neku tekućinu, koja vjerovatno ličinkama izazivača služi kao hrana. Interesantno je, da ove emergence po unutarnjoj građi sliče na zupce sa oboda lista. Jači izraštaji imaju sitnu žilu. Pokazalo se da ovi izraštaji nastaju baš na onim mjestima, gdje se ličinke više zadržavaju i nadražuju lisno tkivo za vrijeme hranjenja. One se nalaze u središtu rozete u većem broju. Ispočetka su blijede, a kasnije narančaste. Pripadaju komarušiškaru, Dasyneura crataegi Winn. Idu u zemlju da se začahure. Crataegus oxyacantha. Tetovo, iznad Tekije (500 m).

3. Listovi izvjesnih glogova su s lica mjestimično blijedi i naduveni. Često je zahvaćen cijeli list. Ako je do tih mjesta dopiralo sunčano svijetlo, onda su ona rumenkasta. Ta pojava je nastala tako, što je plojka na dotičnim mjestima jače rasla i bujnije se širila. Pri tom je lice opet više raslo nego naličje. Posljedica je da se list ugne i isklobuči prema licu. Ako je zahvaćen cio list, tada se njegovi rubovi saviju na dolje.

S naličja se javljaju odgovarajuća ulegnuća, koja sadrže više ušenaca, izazivača ove pojave. To je Anuraphis ranunculi Kalt. Oko njih se nalaze košuljice. U ovom slučaju su među ušencima nađene uvijek i 1—3 blijede crvolike ličinke oko 2 mm duge. One su ljuti neprijatelji ovih ušenaca. Ličinke napadaju i isisavaju pojedine ušence, a često se vidi kako po dvije, tri sišu jednu žrtvu. Uslijed toga se redovno među živim ušencima nalazi nekoliko isisanih i splasnutih. Ove ličinke pripadaju muhama i to porodici, Syrphidae.

Već u junu ovi ušenci se sele sa glogova na razne vrste ljutića (Mysus oxyacanthae Koch.), ali se u jesen opet vraćaju starom domaćinu, Crataegus monogyna, Cr. oxyacantha. Ispod sela; Gajre kod Tetova (600 m).

Pirus — kruška

1. Na listu kruške nalaze se s obje strane glavnoga nerva krastice, vidljive i s lica i s naličja. One su poredane u dvije široke uzdužne zone. To nije slučajno, nego je uslovljeno vernacijom listića. Ta mjesta su naime bila dostupna uzročniku, koji živi u šupljini mezofila i koji je zarazio listiće, dok su još bili u pupu sklopljen. Šupljine i intercelularije mezofila se još više prošire pod uticajem parazita. S naličja je sitan otvor, kuda je uzročnik unišao — vjerovatno deformirana puč lista. Šiške su ispočetka žutkaste, zatim crvenkaste i pred jesen smeđe. Obično ih ima mnogo na pojedinim listovima; nepravilne su; dostižu 5 mm u promjeru. Izazivač je sitan pregalj, Eriophyes piri typicus Nal. Često se na istom listu nalazi i Roestelia cancellata Reben. — ecidijska generacija od Gymnosporangium sabinae Wint. Pirus piraster Borkh. Skoplje, Treska (300 m).

2. Na licu lista raznih krušaka u junu se pojave blijede i žute pjege, koje se sve više uvećavaju dobivajući rđastonarančast ton. Isto se dešava i na odgovarajućim mjestima naličja. Tu pjega kasnije postane reljefna, ispupčena i smeđa. Dobije izgled kraste, koja može dostići 1 cm u promjeru. Na licu pjega dobije najposlije sivu boju i nešto se ulegne. Po njoj su posute sitne kupice, iz čijih krateriča viri čuperci dlačica. To se vidi jasno boljim povećalom (lupom). Na ispupčenjima od-

nosno pjegama naličja jave se u septembru trbušaste, kupaste tvorevine oko 2 mm visoke i oko 1 debele. Na jednom ispupčenju nalazi ih se poviše.

Sitne kupice na pjegi lica jesu piknidije, a kupaste tvorevine po ispupčenjima naličja jesu ecidije od gljive, Gymnosporangium sabinae Wint. Ona ima dvije generacije na dva razna domaćina. Ova generacija je ranije nosila ime Roestelia cancellata Reben.

Kad ecidije sazriju, njihov peridium (košuljice pojedinih ležišta) se mrežasto podere uzduž u obliku mnogo pukotina, koje idu samo do zadebljalog vrha ecidije. Tako se dobije jedna kupasta korpica, kroz čije se pukotine rasijavaju ecidijospore. Uzdužne trake od poderanog peridiuma izgledaju pod mikroskopom kao neke rešetke sastavljene od lanaca zadebljalih stanica. Otuda gljivi i njemačko ime — Gitterrost. Ecidijospore napadaju razne kleke, gdje se javljaju oboljenja izdanaka, koja također spadaju u šiške. (Vidi Juniperus, str. 46). Pirus amygdaliformis, P. communis, P. piraster i dr. Saračilce kod Tetova (500 m), Treska (350 m), Tetovo (500 m).

Prunus — šljiva

1. Na listu šljiva se često nalaze crvene pjege, čija veličina i oblik nisu stalni. Dostižu 2 cm u promjeru, ali su redovno mnogo manje. Svaka se pjega vidi i s lica i s naličja. Ako ih ima više na listu, onda se plojka izobliči. Ove pjege su crvene do narančaste. Po obliku su manje više okrugle ili eliptične. Dio lista, na kome se nalaze, je ugnut bilo prema licu ili prema naličju. Na ulegnutom dijelu se nalaze jače obojene točke, nešto ispupčene. To su otvori kuglastih piknidija, koje sadrže igličaste spore zavijenih vrhova.

Kad list opadne i prognjije, iščezmu tokom zime piknidije, a jave se u istom tkivu lista peritecije, proizišle od oplođenih askogona. One sadrže askuse sa po 8 spora. Askospora klija u jednu hifu, čiji jedan kraj trbušasto zadeblja i konačno sakupi cio sadržaj hife. Iza toga se pregradi od ostalog dijela. Ta trbušasta tvorevina je prema podlozi zaravnjena, da bi lakše nalegla na list eventualnog domaćina. Ako je u pitanju mlad list neke šljive, onda gljiva pušta kroz epidermis jedan izdužetak i time je list već zaražen. Prognjilo lišće je dakle rasadnik ovoga parazita, koji se naziva Polystigma rubrum D. C. iz reda Hypocreales. Gljiva ne pravi velike štete. Prunus domestica, Pr. spinosa i dr. Tetovo (500 m).

2. List šljiva nekad nosi bradavičaste šiške, vidljive i s lica i s naličja, ali se više ističu sa donje strane lista. Redovno ih je više i uglavnom se drže pojasa pri rubu lista. Dio šiške s lica je ponešto opšančen. Na sredini je otvor u obliku puko-

tine. Oko njega se nalazi vjenac kratkih i debelih dlaka — emergenca. Pukotina je zatvorena; otvara se tek početkom jeseni, kad se listovi počnu sušiti i opadati. Unutra je šupljina u kojoj gusto strše dlakasti izraštaji. Između njih borave izazivači ovih tvorevina. To je pregalj, Eriophyes similis Nal.

Dio šiške s naličja je često obrastao izraštajima, koji potsjećaju na ecidije od Gymnosporangium sabinae sa listova krušaka. Prunus spinosa. Korab, Štirovica (1500 m).

3. Vrlo česta je šiška, koja postaje od plodnika raznih šljiva. On se ne razvije normalno, nego se uveća, izduži, i obično se savije na jednu stranu kao rog. Dobije više pljosnat oblik. Plodnik je dakle u manjoj mjeri zahvatila fascijacija. Otstupa i bojom od drugih nezrelih plodova, jer je blijedog i voštanog izgleda. Unutra je oko zakržljalog sjemenog zametka veća šupljina. Endokarp ne otvrdne u koštunicu, nego ostane rskavičaste konzistencije. Kiselina u ovim plodovima vrlo rano iščezne, i oni se u izvjesnim krajevima, na pr. u Bosni, jedu, dok su normalni plodovi još sasvim zeleni. Ove tvorevine su narodu poznate kao »rogači« ili pasuljare, koje na trnini izaziva Taphrina rostrupiana Sadeb. Ona se razlikuje od obične T. pruni gotovo samo po tome, što su joj askusi vitkiji. Kale kod Tetova (600 m).

Cydonia — dunja

1. Na listovima i izdancima dunje nalaze se izraštaji u obliku nepravilnih kvržica razne veličine. Mogu imati do 2 cm u promjeru. Izraštaji su polukuglasti i crni. Ako je ta pojava zahvatila vrhove izdanaka, onda su ovi preobraćeni u rđaste, kitnjaste gomile u kojima se još jasno razabiru zakržljali listovi i plodnici. Ove deformacije potsjećaju često na sive vilinske metlice vrba, koje izazivaju neki pregljevi.

Jasno se vidi da su listovi napadnuti još za mladosti, jer su dostigli samo veličinu plojke kod kalinke (Ligustrum). Oni su zadebljali, na razne načine izvitopereni i izvijeni. Dio izdanka koji je napadnut, zadeblja, pa sa ograncima i lišćem stvara čitavu gomilu. Ako su u pitanju odrasli listovi, onda se oboljenje javlja na većim nervima u obliku krastavih ispupčenja koja se jednako ističu i s lica i s naličja. Obe strane tvorevine su obrasle sa cjevastim izraštajima, koji su dugi do 2 cm, a na vrhu su jednostrano rascjepljeni. Jasno je da se radi o Gymnosporangiumu, čije su ecidije veće, deblje, a trošnije, nego kod istoga roda na glogu. Ako se jedan krastavi izraštaj, koji se sastoji od dotada mekanog parenhima, rasječe, vidjeti će se da se priličan dio pojedinih ecidija nalazi u tkivu izraštaja. U tim bazalnim dijelovima ecidija nalaze se (ako je slobodni dio ležišta i propao) rđasto oruglaste spore pone-

kad još sasvim bijele. Što se tiče deformiranih izdanaka i tu se nalaze iste ecidije i to većinom po naličju listića i na plodnicima.

Opisanu pojavu izaziva jedna gljiva, roda Gymnosporangium, čije teleutospore nisu poznate kao ni njihov domaćin. Ova ecidijska generacija na dunji je poznata pod imenom Roestelia cydoniae Thüm. Parazit je do ovoga rada bio zapažen u Francuskoj i Istri. Čini priličnu štetu dunjama. Cydonia vulgaris Pers. Tetovo, grad (500 m).

Sanguisorba

1. Po listićima kao i glavnom nervu ove biljke nalaze se sitne pjege, koje su žute do narančaste. One su okruglaste i nepravilnog oblika; vide se s gornje i donje strane lista. S jedne strane su ispupčene, a s druge nešto ulegnute. Pod jačim povećalom se primjećuje da su ispupčene strane u stvari ležišta blijedih spora i to bez peridiuma — caeoma. Oko ležišta se nalazi prstenast greben od prsnute pokožice listića. Ovdje se ne vidi neka naročita reakcija biljke, pa nije sigurno da možemo ovu tvorevinu ubrojiti u šiške. Uzročnik je gljiva, Phragmidium sanguisorbae Schöt. Na istim mjestima se nalaze i piknidije, ali ispod pokožice. Crna ležišta teleutospora i narančasta uredospora nalaze se s naličja. Sanguisorba minor Skop. Krivolak (125 m).

Euphorbia — mlječika

1. Stablo mlječike je nekad izduženo, nerazgranato; potsjeća na ecijolirane primjerke biljaka iz tame. Do cvjetanja rijetko dolazi. U tom slučaju se zapaža prelaženje muških cvjetova u ženske ili u dvospolne. Listovi su nešto kraći i bljedi ali su širi i deblji, nego kod normalne biljke. Naličje nosi rđaste, kasnije crne točke. To je aecidium euphorbiae, koji pripada gljivi, Uromyces pisi Schröt. Između tih ležišta nalaze se i piknidije. Dok ne probiju pokožicu lista, ecidije se pokazuju kao rđasta, točkasta uzvišenja. Kasnije epidermis prsne, a oko ležišta, koja su sada crna, ostavi rub u obliku sitnog kruga.

Višegodišnji micel gljive nalazi se u rizomima, odakle se rano s proljeća širi i u nadzemne izdanke. Ako parazit ne dospije blagovremeno u izdanak, ovaj se kasnije ne može zaraziti. Zanimljivo je da ova gljiva ne napada samu vegetacionu točku niti uopće stanice embrionalnog karaktera. Micel prožima cijelu biljku, jače se širi u žilama odnosno njihovim sudovnim dijelovima. Većih anatomskih otstupanja u stablu nema. Uredo- i teleutospore ove gljive nalaze se na leptirnjačama, a naročito na rodovima Pisum i Lathyrus. Euphorbia thessala, E. cyparissias i dr. Treska, Kapina (600 m).

2. Vrh izdanka mlječike preobraćen je u kićanku listova. Oni su gušći od normalnih; ispod samoga vrha nisu naročito izmjenjeni. Međutim u sredini, neposredno oko vegetacione točke, listovi su skraćeni, prošireni i pokazuju eliptične konture. Pošto su prisno nalegli jedan na drugi obrazuju jednu tvorevinu poput sitne glavice kupusa veličine 0,5—1 cm u promjeru. Između ovih listova nalazi se više narančastih ličinka, koje se tu i začahure. Građa listova dosta otstupa od normalne. Nema tipične građe mezofila, nego se cijelo uvećano tkivo sastoji od okruglastih stanica. Vegetaciona točka izdanka rano propane, a njeno se mjesto ponešto proširi. Tkivo oko ličinke potamni. Izazivač je komar, Dasyneura (Bayeria) capitigena Br. Euphorbia cyparissias. Tetovo, iznad Tekije (500 m).

3. Nekada su listovi mlječika nagomilani na vrhu kao kod prethodne šiške, ali je cijela tvorevina više duguljasta i listovi sredine nisu ovalni. Oni su kopljasto zašiljeni. Vrhovi su im izuvijani i to obično unazad. Normalni listovi postepeno prelaze u središnje, proširene, čiji je rub neravan. Vegetaciona točka je uništena, a na njenom mjestu se nalazi jedna bjelkasta ličinka, koja ide u zemlju da se začahuri. Ona pripada komarušiškaru, Dasyneura subpatula Br. Euphorbia cyparissias i dr. Tetovo, iznad Tekije (500 m).

Pistacia — pistacija

1. Od lisnih začetaka pistacije nastaje jedna vrlo krupna šiška, koja dostiže 20 cm u dužinu i 3 u debljinu. Ima oblik zelenog roščića koji je na razne načine izvijen. Često je spiralna i na lakat savijena. Cijeli perasto složeni list ili jedan dio preobrati se u šišku. U posljednjem slučaju ostane koji listić pri dnu manje više normalan. Površina same tvorevine je uzdužno fino izbrazdana. Unutra se nalazi velika šupljina, čiji su zidovi gusto pokriveni ušencima — izazivačima ove krupne šiške. Može biti i preko 1000 jedinka u jednom rogu.

Razviće ove šiške kao i njene anatomske odlike još su slabo istražene, ali je poznato da se razvija iz lisnog začetka. On, mjesto da dadne normalan list, pretvori se u sitan šupalj roščić, koji je na vrhu koničan, a pri dnu ima mali kanal sa strane. Ovaj otvor naskoro zaraste i matica-fundatrix ostane sasvim zatvoreno kao i njeno mnogobrojno potomstvo. Drška lista odnosno šiške jako zadeblja i dobije strukturu izdanka. Uslijed toga šiške ne opadaju u jesen, nego strše još druge godine na granama. U jesen tvorevina na izvjesnim mjestima protrune i pukne. Izazivač se naziva Pemphigus cornicularius Pass. Pistacia terebinthus, Tetovo, ispod Kaleta (600 m).

2. Na listu pistacije javlja se šiška, koja je ograničena na pojedine listiće. Često ih je više na jednom perastom listu. Jedan dio ruba (obično cio rub desne ili lijeve strane listića) savije se na gornju stranu plojke, zadeblja, požuti kao maslac i bujno se razraste. Ostala normalna površina mora se izobličiti, jer ne prati jače rastenje šiške. Savijanje se izvrši tako, da savijeni dio gradi veću šupljinu. Rub savijenog dijela je toliko prisno nalegao na lice lista, da se taj šav uopće ne primjeti, dok se šiška ne uništi. Onaj dio lista prema kojem je izvršeno savijanje, također je zadebljao i požutio. Opći izgled tvorevine je polumjesečast, u koliko nije iskrivljen okomito na plojku. Ona je hrskavičaste konsistencije. Kad šiška pri kraju ljeta sazrije, rub se otpuči i krilati ušenci napuštaju šupljinu. Oni idu na druge biljke, koje im u to vrijeme pružaju više hrane. Ovaj uzročnik se naziva Pemphigus semilunarius Pass. Pistacia terebinthus. Tetovo, ispod Kaleta (600 m).

3. Kesaste šiške, sa svih strana zatvorene, nalaze se na osnovi i nekom dijelu ploče pojedinih listića pistacije. Može ih biti po više na jednom listu. Boje su crvenkastožute. Šiške su nepravilno okrüglaste, pa izgledaju kao žute krtolice do 3 cm promjera. Drška lista, do onoga listića na kome se nalazi tvorevina, jako zadeblja. U šiški je velika šupljina, sva oblažena ušencima. Oni sišu sok ove biljke, vrlo neprijatnog zadaha. Ušenci i šiška se nazivaju Pemphigus utricularius Pass. Tetovo, ispod Kaleta (600 m).

4. Na listićima pistacije javlja se jedna malena šiška, koja nastaje savijanjem ruba prema licu. Rub se savije i napravi trbušast svitak dužine oko 1 cm. Ivica, pošto je napravila jedan zavoj, priljubi se sasvim uz listić. Šiška je blijede do crvenkaste boje, čvrsta i hrskavičaste konsistencije. Listić se inače ne izobliči, iako često nosi po više takvih tvorevina.

Krajem ljeta i početkom jeseni u šiški se nalazi samo jedna mrtva ženka, čije sasušeno tijelo krije jedno krupno jaje. Ono je određeno da sačuva vrstu preko zime. Ovi ušenac je Pemphigus (Forda) follicularius Pass., čije exules žive na korjenima žitarica i ostalih trava (Gramineae). Pistacia terebinthus. Tetovo, ispod Kaleta (600 m).

5. Cvasti i grančice pistacije nekad se upadljivo razgranaju u cijele žbuniće, čiji se izdanci na vrhu proširе u obliku lepezica i sitnih fascijacija. Plodnici i ostali dijelovi cvijeta postanu zeleni prelazeći u sitne listiće i ljuskice. Samo po neki cvjetovi ostanu gotovo normalni i donesu kržljav plod. Ovu zarazu grananja i vraćanja cvasti u vegetaciono stanje izaziva pregalj. Eriophyes pistaciae Nal. Pistacia terebinthus. Tetovo, ispod Kaleta (600 m).

6. Na listu pistacije sretaju se s lica sive do crne točke promjenjive veličine (oko 2 mm). One su na listiću ograničene

blijedom, kasnije crvenkastom zonom. Točke se tu i tamo sliju stvarajući crne krastice. Svakoj tvorevini se naličja odgovara blijedo, kasnije sivo poljice sa crnom točkicom u sredini. Točkasta ispupčenja sa lica listića sadrže vrlo krupne jednostanične spore sa dugom drškom i debelim zidom. Ležišta probiju epidermis, od koga naokolo ostane prstenast greben.

Ovaj parazit na pistaciji je gljiva, Uromyces terebinthi Wint., a crne točke su ležišta teleutospora koje su jednostanične.

Izgleda da nema nikakve reakcije sa strane biljke na zarazu ove gljive i prema tome je sumnjivo, da li se ova tvorevina smije uvrstiti u šiške. Pistacia terebinthus, Tetovo, ispod Kaleta (600 m).

Osovina lista koja nosi listiće od pistacije, koji put je trakasto proširena. Pojava nije posljedica djelovanja parazita, nego spada u domen teratologije.

Acer — javor

1. Na licu javorova lista se nalaze razbacane bradavičaste šiške u obliku glavica, koje su sužene pri osnovi. Koji put se javljaju na lisnoj dršci ili s naličja — »zalutale šiške«. Njihov oblik i veličina su promjenjivi, ali obično ne prelaze 4 mm visine i 3 debljine. Glavice su nekad izdužene i savijene kao mali roščići. Ako ih je manje na broju, onda su krupnije. Svakoj tvorevini odgovara s naličja slabo uzvišenje sa krateričem koji je obrastao dlakama. Kroz njega vodi kanal u šupljinu šiške, čija je ponutrica također dlakava. Anatomska otstupanja lista u zidu šišaka nisu velika. Izazivač je pregalj, Eriophyes macrorrhynchus Nal., koji živi između dlaka u šupljini šiške. Acer pseudoplatanus. Hisar kod Tetova (550 m).

2. Po mlađim stablima i granama žestike nalaze se sitne izrasline razne veličine, ali ne prelaze 1 cm u promjeru. Obično su sitnije. Tvorevine su niske, potsjećaju na krateriće, jer imaju u sredini — često ekscentrično — jedno udubljenje. Oko njega je tkivo kore i drveta papilozno izraslo. Što su tvorevine starije, prstenasto uzvišenje je sve veće, dok je kraterić plići i uži. Kod starijih šišaka kod krateriča se vidi samo ožiljak. Ista pojava — nastajanje novih uzvišenja sa krateričima — može se ponoviti na već zaraslim šiškama. Ako se jedna izraslina presječe, primjetiti će se da je kambij na dnu kratera izumro, ali je bio tim aktivniji naokolo, tako da se stvorilo prstenasto uzvišenje. Ono postepeno sasvim obraste i zatvori središnje udubljenje. Sredina kratera nosi tragove od uboda. Tu se u jesen primjećuje jedna ili više sasušenih štitastih ušiju, koje su se pripile za koru. Duge su oko 1 mm i pod

njima se nalaze sitna zubčasta jajašca. Na istom mjestu se nalazi redovno i mlaz suhih smolastih materija, koje je drvo izlučilo na ubodenom mjestu. Potrebna su ispitivanja mlađih stadija, ali je jasno da je izazivač jedna štitasta uš, Coccidarum spec et gen. Acer tataricum. Tekija kod Tetova (500 m).

Rhamnus — smrdljika

1. Na licu lista smrdljike vidaju se sitni roščići sa otvorom na donjoj strani lista. Dugi su oko 3 mm, a debeli do 1 mm. Često su na vrhu glavičasto zadebljali ili su po dva srasla zajedno. Anatomski pretstavljaju uvrat lisnog naličja. Po građi su dakle slični šiški, Contarinia subulifex kod Quercus cerris i Qu. macedonica. Strežimirska šuma, Gabrovo, Radika, Korab (1400 m).

(Odredio kao rod Puccinia dr. G. von Moesz, Budimpešta.)

Vitis — loza (vinova)

1. Naličje lista vinove loze nosi jasno ograničena, ali nepravilna ulegnuća, postavljena sa somotom smeđih dlačica. Tim mjestima odgovaraju s lica uzvišenja, koja su rđasta ili tamna već prema starosti. Pjege su bez naročitog reda, ali se ipak ne nalaze na većim nervima. Na jednom listu može ih biti mnogo i tada se liska nešto izobliči. Dlake se vide i jasno i odvojeno tek pod dobrim povećalom. One su jednostanične, ponešto trakaste. U gornjem dijelu su na razne načine izvijene, tako da čine splet. Pri kraj ljeta i u jesen dijelovi lista pod pjegama izumru, uslijed čega dobiju rđaste zone naokolo. Vitis vinifera. Ovaj erineum vitis izaziva pregalj, Eriophyes vitis Pag. Tekija kod Tetova (500 m).

Tilia — lipa

1. Lice lipova lista nosi tvorevine u obliku kupica dugih do 15 mm. Često im oblik potsjeća na roščiće koji su na razne načine otupljeni i iskrivljeni. Nemaju određenog reda, ali su obično grupirani na jedno mjesto na plojki. Ako ih je mnogo, list se izobliči. Svakom roščiću odgovara s donje strane lista po jedno malo uzvišenje koje u sredini ima kraterić. To mjesto je sive boje, a naokolo ima blijed okvir. Na presjeku jedne šiške vidi se da je iznutra obrasla sa kovrčavim dlakama i da je spomenuti kraterić u stvari izvodni kanal. Građa tvorevine otstupa od normalnog lista. Šiška anatomski pretstavlja uvrat naličja. Mezofil je 3—4 puta deblji, ali je bez normalnog diferenciranja na palisadni i spužvasti parenhim. Stanice pokožice su sitnije, a kutikula deblja. Hlorofil se još sreće kod mlađih

šišaka. Osim sprovodnih snopića u zidu se nalaze koji put i stanice sa sluzi i taninima. Unutarnji epidermis je sa vrlo tankom kutikulom i bez pući. Dlake su promjenjive oblikom i građom već prema dobi starosti i prema vrsti lipe. Ove tvorevine izaziva jedan pregalj koji živi između dlaka u šupljini roščića. To je Eriophies tiliae typicus Nal. Tilia tomentosa, T. argentea. Padine Šar-planine iznad Tetova (600 m).

2. Lice lipova lista nosi nekad nepravilna ispupčenja do 5 mm promjera i 2 mm visine. Tvorevine su bez reda. S naličja se vide odgovarajuća udubljenja, koja su obrasla uspravnim i valjkastim dlakama. Sa jednog mjesta polazi po više dlaka stvarajući tako sitne čuperke. Ovaj somotasti phyllerium je ispočetka bjelkast, a kasnije postane siv kao i njegovo ispupčenje s lica. Izaziva ga pregalj, Eriophyes tetratrichus abnormis f. erinotes Nal. Tilia tomentosa. Padine Šar-planine iznad Tetova (550 m).

Malva — sljez

1. Naličje lista, lisne drške i izdanci gotovo svih sljezova nose narančasta ispupčenja, koja imaju izgled sasvim niskih bradavica. Koji put se ista pojava vidi na plodovima i na čašičnim listićima. Ako je napad jači, dotični se dio biljke izobliči i zaostane. Oboljenje izaziva gljiva, Puccinia malvacearum Mont. Polukuglaste bradavice su ležišta teleutospora. Ona su ispočetka narančasta, a kasnije tamnocrvena.

Gljiva potječe iz Južne Amerike (Čile), a prenesena je u Evropu 1869. god. Štetna je za kulturne sljezove. Nije dovoljno istražena i poznate su samo teleutospore, koje se nalaze u gustom palisadu ispod epidermisa. Iznad polukuglastih ležišta često nema epidermisa, jer pukne. Spore su dvostaničnog tipa kao kod većine rđastih gljiva (Uredineae). Malva silvestris i dr. Tetovo, grad, (500 m).

Epilobium

1. Stablo ove biljke zadeblja vretenasto u blizini koljenca i to obično iznad njega. Često je na jednom stablu po više takvih zadebljanja, koja su duga 1—2 cm, a debela do 6 mm. Na zadebljalom dijelu se vidi ožiljak od jednog gotovo zaraslog kanalića, kuda je izazivač dospio u izdanak. Ako se rasječe jedna tvorevina, nutra će se vidjeti šupljina sa crvenkastom ličinkom ili lutkom leptirića, Mompha decorella Steph. Šupljina je poveća, jer je gusjenica izgrizla srčiku i jedan dio ostalog izdanka. Na dnu kanala je redovno mnogo izmeta. Gusjenica se tu i začahuri u jednu svilastu čahuricu. Epilobium adnatum i dr. Iznad Tetova (500 m).

2. Izvjesne vrste iste biljke nose po izdancima i listovima crna točkasta uzvišenja, koja su često nepravilnih kontura. Dio stabla odnosno lista oko pojedinih točaka pokazuje blijedu zonu, a oko ove može biti jedna crvenkasta. Točkaste gomilice na listovima javljaju se i s lica i s naličja. Pod mikroskopom se vidi da su to ležišta teleutospora od Puccinia epilobii D. C., čiji višegodišnji micel ponešto deformira biljku. Epilobium adnatum i dr. Tekija kod Tetova (500 m).

Cornus — skrvika

1. List skrvike (svibe) nekad nosi na glavnom nervu šiške vidljive s lica i s naličja. Na licu su tvorevine u obliku polukuglica do 5 mm visokih, a s donje strane lista se vide kupice koje su krnje. Na okrnjenom vrhu je otvor kanala, opkoljen sa tri, četiri papilozna izraštaja. Dužina cijele šiške je do 1 cm. Oblik joj potsjeća na malu retortu, jer je kupasti dio obično iskrivljen u odnosu na kupolasti dio sa lica lista. Redovno su spojene dvije ili više šišaka, tako da se dobije višegradna tvorevina. Sama šiška je tvrda i žilava.

Ispod pokožice je jedan deblji pojas parenhima ili tkiva sa nešto debljim staničnim zidovima, već prema starosti šiške. Do ovoga sloja dolazi tanka zona sastavljena od tri, četiri reda sklerenhimskih stanica, koje imaju skamenjene zidove i sa mnogim porama. Sasvim uz središnju šupljinu je parenhim tankih membrana. U šupljini se nalazi narančasta ličinka bez nogu, duga 3—4 mm. Ona u jesen izlazi kroz kanal i ide u zemlju da se začahuri. Slijedećeg proljeća izlijeće iz zemlje uzročnik ove šiške, komar, Craneiobia corni G. Cornus sanguinea. Tetovo, iznad Tekije (500 m).

Fraxinus — jasen

1. Cvasti crnoga i bijeloga jasena preobrate se u mesnate, sive i nepravilne mase, koje kasnije otvrdnu i dobiju tamnu boju. Pošto su teške, obore dršku cvasti na dolje i potsjećaju na neke kićanke ili visuljke. Tvorevine nastaju prekomjernim zadebljavanjem vršnoga dijela osovine cvasti i cvijetnih drška. Osnovni parenhim osovine, naročito korin dio, jako se umnoži. Ti dijelovi se spljosnu, dobiju izgled mlazova i malih fascijacija. Cvjetovi sasvim izostanu; pretvore se u mnogobrojne ljuskice i izraštaje, koji su u obliku sitnih roščića i prstića. Oni su u mladosti obrasli višestaničnim dlakama. Rjetko koji cvjet ostane i donese plod. Svi su ti izraštaji na jednoj tvrdoj i nepravilnoj osnovi. Mnogi od njih potsjećaju na neke biljčice, jer tek na vrhu nose pršljen sitnih prstatih grančica. Još je veća sličnost sa morskim ljiljanima (Crinoidea). Veći broj

izraštaja se sraste zajedno. Pokožica i nekoliko slojeva ispod nje sadrže tamne materije, i otuda tamni izgled cijele šiške u zrelosti. Ove anomalije izazivaju pregljevi, i to Eriophyes fraxinivorus Nal. Oni prezime između ljuskica pupa, a na proljeće napadaju i sišu dijelove mladih cvasti, usljed čega se javljaju opisani visuljci. Fraxinus excelsior, ornus. Banjiče kod Tetova (550 m).

2. Rub jasenovih listića je nekad nepravilno savijen u grbav svitak. Svijanje je izvršeno prema naličju i može ići do glavnog nerva. Taj dio listića izgubi rano zelenu boju, zadeblja, postane manje više crvenkast i ljubičast. Tvorevina krije ličinke cvrčka jasenova, Psyllopsis fraxini L. One su u jednom spletu dlačica i končića, koji nastaju od sekreta što ga same izlučuju. Fraxinus excelsior, Fr. ornus. Kale iznad Tetova (600 m).

3. Mladi jednogodišnji i višegodišnji izdanci jasena nose zadebljanja koja su jednostrana, jako reljefna. Kora nije pukla, nego je pratila uzvišenje veličine graha. Zadebljanje nekad obuhvati prstenasto cio obim izdanka. Na presjeku kroz izraštaj u drvetu se vide siva mjesta i šupljine. Ono je nejednako raslo, stanice su uvećane i cjelo tkivo izgleda kao ono iz srčike i srčikinih zraka istoga izdanka. Uzrok ovoj pojavi još nije istražen. Mnogo potsjeća na bakterijoze, iako neki naučenjaci misle da su to samo promrzline izvjesnih dijelova izdanka (Dr. G. von Moesz, Budimpešta). Fraxinus excelsior. Tetovo ispod sela Gajre (600 m).

Osovina lista, na kojoj su listići, je nekad trakasto proširena — fascijacija. Nije posljedica parazitizma, nego su po srijedi teratološki činbenici. Fraxinus excelsior. Iznad Tetova (600 m).

Linaria — lanilist

1. Na rizomima i žilju lanilista često se nalaze male krtolice oko 5 mm promjera. Unutra je jedna ili više šupljina sa po jednom ličinkom. Više tvorevina se sraslo i usljed toga postanu višeoke krtolice. U tom slučaju su i veće. Šiška je vrlo jednolike građe. Nastaje od korinog parenhima i rjeđe srčikinih zraka, pa je i u odraslom stanju od parenhima. Ovu pojivu izazivaju žišci, Gymnetron linariae Payk, i Gymnetron collinum Gyll. Oni se razviju iste sezone ili prezime u šiškama u stanju ličinke, a često i kao odrastao kukac. Linaria vulgaris. Tetovo, okolina (450 m).

Verbascum — divizma

1. Cvjetovi divizme su koji put ostali zatvoreni, naduli se i uvećali. Plodnik se isto tako proširio. On u sebi zatvara narančastu ličinku do 5 mm dugu. Unutarnji međuprostori cvijeta kao i plodnika obrasli su bijelim micelom nekih gljiva. Ličinka se začahuri u šišci s jeseni i na proljeće izleti odrastao kukac. Tvorevine izaziva komar šiškar, Ischnonix verbasci Vallot. Često se u međuprostorima između čašice i krunice nalaze bljedobjele ličinke nekih drugih dvokrilaca, ali one su samo uljezi. Verbascum phlomoides, Ver. banaticum. Tekija kod Tetova (500 m).

Galium — broć

1. Članak između dva koljenca nekada je jako skraćen kod ove biljke i gradi jednu nepravilnu okruglastu tvorevinu 3—4 mm promjera. Sa jedne strane je kora podklobučena i rastavljena od centralnog dijela. Između njih se nalazi šupljina sa ličinkama izazivača. Proširenje je koji put zahvatilo donji ili gornji pršljen, tako da listovi i zalisci strše na zadebljenju. Nekad su opet pupovi preobraćeni u slične tvorevine. Šiška ima otvor koji je papilozno izdužen u kljunast nastavak. Kanal je obično obrastao dlačicama koje strše i napolje. Šupljina šiške je dosta velika i bez dlaka. Zidovi su obojeni nekom materijom boje sumpornog cvijeta — vjerojatno neka gljiva. Ove šiške se obično nalaze na gornjem dijelu biljke. Na onom mjestu, gdje je šiška, grančice se obično saviju na lakat. U šupljini se nalazi bljedožuta ličinka. Obrasla je tankim, rjetkim i dugim dlakama. Ima slabe organe za griženje. Velika je 3—4 mm. U sredini tijela nosi jasno crn sadržaj.

U ovoj šišci se nekad nalazi druga ličinka, koja ima hitinski organ na prsima. Ona je krupnija i narančaste je boje. Ova šiška kao ni kukac još nisu dovoljno istraženi, ali je sigurno da je izazivač iz porodice, Cecidomyidae, dakle jedan komar-šiškar. Tetovo, iznad Tekije (500 m).

2. S naličja lista kod iste biljke nalaze se crna gnijezda spora; isto tako na izdancima. Ležišta su okruglasta ili eliptično izdužena u pravcu lista odrosno zalistaka (stipulae). Dok su tvorevine mlade, prekrivene su pokožicom, koja kasnije pukne, kad se ležišta ispupče. Pod mikroskopom se vidi da se radi o teleutosporama. One pripadaju gljivi, Puccinia galii Pers. Biljka ne pokazuje neku naročitu reakciju prema zarazi, osim što nekad zaostane u rastenju. Otuda nije pouzdano, da li se ovo oboljenje može ubrojiti u šiške. Galium lucidum G. aristatum i dr. Tekija kod Tetova (500 m).

Sambucus — bazga

1. Listići zove su vrlo često nepravilno ubrani, zgužvani i prema licu savijeni. Cijela površina takih listova je s lica posuta sitnim ulegnućima. Jasno se vidi na prvi pogled da se radi o nejednolikom rastenju i širenju plojke lista. To širenje nervi nisu pratili, a posljedica toga je da su se djelovi plojke između njih ulegli i to prema naličju. Dobrim povećalom se vidi da je površina lista crno potočkana. To su mjesta uboda, gdje su izazivači sisali stanice. Ove deformacije listova izaziva pregalj, Epitrimerus trilobus Nal. Sličnu pojavu prouzrokuje i zrikavac pjenaš, Philaenus spumarius L., ali ona je ograničena najviše na jedan cio listić, a nikad na cio list. Sambucus nigra. Okolina Tetova (450 m, pa na više).

Campanula — zvončić

1. Lice lista kod zvončića nosi više manje blijeda ispupčenja sa sivom točkom u sredini. Njima s naličja odgovaraju slaba ulegnuća istočkana sa žutim ležištima uredospora i crvenkastim gnezdima teleutospora, što se konstatuje mikroskopom. To je rdasta gljiva, Coleosporium campanulae Lev. Campanula versicolor, ali napada i druge zvončiće. Matka na Treski (350 m).

2. Cvijetovi zvončića su se naduli, na jednu stranu iskrivili i ostali zatvoreni. Pojava se često proteže na sve cvijetove izdanka, kojih ima više na jednom korjenu. Trogradni plodnik postane naduven, krunica se ne otvori, nego pozeleni, stubić i prašnici zadebljaju. Obično se naduje i zadeblja jedno okce plodnika, rjeđe dva. Uslijed toga nastaje iskrivljenje plodnika na stranu onih normalnih ovarijuma. Pošto se nemože izvršiti oprašivanje, ne donesu sjeme ni normalna okca. Svi dijelovi cvijeta omesnate i pozelene. Placente nabujaju u justučasta tkiva, koja ispunjavaju cijelu šupljinu pojedinih okca. Takvi plodnici ostaju mnogo duže svježi, nego normalni plodovi. Naduvena okca sadrže ličinku žiška, Miarus campanulae, koji izaziva ove tvorevine. U istim okcima se često nalaze ličinke ili odrasle ose metalnih boja iz porodice, Chalcididae. One su uljezi ili paraziti. U zadnjem slučaju pojedu ličinku pravog izazivača. Campanula versicolor, ali i druge. Hisar kod Tetova (550 m).

Callistephus — jesenska ruža

1. Normalna »jesenska ruža« ima glavicu sastavljenu od cjevastih, dvospolnih cvjetova žutobijele boje. Na rubu se nalazi vijenac bijelih, ženskih cvjetova koji su jezičasti. Zajednički omotač (involucrum) se sastoji od tri, četiri reda zelenih jezičastih listića koji su zavraćeni nazad.

U drugom slučaju su glavice biljke prorasle, ali tako da nisu svi cvijetovi u istoj fazi proliferacije. Jedni su samo pozelenili, kod drugih su se dlake papusa pretvorile u izraštaje poput sitnih pipaka, a pet kruničnih listića su nešto uvećani i sa zelenom bojom. Stubić sa dva režnja je prešao u izdanak sa dva listića pri vrhu. Prašnici su također ozelenili i dobili oblik običnih listića.

Treći stepen proliferacije (u istòj glavici) je da cvijetove predstavljaju izdanci 2—3 cm dugi. Tu se već ne raspoznaju dijelovi pojedinih cvijetova, jer je stubić produžio rastenje i dao izdanak sa više listića. Do ovoga se stepena prorasli gotovo svi obodni jezičasti cvijetovi. Središte glavice (gdje gotovo i nema proliferacije) je tamne boje kao da je počelo trunuti. Kad su glavice pretražene, između cvijetova su nađene golim okom jedva vidljive ličinke nekih Thisanoptera kao i 1 mm duge blijedonarančaste ličinke izvjesnih dvokrilaca. Na spomenutim ličinkama se raspoznaje po 11 segmenata od kojih 7 nose sitne zatubaste noge. Ličinke su rijetko obrasle čekinjama.

Opisane prorasle biljke su podnosile sušu skoro tri mjeseca uslijed čega su se djelomično i sasušile. Kad je koncem septembra pala kiša one su se nešto povratile, ali su cvijetovi (koji nisu uginuli) prorasli i to najviše obodni.

Da li su uzročnici opisane pojave nađeni insekti ili su po srijedi spomenute klimatske anomalije, teško je reći. Slijedeće godine iste biljke na istom staništu nisu prorasle. Suše također nije bilo. Da li su bili prisutni i insekti, nije se moglo istražiti zbog tehničkih razloga. Pojava zahtjeva obimnija ispitivanja da bi se saznalo, spada li u područje cecidologije ili teratologije. Ista biljka naime prorašta i zbog činbenika, koji nisu parazitske prirode. Callistephus chinensis. Tetovo, gradski park (500 m).

Calendula — neven

1. Biljka neven u normalnom stanju ima cvast narančaste boje. Pojedini cvijetovi su cjevasti, a na obodu cvasti je vijenac jezičastih ženskih cvjetova.

Cvasti su u jednom slučaju prorasle i to na istom mjestu i pod istim uslovima kao i oni od prethodne biljke. Jedino nije konstatovano prisustvo spomenutih insekata. Obodni cvjetovi su pozelenili, obrasli dlakama u donje dvije trećine i nešto se izdužili. Stubić se jače izdužio pozolenio, ali nije pretrpio većih promjena. Središnji su cvjetovi više prorasli naročito stubići koji su dvaput duži od krunice, a na vrhu su kijačasto prošireni u zelene i listaste tvorevine. Cvijetovi

ove biljke pokazuju jaču nepovratnost u vegetativno stanje, nego oni od jesenske ruže gdje su na glavici izbili pravi izdanci čak i drugog reda.

Pošto je biljka nađena na istom staništu i pod istim uslovima gdje i opisana jesenska ruža, to su svakako isti uzroci izazvali proraštanje i njenih cvasti. Calendula officinalis. Tetovo, gradski park (500 m).

RÉSUMÉ

Pendant mon séjour en Macédoine (1938—1940) comme professeur de gymnase il se passa que mon attention fut attirée à des galles — cecidia — sur diverses espèces de plantes. J'ai commencé à rassembler ces formations qui jusqu' à present n'ont pas été traitées. Ainsi fut formée une petite collection de plus de 100 galles sur des 50 espèces. Ce sont pour la pluspart les galles animales — zoocecidia. En même temps j'ai conservé quelques exemples en alcool parce que je voulus faire des recherchs anatomiques et hystologiques sur les formes plus intéressantes.

En 1940 je fus nommé assistent de l' Institut et du jardin botaniques à Belgrade et là j'ai eu l'occasion de faire les dites recherches. J'ai examiné anatomiquement en tranchées toutes les sortes plus compósées et plus intéressantes. J' observais les tissus à l'aide de binoculaire et de microscope et je notais tous les intéressants renseignements auprès même la plante sur la quelle se trouve la galle. Il ne s' agissait ici que de zoocécidies, car les galles végétables — phytocécidies — sont moins composées au sens anatomique.

J'ai étudié vers 120 galles sur des 50 espèces. Une dizaine de ces 120 sortes je ne les pouvais pas déterminer. Je les envoyai au directeur du Musée National Hongrois, M. le docteur G. v. Moesz qui a eu l'amabilité de m'en déterminer 4 sortes. Pour deux sortes il m'a donné son opinion et cinq sortes sont restées indéterminées. En tout cas, quelques-unes de celles-ci sont nouvelles. Il y avait aussi des formes connues, mais qu'on ne savait pas d'être domiciliées dans ces régions de l'Europe (Roestelia cydoniae Thüm., Aphilothrix callidoma Hart. etc).

Cette oeuvre était terminée en 1940, mais la guerre empêcha sa publication jusqu' aujourd'hui.

Le plus grand nombre des galles j'ai trouvé sur les chênes, sur les saules et sur les peupliers. Je suis sûr que ce n'est qu'une petite partie des galle qui se trouvent sur les plantes macédoines. Sur seuls les chênes du Sud de l'Europe sont connu plus de 200 de ces formations.

Toutes les galles traitées dans cet ouvrage, je les ai rangées systématiquement et j'en ai fait une petite collection qui se trouve à l' Institut de Botanique (Faculté d'Agriculture) à Zagreb.

LITERATURA

1. Houard C.: Les zoocedies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée, I—III; Paris (I, 1908; II, 1909, III, 1913).
2. Ross H.: Praktikum der Gallenkunde (Cecidiologie), Berlin 1932.
3. Ross H. u. Hedicke H.: Pflanzengallen Mittel- und Nordeuropas, 2 Aufl., Jena 1927.
4. Küster E.: Die Gallen der Pflanzen, Leipzig 1911.
5. Sorauer P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 4. Aufl., Berlin; Band II., 1921; III, 1923; IV, 1925.
6. Kirchner O.: Die Krankheiten und Beschädigungen unserer Landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, II Aufl., Stuttgart 1906.
7. Mayr G.: Die Mitteleuropäischen Eichengallen in Wort und Bild, Wien 1871.
8. Balachowsky A. et Mesnil L.: Les Insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs meurs, leurs destructions, Paris I. 1935; II. 1936.
9. Woit M.: Über Wundreaktionen an Blättern unde den anatomischen Bau der Blattminen, Berlin 1925. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Windisch-Wilmersdorf, 1925.
10. Kieffer J.: Die Gallwespen, Stuttgart, 1914. und
11. Enslin E. Die Blatt- und Holzwespen, Stuttgart, 1914.
12. Riedl M.: Gallen und Gallwespen, Stuttgart, 1910.
13. Giraud J.: Galles de Cynipides, Paris 1907.
14. Kieffer J.: Monographie des Cynipides d' Europe et d' Algerie, I, 1897—1901; II, 1903.
15. Schmiedeknecht O.: Die Schlupf- und Brackwespen, Stuttgart, 1914.
12. Moesz G.: Magyarország gubacsai (Die Gallen Ungarns), Budapest, 1938.

Prof. Dr. Ing. Mihovil Gračanin:

Tipovi šumskih tala Hrvatske

I. Tla šumâ Querceto-Carpinetum croaticum i Querceto-Castanetum croaticum

TYPES OF THE CROATIAN FOREST SOILS

I. Soils of the forest associations Querceto-Carpinetum croaticum and Querceto-Castanetum croaticum

SADRŽAJ (CONTENS):

A) UVOD

Nakon što su radovima naših botaničara, prvenstveno I. Horvata, šume Hrvatske obrađene i s gledišta fitocenološkog, nastala je potreba a i zgodna prilika, da se ovim istraživanjima pridruže i istraživanja pedološka, kako bi naše znanje o ekologiji šumskih zadruga, o zakonima njihova prirodnog razvitka i o njihovoj genetskoj vezi, postalo što svestranije i temeljitije.

Izučavanje mnogih akutnih pitanja uzgoja šuma jasno su pokazala, da je glavna zapreka njihovu uspješnom rješavanju nedovoljno poznavanje ekologije šumskih kultura i edafskih

faktora, koji život šume uslovljavaju. Grada šumskih zadruga u kvalitativnom je i kvantitativnom pogledu funkcija čitavog niza faktora, u prvom redu edafskih i klimatskih. S promjenom intenziteta tih faktora mijenjaju se odnošaji u čitavoj onoj zajednici-biocenozi, što je zovemo šumom, to jače, što su promjene tih faktora veće.

Kod svih klimazonalnih tipova tla klima je glavni pedogenetski faktor, pa se često već po fiziografiji profila tla može zaključivati o tipu klime i pojavljivanju tipične šumske flore. I obrnuto po tipu šumske flore može se zaključivati i na tipske osobine tala. Potrebno je međutim najprije istražiti i izučiti zakonite odnošaje između svojstava tla i šumskih asocijacija, da se uzmogne na osnovu fitocenoloških istraživanja zaključivati o tipu tla.

Polazeći od ovih spoznaja o važnosti ovakvih studija odlučio sam sistematski izučavati tla glavnih asocijacija, subasocijacija pa i faciesa naših šuma, koje su do sada u literaturi opisane. Dugogodišnja pedološko fiziografska i sistematska istraživanja tala znatno su nam olakšala ovaj posao.

Prva istraživanja, kojih rezultate donosim u ovom radu, odnose se na tla šuma *Querceto-Carpinetum croaticum* i *Querceto-Castanetum croaticum*, dvije asocijacije, od kojih prva po Horvatu tvori vegetacijski klimaks najnižeg pojasa kopnenog dijela Hrvatske s ovu stranu dinarskog planinskog lanca, a drugi trajni stadij (paraklimaks). Sustretljivošću kol. Prof. Dr. I. Horvata omogućeno mi je bilo da istraživanja protegnem i na terene njegovih vlastitih istraživanja, te da se koristim njegovim fitocenološkim snimkama; na suradnji izražavam mu i ovom prilikom srdačnu hvalu.

Ova studija bila je uglavnom dovršena već prije rata. Ratne i poratne prilike spriječile su me da je prema zamišljenom programu proširim. Nadam se da će i ovako pridonijeti poznavanju naših šumskih tipova tla, a i ekologije naših šuma.

B) TLA ŠUMA QUERCETO-CARPINETUM CROATICUM

Miješane šume hrasta kitnjaka i običnog graba pripadaju po Horvatu svezi *Fagion silvaticae*, reda *Fagetalia silvaticae*, te predstavljaju vrlo jasno izraženu zajednicu (asocijaciju), koja se odlikuje u svim slojevima mnogim značajnim sastavnim elementima. Zadruga *Querceto-Carpinetum croaticum* nosi ime po običnom grabu *(Carpinus betulus)* i hrastu kitnjaku *(Quercus sessiliflora)*, koje se najvećom stalnosti javljaju u ovim šumama.

Ove šume raširene su poglavito na terenima valovitog reliefa ne samo u srednjem dijelu kontinentalne Hrvatske, već i u Lici (Ličko i Gačko polje), Ogulinskom Zagorju, Moslavini, Bilogori, pa čak i u Požeškoj gori na istoku. »Nekoć su bile površine ovih šuma kud i kamo veće, ali su kulturom pretvorene u dvorišta, vrtove, oranice ili vinograde, a preostale plohe utjecane su u znatnoj mjeri sječom, pašom i sabiranjem lišća. Iz prvobitne miješane šume nastale su na nekim mjestima gotovo čiste hrastove ili grabove šume, ali sastav grmlja i niskog rašća nedvojbeno upućuju na njihovu prvotnu građu.« (Horvat str. 170.). U sociološkom pogledu za ove je šume najznačniji grab. »Njemu pripada u diagnostičnom pogledu prvenstvo, jer nastupa u svojoj zadruzi veoma stalno i to ne samo u sloju drveća, nego i kao važna podstojna sastojina, a vrlo često i kao podmladak u prizemnom sloju, a uz to pokazuje očitu vezanost na našu zadrugu, pa ga zato i smatramo svojstvenim . . . Obični grab ne dolazi u tipski razvijenoj šumi hrasta medunca i crnog graba, jer mu je previše suho, u ekstremno kiseloj šumi kitnjaka i kestena smeta mu vjerojatno prekisela podloga, a u poplavnoj šumi lužnjaka ne dolazi radi duljeg ležanja vode, dok u prirodnom području bukve ne uspijeva radi različitih klimatskih prilika. Zato se redovno može već iz obilne nazočnosti samoga graba zaključiti, da se nalazimo u području miješane šume kitnjaka i običnog graba.« (Horvat s. 171). Od ostalog drveća najznačajnija je divlja trešnja *(Prunus avium)*, koju Horvat smatra svojtvenom za zadrugu, slično kao i klen *(Acer campestre)*, te javor mliječ *(Acer platanoides)* za svezu; od grmlja svojstvene su z zadrugu lijeska *(Corylus avellana)*, *Lonicera caprifolium*, *Acer tataricum* i kurikovina *(Evonymus europaeus)*, a do niskog rašća: *Stellaria holostea*, *Gallium vernum*, *Crocus vernus*, *Milium effusum*, *Epimedium alpinum*, *Melampyrum nemorosum*, *Helleborus atrorubens*, *Ranunculus auricomus* i *Helleborus dumetorum*.

I ako šume zadruge *Querceto-Carpinetum croaticum* pokazuju po Horvatu »u biti uvijek istu građu« ipak se pojedine tvorevine toliko razlikuju, da se može lučiti nekoliko socijoloških jedinica nižeg reda. Na osnovu znatnih razlika u florističkom sastavu i ekologiji asocijacije Horvat luči tri subasocijacije: *Querceto-Carpinetum croaticum erythronietosum*, *Querceto-Carpinetum caricetosum pilosae* i *Querceto-Carpinetum croaticum staphyletosum*.

Već na osnovu istraživanja Horvatovih može se zaključiti, da tla ovih subasocijacija ne pripadaju istome tipu. Naša pak istraživanja pokazala su jasno, da se radi o sasma različitim tipovima tla: dok tla šuma *Querceto-Carpinetum*

croaticum erythronietosum pripadaju skupini umjereno podzoliranih tala, *Querceto-Carpinatum Caricetosum pilosae* pripada skupini slabo podzoliranih tipova, a tla šuma *Querceto-Carpinetum croaticum staphyletosum* idu u skupinu vlažnih karbonatnih ili degradiranih karbonatnih tala. To je razlog koji nas ponukava, da tla ovih šuma, i ako pripadaju istoj asocijaciji, opišem zasebno. Na fitocenolozima je odnosno ekolozima da na osnovu rezultata naših istraživanja pokušaju pronaći one edafske faktore, koji su za formiranje asocijacije *Querceto-Carpinetum croaticum* najpresudniji. Prilično je teško pronaći takove zajedničke edafske faktore za sve članove ovih subasocijacija. Istina je doduše, da našim današnjim fizikalno-kemijskim metodama istraživanja ne možemo još zahvatiti u cijelosti sve one faktore, koji utječu na izgradnju i formiranje biljnih zajednica; mnogi sekreti biljnog korijenja, koji pokazuju specifično, a možda i oligodinamsko djelovanje, potpuno izmiču našim uobičajenim analitičkim metodama. Ipak nam se čini, da su već i svojstva tala, koja ćemo prikazati u ovom radu prilično odlučna za pojavljivanje i rasprostranjivanje izučavanih šumskih subasocijacija.

a) Tla šuma Querceto-Carpinetum croaticum erythronietosum

Subasocijacija kitnjaka i običnog graba sa pasijim zubom odlikuje se po Horvatu nekim diferencijalnim vrstama kao što su: *Erythronium dens canis, Listera ovata, Gentiana asclepiadea, Majanthemum bifolium, Melampyrum pratense, Pteridium aquilinum, Luzula pilosa* i dr., dakle vrstama slabo acidofilnim; bazifilne vrste potpuno su odsutne. Pedološka istraživanja staništa ove subasocijacije izvršio sam u različnim područjima njenog prirodnog rasprostranjenja u Hrvatskoj, poglavito u srednjoj i istočnoj, sve do Požeške gore i Psunja.

Sva su ova istraživanja pokazala, da se ova subasocijacija razvija na umjereno podzoliranim tipovima tla, dakle na supstratima, u kojima se podzologenetski procesi nalaze u progresivnom stadiju, ali su umjerenog intenziteta.

Vanjska pedomorfologija. Ove šume naseljuju prvenstveno terene valovitog reliefa, poglavito diluvijalne terase. Na terenima ororeliefa kao i ravnog reliefa, odnosno depresija, one u pravilu ne dolaze. Po tome se može zaključiti, da tla ovih šuma ne pripadaju tipu prekomjerno vlažnih, ali ni izvanrdno suhih već umjereno vlažnih staništa.

Unutarnja morfologija. Endomorfološka svojstva tala ove subasocijacije mogu se razlikovati u pogledu ne-

kih znakova, ali su glavne morfološke osebine profila kod svih njih uglavnom veoma slične. Tako se na profilu ovih tala uvijek mogu razlikovati eluvijalni i iluvijani horizonat, od kojih je prvi diferenciran ponajčešće na sloj listinca ili šumske stelje —A_0, akumulativni, humozni subhorizonat —A_1 i subhorizonat podzolirani pepeljasto sivi A_2, dok je drugi, iluvijalni horizonat, karakteriziran prisustvom različitih mrlja i mazgotina seskvioksida, a ponajčešće i različitih konkrecija humatnih i željeznih.

Razlike postoje tek u stupnju izraženosti pojedinih morfoloških znakova i razvijanosti pojedinih horizonata.

Radi boljeg upoznavanja morfoloških osobina profila ovih šumskih tala prikazat ću njihovu morfologiju u različitim područjima prirodnog rasprostranjenja subasocijacije *Querceto-Carpinetum croaticum erythronietosum*. Dakako da sva istraživana tla neće biti ovdje opisana, jer bi takav prikaz zauzeo previše prostora, a značio bi i nepotrebno ponavljanje dovoljno istaknutih činjenica. Iscrpnije će biti predočene poglavito one fiziografske osebine, koje su značajne za prosuđivanje tla kao staništa i supstrata šumskih kultura ili tla kao prirodnohistorijskog tijela.

1. **Zelengaj (Zagreb).** Profil otvoren na obronku diluvijalne terase ispod šume hrasta kitnjaka i običnog graba, otvorenog sklopa, u kojoj obilno pridolazi pasiji zub *(Erythronium dens canis L.), Pulmonaria officinalis* L., *Carex silvatica* Huds., *Anemone nemorosa* L. i dr.

A_0 2—3 cm debeo sloj listinca, slabo humificiran leži na

A_1 podhorizontu tamno sive, slabo humozne, praškaste ilovače, prorasle korijenjem vegetacije; ide do dubljine od 18 ili 20 cm, našto prelazi u

A_2 žućkasto sivu, zbijeniju glinastu ilovaču, grudaste strukturne građe, koja u dubljini od 45 cm prelazi u

A_2B_1 prelazni horizonat, u kojemu se u sivo žućkastoj pozadini pojavljuju mjestimice sitna crna zrnca humata i rđaste mrlje; u suhom stanju tlo pokazuje foliarnu strukturu. Od 70-tog cm počinje

B_1 u kojemu se pored obilja rđastih mrlja javljaju i željezaste konkrecije veličine glavica nabadača do krupnog graška. Tu i tamo opažaju se i sivo zelenkasti miceliji. U dubljini od 100 cm počinje

B_2 rđasto žućkasta ilovasta glina s malo željezastih konkrecija; sivo zelenkasti miceliji proširuju se u široke plohe. Ovi zelenkasti miceliji, koji se u B_1 pružaju uglavnom oko žila vegetacije, ovdje izlaze i izvan rizosfere i formiraju se očito utjecajem prekomjernog navlažavanja i redukcijskih procesa.

Reakcija na $CaCO_3$ u čitavom je profilu negativna. Aktivni aciditet je osrednji i smanjuje se s porastom dubljine, jednako kao i aciditet supstitucijski. Prisustvo baza u adsorpcijskom kompleksu eluvijalnog horizonta prilično je maleno, dok je kapacitet toga kompleksa za baze osrednji i raste sa dubljinom profila. U eluviju iznosi stupanj zasićenosti bazama oko 50%, pa stoga ovo tlo možemo uvrstiti među umjereno podzolirana tla u smislu naše klasifikacije podzola. (tab. 1.)

2. **Sesvetski Kraljevec.** Profil otvoren na diluvijalnim stratima nešto lakše ilovaste teksture, pokazuje morfološka svojstva, koja veoma nalikuju profilu Zelengaj. S porastom dubljine tlo postaje nešto teže, pa kod 130-tog cm nailazimo na sivo zelenkaste micelije u vidu većih ploha. Građa adsorpcijskog kompleksa ne razlikuje se mnogo od građe toga kompleksa profila Zelengaj. Konkrecije humata u B_1 često su nepravilna oblika, a humati tvore plavkasto tamne plohe na sitno grudičastim do graškastim agregatima.

3. **Mala nad Cernikom** (kod Nove Gradiške). Na valovitom diluvijalnom terenu ispod mlade šume običnog graba i hrasta kitnjaka zatvorenog sklopa, u kojoj je od podstojne vegetacije obilno zastupan *Carpinus betulus, Acer tataricum, Corylus avellana, Ligustrum vulgare, Stellaria holostea, Evonymus europea, Pulmonaria officinalis* i dr., profil pokazuje ovakvu građu:

A_0 listinac debljine 2—3 cm, slabo rastvoren;

A_1 pepeljasto sivo do tamno sivo ilovasto tlo, prhko, sitno praškasto, nagusto proraslo korijenjem, ide do dubljine od 15 ili 18 cm. Prelazi postepeno u

A_2 nešto zbijeniji podhorizonat ilovače, u kojoj se pojavljuju sitna tamna zrnca humata, pretežno organskog karaktera. U dubljini od 75 cm počinje iluvijalni podhorizonat,

B_1 s mekim, tamnim i kompaktnim rđastim do smeđim konkrecijama mineralne građe.

U čitavom profilu reakcija je na $CaCO_3$ negativna.

Istraživanja adsorpcijskog kompleksa jasno upućuju, da se radi o podtipu umjereno podzoliranog tla, kojega su baze adsorpcijskog kompleksa već prilično potisnute u eluvijalnom horizontu. Vrijednosti supstitucijskog aciditeta u ovom su horizontu prilično velike, pa se i po njima može naslutiti, da su vodikovi ioni zauzeli prilično mnogo mjesta na površini koloidnog kompleksa.

I svi drugi profili, koje smo istraživali, pokazuju slična morfološka i fizikalno-kemijska svojstva. Svi se oni odlikuju umjerenom acidifikacijom, potiskivanjem baza iz adsorpcijskog kompleksa naročito eluvijalnog horizonta, eluvijacijom zemnoalkolnih kovina i premještanjem seskvioksida.

Tabela I

Lokalitet	Horizont od cm	pH H_2O	pH n-KCl	S mgekv	T-S mgekv	T mgekv	V %	Genetska oznaka horizonta
Zelengaj Zagreb	3— 18	5,24	3,98	8,42	7,56	15,98	52,69	A_1
	45— 70	5,89	4,02	8,65	8,36	17,01	50,88	A_2B_1
	100—125	5,06	4,18	17,42	10,05	27,47	63,41	B_1
Sesvetski Kraljevac	2— 20	5,62	4,20	10,24	9,44	19,68	52,54	A_1
	48— 65	5,84	3,93	7,88	8,26	16,14	48,82	A_2B_1
	90—100	5,98	4,06	15,30	6,21	21,51	71,13	B_1
Moravče kod Dubravice (2) Hrv. Zagorje	3— 18	5,11	3,62	8,35	20,59	28,94	28,85	A_1
	25— 35	5,62	4,37	15,08	8,36	23,44	64,33	A_2
	130—140	5,80	4,68	15,67	4,17	19,84	78,98	B_1
Šumetlica	4— 28	5,73	4,07	16,75	15,92	32,67	51,26	A_1
	55— 90	5,98	4,43	11,17	6,01	17,18	65,01	$(A_2)B_1$
Mala nad Cernikom	3— 15	5,94	4,74	11,57	11,86	23,43	49,38	A_1
	30— 75	5,73	4,02	9,97	10,40	20,37	48,94	A_2

Podstojna vegetacija pokazuje dijelom slabo acidofilan karakter.

4. **Movrače kod Dubravice** (2). Na valovitom terenu ispod 80—100-godišnje šume graba i kitnjaka razvija se podzolirano tlo, s osrednje razvijenom podstojnom vegetacijom grmlja *Corylus avellana, Carpinus betulus, Acer campestre, Fagus silvatica, Rubus sp. div., Tilia platyphyllos* i dr., te nižeg rašća kao što je *Stellaria holostea, Galium vernum, Crocus vernus, Epimedium alpinum* i dr.

A_0 Tamna, grubo disperzna trulina, debljine 2—3 cm prelazi u

A_1 tamno-sivo ilovasto tlo, praškaste do sitno grudičaste strukture, proraslo korijenjem podstojne vegetacije; obiluje nekapilarnim porama. Od 25 cm prelazi u

A_2 podhorizonat žućkasto sive nešto zbijene ilovače, u kojoj se može zamijetiti po koja tamna konkrecija humata. Od 50—75 cm leži stari humozni A_1, zatrpan novim A-sedimentom. U dubljini od 120 cm ili 125 cm pojavljuje se

B_1 stari podhorizonat iluvijalni, boje sivo žućkaste, u kojemu ima nešto rđastih mrlja i sitnih mekih konkrecija humata.

Dok su predašnja tla tipični umjereno podzolirani podtipovi, dotle ovaj profil pokazuje izvjesno odstupanje, jer njegov A_1 pripada jako podzoliranim, a A_2 slabo podzoliranim tlima. Vidi se to već po građi adsorpcijskog kompleksa A_2 podhorizonta, koji je mnogo siromašniji bazama od predašnjih profila, a kojega je i stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa vanredno nizak. Proces acidifikacije ovog podhorizonta veoma je jak, a vodikovim ionima uspjelo je zauzeti mnogo mjesta u adsorpcijskom kompleksu, što se vidi i po visokoj vrijednosti supstitucijskog aciditeta.

Za razumijevanje svojstava ovoga profila potrebno je znati, da se na terenima oko i iznad njega razvija šuma *Querceto-Castanetum*, pa se eluvij njenih jako podzoliranih tala za jačih kiša erodira, a čestice dospijevaju na površinu nižih terena, gdje se sedimentiraju. Otuda potječe A_1 našeg profila, koji pokazuje svojstva jako podzoliranog tla.

Donio sam namjerno za primjer i opis ovog nenormalnog profila, da se vidi, kako prilikom interpretacije rezultata pedoloških istraživanja u svrhe fitocenološke i ekološke treba voditi računa o svojstvima svih horizonata i o njihovoj genezi.

b) Tla šuma Querceto-Carpinetum caricetosum pilosae

Ova subasocijacija ističe se, po Horvatu, u florističkom pogledu dominacijom vrste *Carex pilosa*, a rjeđe i vrste *Carex glauca*, te po tome, što u njoj nema većeg broja izrazito bazifilnih vrsta subasocijacije *staphyletosum*, no isto tako što nema ni acidofilnih vrsta subasocijacije *erythronietosum*, ili su one veoma rijetke. Subasocijacija je razvijena osobito u Hrv. Zagorju, Bilogori, te na gorama oko Požeške kotline, a osobito oko Našica na većim površinama. Pedološka istraživanja pokazala su, da su tla ove subasocijacije karakterizirana slabom acidifikacijom eluvijalnog horizonta, slabim potiskivanjem baza adsorpcijskog kompleksa vodikovim ionima, ispiranjem zemnoalkalnih kovina, jednom riječju slabom podzolizacijom. Donosim ovdje opis morfoloških i nekih drugih fiziografskih osobina ovih tala, koji potkrepljuju netom spomenute činjenice.

1. **Nad Paulovcem** (Bilogora). Na pristrancima Bilogore izgrađenim iz praporastih sedimenata razvijaju se slabo podzolirana tla ispod šume *Q.-C. caricetosum pilosae*, koja u eluvijalnom horizontu pokazuju vidljive znakove acidifikacije, a u dubljim slojevima zadržavaju još svoj prvotni karbonatni karakter. Acidifikaciju A-horizonta indicira i podstojna šumska vegetacija; bazifilnih elemenata više nema.

A_0 debljine 1—2 cm, trulina bez prhline.

A_1 sivo mineralno tlo, pjeskovito ilovaste građe, vrlo slabo humozno, praškasto do sitno grudičasto; reakcija na $CaCO_3$ negativna. Ide do dubljine od ca 12—15 cm, našto dolazi podhorizonat

A_2 žućkasto sive dosta rahle pjeskovite ilovače u koju još prodire korijenje podstojne vegetacije; kalcijskog karbonata ne sadrži. Ide do dubljine od 45 cm, našto počinje prelazni podhorizonat

A_2B_1 u kojemu se u žućkasto sivoj pozadini pojavljuju miestimice bijeli miceliji kalcijskog karbonata; samo na ovim mjestima tlo reagira na HCl pjenušanjem, inače je reakcija susjednog tla slabo kisela. U dubljini od 70 cm pojavljuje se horizonat

B_1 nešto zbijenije ilovaste građe, u kojemu nailazimo mjestimice na konkrecije kalcijskog karbonata (vapnene lutke).

Ovaj profil predstavlja inicijalni stadij razvitka podzolastih tala šume *Querceto-Carpinetum caricetosum pilosae* odn. prelazni tip subasocijacije *Q.-C. staphyletosum* k subasocijaciji *Q.-C. erythronietosum*. Slabo acidofilni karakter pokazuje samo podstojna vegetacija, koja ima tako kratku korijenovu mrežu, da ne prodire u podhorizonat A_2B_1 ili B_1.

Prelazni karakter ovoga tipa tla pokazuju i kemijska istraživanja adsorpcijskog kompleksa. Sadržina zamjene sposobnih baza najniža je u eluvijalnom A_1-podhorizontu, znatno veća u A_2, a skoro četiri puta veća u B_1 nego u A_1, kao što se vidi iz tabele 2. Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa A_1 prilično je nizak i jasno upućuje na procese okiseljavanja ovog tla i ispiranje baza. U drugu ruku u podhorizontu A_2 adsorpcijski kompleks zasićen je bazama s preko 80%, dok zasićenost B_1 podhorizonta iznosi 100%, što je u skladu s konstatiranom činjenicom, da u njemu ima dosta karbonata, te da mu je reakcija vrlo slabo alkalična.

2. **Fučkov jarak (Remete).** Ovaj profil pokazuje u A_0 neutralnu reakciju, a adsorpcijski kompleks ipak nije potpuno zasićen bazama. Objašnjavamo to činjenicom, da je ovo tlo bilo podvrgnuto podzolizaciji, ali je prašina s ceste, koja sadrži $CaCO_3$, kasnije suzbila podzolaciju i neutralizirala ovaj eluvijalni podhorizonat. Već A_1 ima slabo kiselu reakciju, jednako kao i prelazni horizonat A_2B_1, a njihov koloidni kompleks manje je bazama zasićen nego A_0.

Profil Fučkov jarak nije dakle »normalan« profil, pa bi neupućeni istraživač, koji ne bi ništa znao o kalcifikaciji ovog tla prašinom s ceste, mogao donijeti pogrešan zaključak o smjeru njegova daljeg razvitka.

Tabela 2

Lokalitet	Horizont od cm	pH H_2O	pH n-KCl	S mgekv	T-S mgekv	T mgekv	V %	Genetska oznaka horizonta
Nad Paulovcem, Bilo Gora	0— 12	5,75	3,98	14,40	11,26	25,66	56,19	A_0A_1
	34— 45	6,29	4,79	19,17	4,50	23,67	80,98	A_2
	70— 90	7,17	7,09	54,60	—	54,60	100,00	B_1
Fučkov jarak (2) Remete	0— 3	7 01	6,49	29,72	6,92	36,64	81,11	A_0
	5— 30	6,22	4,30	16,81	8,87	25,68	65,46	A_1
	60— 75	6,23	4,88	17,78	4,82	22,60	78,67	A_2B_1
Laza Vasine, P. Gora	0— 25	6,08	4,97	17,94	8,61	26,55	67,57	A_1
	45— 75	5,85	4,05	18,34	7,80	26,14	70,16	A_2C_1
Vočin, Moslavačka Gora	5— 15	5,51	3,54	19,57	11,66	31,23	62,66	A_1
	30— 50	5,96	3,97	27,94	5,12	33,06	84,51	A_2B_1
	60—120	6,06	4,19	27,50	3,69	31,19	88,17	B_1B_2

3. **Laze Vasine (Požeška gora).** I ovaj profil pripada skupini slabo podzoliranih tipova, što se vidi iz podataka u tabeli 2.

4. **Vočin (Moslavačka gora).** Profil otvoren ispod šume *Querceto-Carpinetum caricetosum pilosae,* pokazuje tip slabo podzoliranog tla na granitu. Deluvijalni sediment izgrađen je poglavito iz finodisperznih produkata trošenja granita, koji su ovamo preneseni periodičnim vodotocima. Profil ima uglavnom ovakova morfološka svojstva:

A_0 diferenciran na 3—4 cm debeli sloj truline i 1—2 cm debeli sloj prhline.

A_1 slabo humozna, sivkasta, sitno grudasta glinasta ilovača, s nešto mrlja humata; ide do dubljine od 30 cm, našto dolazi

A_2 neznatno otvorenije siva glinasta ilovača, mjestimice izšarana rđastim mrljama i sitnim tamnim konkrecijama; tu i tamo pojavljuju se bijeli miceliji SiO_2. Od 70-tog cm počinje

B_1 podhorizonat dosta zbijene žućkasto sive glinaste ilovače; pjega željeznog hidroksida ima obilno, a jednako i micelija SiO_2. U dubljini od 120 cm pojavljuje se

C rastrošeni granit.

Morfološka svojstva profila jasno pokazuju, da se u ovom tlu odigrava dosta intenzivno hidrolitsko cijepanje kalijeva.

glinenca i dr. alumosilikata, eluvijacija baza, spec. željeza i migracija koloidne kremične kiseline iz A-horizonta.

A istraživanja adsorpcijskog kompleksa također potvrđuju, da se vrši proces podzolizacije ovoga tla. Sadržina baza najmanja je u A_1-podhorizontu. Maksimalni adsorpcijski kapacitet (T) prilično je visok u čitavom profilu, što upućuje, da je podzolacija slaba, t. j. još ne dolazi do jače destrukcije koloidnog kompleksa. Stupanj zasićenosti eluvijalnog horizonta bazama (V) pokazuje, da se radi o slabo podzoliranom tipu tla; V je u čitavom profilu veći od 60%.

Aktivni kao i supstitucijski aciditet s porastom dubljine tla se smanjuju. Vrijednosti substitucijskog aciditeta svjedoče, da je vodikovim ionima uspjelo zauzeti već dosta mjesta u adsorpcijskom kompleksu.

e) Tla šuma Querceto-Carpinetum croaticum staphyletosum

Na staništima, koja svojom vanjskom morfologijom veoma nalikuju staništima pređašnje subasocijacije razvija se šuma kitnjaka i običnog graba s klokočem. Po Horvatu ona ima bazifilan karakter, — odlikuje se nekim svojstvenim vrstama kao što su *Helleborus atrorubens, Staphylea pinnata, Hacquetia epipactis, Scilla bifolia, Carex digitata, Tamus communis* i dr.

Pedološka istraživanja tala ove subasocijacije pokazala su nedvojbeno, da se *Querceto-Carpinetum staphyletosum* razvija na eluviranim smeđim ili žućkasto sivim karbonatnim tlima, karakteriziranim prisutnošću karbonata u C i B, a ponekad i A horizontu, kao i eluvijacijom karbonata iz A-horizonta, a često i procesima slabe acidifikacije eluvijalnog horizonta. Ova tla razvijaju se često u neposrednoj blizini podzolastih tala, pa je razumljivo, da klimski faktori uvjetuju trajnu tendenciju razvitka podzolastog tipa tla ovdje kao i na čitavom području šuma kitnjaka i običnog graba. Ali u šumi *Q.-C. staphyletosum* baze se svejednako odupiru podzolaciji. Za sada se ova tla bitno razlikuju od podzola: dok su podzoli izrazito kisela tla, smeđa i žućkasto siva karbonatna tla u većem dijelu profila slabo su alkalična ili neutralna. Ipak mnoga tla ovoga tipa pokazuju već slabo kiselu reakciju u A_1 podhorizontu. Reakcija toga podhorizonta dakako nije mjerodavna za razvitak najvećeg dijela vegetacije, jer korijenje dopire obično i u A_2, pa i u BC-horizonat. Evo nekoliko opisa tipičnih profila ovih tala.

Tabela 3

Oznaka tla	Horizont od cm	Genetska oznaka horizonta	pH H_2O	S mgekv	T-S mgekv	T mgekv	V %
Vukovo selo (1) na Sutli	0— 3	A_0	6,40	28,54	8,52	37,06	77,01
	3— 20	A_1	6,25	23,59	10,77	34,36	68,65
	30— 40	A_2	6,30	21,22	11,58	32,80	64,69
	80— 95	B_1	6,70	23,79	7,23	31,02	76,69
	130—140	B_2C	7,25	51,12	—	51,12	100
Vukovo selo (2) na Sutli	0— 2	A_2	6,60	26,48	14,20	40,68	65,06
	35— 50	A_2C	7,35	51,14	—	51,14	100
Dolje, Podsused	0— 4	A_0A_1	6,75	34,06	6,42	40,31	84,49
	15— 25	A_1	6,90	30,29	3,89	34,18	88,61
	60— 85	A_1C	7,00	47,50	1,13	48,63	97,69
Pušća, Hrv. Zagorje	3— 20	A_1	6,80	30,72	7,41	38,13	80,56
	25— 35	A_2	6,15	24,68	10,22	34,80	70,90
	25— 60	AC	7,40	50,34	0,00	50.34	100

1. **Vukovo selo na Sutli.** U maloj depresiji valovita reliefa otvoren profil tla ispod šume *Querceto-Carpinetum staphyletosum,* u kojoj su od podstojne vegetacije obilno zastupani: *Corylus avellana, Staphylea pinnata, Stellaria holostea, Carex silvatica, Hacquetia epipactis, Vinca minor, Scilla bifolia* i dr. Tlo je nešto jače navlažavano nego susjedno tlo pristranaka depresije, za jačih kiša obogaćivano je djelomično česticama tla s tih pristranaka. Ove čestice podstavljaju ponajvećma već eluviran i bazama osiromašen materijal. Profil pokazuje ovakva morfološka svojstva:

A_0 podhorizonat listinca, slabo rastvorenog, debljine 1—3 cm, prelazi u

A_1 sloj tamno smeđeg tla sitno grudičastih agregata, masne površine, bez $CaCO_3$, prorastao korijenjem podstojne vegetacije; od 22 cm počinje

A_2 nešto otvorenije tamno sive boje, priličio humozan; od 45 cm pojavljuje se

A_2B_1 prelazni eluvijalno-iluvijalni podhorizonat zbijenog, sivo žućkastog tla, a od 55 dolazi

B_1 sivo-žućkasto tlo, u kojemu se najprije narijetko, a kasnije sve češće pojavljuju tamne pjegice i pjege humata; od 75 cm počinje

B_1B_2 s nešto tamnih pjega i okruglih konkrecija. U dubljini od 135 cm dolazi

C - rastrošeni lapor.

Reakcija ia $CaCO_3$ slabo je pozitivna u B_1B_2, a jako u C-horizontu. U eluvijalnom i ostalim B-podhorizontima reakcija je na karbonate negativna. Ova činjenica dokazuje, da se u tlima ovoga tipa vrši ispiranje $CaCO_3$, te da je ono u eluvijalnom horizontu već uglavnom savršeno. Ipak je i tlo eluvijalnog horizonta još prilično zasićeno bazama, što se vidi iz tabele 3. Suma baza u adsorpcijskom kompleksu prilično je velika, a i relativna zasićenost kompleksa bazama još je dosta visoka. Da se acidifikacija odigrava u eluvijalnom horizontu dokazuju jednako podaci o pH vrijednostima, kao i istraživanja koloidnog dijela tla. Morfološka slika profila jasno pokazuje, da pedogenetski procesi idu u smjeru razvitka slabo podzoliranog tla, kao prvog stadija u razvoju podzolastog tipa. A_0-podhorizonat nešto je zasićeniji bazama od A_1, a ovaj opet zasićeniji od A_2, jer se površinski horizonti obogaćuju bazama listinca, što ih kitnjak, grab i druga vegetacija s duljim korijenjem oduzimaju dubljim karbonatnim slojevima.

Analogna morfološka i kemijska svojstva pokazuju i profili ispod subasocijacije *Q.-C-staphyletosum* u Podsusedu, Zagrebačkoj gori i dr.

2. **Dolje kod Podsusjeda.** Sjeveroistočno od Susjedgrada na padini brežuljka eksponiranoj prema sjeveroistoku razvija se na dolomitnim sedimentima ispod šume kitnjaka i običnog graba s klokočem, eluvirano smeđe magnezijsko-karbonatno tlo. Hidrogenizacija profila, kao i humizacija ovdje su jače nego na susjednim terenima južne i jugoistočne ekspozicije. Od postojne vegetacije obilno su zastupani *Carpinus betulus, Corylus avellana, Staphylea pinnata, Crataegus oxycantha, Cornus sanguinea, Epimedium alpinum, Vinca minor, Hedera helix, Helleborus atrorubens, Prunus avium, Carex digitata* i *C. silvatica, Asarum europaeum* i t. d.

Profil tla pokazuje ovakva morfološka svojstva:

A_0 Trulina izmiješana s oštrobridnim mrvičastim agregatima, koji na površini pokazuju tamno smeđu, a u unutarnjosti otvorenije smeđu boju, prelazi od 8 cm u

A_1 tamno smeđe tlo orašaste do mrvičaste strukturne građe; oštrobridni agregati ljepljive su površine; korijenje vegetacije nagusto proraščuje ovo tlo. Od 45 ili 50 cm dubljine počinje

A_2 otvorenije smeđe tlo, slične strukturne građe, pomješano s nešto šljunkovitog dolomita. U dubljini od 60 cm pojavljuje se

A_2C podhorizonat prelazni, u kojemu ima obilje rastrošenog dolomita.

U vrijeme velike ljetne suše, kada susjedna tla gotovo uopće ne sadrže fiziološki aktivnu vlagu, ovo je tlo u čitavom profilu slabo vlažno. Reakcija na karbonate s hladnom solnom kiselinom je negativna, dok je pozitivna s vrućom HCl u AC horizontu.

Adsorpcijski kompleks dobrim je dijelom zasićen bazama, a znatno jače nego ostali profili ispod šume *Querceto-Carpinetum staphyletosum*. Čini se, da se magnezij odupire jače od kalcija potiskivanju od strane vodikovih iona.

3. **Pušća (Hrv. Zagorje).** Na blagom pristranku brežuljka izgrađenog iz glinastih lapora ispod šume *Q.-C. staphyletosum* razvija se degradirano sivo smeđe karbonatno tlo. Od podstojne vegetacije dolazi *Acer campestre* uz hrast i grab, *Lonicera caprifolium, Prunus alpinum, Hacquetia epipactis, Asarum europaeum, Anemone nemorosa, Lamium orvala, Carex silvatica* i t. d.

A_0 2—3 cm debeo sloj slabo humificiranog listinca, prelazi u

A_1 sivo smeđe pizoidno do orašasto ilovasto tlo, proraslo korijenjem vegetacije. U dubljini od oko 20 cm prelazi u

A_2 smeđe sivo tlo orašasto, oštrobridno, zbijeno. Od 50-tog cm počinje

AC prelazni horizonat, u kojemu se pojavljuje već obilje rastrošenog lapora.

Reakcija na $CaCO_3$ negativna je u čitavom profilu od A_0 do A_2; tek u AC tlo poliveno s HCl jako pjenuša. Ova činjenica upućuje na ispiranje kalcijskog karbonata odn. na degradaciju ovoga tipa tla. Reakcija podhorizonta A_1 gotovo je neutralna, A_2 slabo kisela, dok je u AC slabo alkalična. Saglasno s reakcijom pojedinih podhorizonata adsorpcijski kompleks u eluvijalnom A_1 dobrim je dijelom zasićen bazama, A_2 je bazama oskudniji, dok je AC potpuno zasićen. I ovaj kao i drugi profili pod šumom *Q.-C. staphyletosum* jasno pokazuje, da se radi o karbonatnim tlima u početnoj fazi degradacije i acidifikacije, koja u čitavom profilu još obiluju bazama. Obzirom na ovakva svojstva ova tla pružaju dobro stanište neutrofilnim i slabo alkalifilnim biljkama.

C) TLA ŠUMA QUERCETO-CASTANETUM CROATICUM

Šuma kitnjaka i kestena izdvojio je Horvat kao posebnu ekstremno acidofilnu zadrugu, u kojoj je najznačajnije drvo kitnjak *(Quercus sessiliflora)*, a značajan je i kesten *(Castanea sativa)*, pa bukva *(Fagus silvatica)*, a od nižeg rašća

Vaccinium myrtillus, Calluna vulgaris, Genista germanica, Genista tinctoria, Cytisus supinus, Cytisus nigricans, pa luzule i neke hijeracije. Mahovine su u ovim šumama najbujnije razvijene, a pojavljuje se naročito acidofilne mahovine kao što su *Polytrichum atenuatum, Hypnum cupressiforme* i bijelo zelenkasta mahovina *Leucobryum glaucum.*

Horvat ističe, da se ova asocijacija pojavljuje na ilovastim i pjeskovitim nanosima i na kamenju siromašnom vapnom, kao što su zeleni škriljevi, karbonski pješčenjaci i t. d., ali se može pojavljivati i na povoljnijim tlima, na kojima je prije rasao *Querceto-Carpinetum.*

U želji da utvrdimo kojemu tipu pripadaju tla šuma *Querceto-Castanetum croaticum* izvršili smo opsežna pedološka istraživanja u različitim područjima Hrvatske, te smo mogli ustanoviti, da sva ova tla idu u red jako podzoliranih tipova. Podzolacija je u ovim tlima postigla maksimalan intenzitet, pa se ona obično već na osnovu endomorfoloških znakova, a naročito po kemijskim osobinama, mogu lako diferencirati od tala šuma *Querceto-Carpinetum croaticum.*

1. **Peščenica kod Vinice (Varaždin).** Na kongrijskim stratima ispod šume hrasta kitnjaka i kestena, u kojoj je dosta zastupana i bukva, a od podstojne vegetacije obilno *Pteridium aquilinum, Genista tinctoria, Fagus silvatica* i dr. razvija se izrazito podzolirano tlo, karakterizirano ovakvim fiziografosobinama:

A_0 — listinac slabo humificiran, debljine 1—2 cm;
A_1 — tamno siv, praškast, obojen huminskim kiselinama; ide do dubljine od 8 ili 10 cm našto počinje
A_2 — pepeljast do žućkasto pepeljast, zbijeniji nego A_1, prorastao korijenjem; od 70-tog cm počinje
B_1 — rđasti podhorizonat uprskan mrljama $Fe(OH)_3$, slabo skeletoidan; sitno tlo pjeskovito ilovasto, obilato svijetlim tinjcem. Ispod ovog podhorizonta dolazi
B_2 — sivo zelenkasti podhorizonat, laminarne strukture, izšaran slojastim nakupinama $Fe(OH)_3$.

Istraživanja adsorpcijskog kompleksa ovoga profila nedvojbeno su pokazala, da se radi o izrazito podzoliranom tipu, kojega je S-vrijednost A-horizonta niža od 12 mgekv, adsorpcijski kapacitet za baze osrednji, a stupanj zasićenosti bazama (V) leži u granicama karakterističnim za jako podzolirana tla. Saglasno s time i supstitucijski aciditet prilično je visok.

Iluvijalni horizonat znatno je bogatiji bazama, kraj nešto nižeg adsorpcijskog kapaciteta, pa mu je dosljedno tome i zasićenost adsorpcijskog kompleksa znatno veća (57,9—65,4%).

Tabela 4

Oznaka tla	Horizont od cm	Genetska oznaka horizonta	pH H_2O	pH n-KCl	S mgekv	T-S mgekv	T mgekv	V %
Peščenica kod Vinice (1)	3— 10	A_1	5,46	3,78	8,35	23,80	32,15	25,97
	22— 48	A_2	5,72	3,89	11,23	21,72	33,04	34,21
	80— 95	B_1	5,94	3,96	15,28	11,09	26,37	57,94
	125—150	B_2	5,95	4,00	20,82	10,02	31,84	65,38
Mala Vas-Cerje, (Plješivica)	2— 28	A_1	5,24	3,65	5,39	16,40	21,79	24,73
	46— 75	A_2B_1	5,79	3,82	6,76	12,51	19,30	35,02
Nad Švarčom kod Karlovca	3— 38	A_1	4,63	3,27	3,20	19,30	21,50	14,04
	120—140	A_3B_1	5,00	3,92	3,10	9,46	12,76	24,29
Moravče kod Dubravice (1) Hrv. Zagorje	0— 6	A_0A_1	4,21	3,85	12,88	25,48	38,36	33,57
	15— 25	A_2	4,03	3,61	2,80	23,64	26,44	10,59
	100—130	A_3B_1	5,76	3,90	5,97	10,94	16,91	35,30
Moravče kod Dubravice (3)	6— 28	A_1	4,17	3,54	2,21	16,88	19,09	11,57
	55— 90	A_2	4,65	3,68	4,98	14,80	18,78	25,17
Moravče kod Dubravice (4)	0— 6	A_2	4,07	4,27	3,99	55,65	59,64	6,69
	8— 30	A_2	4,80	3,73	1,62	15,12	16,74	9,67
	60— 75	A_2B_1	5,09	3,79	5,77	10,38	16,15	35,72
Mala nad Cernikom (2)	2— 12	A_1	4,95	3,88	4,20	15,76	19,96	21,04
	45— 75	A_2B	5,12	4,09	11,19	13,32	24,51	45,65
Kostajnik (2), Bilo Gora	0— 15	A_0A_1	5,66	4,07	7,83	18,66	26,49	29,55
	30— 65	A_2B	5,92	3,96	10,22	11,58	21,70	47,09
	100—120	B_1	4,91	4,03	17.18	6,59	23,77	72,27
Fučkov jarak kod Remeta (1)	0— 2	A_0	5,79	4,05	11,20	29,60	40,80	27,45
	4— 35	A_1	5,08	3,58	7,23	19,44	27,17	26,61
	45— 70	A_2B_1	5,77	3,88	10,61	11,58	22,19	47,81
Golubovec, Hrv. Zagorje	3— 20	A_1	4,28	3,48	4,97	28,77	33,74	14,73
	35— 50	A_2B_1	4,70	3,62	13,75	17,84	31,59	43,52
	70—120	B_1	4,65	3,29	14,92	20,88	35,80	41,67

2. **Profil Mala Vas-Cerje (Pliješivica)** pokazuje gotovo podjednaku zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama, ali je sadržina baza kao i adsorpcijski kapacitet mnogo niži nego kod profila Peščenica, što upućuje na intenzivnije destruktivne procese (vidi tabelu 4.). Maksimalan intenzitet destruktivnih procesa i razaranje adsorpcijskog kompleksa tla pokazuju profili Nad Švarčom (kod Karlovca) i Movrače kod Dubravice u Hrvatskom Zagorju (profili 3 i 4). Adsorpcijski kapacitet za baze eluvijalnog horizonta ovih tala (izuzev Ao) iznosi oko 1,6—4,9 mgekv, a stupanj zasićenosti bazama (V) od 6,9—25,1%.

Evo morfoloških svojstava jednog od tih profila!

3. **Movrače kod Dubravice** (4). Ispod šume *Querceto-Castanetum*, mahovinskog faciesa, u kojoj su od podstojne vegetacije zastupani uz bukvu i kesten još obilno *Genista germanica, Luzula nemorosa, Calluna vulgaris* (na rubovima šume), pa mahovine *Polytrichum attenuatum, Cladonia sp., Leucobryum glaucum* i dr., razvija se jako podzolirano tlo, ovakvih endomorfoloških osobina:

A_1 podhorizonat jako humoznog, pjeskovito glinenog crnog tla ide do dubljine od 6 cm; prelazi dosta naglo u

A_2 sivo-žućkastu glinu, rahlu, praškaste, nestabilne strukturne grade. Seže do dubljine od 35 cm našto počinje

A_2B_1 prelazni podhorizonat eluvijalno-iluvijalni, teksture glinasto-ilovaste; u sivo žućkastoj pozadini zamjećuje se dosta rđastih mrlja i sitnih tamnih konkrecija humata. Od 75 cm dolazi

B_1 u kojemu humata biva sve više, a pojavljuju se i bijeli miceliji kremične kiseline, koja se ispire iz eluvijalnog horizonta i ovdje taloži.

Sedimenti silicijskog dioksida u eluvijalnom horizontu upućuju na raspadanje mineralne jezgre koloidnog kompleksa, a i slabo pjeskovit karakter gline A_1 podhorizonta svjedoči, da se u ovom sloju odigrava prilično jako razaranje adsorpcijskog kompleksa. Kapacitet tla za baze ovog podhorizonta dosta je velik, ali se to ima pripisati obilatosti organskih koloida u njemu. Već u podhorizontu A_2, koji oskudjeva organskom tvari, adsorpcijski kapacitet za baze pada na 16,74 mgekv; gotovo na jenakoj visini ostaje i u prelaznom horizontu A_2B_1. Sadržina baza u adsorpcijskom kompleksu eluvijalnog horizonta vanredno je niska, a najniža u A_2 (1,62 mgekv). Stupanj zasićenosti koloidnog kompleksa eluvijalnog horizonta bazama kreće se između 6,69—9,67%, što znači, da su baze gotovo potpuno potisnute po vodikovim ionima. Razmjerno dosta visok aktivni aciditet, i još viši supstitucijski aciditet, u skladu je s osta-

lim kemijskim osobinama ovoga tla. Podzolizacija se ovdje približava završnoj progresivnoj fazi.

Profili ostalih tala ispod šume *Querceto-Castanetum* pokazuju vidljive znakove intenzivne podzolizacije, ma da u njima ovaj proces nije postigao isti intenzitet kao u netom opisanom tlu. U ovim profilima zasićenost adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta bazama manja je od 33%, što opravdava njihovo svrstavanje među jako podzolirana tla.

D) OSVRT

Rezultati istraživanja jasno pokazuju, da se kod šuma *Querceto-Carpinetum* i *Querceto-Castanetum* radi o oštro diferenciranim tipovima odnosno podtipovima, kako u pedološkom tako i u ekološkom pogledu. Podrobnija istraživanja ostalih edafskih vegetacijskih faktora, koji imaju utjecaj na razvitak vegetacije, zaslužuju pažnju. Neki od tih faktora već se izučavaju u našem zavodu. Nuzgred napominjemo, da se nitrati u tipovima tla šume *Querceto-Castanetum* uopće ne pojavljuju ni u najmanjim količinama, da u tlima šume *Querceto-Carpinetum erythronietosum* ili ne dolaze ili se nalaze u neznatnim količinama, dok ih u tlima šume *Querceto-Carpinetum staphyletosum* ima redovito barem nešto, to više, što je kalcijski karbonat slabije ispran.

Vrijedno je dalje napomenuti, da pojavljivanje i iščezavanje pojedinih članica šumskih zadruga, jednako svojstvenih kao i pratilaca, stoji u najužoj vezi s njihovim morfološko-fiziološkim osobinama, kao i fiziografskim svojstvima i promjenama tla unutar njegova biološki aktivnog dijela.

U stadiju degradacije smeđih i žućkasto sivih karbonatnih tala dolazi do znatnih promjena u sastavu vegetacijskog pokrova saglasno s ekološkim osobinama vegetacije i fizikalno-kemijskim svojstvima pojedinih horizonata. U prvom stadiju acidifikacije ovih tala površinski horizonti postaju slabo kiseli, dok iluvijalni horizonat još dugo zadržava neutralnu, pa i slabo alkaličnu reakciju. Profil se dakle diferencira na katove, ekološki veoma različite. Alkalifilna vegetacija s kratkom korijenovom mrežom već u prvom stadiju okiseljavanja napušta teren, potiskivana bilo alkalifilnom i neutrofilnom vegetacijom s dugim korijenovim sistemom, bilo acidofilnom vegetacijom s kratkim korijenovim sistemom. U toj fazi razvitka tla odn. šume možemo naći na istom terenu pored alkalifilnih i acidofilne biljke.

U progresivnoj fazi razvitka podzolastih tala nailazimo često na analogne prilike. Površinski horizonat može biti vanredno okiseljen, tako da se u njemu mogu razvijati izrazito acidifilni elementi, dok je B-horizonat tek slabo acidan i još

pogodan za život neutrofilnih i slabo acidofilnih biljaka, s duljom korijenovom mrežom. O svim tim činjenicama treba voditi računa kod ocjenjivanja ekoloških uvjeta razvitka biljnih zadruga u različitim tipovima tla. One će nam objasniti i ev. odstupanja od zakonitosti, koje smo u našem radu konstatirali.

Istraživanja su pokazala, da jako podzolirana tla treba smatrati pedoklimaksom najvećeg dijela brežuljastog reljefa kontinentalne Hrvatske, pa je na mjestu, da se i ta činjenica pobliže osvijetli. Podzolizacija je opći pedogenetski proces gotovo na čitavom području kontinentalne Hrvatske. Intenzitet tog procesa, u prvom je redu klimatski uvjetovan, a kako je klima čitavog ovog područja izrazito humidna podzolizacija bi mogla biti veoma jaka. No neki pedogenetski faktori, u prvom redu matični supstrat, na znatnom dijelu Hrvatske uporno se odupiru podzolizaciji. Gdje god je matični supstrat izgrađen iz karbonatnih stijena ili sedimenata, podzolizacija je prilično suzbijena, pa se na njima razvijaju litogena karbonatna ili degradirana karbonatna, a rjeđe i podzolirana karbonatna tla.

Nasuprot tome na silikatnim sedimentima podzolizacija je svugdje u punom toku. Na najvećem dijelu silikatnih sedimenta odnosno stijena nalazimo danas umjereno podzolirana i jako podzolirana tla. Intenzitet podzolizacije funkcija je ne samo klimatskih prilika i kemijskih svojstava matičnog supstrata, već i vegetacijskog pokrova, te starosti podzologenetskih procesa. Što ti procesi traju dulje to je podzolizacija, uz jednake ostale uvjete, intenzivnija. Odlučan utjecaj ima i vegetacija. Pod šumom *Querceto-Carpinetum* podzolizacija je razmjerno dosta brza, zahvaljujući destruktivnom utjecaju trijeslovinskih kiselina, što se nalaze u korijenju hrasta, ali se pod šumom *Querceto-Castanetum* još pojačava, jer kesten također obilno proizvodi trijeslovine. Pojačanom nagomilavanju trijeslovinskih kiselina ima se pripisati intenzivnija acidifikacija, destrukcija mineralnog kompleksa i eluvijacija, a po tome i podzolizacija pod šumom *Querceto- Castanetum.*

Dokazano je da trijeslovinske kiseline ekstrahirane iz korijenja rastvaraju željezne spojeve tla veoma energično, pri čemu se tvore ferisoli trijeslovinskih kiselina. Njihovim utjecajem, navlastito pirogalne kiseline, dolazi do acidifikacije tla ispod pH 5,0, a time i do raspadanja alumosilikatnog kompleksa, do ispiranja željeza, aluminija i dr. baza, te izbjeljivanja površinskih horizonata tla. Pojava sivo zelenkastih mice-

lija na mjestima, kojima je prolazilo korijenje hrasta i kestena, najbolje ilustrira snažan učinak trijeslovina na mobilizaciju željeza.

Napokon treba naglasiti, da uporedo s intenzitetom podzolizacije pada efektivna, a i potencijalna plodnost tla. Tla pod šumom *Querceto-Castanetum* redovito su manje plodna od tala *Querceto-Carpinetum*. Ipak nije vjerojatno, da bi upravo biogeni faktori imali presudan utjecaj na pojavljivanje ovih šuma. I jedna i druga šuma trebaju za optimalan razvitak dovoljno fiziološki aktivnih hraniva. Kada se fizikalna, kemijska i biološka svojstva ovih tala toliko pogoršaju uslijed podzologenetskih procesa, da šumska vegetacija ne nalazi više dovoljno hrane i prostora za svoj razvitak, onda ona napušta teren i prepušta ga drugoj vegetaciji, koja se zadovoljava s oskudnijim uvjetima života. Još prije nego što napusti teren pojavljuje se drveće skromnije nego što su hrast i kesten. Hrast i grab ubrajaju se obično među kulture, koje čine velike zahtjeve na mineralna hraniva. Među lisnato drveće skromno obzirom na mineralna hraniva pripada breza, pa jalša bijela i crna (Němec A.). Breza dobro raste i na tlima pjeskovitim, oskudnim hranivima, a kiselu reakciju bolje podnosi nego mnogo drugo drveće. Dobro raste na vlažnim tlima. Sva je prilika, da degeneriranu šumu hrasta i kestena zamjenjuje šuma breze i drugih skromnijih kultura, koje vole vlažna staništa. Jako podzolirana tla na glinastim i glinasto-ilovastim stratima često prelaze u podzolasto-močvarna ili močvarna tla. uslijed tvorbe nepropusnog sloja u AB ili B-horizontu, na kojemu stagnira voda.

E) ZAKLJUČAK

1. Tla subasoscijacije *Querceto-Carpinetum croaticum erythronietosum* pripadaju skupini umjereno podzoliranih tipova, kojih stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta bazama (V) koleba između 35—60%. S daljim porastom intenziteta podzolizacije ova je subasocijacija potiskivana. Na jako podzoliranim tlima nikada se ne pojavljuje, pa otuda zaključujemo, da se na umjereno podzoliranim tlima nalazi finalna faza asocijacije *Querceto-Carpinetum croaticum*.

2. Tla druge subasocijacije *Querceto-Carpinetum caricetosum pilosae* pripadaju skupini slabo podzoliranih tipova, kojih stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta iznosi preko 60%. U razvoju šume *Querceto-Carpinetum croaticum* ova tla predstavljaju intermedijarni stadij.

3. Treća subasocijacija *Querceto-Carpinetum staphyletosum* naseljuje uglavnom smeđa i žućkasto siva, eluvirana karbonatna tla, koja sadrže kalcijski ili magnezijski karbonat bilo u kojem svojem horizontu. Tendencija podzolizacije opaža se i u ovim tlima, ali je ona suzbijena bazama, kojih ima u obilju u AC i C horizontu. Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta varira između 64—90%. Barem u jednom horizontu V iznosi i do 100%.

4. Nakon ispiranja karbonata iz tla šume *Querceto-Carpinetum staphyletosum* otpočinje acidifikacija eluvijalnog horizonta, pa se uskoro pojavljuju i acidifilni elementi. S vremenom ovu subasocijaciju zamjenjuje najprije subasocijacija *Querceto-Carpinetum caricetosum pilosae,* a kasnije kada se podzolizacija pojača, pojavljuje se šuma *Querceto-Carpinetum erythronietosum.*

5. Na nekarbonatnim, diluvijalnim, levantinskim i dr. sedimentima inicijalni stadij razvitka šume *Querceto-Carpinetum croaticum* počinje na slabo podzoliranim tlima, vjerojatno sa subasocijacijom *Q.-C. caricetosum pilosae.* Danas se ova podzolasta tla nalaze ponajvećma već u poodmaklom progresivnom stadiju razvitka.

6. Zadruga šuma *Querceto-Castanetum croaticum* naseljuje u Hrvatskoj uglavnom jako podzolirana tla, kojih zasićenost adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta (V) iznosi manje od 35%. Inicijalni stadij razvitka ove zadruge nalazi se na umjereno podzoliranim tlima, na kojima šuma *Querceto-Carpinetum croaticum* dolazi u finalnom stadiju.

7. Jako podzolirana tla predstavljaju posljednji stadij u razvitku podzolastih tipova. Na čitavom području kontinentalne Hrvatske postoji tendencija podzolizacije, ali na različitim mjestima nalazimo različite faze toga procesa, saglasno s promjenama intenziteta i kvaliteta aktivnih i pasivnih pedogenetskih faktora. Razvoj podzolastih tala Hrvatske ide u smjeru formacije izrazito podzoliranog tipa. Prema tome jako podzolirana tla treba smatrati pedoklimaksom najvećeg dijela brežuljastog reljefa kontinentalne Hrvatske.

8. Od ekoloških faktora, koji postavljaju granice razvitku izučavanih šumskih zadruga, bez sumnje veliko značenje imaju: reakcija, zasićenost adsorpcijskog kompleksa bazama i koncentracija tekuće faze tla, a hraniva napose. Ovima se jamačno pridružuju još i drugi faktori, čije će izučavanje biti predmet daljih studija.

9. *Carpinus betulus* raste dobro u razmjerno dosta širokom rasponu reakcije tla, naime između pH 5,00 i 7,1.

10. *Quercus sessiliflora* ide u red dosta plastičnih kultura obzirom na reakciju. Dobar razvitak konstatiran je u širokom rasponu aciditeta od pH 4,0 do 6,0, ali se dobro razvija i na neutralnim te slabo alkaličnim tlima.

11. *Castanea sativa* pripada vjerojatno među acidofilne kulture i to stenoacidne, budući se optimum njezina razvitka kreće u razmjerno uskim granicama koncentracije vodikovih iona. U istraživanim tlima asocijacije *Querceto- Castanetum croaticum* kolebao je pH izvatka u vodi između 4,0 i 5,9, a nikada nije prešao pH 6,0.

12. Podrobnija istraživanja svih edafskih faktora izučavanih zadruga i subasocijacija zaslužuje pažnju. Tako istraživanja, koja su u našem zavodu u toku, pokzuju, da nitrati u tipovima tla šume *Querceto-Castanetum croaticum* uopće ne dolaze, u tlima šume *Querceto-Carpinetum erythronitosum* ili ne dolaze ili se nalaze u veoma malim količinama, dok u tlima šume *Q.-C. staphyletosum* dolaze redovito, to više, što je kalcijski karbonat slabije ispran.

13. U stadiju degradacije smeđih i žućkasto sivih karbonatnih tala dolazi do znatnih promjena u sastavu vegetacijskog pokrova u skladu s ekološkim osobinama vegetacije i promjenama fizikalno-kemijskih svojstava pojedinih horizonata. U prvom stadiju acidifikacije površinski horizonti postaju slabo kiseli, dok eluvijalni horizonat dugo zadržava neutralnu ili slabo alkaličnu reakciju. Profil se tako diferencira na katove, ekološki veoma različite. Alkalifilna vegetacija s kratkom korijenovom mrežom već u prvom stadiju okiseljavanja napušta teren, potiskivana bilo alkalifilnom i neutrofilnom vegetacijom s duljom korijenovom mrežom, bilo acidofilnom vegetacijom s kratkom korijenovom mrežom. U tom stadiju razvitka tla možemo naći na istom terenu pored alkalifilnih i acidofilne biljke. U progresivnom stadiju razvitka podzolastih tala nailazimo često na analogne prilike.

LITERATURA:

1. Braun-Blanquet J.: La Chénaie d'Yeuse méditerranéenne. Montpellier, 1936.
2. Horvat I.: Biljnosocijološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, sv. 6. Zagreb, 1938.
3. Horvat I.: Šumske zadruge Jugoslavije. Šumarski priručnik I. Zagreb, 1946.
4. Gračanin M.-Verlić J.: Prilog poznavanju adsorpcijskog kompleksa hrvatskih podzolatsih tala. Rad Hrvatske Akademije Znanosti i Umjetnosti, knj. 271. Zagreb, 1941.
5. Gračanin M.: Tipovi tla Hrvatskog Zagorja. Poljodjelska Znanstvena Smotra 1942.
6. Němec A.: Typy lesních půd. Praha 1943.
7. Thatcher R. W.: The Chemistry of Plant Life. New York 1921.
8. Uise L. E.: Wood chemistry, New York 1946.

SUMMARY

In the works of our botanists, in the first line of I. Horvat, the Croatian forests are dealt with from the phytocenologic point of view. After this, the necessity arose to enlarge these studies with pedological investigations. The aim was to contribute to the knowledge of forest associations ecology, of the laws of their natural development and of their genetical connection.

In this paper, the soils of forest association *Querceto-Carpinetum croaticum* and *Querceto-Castanetum croaticum* are dealt with. The former forms (according to Horvat) vegetative climax of the lowermost zone in the continental part of Croatia, the latter a permanent stage (paraclimax).

On the basis of investigatiois shown in this paper the following general conclusions may be drawn:

1. The soils of *Querceto-Carpinetum croaticum erythronietosum* subassociation belong to the group of moderate podzolic types, the degree of adsorbing complex base-saturation in eluvial horizont (V) varies from 35 to 60%. With a furthr growth of the podzolisation intensity this subassociation is suppressed. On the intensely podzolic soils it never occurs and thus the conclusion has been drawn that the association *Querceto-Carpinetum croaticum* had found its final phase on the moderatly podzolised soils.

2. The soils of the second subassociation *Querceto-Carpinetum Caricetosum pilosae* belong to the group of slightly podzolised types the degree od adsorbing complex saturation being greater then 60%. In the development of *Querceto-Carpinetum croaticum* forest these soils represent an intermediate stage.

3. The third subassociation *Querceto-Carpinetum staphyletosum* develops on the brown and yellowish-grey eluviated carbonate soils, containing carbonate of calcium or magnesium in whatever horizon. In these soils tendency of podzolisation has been observed too, but it is suppressed by bases, those being in abundance in AC and C-horizon. The degree of adsorbing complex saturation of eluvial horizon varies from 64 to 90%. In one horizon at least, the V-value attains 100%.

4. After carbonate being washed off from *Querceto-Carpinetum staphyletosum* soils the acidification of eluvial horizon begins, and soon acidofil elements appear. Step by step this subassociation is replaced first by *Querceto-Carpinetum caricetosum pilosae* and latter, with increasing podzolisation by *Querceto-Carpinetum erythronietosum.*

5. On not-carbonate diluvial, levants and other sedimnets the initial stage of *Querceto-Carpinetum croaticum* forest begins on slightly podzolised soils, probably with *Querceto-Carpinetum Caricetosum pilosae* subassociation. All these podzolic soils are to-day for the most part in a rather distant, progressive degree of development.

6. The *Querceto-Castanetum croaticum association* develops in Croatia mainly on intensely podzolised soils, the adsorbing complx saturation of their eluvial horizon (V) being less then 35%. The initial phase of this association development occurs on moderatly podzolised soils, on which *Querceto-Carpinetum croaticum* forest are to be found in their final stage.

7. The intensely podzolisated soils represent the final phase in the development of podzolic types. In the whole region of the continental Croatia a tendency of podzolisation exists, but on different places, various phases of podzolisations are to be found, in accordance with the changes of the intensity and quality of active and passive pedogenic factors. The development of Croatian podzolic soils goes in the direction of typical podzolised type formations.

8. Among the ecological factors which limit the development of the forest associations investigated, a great significance have doubtless: reaction, adsorbing complex saturation, concentration of liquid soil phase, and nutrition expecially. To these factors join probably others, the studying of which will be the aim of further investigations.

9. *Carpinus betulus* grows well in a comparatively wide amplitude of soil reaction, namely between pH 5,00 and 7,0.

10. *Quercus sessiliflora* represents a culture having with regard to reaction a rather large amplitude. It grows well, as it is stated, in a wide acidity interval from pH 4,0 to 6,5, but it develops well on neutral aid slightly alkalic soils, too.

11. *Castanea sativa* belongs probably to the acidofile plants optimum of its development being in comparatively small interval of hydrogen-ions concentration which indicates its stenoacidity. In the investigated soils *Querceto-Castaietum croaticum* associations the pH of water extraction varied from 4,0 to 5,9, and it never passes over pH 6,0,

12. Attention must be paid to detailed investigations of all edafic soil factors of associations and subassociations dealt with. Thus investigations which are at work in our institute show that nitrates in the soil types of *Querceto-Castanetum croaticum* forests are not to be found at all, in the soils *Querceto-Carpinetum erythronietosum* they do not appear or they

are to be found in very small quantity, whereas in soils of *Q.-C. staphyletosum* they occur as a rule, and this the more, the weaker the calcium carbonate is washed off.

13. In the phase of brown and yellowish-grey carbonate soil degradation it comes to considerable changes in the vegetation composition in accordance with ecologic properties of vegetation and with changes of physico-chemical properties of every particular horizon. In the first place of acidification the surface horizons become slightly acid, whilst the illuvial horizon preservs for a long time neutral or slightly alkalic reaction. Thus the profil is differentiated in floors, very different from the ecologic point of view. The alkalofile vegetation, with a short root system, abandons the terrain already in the first phase of acidification, being surpressed by alkalofile or neutrofile vegetation with a longer, or by acidofile one with a short root system.

In this stage of soil development it is possible to find side by side alkalofile and acidofile plants. In the progressive phase of podzolic soils development analogous conditions are often to be found.

Prof. dr. M. Anić:

O uzgoju sadnica kanadske topole iz reznica

About growing of cottonwood plants by cuttings

SADRŽAJ (CONTENTS)

UVOD

U stručnoj literaturi novijeg vremena pridaje se sve veća pažnja uzgoju brzorastućih topola. Razlozi su tome višestruki. U prvom redu nastoje se uzgojem topola u što kraće vrijeme ostvariti velike drvne mase potrebne u građevinarstvu, raznim industrijskim granama i kućanstvu. Topolovina se sve više potražuje u industriji celuloze, furnira, šper-ploča, panel-ploča, žigica, sanduka, drvne vune, drvnog vlakna, igrački i sl. Kultivirane topole mogu da u razmjerno kratko vrijeme donesu znatnu korist u mnogim nizinskim predjelima, gdje su izvršene naglije sječe ili gdje je teren obrastao grmljem i malovrijednim drvećem. Krčenjem na relativno šumskom tlu smanjuje se sve više u nizinskim krajevima površina šuma. Zbog toga se nastoje podmiriti potrebe na drvu intenzivnijim uzgojem na preostalim šumskim površinama. U tome pravcu poduzima se sve opsežnije uzgajanje brzorastućeg drveća, a među tima u prvom redu uzgajanje topola.

Kako je uzgoj kanadske topole i u našim nizinskim krajevima od velike šumsko-gospodarske važnosti, to se u Šumskom vrtu Zavoda za uzgajanje šuma na Poljoprivrednošumarskom fakultetu u Zagrebu vrše već nekoliko zadnjih godina pokusi i opažanja o što racionalnijem uzgoju sadnica te topole. Ovdje su izneseni rezultati pokusa vršenih od 1940. do 1942., te 1946. i 1947. god.

Šumski vrt nalazi se u Maksimiru, na istočnoj periferiji Zagreba, na visini od 120 m, u ravnici. Tlo mu čini teška ilovača s malo pjeskovitih čestica i vapna. Podzemna je voda zimi visoka, a ljeti padne nekoliko metara duboko. Prema tome odnošaji s obzirom na kvalitetu tla, kao i vlagu za vrijeme ljeta, od prirode nisu za topole povoljni, te se u tome pravcu moraju umjetnim putem popravljati. Klimatski podaci za Zagreb kao i važnije značajke o tome za Šumski vrt navedeni su na str. 20. ovog Glasnika.

Osobitu hvalu dugujemo g. Prof. Dr. A. Petračiću na sveopćoj pomoći kod izvedbe ovih pokusa. Isto tako dugujemo hvalu i našim suradnicima: bivšem nadziratelju Šumskog vrta J. Mažuranu i njegovom nasljedniku A. Samaržiji na pomoći kod uzgoja biljaka, a sveuč. asistentu Ing. B. Zlatariću na pomoći kod izrade tabela.

OPĆENITO O UZGOJU TOPOLA

U Evropi se uzgaja velik broj topola. Od njih je domaćih vrsta tek nekoliko (Populus nigra, P. alba, P. tremula i P. canescens). Ostalo su strane vrste i forme ili bastardi između stranih i domaćih topola. Od stranih unosilo se u Evropu kroz

gotovo punih 200 prošlih godina mnogo sjeverno-američkih topola. U Evropi su te topole križane — bilo spontano ili umjetno — s domaćim topolama. Nastali su tako mnogobrojni križanci, od kojih je više pokazalo velike prednosti s obzirom na brzo prirašćivanje, odnosno veliku produkciju drvne mase. Naročito to važi za križance nastale od američkih i evropskih crnih topola, odnosno od njihovih forma i križanaca. Mogućnost križanja spomenutih topola vrlo je velika, jer jedne i druge imaju prostran areal, te mnogo forma i rasa.

Brzo prirašćivanje topolovih križanaca bilo je povodom da se pronalazio i širio sve veći broj bastardnih forma. U vezi s time nastali su i mnogobrojni nazivi. Radi raznoličnog nazivlja, kao i radi sličnosti između nekih gospodarski važnih topola, snalaženje u pogledu poznavanja mnogih kultiviranih topola postalo je znatno otešćano i komplicirano. Naročito kod američkih crnih topola postoje velike razlike u nomenklaturi. Tako su Sargent, Rehder i C. Schneider prihvatili za američku crnu topolu: Populus deltoides Marsh. naziv »P. balsamifera L.«, ma da ona uopće ne pripada grupi balzamastih topola (14). Isto tako mnogi nazivlju američke crne topole i njihove križance s evropskom crnom topolom skupnim imenom: »Populus canadensis Moench.«, »kanadska topola«. Međutim, domovina američkih crnih topola nije samo Kanada nego i veliki dio U.S.A. Radi toga se u novijoj literaturi napušta naziv za te topole »P. canadensis« i daje se prednost nazivu »Populus deltoides Marsch.« U stvari radi se tu o vrsti koja ima nekoliko važnih i dosta rasprostranjenih odlika. P. deltoides Marsch. unutar svoje tri odlike: P. d. var. monilifera Henry, P. d. var. missouriensis Henry i P. d. var. occidentalis Wett. obuhvata — prema Houtzagersu (21) — oko 14 sjeverno-američkih topola. Takvom razdiobom dobila se bolja mogućnost snalaženja u pogledu poznavanja tih topola.

Križanjem P. nigra sa P. deltoides var. monilifera nastali su u Evropi mnogi križanci, koji se također nazivlju skupnim imenom »kanadska topola«. Takvi su na pr.: P. serotina, P. regenerata, P. marilandica, P. Eugenei i dr. Prve tri pripadaju među najvažnije topole nizinskih predjela, pa su i za nas od velikog značenja. Prema tome »kanadska« topola koja se kod nas uzgaja križanac je između evropske crne topole i P. deltoides var. monilifera (13, 21). Topola koju uzgajamo u Šumskom vrtu, te o kojoj ovdje govorimo, pripada skupini »kanadske topole«. Radi jednostavnosti zovemo je i ovdje »kanadska topola«.

Kultivirane topole, a među njima i kanadska, uspijevaju na lakom, svježem do umjereno vlažnom, hranljivom i prozrač-

nom tlu. One se uzgajaju uglavnom u području nizinskih odnosno poplavnih šuma, a najbolje im odgovara teren gdje podzemna voda za ljetnih suša nije plića od 60—80 cm (21). Prema tome odveć mokro nizinsko tlo nije prikladno za uzgoj kanadske topole. Isto tako ni nižinsko, odnosno ravno tlo koje je ljeti odveć suho nije često podesno za tu topolu. U fakultetskoj šumi Dubravi kod Šašinovca (20 km istočno od Zagreba) pokušali smo uzgajati kanadsku topolu na jednom zimi i proljeću vlažnom, a ljeti suhom terenu. Tlo je toliko mokro i kiselo da nije sposobno za uzgoj bagrema, koji inače na susjednom, nešto ocjeditijem terenu odlično raste. Pokušaji s kanadskom topolom nisu uspjeli, a razlog je prevelika kiselost tla i — još više — odveć suho tlo za vrijeme ljetnih mjeseci.

Kultivirane topole uslijed brzog prirašćivanja znatno iscrpljuju tlo. Radi toga preporuča se u najnovijoj literaturi (21) uzgajati topole na taj način da se već kod osnivanja sastojina sade glavne topole u razmacima od 5—9 m, a između njih da se sade primiješano vrste kao što su: topole nižeg rasta, bijela vrba, crna joha, jasen i sl. Primiješane vrste imaju da štite tlo i čiste glavne topole od grana. Jednolične regularne topolove sastojine pokazale su se kao nepovoljne, jer su u mladosti gustih i stiješnjenih krošanja, a kasnije, kada se prorijede, slabo štite tlo.

Kultivirane topole vrlo su korisne ne samo kao šumske sastojine nego i za uzgoj u nasadima, te u drvoredima duž cesta i željeznica, uz rijeke, potoke i jezera, uz prosjeke i rubove šuma, a naročito uz poljske kulture kao poljozaštitni pojasevi. Od kolike su koristi takve topole uz poljoprivredne posjede, dobro se to vidi i u području sela Šašinovca, nedaleko Zagreba.

Šumsko-gospodarska važnost kultiviranih topola vrlo je velika. Radi toga se stručna literatura dosta bavi ispitivanjem njihovih najboljih uzgojnih metoda. Glavni rad na tome polju odnosi se na pronalaženje prikladnih topola i njihovo razmnažanje. Nema topole koja bi odgovarala svakoj klimi i tlu. Treba uzgojem, odnosno križanjem i cijepljenjem, te izborom pronaći topole koje će pojedinom kraju najbolje odgovarati i s obzirom na klimu i s obzirom na otpornost na razne bolesti, a koje će dobro prirašćivati. Takve topole treba, dakle, pronaći i dalje ih vegetativno razmnažati.

Veliko polje rada leži u tome pogledu na proučavanju prikladnih forma i bastarda. Tako je Centralni naučni institut za šumarska istraživanja u Leningradu pod vodstvom Prof. V. N. Sukačeva križanjem uzgojio u laboratoriju veći broj elitnih topola, koje se odlikuju i brzim rastom i trajnošću, a usto se lako razmnažaju reznicama (P. canadensis × P. balsamifera, P. canadensis × P. suaveolens, P. canadensis × P.

nigra, P. nigra × P. balsamifera, P. nigra × P. tristis, P. balsamifera × P. canadensis) (4, 1940.). Cijepljenjem reznica topola dugačke vegetacijske periode na reznice topola kratke vegetacijske periode ondje su pronađene nove topole kraće vegetacijske periode, koje su dobrih tehničkih svojstava i otporne na zimu (P. balsamifera na P. suaveolens, P. Simonii na P. suaveolens) (13, 21). U SSSR-u pronađen je i novi način vegetativnog razmnažanja topola kojih se reznice slabo zakorjenjuju. Prema Bogdanovu (1934.) postizava se to cijepljenjem reznica takvih topola na reznice topola koje se dobro zakorjenjuju (na pr. P. nigra na P. suaveolens).

O RAZMNAŽANJU TOPOLA REZNICAMA

Naše domaće kao i kod nas kultivirane topole odlično se razmnažaju vegetativnim putem. Trepetljika, bijela i siva topola, a tako i evropska crna topola razmnažaju se dobro izrescima iz žilja, izdancima iz žilja (korjenjacima), a i sjemenom. Crne i balzamaste topole — u ekonomskom pogledu najvažnije topole — najuspješnije se razmnažaju reznicama. Međutim, kod toga treba imati u vidu da i najbolja topola ne će — s obzirom na uzrast i otpornost — dati željeni uspjeh, ako se valjano ne provede njena sadnja i drugi radovi koji su u bližoj vezi s time. Greške koje se čine već u vezi sa osnivanjem takvih topolika, zapravo već kod uzgoja biljaka iz reznica, često su od osnovnog utjecaja na daljni razvitak. Prema tome potreban je ovdje poseban oprez.

Razmnažanje reznicama ima veliku praktičnu prednost, jer je ono jednostavno i brzo. Osim toga njime se najbolje očuvaju i prenose na potomstvo svojstva materinjeg drveta. Njime je isključeno bastardiranje. Ono je kod topola napose od važnosti, jer su one dvodomno drveće, od kojeg osim toga u mnogo slučajeva postoje samo muška ili samo ženska stabla (na pr. ženskih jablana vrlo je malo). Ono omogućuje širenje forma koje ne daju sjemena. Njime je moguće pomladivanje i tamo gdje obnova sjemenom ne može uspjeti radi jakog korova.

Često se ističe u stručnoj literaturi, kao loša strana takvog razmnažanja, da unutar iste vrste ili forme dolazi razmjerno brzo do degeneracije. Međutim, za tu tvrdnju nema dovoljno dokaza. Ako je potomstvo slabije od matičnog drveta, uzrok tome može biti i u degradaciji tla, infekcionim bolestima i sl. Kod razmnažanja topola reznicama od važnosti je činjenica da su im potomci kratkotrajnijeg života, jer im je korijenje lošije i slabije nego kod potomaka nastalih iz sjemena (2, 18, 23).

Razmnažanje reznicama sastoji se u biti u tome što nova biljka nastaje iz dijela izbojka, i to tako da iz njegove naj-

gornje, nadzemne, česti potjeraju izbojci i lišće, a iz donje, podzemne, česti žilje.

Kad je riječ o nastajanju topolove biljke iz reznice, moramo imati u vidu da na reznici mogu doći do izražaja sve 3 vrste pupova: obični, uspavani i prigodni.

Obični i uspavani pupovi nastaju uvijek u pazušcu lisnih organa. Oni su posve ovisni o položaju lista. Kod topola oni su smješteni naizmjenično, spiralno. Iz njih nastaju izbojci, odnosno stabljike. Takvi su izbojci čvrsto povezani s centralnom drvnom česti.

Obični su pupovi (terminalni i aksilarni) normalno izgrađeni, dobro ispunjeni i otvaraju se početkom naredne vegetacijske periode. Uspavani (proventivni ili rezervni) pupovi također su uglavnom normalno formirani, ali nisu potpuno dorasli. Oni su kraći, tanji i čvršće prilegli uz koru nego obični pupovi. Ostaju zatvoreni na površini rezniče ili izbojka, ma da izbojak raste u debljinu. Imaju svojstvo da se na svojoj bazi za toliko produžuju koliko je potrebno radi debljinskog rasta izbojka. Oni mogu i da — djelomično ili posve — urastu u drvo. Razvijaju se u izbojke povodom izvanjskih ozljeda ili povodom naglog pristupa svijetla (22).

Obični aksilarni i vanjski uspavani pupovi poredani su na reznici kanadske topole u spirali tako da se prvi podudara sa šestim, a drugi sa sedmim pupom. Dotle oni zatvaraju po 2 zavoja. Prema tome oni čine tzv. $^2/_5$-smještaj (u oba zavoja u projekciji otpada na razmak pupova $^1/_5$, a u svakom zavoju $^2/_5$ opsega kruga).

Kod stvaranja žilja na reznici dolaze do izražaja prigodni ili adventivni pupovi. Oni se znatno razlikuju od običnih i uspavanih pupova. Nastaju bez ikakve pravilnosti s obzirom na smještaj listova. Nastaju između drva i kore, te nemaju čvršće veze sa centralnom drvnom česti. Zato se izbojci iz takvih pupova, osobito ako su odveć bujni, mogu lako da odlupe od stabljike.

Kad se reznica posadi u zemlju, dolazi do gibanja vode i rezervnih tvari. Prenos hranljivih tvari vrši se u njoj likom (11). U vanjskom dijelu reznice time se pokreću u rad obični i — ako njih nema — uspavani pupovi. Time se ujedno izazivlje množenje stanica u blizini rana, tj. gornjeg i donjeg presjeka reznice. Dolazi tako do zarašćivanja rane. Na presjeku najprije zarašćuje dio između kore i drva. Na obraslini presjeka stvaraju se u nepravilnim razmacima adventivni pupovi, iz kojih izbijaju i to na podzemnom dijelu žilice, a na nadzemnom dijelu izbojci. Žilice tjeraju i inače duž reznice, također iz adventivnih pupova.

O KVALITETI I SADNJI REZNICA KANADSKE TOPOLE

Već je naglašeno da kod razmnažanja reznica kanadske topole treba postupati uz poseban oprez. Budući da u pogledu vanjskog izgleda reznicâ, kao i njihove sadnje postoje često različiti podaci i mišljenja, osvrnut ćemo se ukratko na najvažnije iz tog područja u literaturi, te ujedno iznijeti rezultate vlastitih opažanja. Osvrnut ćemo se kod toga na kvalitetu izbojaka, od kojih se odrezuju reznice, na vrijeme sječe izbojaka i izrezivanja reznica, kao i na postupak s reznicama do sadnje, zatim na vrijeme i mjesto sadnje. Opsežnije ćemo se osvrnuti na oblik reznice, tj. gornji i donji prerez, smještaj rubnih i ostalih pupova, dužinu i debljinu reznice, kao i na način sadnje (napose s obzirom na dubinu sadnje).

1. Kvaliteta izbojaka iz kojih se izrezuju reznice

U starijoj literaturi u pogledu izbojaka iz kojih se dobivaju reznice postoje različita mišljenja. Prema Burckhardtu (Säen und Pflanzen, Trier, 1893., s. 505.) reznice se, općenito uzeto, dobivaju iz 2-godišnjih ili 3-godišnjih izbojaka. Prema Hammu (Ausschlagwald, 1895.) za tu svrhu najbolje odgovaraju 2-godišnji izbojci, jer se 1-godišnji lako isušuju, a stariji sporo rastu. Prema Hayer-Hessu (Der Waldbau, 1906.) i Bühleru (1922.) reznice se izrezuju na 1—2-godišnjim, a prema Gayeru (Der Waldbau, 1896.) i Mayru (Der Waldbau, 1909.) na 1—3-godišnjim izbojcima. I prema Piccioli-u (1923.) najbolji su za tu svrhu 1—2-godišnji izbojci.

U novijoj literaturi preporuča se dobivanje reznica kultiviranih topola i vrba iz 1-godišnjih mladica. Prema Španiviću (1932.) najbolji su za ovu svrhu kod kanadske topole 1-godišnji jači izbojci, a dolaze u obzir i 2-godišnji i 3-godišnji dijelovi izbojaka. Prema J. Morozovu (1936.) najbolje su reznice iz najmladih dijelova izbojaka, a prema Toumey i Korstianu (1942.) iz 1—2-godišnjih izbojaka. Prema Hoffmannu (1936.), Wettsteinu (1943.), Svobodi (1946.) i Biolčevu (1947.) najbolje reznice kanadske topole daju dobro razvijeni 1-godišnji izbojci. Dolaze za to u obzir samo vršni izbojci bujnih i mladih topola, koje su otporne na studen i bolesti. Prema Vincentu (1946.) u praksi se pokazalo da dobre reznice daju samo topole mlade od 12 godina. Reznice koje potječu od starih topola slabo se zakorjenjuju (reznice od 100-godišnjih jablana s 1,5%).

Hoffmann (1938.) preporuča da se reznice kanadske topole izrezuju samo iz glavnih vršnih i tek iz najboljih od sporednih vršnih izbojaka. On je dokazao da ta okolnost ima velikog utjecaja na razvitak biljaka iz reznica. Najbolje rezultate daju reznice od glavnih izbojaka i izbojaka iz prvog ste-

pena razgranjenja. Izbojci nastali iz reznica koje potječu iz drugostepenog i daljneg razgranjenja sve su lošiji. Prema Biolčevu (1947.) postrani su izbojci tim neprikladniji za reznice što su više otklonjeni od vertikalne osi.

I naši su pokusi pokazali da je materijalu iz kojeg se dobivaju reznice kanadske topole potrebno pridati što veću pažnju, jer je to jedan od prvih i važnih uslova valjanog uzgoja te topole. Primijećeno je da se i uz najpažljiviji postupak kod sadnje i daljneg uzgoja dobiju često biljke od manje vrijednosti, kao i da se uzrok tome ima tražiti baš u porijeklu reznica. Iz naših pokusa pokazalo se, također, da za reznice kanadske topole dolaze u obzir samo 1-godišnji izbojci. Reznice iz 2-godišnjih izbojaka slabije se zakorjenjuju, mnogo sporije zarašćuju rezne plohe i u većem procentu ne potjeraju.

Reznice su najbolje iz dobro razvijenih vršnih izbojaka mladog ili mladeg drveta, koje se nalazi u stanju snažnog rasta. U svrhu dobivanja reznica najumjesnije je imati vlastiti matičnjak. U našem vrtu matičnjak je osnovan u razmacima biljaka i redova 60 × 60 cm. Podiže se obično tako da se vršni izbojci ili reznice posade proljeću u rigolano i dobro pognojeno tlo. Koncem prve godine prikrate se biljke razom zemlje. U drugoj godini potjeraju one do 2 m dugačke izbojke, koji su odličan materijal za reznice (13, 23). Tlo u matičnjaku treba rahliti, plijeviti i gnojiti. U literaturi se ističe da vapnena i fosforna gnojiva daju jedrije, a dušična gnojiva duže i mekše, odnosno slabije odrvenjele izbojke. Glavne izbojke treba čistiti od donjih grana i sporednih izbojaka. Time se diže kvaliteta glavnih izbojaka. Matičnjak traje oko 5, a najviše do kojih 8 godina. Ovisi to o kvaliteti tla. Poslije toga potrebno ga je obnoviti.

Matičnjak kanadske topole nalazio se do sada u Šumskom vrtu u jarku, koji je oko 50 cm dubok, a služi za odvodnju. Pokazalo se lošim prilikom sječe ostavljati u matičnjaku oveće pridanke pojedinih izbojaka. Time se dobivaju veliki i glavoliki panjevi, u koje lako zalaze štetni kukci (Sesia apiformis, Saperda carcharias i dr.), pa to dovodi do degeneracije. Bolje je svaki put presjeći čitav panj razom zemlje, kao što smo to učinili početkom 1947. g. Dobilo se tako mnogo bujnih izbojaka. Stariji matičnjaci uopće nisu prikladni, jer su ih panjevi bolesni i slabije izbojne snage, a osim toga tlo im je iscrpljeno.

2. Vrijeme sječe izbojaka za reznice i izrezivanja reznica, te postupak s njima do sadnje

Izbojke za reznice treba posjeći za vrijeme punog mirovanja sokova, tj. u toku zime pa do početka tjeranja. Prema Toumey-u i Korstianu (1942.) oni se posijeku u kasnu

jesen ili ranu zimu, prije nego počnu jače studeni. Treba ih čuvati od isušenja i prejake studeni. Čuvaju se utrapljeni u zemlju i pokriti slamom na zasjenjenom i zaštićenom mjestu.

Kod naših pokusa izbojke smo većinom posjekli proljeću prije početka tjeranja pupova, utrapili u natkritoj i dijelom zatvorenoj prostoriji, te ondje pokrili naslagom kukuruzovine i slame. I za panjeve je povoljnije da se izbojci posijeku kada mine najveća zima.

Najbolje je izbojke posjeći i reznice izrezati neposredno pred sadnju, kao što je to u našem slučaju većinom i rađeno. Reznice iz izbojaka potjeralih pupova slabije se zakorjenjuju i obično u većem broju uginu. Potjerali pupovi obično se brzo isuše, a i lako otrgnu.

Izbojci se posijeku oštrom sjekirom ili kosirom, a reznice odrežu vrtlarskim škarama ili nožem. Pri tome treba paziti da se ne ošteti kora. Panjeve u matičnjaku potrebno je zaravnati oštrom sjekirom ili kosirom.

Kad se u slučaju otpreme ili drugog kojeg razloga moraju reznice ranije pripremiti, treba s njima oprezno postupati. Njih se po 50—100 sveže u svežnjić. Pri tome se pazi da isti krajevi budu na istoj strani. Svježnjići se spremaju u umjereno hladne, obično podrumske prostorije. Stavljaju se u čisti grubi pijesak. Prema podacima u literaturi svežnjiće treba pri tome ili obratno osoviti, tj. gornje krajeve dolje, a donje gore (2), ili ih polegnute, ali tako da se ne dodiruju, uslojiti u pijesak (3). Svežnjiće treba čuvati od isušenja i preranog tjeranja. Rano tjeranje sprečava se spremanjem u hladniju i tamniju prostoriju.

U literaturi se češće preporuča da se gornja rezna ploha reznice premaže voskom za cijepljenje. Tako se reznica zaštićuje od isušenja i infekcije, a time se ujedno isključuje mogućnost zabune kod sadnje. Da bi se izbjegla takva zabuna, preporuča se gornje dijelove reznica zamočiti u vapneno mlijeko. Prema Vincentu (1946.) premazivanje gornje rezne plohe voskom ne zaslužuje toliku pozornost koliko se to u praksi ističe, jer voštani sloj sprečava transpiraciju, a u stvari slabo štiti ranu od vlage i truljenja.

Kod sadnje na veliko lako se dogodi da radnik zasadi reznicu naopako. I takva će reznica potjerati, kao što su to pokazali naši pokusi, ali se odatle dobiva loša biljka. Izbojci izlaze prema gore u širokom luku i većinom su krivi, često više ili manje koso usmjereni. Takve biljke lako uginu, jer se slabo zakorjenjuju. Pokusima iz 1940., 1941. i 1942. g. pokazalo se da naopako posađene reznice potjeraju u razmjerno malom broju, prosječna visina glavnog izbojka da je mnogo manja od visine normalno posađenih reznica, a kvaliteta biljke da je vrlo loša. U drugoj godini one u dosta velikom broju uginu.

Donja se rezna ploha ne smije premazati voskom, jer samo onuda ulazi vlaga u reznicu (19).

U SSSR-u vršeni su 1938. g. pokusi o utjecaju hormona na zakorjenjivanje reznica, te je ustanovljeno da se umakanje donjih krajeva reznice u rastopine s obilno hormona (kao što je mokraća bredih kobila) ili premazivanje reznica podesnom hormonskom pastom pokazalo u tom pogledu vrlo povoljnim. Budući da je priprema hormonskih preparata dosta komplicirana, primjenjuju se ondje jeftinija i jednostavnija sredstva, a koja obiluju hormonima potrebnim za biljku. To su mokraća, gnojnica i kvasac (Zeitschrift für Weltforstwirtschaft, Bd. 6. 1938./39., s. 380).

Prema pokusima Danilova i Kappera vršenim u Šumarskom odjelu Poljoprivrednog instituta u Voronježu 1933. g. nađeno je da veći broj kemijskih reaktiva povoljno utječu na zakorjenjivanje zelenih reznica (Zeitschrift für Weltfortwirtschaft, Bd. 4., 1936./37., s. 765.).

I u Italiji radi se na pripremi fitohormonskih ili auksonskih preparata, koji imaju svojstvo da stvaraju adventivne korijenčiće na reznicama. Ta se rizogena moć sastoji u tome što aukson izazivlje lokalizirano produživanje staničja. Auksoni su nađeni u čovječjoj mokraći. Jedan od njih (heteroauksina) dade se sintetskim putem dobiti, te služi kao sastavni dio auksonskih preparata, kojih je 1938. g. bilo u Italiji oko 8 i prodavani su pod raznim patentiranim imenima bilo u obliku pasta ili u likvidnom stanju. Od tih se preparata traži da lako, brzo i do ograničene mjere izazivlju stvaranje adventivnog žilja (Ciferi, L'Alpe, 1938., s. 347.).

I u Americi se izrađuju preparati koji pospješuju zakorjenjivanje reznica (Toumey i Korstian; A. Nelson: Principles of agricultural botany, Edinburgh, 1946., s. 366.).

Do vremena sadnje drže se reznice u vodi ili vlažnoj mahovini. Otprema reznica vrši se u vlažnoj mahovini ili pilovini. Pilovina se kod dužeg transporta obično užeže, pa je stoga manje podesna. Španović (1932.) preporuča kod dužeg transporta upakovati reznice u slamu s vlažnom mahovinom na donjem dijelu. Kod kraćeg transporta dosta ih je pokriti mokrom slamom.

3. Vrijeme i mjesto sadnje

Reznice se sade većinom u proljeće. Sadnju treba izvršiti što ranije, a svakako prije nego što pupovi počnu tjerati, jer se takve reznice loše zakorjenjuju. Međutim, kod prerano obavljene sadnje može biti štete radi sriježi, kao i radi isušenja gornje česti reznice.

Sadnja izravno na teren obično slabo uspijeva. U povoljnim slučajevima prima se obično oko 40% reznica. Prema E. Kernu (Mitteilungen der Deutsch. Dendrolog. Gesellschaft, 1905., s. 102.) kod sadnje reznica i motki izravno na teren propadne ih preko 40%. Stoga je bolje uzgojiti u rasadnicima iz reznica sadnice i njih prikraćene posaditi druge godine na mjesto koje želimo pošumiti. Time je uspjeh sadnje osiguran, u

koliko, dakako, ekološke i druge prilike odgovaraju uzgoju topole. Prilikom sadnje dobro je da se prerezi obnove.

Dakako da i rasadnici gdje se proizvode biljke kultiviranih topola iz reznica moraju odgovarati toj svrsi. Moraju odgovarati i u pogledu položaja i u pogledu tla i vlage. Za uzgoj reznica kanadske topole najbolje odgovara pjeskovito-ilovasto, dovoljno humozno, svježe, duboko i prozračno tlo. Mokra tla, odnosno tla gdje je podzemna voda ljeti odviše visoka, zatim odveć kisela, pa teška i neprozračna tla, a isto tako i odviše suha tla ne dolaze za ovu svrhu u obzir. Napose je važno da tlo sadrži u dovoljnoj mjeri pijeska, jer se na takvom tlu, uz dovoljnu vlagu i hranljivost, žilje reznica najbolje razvija. Dakako da je u ovu svrhu potrebno tlo dobro prirediti, razrahliti i pognojiti.

Kao što je već naglašeno, naš Šumski vrt manje je podesan za uzgoj kultiviranih topola, pa se prirodni nedostaci moraju popraviti umjetno, tj. ilovastu zemlju razrahliti dodavanjem pijeska i vapna, a potrebnu vlagu podržavati zalijevanjem.

U rasadnicima sade se reznice u redovima. Prema Rubneru (1943.) razmaci redova iznose 35—40, a reznica 17—20 cm. Krema Kache-u (1938.) razmaci redova i reznica iznose po 20 cm. Toumey i Korstian (1942.) preporučuju da se reznice sade u jarku oblika V, i to u međusobnim razmacima od kojih 7,5 cm i razmacima redova do 45 cm, tako se tlo može dobro obrađivati. Prema Biolčevu (1947.) može se kod toga uzeti kao norma: razmak redova 40 cm, a razmak reznica 15—20 cm. Kod naših pokusa sađene su reznice u međusobnim razmacima od 10 cm i u razmacima redova 20—25 cm (na 1 m² 40—50). Međutim, za preporučiti je — gdje je to moguće s obzirom na raspoloživu površinu u rasadniku — razmak redova i reznica po 15—20 cm. Kod razmaka redova od 33 cm (3 reda na 1 m) mogu se upotrebiti uska okapala.

4. Vanjski izgled reznice

Reznicom smatramo po nekoliko dcm dugi i desetak mm debeli dio izbojka. Na njoj postoje gornja i donja rezna ploha, te izvjestan broj pupova. Dobiva se poprečnim razrezivanjem izbojka nožem ili vrtlarskim škarama. Duži i krupniji dio izbojka ili stabalca, koji se izrezuje jačim vrtlarskim škarama ili pilicom, odnosno otsiječe kosirom ili sjekiricom, zovemo motkom. U pogledu uzgoja topolovih sadnica iz reznica važno je pitanje najpovoljnijeg vanjskog izgleda reznice. Kod toga se treba osvrnuti na kvalitetu reznih ploha, smještaj pupova, kao i površinski izgled reznice. Posebnu pozornost potrebno je obratiti dužini i debljini reznice. Na ta pitanja odnosi se veći dio naših pokusa.

a) Prerez reznice, te smještaj rubnih i ostalih pupova

O tome da li rezna ploha mora biti kosa ili okomita na glavnu os mišljenja su u literaturi prilično različita. Prema podacima u starijoj literaturi prerezi moraju biti kosi (Adler, Gayer, Hamm).

Prema Španoviću (1938.) reznice na donjem kraju imaju biti koso odrezane, da bi imale što veću površinu za primanje vlage. Gornji prerez ima biti okomit na dužinu reznice, tj. što manji, kako bi isparivanje bilo što manje.

U novijoj literaturi ističe se da prerezi moraju biti okomiti, kako bi rezna ploha odnosno rana bila što manja, kako bi se što manje oštetila kora prilikom rezanja i kako bi postojala što manja površina za infekciju (2, 3, 8, 12, 13, 19, 21, 23).

Prema našim opažanjima najumjesnije je da donja rezna ploha bude okomita na glavnu os, a gornja gotovo okomito, tj. tek nešto malo skošena radi bržeg sciđivanja vode (Sl. 2a)

Gornji prerez mora biti upravo iznad dobro razvitog pupa. Prema Hoffmannu (1936.) prerezuje se 1 cm iznad najgornjeg i 1 cm ispod najdonjeg pupa. Prema Wettsteinu (1943.), Svobodi (1946.) i Vincentu (1946.) rezovi na oba kraja moraju biti neposredno uz pup. Prema Biolčevu (1947.) donji prerez treba biti ispod nadebljale zone u području pupa, jer se inače dobiva jednostrano razvijeno korijenje.

U pogledu donje rezne plohe još nemamo definitivni sud, jer su pokusi u toku. Podaci u literaturi da adventivno korijenje izbija najviše u području pupnih čvorova i lisnih brazgotina čini se da ne će odgovarati stvarnosti. Kod naših pokusa uvjerili smo se da najvažnije žilje izbija iz obraslina na donjem prerezu, a duž reznice da izbija uglavnom slabije žilje. Ako je tome i inače tako, ne bi bilo od potrebe da donja rezna ploha bude neposredno ispod pupa. To bi imalo izvjesno praktično značenje, jer bi se kod izrezivanja reznica pazilo samo na gornji prerez. Reznice bi se odrezale u podjednakoj dužini. Time bi se znatno ubrzao i olakšao rad (pravljenje podjednakih grabica ili uboda kod sadnje itd.).

Razmaci između pupova iznose na našim primjercima prosječno 3,5—3,8 cm. Na izbojcima mjerenim 1947. g., i to na 505 pupova (na bujnijim izbojcima), iznose razmaci pupova prosječno 3,8 cm. Na bujnijim izbojcima ti su razmaci veći, a na slabijim izbojcima manji. Zato se iz matičnjaka gdje je tlo prilično osiromašeno dobivaju reznice kraćeg razmaka pupova.

Za reznice rabe se i vršni dijelovi izbojka. Iz vrhova izbojaka dobiju se, ako su dovoljno odrvenjeli, često vrlo dobre biljke. Prednost je takve reznice u tome što ima samo jedan prerez, pa je uzgojena biljka po svom razvitku najbliža biljci iz sjemena (13, 21, 23). Primijetili smo da su izbojci iz

vršnih reznica zaostali u prirastu prema izbojcima iz glavnih reznica. Razlog će biti u tome što se ovdje radi o manje rezervnih tvari. Prema Hoffmannu (1938.) kod takvih izbojaka mnogo je veći postotak nestajanja nego inače, pa ih on zato ne preporučuje. Loša im je strana i u tome što tjeraju po više izbojaka. Naši pokusi s vršnim reznicama nisu još završeni.

Ovdje se moramo osvrnuti i inače na površinski izgled reznice. Reznice su iz vršnih dijelova izbojaka kanadske topole bridaste, odnosno uzdužno izbraždene, često dosta mekane, te daju dojam kao da nisu dovoljno odrvenjele. Naročito to važi za reznice iz vrhova bujno izraslih izbojaka. Radi toga se one u literaturi ne preporučuju (7). Međutim, i reznice iz takvih dijelova izbojaka daju često prilično dobre rezultate. U našim pokusima, napose u 1941. g., obratili smo pažnju takvim reznicama i uporedivali ih sa reznicama dobro ispunjene vanjske površine. Bridaste reznice potjerale su u gotovo podjednakom broju kao i normalne. Međutim, biljke su imale nešto manju prosječnu dužinu glavnog izbojka. Kod sadnje reznica s najgornjim pupom u razini tla mogu i one u većini slučajeva dati povoljne rezultate. Potrebno je ipak opreznije postupati kod izbora tih reznica, jer je primijećeno da obično razvijaju slabije korijenje.

b) Dužina reznica

S obzirom na dužinu reznica topola i vrba, općenito, podaci su u literaturi također različni. Naročito se to odnosi na stariju literaturu. Tako prema Šuleku (Korist i gajenje šumah, Zagreb, 1866., s. 152.) reznice treba da su dugačke 12—15 palaca, prema Burckhardtu (1893.) 45—60 cm, Landoltu (Der Wald, Zürich, 1895.) 40—50 cm, Gayeru (1898.) 20 do 50 cm, Heyer-Hessu (1906.) oko 30 cm, Mayru (1909.) 20—30 cm, Dittmaru (Der Waldbau, Neudamm, 1910.) 30—60 cm, Bühleru (1922.) 30—40 cm, Piccioli-u (1923.) 10 do 50 cm. Prema Španoviću (1932.) reznice kanadske topole dugačke su 30—60 cm. Prema Hammu (1895.) reznice treba da imaju 3—5 zdravih pupova. I Tarauca (1913.) određuje dužinu reznica prema broju pupova, te njegove reznice iznose oko 30 cm. Prema Schwappachu (1922.) reznice moraju biti dugačke 30—40 cm, odnosno imati 2—3 zdrava pupa.

Podaci u novijoj literaturi mnogo su u tome pogledu određeniji. Prema J. Morozovu (1936.) najpovoljnija je dužina reznice 30—40 cm, a prema Balenu 25—35 cm. Prema Kache-u (1938.) reznice moraju biti 15—20 cm dugačke, što ovisi o količini pupova, a prema Toumey-u i Korstianu (1942.) 15—30 cm. Prema Hoffmannu (1936.) reznica kanadske topole treba da budu toliko dugačke da imaju 4—5 pupova. Prema Wettsteinu (1943.) takve reznice moraju biti 24 cm dugačke i sa bar 4 zdrava pupa, a prema Svobodi (1946.)

20—30 cm dugačke i sa 4—6 pupova. Prema Rubneru (1942.) najbolje su reznice dugačke 15—18 cm. Istu dužinu preporuča i Vincent (1946.) s time da dužina reznice ovisi o gustoći pupova, kojih mora biti najmanje 3—4. I prema Biolčevu (1947.) reznice treba da su 15—18 cm dugačke.

Našim pokusima bio je jedan od glavnih zadataka ustanoviti najpovoljniju dužinu reznice u svrhu uzgoja

1940. g. *Tab. 1.*

Dužina reznice cm	Na reznici u svemu pupova	Kod sadnje ostavljen vani dio reznice dug cm	Posađeno reznica	% potjeralih reznica	Prosječ. dužina glavnog izbojka cm	Sporednih izbojaka: bilo na biljaka (u % od potj. reznica)	Sporednih izbojaka: kom.	Sporednih izbojaka: prosječna dužina cm
10	3—4	—	40	68	32	11	3	15
10		5	40	55	23	23	5	12
15	4—6	—	40	82	43	3	1	9
15		5	40	77	34	31	10	20
15		10	40	72	25	66	20	14
20	5—7	—	40	93	49	—	—	—
20		5	40	90	47	72	28	24
20		10	40	83	33	88	34	17
25	7—9	—	40	96	58	—	—	—
25		5	40	96	45	32	16	25
25		10	40	93	42	59	27	23
25		12·5	40	85	34	71	26	23
30	8—10	—	40	97	68	5	2	20
30		5	40	95	63	39	17	21
30		10	40	93	59	62	33	22
30		15	40	85	53	91	40	23
35	10—12	—	40	95	73	3	1	22
35		5	40	93	67	30	17	31
35		10	40	88	57	54	27	29
35		15	40	73	48	83	44	21
35		20	40	72	44	93	44	21
40	11—13	—	40	95	68	8	3	27
40		5	40	88	47	49	24	19
40		10	40	82	39	67	29	22
40		15	40	70	34	75	34	20
40		20	40	65	27	100	43	14
50	14—16	—	40	93	45	5	5	25
50		5	40	85	46	38	15	26
50		10	40	75	38	60	28	22
50		15	40	65	36	69	23	17
50		20	40	60	30	92	30	17
50		25	40	47	27	90	22	20

1941. g. *Tab. 2.*

Duži-na reznice cm	Na reznici bilo pupova	Kod sadnje ostavljen vani dio reznice dug cm	Posađeno reznica	% potjeralih reznica	Prosječ. dužina glavnog izbojka cm	Sporednih izbojaka: bilo na biljaka (u % od potj. reznica	Sporednih izbojaka: kom.	Sporednih izbojaka: prosječna dužina cm
10	3—4	—	20	60	10	—	—	—
10		5	40	20	7	38	2	4
15	4—6	—	35	86	31	—	—	—
15		5	50	78	19	28	11	11
15		10	30	67	13	65	13	8
20	6—7	—	30	97	39	3	1	20
20		5	30	93	27	46	15	14
20		10	30	87	21	81	27	13
25	7—9	—	30	100	36	3	1	13
25		5	39	95	30	70	31	14
25		10	30	93	19	79	38	9
25		12·5	30	86	14	92	40	7
30	9—10	—	35	100	44	6	4	22
30		5	30	97	32	90	30	16
30		10	40	96	32	92	60	14
30		15	50	94	17	92	81	9
35	10—12	—	30	100	45	7	2	19
35		5	40	98	36	77	36	20
35		10	44	98	35	86	66	19
35		15	37	97	32	92	70	18
35		17·5	26	85	27	95	34	14
40	11—13	—	50	100	65	4	2	26
40		5	50	98	51	86	45	30
40		10	50	98	44	88	70	23
40		15	51	96	41	100	87	18
40		20	50	92	36	100	93	16
45	13—14	—	50	98	57	4	4	34
45		5	50	96	44	77	45	25
45		10	60	95	40	86	98	19
45		15	90	94	35	92	197	17
45		20	70	87	37	94	162	17
45		22·5	60	85	32	94	150	16
50	14—16	—	50	96	55	6	6	42
50		5	60	90	45	87	51	34
50		10	60	90	39	100	69	31
50		15	60	90	35	100	126	21
50		20	100	75	36	100	240	17
50		22·5	80	70	22	100	219	12

1-godišnjih sadnica kanadske topole. U tu svrhu sadene su reznice raznih dužina i na razne načine s obzirom na dubinski smještaj. Pokusi su započeti 1940., a nastavljeni 1941., 1942., 1946. i 1947. god. Rezultati su sadržani u tabelama 1—6.

1942. g. *Tab. 3.*

Posađeno reznica	Dužina reznice cm	Na reznici u svemu pupova	Kod sadnje ostavljeni dio reznice sa pupova	% potjeralih reznica	Prosječ. dužina glav. izbojka cm	Sporednih izbojaka: bilo na biljaka (u % od potj. reznica)	Sporednih izbojaka: kom.	Sporednih izbojaka: prosječna dužina cm
20	20	6—7	1	70	28	7	1	16
20	20		2	50	20	70	7	18
20	25	7—9	1	75	25	7	1	18
20	25		2	60	22	25	3	11
20	25		3	45	13	56	6	6
20	30	9—10	1	80	25	6	1	9
20	30		2	70	17	14	2	8
20	30		3	55	11	56	9	7
20	35	10—12	1	85	29	6	2	7
20	35		2	75	25	67	10	14
20	35		3	70	20	100	20	10
20	35		4	50	16	100	18	10
20	40	11—13	1	90	32	6	2	18
20	40		2	85	32	47	12	19
20	40		3	85	22	71	19	10
20	40		4	70	13	86	18	7
20	40		5	65	12	100	19	7
20	45	12—14	1	90	30	6	1	20
20	45		2	85	29	35	10	14
20	45		3	80	27	50	13	13
20	45		4	70	27	64	20	14
20	45		5	60	22	83	22	13
20	45		6	50	13	100	28	9
20	50	14—16	1	90	30	6	2	9
20	50		2	85	26	35	6	20
20	50		3	80	22	44	9	17
20	50		4	65	21	54	11	16
20	50		5	50	13	80	14	6
20	50		6	50	12	100	16	8
20	60	16—20	1	85	45	12	2	25
20	60		2	75	45	40	6	31
20	60		3	65	42	92	19	30
20	60		4	65	33	100	21	20

Kod pokusa u 1940. g. (Tab. 1.) posađeno je 1280 reznica dugačkih 10—50 cm (uglavnom u gradaciji po 5 cm), a 1941. g. (Tab. 2.) 1817 isto takvih reznica. Od reznica jednake dužine posađen je jedan dio tako da je najgornji pup bio u razini tla, drugi dio tako da se nalazio iznad tla dio reznice dug 5 cm (sa ca 2 pupa), zatim daljnji dio sa dužinom iznad tla od 10 cm (sa ca 3—4 pupa) i t. d.

Kod pokusa iz 1940. g. najbolje su se pokazale, i s obzirom na procenat potjeralih i s obzirom na dužinu glavnog izbojka, reznice dugačke 25—40 cm. Kraće reznice imale su razmjerno mali postotak primljenih biljaka. Kod pokusa iz 1941. g. potjerale su u najvećem broju reznice dugačke od 20 pa dalje do 40, odnosno 50 cm. S obzirom na prosječnu dužinu glavnog izbojka najpovoljnije rezultate dale su reznice dugačke 40 cm.

Na osnovu tih pokusa slijedili su 1942. g. pokusi sadnjom 660 reznica osrednje debljine (6—12 mm) i od 20 pa postepeno do 60 cm dužine (Tab. 3.) Kraće reznice nisu upotrebljene, jer su kod dotadašnjih pokusa dale loše rezultate. Pokus je lošije

1946. g. *Tab. 4.*

Posađeno reznica	Na reznici u svemu pupova	Dužina reznice cm	Kod sadnje ostavljeni dio reznice sa pupova	% potjeralih reznica	Prosj. dužina glavnog izbojka cm	Sporednih izbojaka		
						bilo na biljaka (u % od potjeralih reznica	kom.	prosječna dužina cm
40	5	15—16	1	85	52	—	—	—
20	5		2	65	46	15	2	12
40	6	18—19	1	92	74	3	1	42
20	6		2	85	48	35	6	29
20	6		3	65	35	38	6	21
40	7	21—23	1	95	67	5	2	65
20	7		2	90	49	30	7	28
20	7		3	75	45	40	7	28
20	7		4	65	38	46	8	30
40	8	24—26	1	83	86	6	2	24
20	8		2	80	72	38	7	48
20	8		3	65	68	50	8	44
20	8		4	55	63	55	9	39
20	3		5	25	56	80	6	41
40	9	27—31	1	85	91	6	1	31
20	9		2	80	91	31	6	53
20	9		3	80	82	31	7	48
20	9		4	60	69	58	8	46
20	9		5	55	66	55	8	40
20	9		6	40	50	75	10	42

uspio radi slabijeg zalijevanja u ljetu 1942. g. Odatle i mala visina glavnih izbojaka. Reznice su sađene samo prema broju pupova ostavljenih iznad tla. Ostavljeno je vani kod svake skupine po 1, 2, 3 i t. d. pupa, tj. jedan dio reznicâ posađen je tako da im je virio iz tla samo najgornji pup, drugi dio s 2,

1947. g. →

Reznica			Na reznici u svemu pupova	Kod sadnje ostavljeno vani pupova	% potjeralih reznica	Prosječna dužina glav. izbojka cm
posađeno kom. Cuttings planted	dužina cm The length of cutting in cm	debljina mm The thickness of cutting in mm	The whole cutting contens buds	The part of cutting remained out at planting with buds	% sprouted cuttings	The average length of the main sprout in cm
20	9·0	9·0	3	1	30	104
20	8·5	8·5	3	2	25	43
50	12·0	8·0	4	1	54	116
50	12·1	8·8	4	2	40	55
50	16·2	8·5	5	1	72	72
50	15·2	7·6	5	2	58	58
50	15·2	8·8	5	3	40	21
50	18·5	8·1	6	1	84	84
50	19·2	7·9	6	2	66	66
60	18·0	8·6	6	3	55	55
50	22·9	10·0	7	1	94	110
60	21·7	7·9	7	2	80	80
50	22·5	7·8	7	3	76	90
50	21·0	7·6	7	4	64	47
50	24·2	7·8	8	1	96	96
50	23·7	7·7	8	2	86	90
50	25·2	7·7	8	3	84	85
50	25·9	7·9	8	4	76	84
60	26·2	8·0	8	5	50	73
50	30·2	7·9	9	1	98	125
50	28·5	7·1	9	2	94	101
50	26·9	7·8	9	3	92	88
50	27·8	7·2	9	4	88	80
60	29·1	7·6	9	5	77	66
30	32·9	7·0	10	1	100	147
30	31·5	7·8	10	2	100	128
30	32·2	7·9	10	3	97	106
30	32·7	6·3	10	4	93	102
30	31·2	6·8	10	5	84	67

treći s 3 pupa iznad tla i t. d. Gledom na procenat potjeralih reznica najbolji rezultati postignuti su kod reznica dugačkih 40—50 cm. Kratke reznice dale su nepovoljnije rezultate iz razloga što su jače bile izložene utjecaju sušnog ljeta. Dugačke reznice dale su dobre rezultate s obzirom na procenat primlje-

←— *Tab. 5.*

Sporednih izbojaka			Suhovrhih reznica		Od proizvedenih biljaka otpada na:		
bilo na biljaka (u % od potj. reznica)	kom.	prosj. duž. cm	bilo na biljaka (u % od potj. reznica)	prosj. dužina suhog vrha cm	najbolje (I) %	srednje (II) %	loše III) %
Plants with side sprouts (in % of sprouted cuttings)	Side sprouts	The aver. length of side sprouts in cm	Top-dry cuttings on plants (in % of sprouted cuttings)	The aver. lenght of cutting dry top in cm	The percentage of the		
					best	mean	bad
					produced plants		
—	—	—	—	—	17	17	66
20	1	36	100	1·5	—	20	80
—	—	—	—	—	22	19	59
10	2	16	100	1·5	5	5	90
—	—	—	36	0·4	28	22	50
3	1	30	66	0·9	10	11	79
30	8	21	80	2·3	—	10	90
—	—	—	—	—	33	29	38
27	9	43	58	1·2	18	21	61
52	20	31	73	2·2	—	24	76
4	2	21	6	0·3	38	38	23
29	14	32	63	1·3	21	33	46
50	22	55	76	2·0	11	29	60
72	18	24	88	4·5	—	28	72
—	—	-	—	—	46	40	14
42	18	41	60	0·9	30	40	30
74	34	30	69	1·2	20	40	40
79	38	39	74	1·7	13	37	50
77	33	41	93	3·4	7	37	56
2	1	52	—	—	50	50	—
55	25	27	64	0·8	38	47	15
74	38	42	74	1·3	30	39	30
82	42	38	80	1·5	18	45	37
91	58	28	83	2·0	7	46	47
—	—	—	—	—	73	27	—
43	13	55	27	1·1	57	33	10
59	19	39	62	1·6	41	31	28
75	24	45	68	2·0	22	46	32
68	21	37	70	2·4	12	48	40

nih reznica i dužinu glavnog izbojka, a loše radi velikog procenta razmjerno dosta dugih sporednih izbojaka.

God. 1946. izvršeni su pokusi sadnjom 500 reznica (Tab. 4.). Uzete su u obzir samo reznice dugačke od 15—30 cm, te su one posađene — kao i u 1942. g. — sa 1, 2, 3 i t. d. pupa izvan tla. Najpovoljniji rezultat postignut je kod reznica dugih 25—30 cm. Najveću dužinu glavnog izbojka imale su reznice dugačke 30 cm.

God. 1947. izvršeni su pokusi sadnjom 1340 reznica dugačkih od 5,5—35,0 cm (Tab. 5.). I one su sađene tako da je od svake skupine reznica posađen izvjestan dio sa 1, 2, 3 i t. d. pupa izvan tla. Pokusi su izvršeni preciznije s obzirom na dužinu i debljinu reznica, te broj pupova. Kod njih su proširena opažanja gledom na kvalitetu biljaka. S time u vezi prikupljeni su točniji podaci o broju sporednih izbojaka i zdravstvenom stanju gornjeg dijela reznice. Pomnije je pročavan gornji i donji rub reznice na 1-godišnjim biljkama, kao i njihovo zakorjenjenje. Tu su najbolji rezultati postignuti uglavnom kod reznica dugačkih 20—30 cm. Najveći izbojak (2,30 m) nastao je iz reznice debele 10,5 mm i dugačke 20 cm, te sa ukupno 6 pupova, a posađene tako da je iznad tla, u razini zemlje, ostavljen 1 pup.

Iz skupnih podataka, koji su sadržani u tabeli 6, vidi se da su s obzirom na broj potjeralih reznica postignuti dobri rezultati kod reznica dugačkih 20—50 cm, a najpovoljniji kod reznica dugačkih 30—40 cm.

Na reznicama dugačkim 30—40 cm bilo je kod naših pokusa po 10—13 pupova. Naše reznice sa 4 pupa bile su tek oko 12 cm dugačke, a takve reznice su za ovdješnje prilike premalene, jer potjeraju u razmjerno vrlo malom procentu.

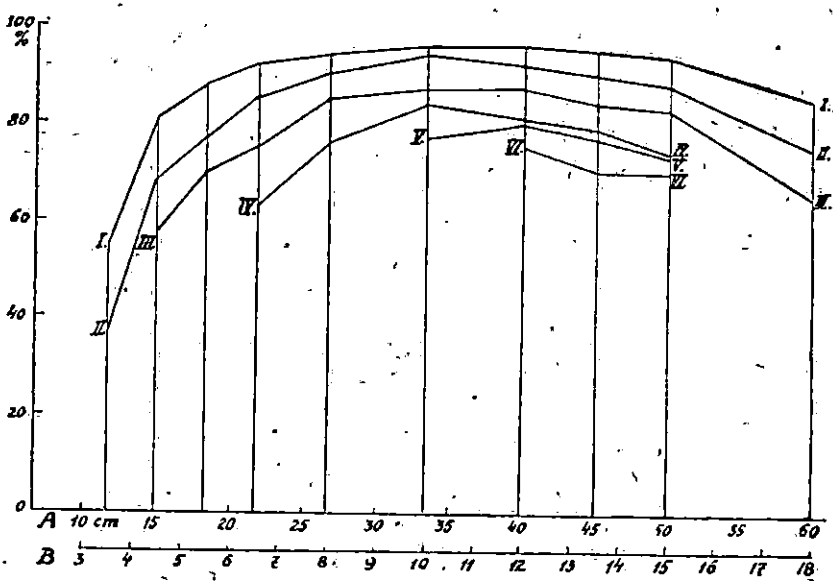
Kratke reznice u ovdješnjim prilikama uopće tjeraju i izbojke i korijenje razmjerno slabo, te lako uginu. Dugačke reznice tjeraju u mnogo većem procentu, a i dužina im je glavnih izbojaka mnogo veća nego kod kratkih reznica. Međutim, one nisu ekonomične, jer se s njima teško radi, proizvedene biljke teško se vade i jako oštećuju. Tlo za takve reznice treba duboko rigolati, a prilikom sadnje biljaka treba kopati duboke jame. Prema tome, premda dugačke reznice proizvode velike izbojke, one nisu s gledišta praktičnosti podesne: Kod uzgoja 1-godišnjih biljaka iz reznica nije nam stalo do odveć velikih izbojaka nego do što bolje zakorijenjenih i lijepo formiranih biljaka. To se u našim prilikama najuspješnije postiže upotrebom reznica dugačkih oko 20—25 cm. Takve reznice imaju oko 6—7 pupova (Sl. 1.).

U vezi s dužinom reznica odlučno je tlo na kojem se uzgajaju biljke, a također i tlo koje se kani pošumiti. Na svježem i dobro hranljivom tlu dat će dobre rezultate i kraće reznice.

Tab. 6.

Dužina reznica cm (Broj pupova na reznici) The length of cuttings in cm (Number of buds)	Prilikom sadnje ostavljeni dio reznice sa pupova: The part of cutting remained out at planting with buds	Pokus iz godine - Experiment made in year											
		1940.		1941.		1942.		1946.		1947.		Prosječno Average	
		Od posađenih reznica (a) potjeralo je (%) From planted cuttings (a) sprouted (%)											
		a	%	a	%	a	%	a	%	a	%	a	%
8—13 (3—4)	1	40	68	20	60	—	—	—	—	70	47	130	55
	2	40	55	40	20	—	—	—	—	70	38	150	37
13—16 (4—6)	1	40	82	35	86	—	—	40	85	50	72	165	81
	2	40	77	50	78	—	—	20	65	50	58	160	68
	3—4	40	72	30	67	—	—	—	—	50	40	120	57
16—20 (6—7)	1	40	93	30	97	20	70	40	92	50	84	180	88
	2	40	90	30	93	20	50	20	85	50	66	160	77
	3—4	40	83	30	87	—	—	20	65	60	55	150	70
21—26 (7—9)	1	40	96	30	100	20	75	80	89	100	95	270	92
	2	40	96	39	95	20	60	40	85	110	83	249	85
	3—4	40	93	30	93	20	45	80	65	200	75	370	75
	4—6	40	85	30	86	—	—	20	25	60	50	150	63
26—31 (9—10)	1	40	97	35	100	20	80	40	85	50	98	185	94
	2	40	95	30	97	20	70	20	80	50	94	160	90
	3—4	40	93	40	96	20	55	40	70	100	90	240	85
	4—6	40	85	50	94	—	—	40	48	60	77	190	76
31—36 (10—12)	1	40	95	30	100	20	85	—	—	30	100	120	96
	2	40	93	40	98	20	75	—	—	30	100	130	94
	3—4	40	88	44	98	40	60	—	—	60	95	184	87
	4—6	40	73	37	97	—	—	—	—	30	84	107	84
	5—7	40	72	26	85	—	—	—	—	—	—	66	77
40 (11—13)	1	40	95	50	100	20	90	—	—	—	—	110	96
	2	40	88	50	98	20	85	—	—	—	—	110	92
	3—4	40	82	50	98	40	73	—	—	—	—	130	87
	4—6	40	70	51	96	20	65	—	—	—	—	111	81
	5—7	40	65	50	92	—	—	—	—	—	—	90	80
45 (13—14)	1	40	93	50	98	20	90	—	—	—	—	110	95
	2	40	85	50	96	20	85	—	—	—	—	110	90
	3—4	40	75	60	95	40	75	—	—	—	—	140	84
	4—6	40	65	90	94	40	55	—	—	—	—	170	79
	5—7	40	60	70	87	—	—	—	—	—	—	110	77
	7—9	40	47	60	85	—	—	—	—	—	—	100	70
50 (14—16)	1	—	—	50	96	20	90	—	—	—	—	70	94
	2	—	—	60	90	20	85	—	—	—	—	80	88
	3—4	—	—	60	90	40	73	—	—	—	—	100	83
	4—6	—	—	60	90	40	50	—	—	—	—	100	74
	5—7	—	—	100	75	—	—	—	—	—	—	100	73
	7—9	—	—	80	70	—	—	—	—	—	—	80	70
60 (16—20)	1	—	—	—	—	20	85	—	—	—	—	20	85
	2	—	—	—	—	20	75	—	—	—	—	20	75
	3—4	—	—	—	—	40	65	—	—	—	—	40	65

Na sušem i inače lošijem tlu dobiju se bolji rezultati od dužih reznica. U poplavnim područjima dolaze u obzir duže reznice. I za pošumljavanje pjeskovitijih terena bolje bi došle u obzir duže reznice, jer je kod kraćih reznica odnosno kod biljaka uzgojenih iz takvih reznica žilje izloženo jačem isušivanju. S obzirom na istaknute okolnosti dužina je reznica prilično raznolična. Ona se većinom kreće u granicama od 15—30 cm (sa 4—9 pupova).



Sl. 1. Prikaz prosječnog procenta potjeralih reznica (prema podacima u tabeli 6.). — A (10—60): dužina reznice u cm; — B (3—18): ukupni broj pupova na reznici.

I.: krivulja procenta za reznice posađene s 1 pupom iznad razizemlja
II.: » » » » » » 2 pupa » »
III.: » » » » » » 3—4 pupa » »
IV.-VI.: » » » » » » 4—9 pupova » »

Fig. 1. Average per cent of sprouted cottonwood cuttings (acording to data in Tab. 6.). — A (10—60): the lenght of cuttings in cm; — B (3—18): the total number of buds on cutting.

I.: The perct. curve for cuttings planted with 1 bud above the gr. level
II.: » » » » » » » 2 buds » » » »
III.: » » » » » » » 3—4 » » » » »
IV.-VI.: » » » » » » » 4—9 » » » » »

c) *Debljina reznice*

I u pogledu debljine reznica topola i vrba postoje u literaturi raznolični podaci. Još u početnim djelima iz uzgajanja šuma preporuča se da se ne rabe pretanke reznice. Prema Šu-

leku (1866.) reznice treba da su do jednog palca debele. Prema Hammu (1895.) tanke reznice nisu podesne, jer se lako isuše, a prema J. Morozovu (1936.) takve su reznice odveć vitke i nepodesne za rad, jer se lako izvijaju i oštećuju; deblje reznice bolje su za rad i daju veći učinak. Prema Španoviću (1932.) reznice imaju biti od 0,5—2,0 cm debele; tanje nisu dobre, jer se ne daju zabadati i lome se, odnosno poškupljuju posao, a deblje teško zarašćuju. Prema Rubneru (1942.) reznice treba da su 5—10 mm, otprilike kao olovka debele. Toumey i Korstian (1942.) navode kao običnu debljinu reznice 12—19 mm. Prema Vincentu (1946.) najpovoljnija je debljina reznice oko 7, a prema Biolčevu (1947.) 7—10 mm.

Kod naših pokusa iz 1940., 1941. i 1947. obratili smo osobitu pažnju relaciji tanjih i debljih reznica kanadske topole. Podaci o tome sadržani su u tabeli 7. Kod tih su pokusa tanje reznice potjerale redovno u mnogo manjem broju nego deblje, a i prosječna dužina glavnog izbojka bila je kod tanjih reznica mnogo manja. Već je kod tih pokusa jasno uočeno da su biljke iz debljih reznica bujnije i veće, ali da su i one često loše kvalitete, jer gornji prerez reznice kroz par godina ne obraste, te je reznica izvrgnuta truljenju. Kod debljih je procenat primljenih uglavnom veći, a isto to vrijedi i za broj sporednih izbojaka.

Iako se tanke reznice posade tako da im je ostavljen samo najgornji dio iznad tla, one su često suhovrhe, tj. potjeraju iz nižeg pupa, a ostavljaju suh vršak, koji teže obraste ili uopće ne obraste. Pogotovu se to uočilo kod reznica koje su posađene tako da je vani ostavljen dio sa 2 ili nekoliko pupova.

Debele reznice bolje se primaju i bujnije prirašćuju, ali im gornja rezna ploha sporo obrašćuje. Kod debljih reznica suhi dio gornje česti razmjerno je mnogo kraći nego kod tanjih. Kod takvih je reznica, ako se posade i sa više pupova vani, suhovrhi dio reznica kraći nego kod tanjih reznica.

Naši su pokusi pokazali da su tanke reznice — općenito uzeto — manje podesne, jer se brže isušuju, jer su redovno suhovrhe, te im radi toga ostaje duže vremena gornji dio otvoren, i jer se slabije zakorjenjuju. Kod tankih reznica učinak je prve godine manji, tj. manje reznicâ potjera, a i dužina je glavnog izbojka manja. Kod tankih reznica sade se često i one koje nisu dovoljno odrvenjele, pa je i radi toga gubitak veći. Debele reznice daju veći učinak i s obzirom na broj potjeralih i s obzirom na dužinu glavnog izbojka, a također i s obzirom na zakorjenjenje. Uza sve to one se ne preporučuju, jer im vrh sporo obrašćuje, te time ostaje ondje dugo otvorena rana, a s njome u vezi dolazi do truljenja drva u reznici. Osim toga debele reznice daju odveć jake biljke, tj. biljke s kojima je teže rukovanje.

Tab. 7.

Pokus iz god.	Dužina reznice cm	Na reznici u svemu pupova	Kod sadnje ostavljeno vani pupova	Tanje reznice				Deblje reznice			
				Debljina reznice mm	Posađeno reznica	Potjeralo reznica %	Prosj. dužina glavnog izbojka cm	Debljina reznice mm	Posađeno reznica	Potjeralo reznica %	Prosj. dužina glavnog izbojka cm
1940	10	3—4	1	4—8	20	55	30	7—15	20	80	34
1940	10	3—4	2	4—8	20	45	11	7—15	20	65	33
1947	12	3—5	1	7	30	37	113	9·7	20	65	122
1940	15	4—5	1—2	4—8	40	75	29	7—15	40	88	46
1941	15	4—6	1—2	4—8	60	84	21	8—15	25	84	32
1947	15	4—5	2	6·3	30	67	59	9·5	20	80	69
1940	15	4—6	3—4	4—8	20	65	18	7—15	20	80	30
1941	15	4—6	3—4	4—8	20	60	10	8—15	20	80	23
1947	16	4—6	1	8·0	40	88	90	11·5	10	100	123
1947	18	5—6	1	6·5	30	70	96	10·6	20	85	120
1947	19	6—7	2	7·0	30	33	61	9·3	20	65	82
1940	20	6—7	1—2	4—8	40	95	39	7—15	40	95	58
1941	20	6—7	1—2	4—8	40	95	32	8—15	20	100	35
1941	20	5—7	1—2	10·5	20	100	24	15·5	20	100	38
1940	20	5—7	3—4	4—8	20	80	23	7—15	20	85	43
1941	20	6—7	3—4	4—8	20	85	18	8—15	10	90	23
1947	24	7—9	1	6·8	30	97	84	9·3	20	100	114
1941	25	7—9	1—2	8·0	10	90	26	14·0	10	100	36
1940	25	7—9	1—2	4—8	40	95	44	7—15	40	95	59
1941	25	7—9	1—2	4—8	44	94	29	8—15	25	100	36
1940	25	7—9	3—4	4—8	20	90	40	7—15	20	95	44
1941	25	7—9	3—4	4—8	20	90	13	8—15	10	100	30
1940	30	8—10	1—2	4—8	40	95	59	7—15	40	98	70
1941	30	9—10	1—2	4—11	40	100	31	8—15	25	100	50
1940	30	9—10	3—4	4—8	20	95	51	7—15	20	100	67
1941	30	9—10	3—4	4—8	20	100	23	8—15	20	100	42
1940	35	10—12	1—2	4—8	40	80	62	7—15	40	95	77
1941	35	10—12	1—2	4—8	50	98	33	8—15	20	100	60
1940	35	10—12	3—4	4—8	20	65	49	7—15	20	95	63
1941	35	10—12	3—4	4—8	30	97	26	8—15	20	100	55
1940	40	11—13	1—2	4—8	40	78	43	7—15	40	100	68
1941	40	11—13	1—2	4—8	60	100	50	8—16	40	100	70
1940	40	11—13	3—4	4—8	20	70	25	7—15	20	95	48
1941	40	11—13	3—4	4—8	30	100	33	8—15	20	100	61
1940	40	11—13	4—6	4—8	20	40	18	7—16	20	95	41
1941	40	11—13	4—6	4—8	30	97	31	8—15	21	100	54

Kod svih naših pokusa, a napose kod pokusa iz 1947. g., pokazalo se, da je najpovoljnija debljina reznice kanadske topole u sredini 8—10 mm. To je ujedno prosječna debljina reznica koju smo dobili iz velikog broja dobro upotrebljivih 1-godišnjih izbojaka.

5. Način sadnje

Kad je riječ o načinu sadnje, nameću se tri pitanja: kako posaditi reznicu, a da se ne oštete pupovi i kora, kako je smjestiti u zemlju: okomito ili u koso, te kako duboko posaditi reznicu. I o tim pitanjima postoje u literaturi često različiti navodi.

a) Sadnja reznice

Sadnja se kod naših pokusa vršila u jarke, uz vertikalnu stijenu ili sadiljem odgovarajuće dužine i debljine. Jedan i drugi način ima svojih dobrih i loših strana. Kod sadnje uz vertikalnu stijenu treba voditi računa o slijeganju zemlje, a kod upotrebe sadilja još i o dobrom pritlačenju zemlje uz reznicu postranim ubodima.

U Americi se rabe za ovu svrhu željezni sadilji s ostrugom u visini od 45 cm. Sadilj ima držak, a utiskuje se pritiskom noge o ostrugu (19). Naši su sadilji bili za kraće reznice obično drveni, a za duže reznice iz okruglog željeza, dugi 0.80 m i obilježeni urezom na više mjesta.

U praksi se često sade reznice utiskivanjem u rahlu i dobro priređenu zemlju. Pri tome se dlan ili palac zaštite debelom kožom. Prema Biolčevu (1947.) najbolje je kod toga pomoći se drvenim, oko 10 cm dugim i 2 cm debelim, ozgo zaobljenim, a ozdo plosnatim utiskivačem. Međutim, sadnja utiskivanjem ovdje se uglavnom nije pokazala dobrom radi toga što se na donjem rubu reznice lako izrani kora, a to prouzrokuje teže zarašćivanje, razne infekcije i slabije zakorjenjenje.

Prije sadnje potrebno je obnoviti prerez bar donjeg kraja reznice. Time se stvara mogućnost naglijeg obrašćivanja rane i bržeg izbijanja adventivnog korijenja iz obraslina.

b) Kos ili okomit smještaj reznice u tlu

U starijoj literaturi zagovara se kosa sadnja iz razloga što se tako bolje iskorišćuje vlaga, zrak i hraniva u gornjim slojevima tla. Napose se takva sadnja preporučivala za teška i u donjim slojevima slabo hranljiva tla (Hundeshagen-Klauprecht: Forstliche Produktionslehre, 1842. s. 288. i Stumpf: Anleitung zum Waldbau, 1854. s. 352.). Prema L. Denglerु (Waldbau, 1858.), Šuleku (1866.), Landoltu (1895.), Gayeru (1898.), Heyer-Hessu (1906.), Mayru (1909.), Dittmaru (1910.) i dr. saditi se ima tako da se reznica koso ubode u zemlju. Prema Burck-

hardtu (1893.) sadi se pod kutem od 45°, a prema Hoffmannu (1936.) pod kutem od 20°. Uz te okolnosti razvija se izbojak ravno u vis, bez smetnje od reznice.

Toumey i Korstian (1942.) preporučuju tek malo skošen položaj reznice. Prema Piccioli-u (1923.), Petračiću (1929.) i Rubneru (1942.) reznice se sade okomito ili nešto koso. Prema Wettsteinu (1943.), Svobodi (1946.), Vincentu (1946.) i Biolčevu (1947.) reznice se sade okomito. Kache (1938.) preporuča okomitu sadnju na rahlom i laganom tlu, a kosu na hladnom i proljeću dugo vlažnom tlu, jer se u tom slučaju reznice nalaze u gornjem odnosno prozračnijem dijelu zemlje. I J. Morozov (1936.) je za okomitu sadnju, ali preporuča da se u pjeskovitom i slabo humoznom tlu sadi ponešto koso, jer je u tom slučaju reznica bliže gornjem hranljivom sloju, pa se lakše zakorjenjuje.

Kod naših pokusa sađene su reznice okomito. Držimo da je u svrhu uzgoja topolovih sadnica iz reznica u šumskim rasadnicima najbolje i najuputnije saditi okomito. U tom slučaju korijenje se razvija simetrično, a prerezi razmjerno najbrže obrašćuju. Kod kose sadnje postoji poteškoća prilikom vađenja biljaka, jer se jače oštećuje korijenje, koje je ovdje uglavnom jednostrano razvijeno.

c) Dubina sadnje reznice

Od posebnog je interesa pitanje, kako se duboko sade reznice. U tom pogledu navodi u starijoj literaturi prilično su različiti. Tako se prema Hundeshagenu-Klauprechtu (1842.) reznica sadi tako da je 2—3 cola viri iz zemlje, a prema Stumpfu (1854.) da joj viri iz zemlje dio sa 2—3 pupa. Prema L. Dengleru (1858.) sadi se reznica tako da je $^2/_3$ budu u tlu, a $^1/_3$, sa 1—4 pupa, vani. I prema Šuleku (1866.) i Hammu (1895.) treba da $^1/_3$ reznice bude iznad tla. Prema Landoltu (1895.) od reznice (dugačke 40—50 cm) treba da viri van 10 cm. Gayer (1898.), Mayr (1909.) i Bühler (1922.) preporučuju saditi reznice tako da on njih viri tek kraći dio, a Heyer-Hess (1906.): da se ostave vani 1—3 zdrava pupa.

Prema Španoviću (1932.) reznica mora biti takva da se može dovoljno uturiti u tlo, da bi bila stabilna, te došla u vlažniji i plodniji sloj tla. Nad tlom mora biti tako dugačka da bi mogla nesmetano tjerati. Kod kanadske topole uzgajane u šumskom rasadniku treba ostaviti iznad zemlje 1—2 pupa. To bi odgovaralo od prilike dužini od 4—6 cm. U poplavnom području reznica mora biti duža. I prema podacima u drugim našim stručnim knjigama (2, 10, 20) treba prilikom sadnje ostaviti vani dio reznice sa 1—3 zdrava pupa.

Prema Tarauci, Balenu, Bogdanovu, Rubneru, Wettsteinu, Svobodi, Vincentu i Biolčevu reznice se sade tako duboko da im najgornji pup bude tik iznad

tla. Prema J. Morozovu sadi se tako da jedan manji dio reznice viri van, a koliki je taj dio, ovisi o kvaliteti i vlazi tla. Što su tlo i zrak suši, to se sadi dublje.

I prema Toumey-u i Korstian-u sadi se tako da najgornji pup dođe u razizemlje. Da bi se razvio samo najgornji pup, mogu se donji pupovi namjerice oštetiti.

Prema Hoffmannu (1936.) reznice se sade tako da se utisnu u rahlo tlo toliko da gornji pup bude oko 2 cm ispod površine, jer se od prilike za toliko slegne zemlja do izbijanja izbojaka. Takva dubina sadnje čini nam se, s obzirom na rezultate naših pokusa — za ovdješnje prilike — kao najprikladnija.

Glavni zadatak naših pokusa bio je već od početka da se utvrdi kako se duboko imaju saditi reznice kanadske topole. Povodom za to bili su razni upiti u tom pogledu iz prakse, kao i okolnost, što smo primijetili u praksi da se često kod sadnje ostavlja negdje veći negdje manji dio reznice iznad tla. U tu svrhu sađene su reznice različite dužine. Osim toga sadnja je izvršena uz različiti dubinski smještaj reznica, kako je to već istaknuto (Tab. 1.—6.)

Kod svih pokusa najpovoljnije rezultate dale su i s obzirom na tjeranje izbojaka i s obzirom na dužinu glavnog izbojka, kao i inače s obzirom na kvalitetu biljke, reznice koje su bile posađene tako da je samo najgornji pup bio izvan tla. Iz rezultata tih pokusa očito se vidi da je procenat potjeralih reznica najveći kod reznica posađenih s najgornjim pupom u razini odnosno izvan tla, te da taj procenat postepeno opada kod reznica gdje je prilikom sadnje ostavljen veći dio vani (Sl. 1.). Vidi se i to da se prosječna visina glavnog izbojka isto tako postepeno umanjuje kod reznica gdje je ostavljana sve veća čest nadzemnog dijela reznice.

S obzirom na spomenuto kod uzgoja sadnica kanadske topole iz reznica u šumskim rasadnicima najuputnije je saditi reznice tako da im samo vrh s najgornjim pupom (nakon slegnuća tla) bude izvan tla.

O KVALITETI NOVIH BILJAKA

Od biljaka proizvedenih iz reznica traži se da su što normalnijeg izgleda, tj. da su što ljepšeg glavnog izbojka, da su uglavnom bez sporednih izbojaka, kao i da su dobro razvijenog i pravilno raspoređenog žilja, obraslih prereza (reznih ploha) i t. d. Od takvih biljaka traži se da su po izgledu stabljike i korijena što bliže biljkama iz sjemena.

Kod naših pokusa pokazalo se da i među biljkama nastalim iz reznica ima veći procenat koje se radi slabog razvitka stabljike ili korijena ne mogu upotrebiti kod sadnje, nego se izlučuju kao neupotrebljive. Kod uzgoja biljaka kanad-

ske topole iz reznica nije, prema tome, odlučan samo procenat primljenih biljaka, nego tu dolazi do izražaja i kvaliteta nove biljke. Od važnosti je, stoga, da se osvrnemo i na to pitanje. Kod toga je od primarnog značenja kako se zakorjenjuje reznica i kako se dalje razvija njeno žilje, a u drugom redu kvaliteta stabljike.

1. O zakorjenjenju reznica

U starijoj literaturi spominje se, a u šumarskoj praksi i danas se često drži, da korijenje na reznici izbija iz pupova (običnih ili uspavanih). Prema našim pokusima vršenim u proljeću 1947. u hranjivoj otopini (u staklenim posudama) očito se pokazalo da pupovi u vodi ostaju stalno zatvoreni. Žilje tjera iz lenticela na kori, te na obraslinama donje rezne plohe, i to iz adventivnih pupova. Isto to konstatovano je i na reznicama posađenim u tlo.

Prema Hoffmannu (1936.) na reznici najprije izbiju žilice iz lenticela na kori, a tek kasnije počinju izbijati žile iz dna reznice. I kod naših pokusa u hranljivoj otopini najprije su izbile žilice na kori.

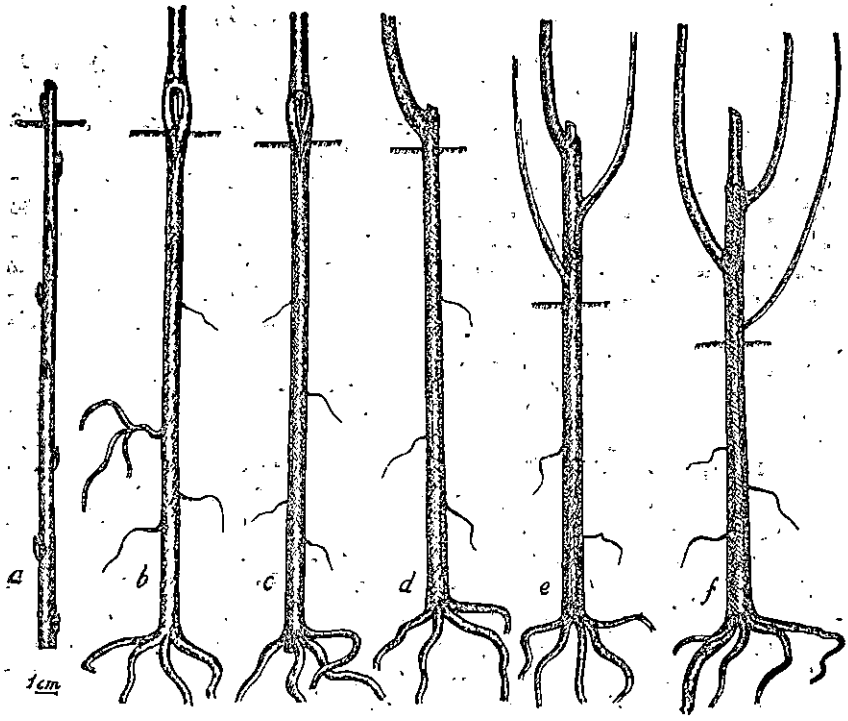
Prilikom svih naših pokusa konstatovano je da se reznice zakorjenjuju najobilnije na donjem prerezu, kao i da se zakorjenjuju na cijeloj dužini koja je u tlu, ali slabijim korijenjem. (Sl. 2.). Najidealnije je, ako se korijenje razvije uglavnom na donjem rezu. U tome slučaju ono brzo obraste reznu plohu, te se nova biljka približuje s obzirom na korijenje obliku normalne biljke. Glavno žilje izbija iz adventivnih pupova na obraslinama donjeg prereza. Ondje se razvije većinom 4—6 jačih žila, koje su od reznice otklonjene pod kutem od kojih 120°, a često su i gotovo vodoravno usmjerene.

Žilice koje izbijaju duž čitavog dijela reznice u tlu redovno su kratke i tanke. U pogledu njihova smještaja nismo mogli konstatovati neku pravilnost. U literaturi se spominje da te žilice često izbijaju u području pupova i lisnih brazgotina, jer je ondje staničje najmanje otporno za probijanje adventivnih pupova. Međutim, takvih žilica ima i u okolišu pupova kao i na dijelu reznice između pupova. Najmanje ih ima između najgornjih dvaju pupova. U daljnem razvitku one se produžuju i ponešto debljaju, ali znatno slabije od glavnih, redovno donjih žila. Tek po koja od njih znatnije odeblja, te se u tome izjednačuje s glavnim žilama (Sl. 2.)

Značajno je da žilje i kod reznica dugih oko 50 cm, a posađenih samo s najgornjim pupom u razini tla, dobro izbija na reznici. I tu ga ima najviše na donjem prerezu. Međutim, u daljnem razvoju — kako je primijećeno — kalusno žilje postepeno slabi, a gornje se sve više jača, što je u vezi sa boljom ishranom korijenja iz gornjih slojeva. Tek kod manjeg broja takvih reznica bio je donji dio ozdo trul do kojih 15 cm.

Debele reznice redovno se bolje zakorjenjuju i brže obrašćuju donju reznu plohu. Međutim one u gornjoj česti trunu, jer treba dosta dugo vremena da im obraste gornja rezna ploha.

Tanke reznice slabo se zakorjenjuju i obično ne obrastu donji prerez. One u većem procentu trunu. Žilje im je redovno loše razvijeno. Napose to vrijedi za one kojih je veća čest ostavljena vani. Reznice od kojih je oveći dio ostavljen vani obično stvaraju slabo žilje i ne obrašćuju donji prerez. One redovno jače trunu i gore i dolje, te nemaju daljne uzgojne vrijednosti. Takve se biljke zapravo odbacuju kao neupotrebljive.



Sl. 2. Reznica i jednogodišnje biljke kanadske topole. — a: Pravilno odrezana i posađena reznica; — b, c i d: Biljke uzgojene iz reznica posađenih sa 1 pupom iznad razizemlja (vrh reznice još nije obrastao; izbojak na bazi savinut); — e i f: Biljke uzgojene iz reznica posađenih sa 3 i 4 pupa iznad razizemlja (biljke loše kvalitete radi suhovrhih reznica i sporednih izbojaka).

Fig. 2. The cottonwood cutting and 1-year old plants cultivated from cuttings. — a: Normal cutted and planted cutting; — b, c and d: Plants cultivated from cuttings planted with 1 bud above the ground level (the top of cutting yet not overgrowed, the sprout on the base curved); — e and f: Plants cultivated from cuttings with 3 and 4 buds above the ground level (the plants of a bad quality because of top-dry cuttings and side sprouts).

Primijećeno je da ima — gledom na dužinu i debljinu — posve normalnih reznica, ali da su slabo zakorijenjene, da su slabih i inače loših glavnih izbojaka, odnosno da su često za daljni uzgoj nesposobne. Takve reznice redovno potječu iz dna izbojka, gdje više nema običnih nego su samo uspavani pupovi.

U drugoj godini glavno žilje znatno ojača i produži se. Donja rezna ploha potpuno obraste, u koliko to nije u prvoj godini. I žilice ojačaju, ali uvijek znatno zaostaju u debljini i dužini od žilja iz dna reznice.

2. Vanjski izgled stabljike nove biljke

Glavni izbojak reznice nastaje redovno iz najgornjeg pupa, a ako se taj osuši iz narednog nižeg pupa. Rjeđe se pojavljuju izbojci iz obraslina na gornjem prerezu. Iz namjerno otrgnutih gornjih pupova obnovili su se kod naših pokusa u hranljivoj otopini izbojci na istom mjestu. Adventivni su pupovi u okolišnoj kori prilično nabujali, ali većinom nisu potjerali. Može se stoga uzeti da stabljika redovno nastaje iz običnog ili uspavanog pupa. Najidealnije je kod toga kad se ona razvije iz najgornjeg i to običnog pupa. U tome slučaju dobije se stabljika koja je po vanjskom izgledu najviše slična stabljici biljaka nastalih iz sjemena.

Pokusi su nam pokazali da se — s obzirom na količinu potjeralih reznica, a isto tako i s obzirom na srednju visinu glavnog izbojka — mnogo bolji rezultati postižu kod dužih nego kod kratkih reznica. Primijećeno je da krivulja procenta potjeralih reznica koje su posađene ostavljanjem vani 1, 2, 3 itd. pupa naglije pada kod kraćih nego kod dužih reznica. Duže reznice potjeraju u većem procentu, ako im se ostavi izvjestan dio vani, nego što je kod isto tako posađenih kraćih reznica. To isto vrijedi i za prosječnu dužinu glavnog izbojka, Odatle zapravo ne bismo mogli povući definitivni zaključak, koja je dužina reznice najpovoljnija, odnosno morali bismo se odlučiti za duže reznice. Međutim, ovdje je od odlučnog značenja kvaliteta reznice.

Naši pokusi pokazali su da su biljke proizvedene iz reznica posađenih tako da je samo najgornji pup bio u razini tla kvalitativno najbolje, jer potjeraju uglavnom jedan izbojak. Taj se razvija redovno uspravno i vrlo dobro obraščuje gornji prerez reznice. Kod takvih se biljaka gornji prerez najprije zatvori (Sl. 2.)

Pokusi su pokazali da se ostavljanjem sve većeg dijela reznice vani povećava količina sporednih izbojaka. Što je kod sadnje takvih reznica ostavljen veći dio vani, to je broj sporednih izbojaka veći. Prema tome takve su biljke od sve manje uzgojne vrijednosti (Sl. 2.)

Kod reznica posađenih tako da im je ostavljen izvjesni dio vani obično se gornji kraj do izvjesne mjere osuši, tako da prvi izbojak tjera iz jednog od nižih pupova. Taj obično ne raste pravilno nego je ili jače zavinut ili inače koso usmjeren. (Sl. 2.)

Kad je riječ o kvaliteti proizvedenih biljaka, moramo se napose osvrnuti na gornju čest reznice, odnosno gornju njenu reznu plohu i okolišni dio. Iz pokusa u 1947. g. vidi se da se ostavljanjem vani sve većeg broja pupova procenat biljaka sa suhovrhim dijelom reznice naglo povećava, te da je on već kod reznica posađenih sa 2 pupa vani prilično velik. Procenat biljaka sa suhovrhim dijelom reznice kao i količina te suhe česti rastu sa količinom ostavljenog dijela reznice vani.

Suhovrhi dio reznice pretstavlja za novu biljku veliki defekt, jer joj je odatle donja čest izvrgnuta truljenju. Naročito su u tome pogledu nepovoljne tanje reznice. Kod njih je suhi vrh reznice mnogo veći nego kod debljih reznica. Kod debelih je reznica isušivanje gornje česti manje, te zato kod njih, i u slučaju kad ih sadimo ostavljanjem većeg dijela vani, potjeraju glavni izbojci razmjerno bujnije nego što je to kod tankih reznica. Međutim, i kod tih biljaka gornji prerez reznice ostaje dugo neobrastao i prema tome izvrgnut truljenju.

Ostavi li se izvjesni dio reznice vani, potjera ona osim glavnog izbojka i po nekoliko sporednih izbojaka. Takva je biljka radi toga grmolika i inače neugledna. Osim toga gornja čest reznice ostaje redovno suha. U vezi s time pridanak nove biljke ne obraste nego sve više trune. Sporedni su izbojci ili koso usmjereni ili u donjoj česti u većem ili manjem luku savijeni. S obzirom na uzgoj što ljepših biljaka potrebno je paziti da ni 2 pupa ne ostanu vani. Međutim, u rasadnicima treba voditi računa o slijeganju zemlje, uslijed čega lako dođe do izražaja i drugi pup. Radi toga treba reznicu posaditi tako da će tek nakon slegnuća viriti iz tla samo jedan pup.

U slučaju gdje bi došlo u obzir zamuljivanje odnosno opasnost od poplave sade se reznice pliće. To, međutim, dolazi do izražaja kod sadnje reznica izravno na takav teren, a rjeđe u šumskim rasadnicima. U tome slučaju sporedne izbojke treba na vrijeme otstranjivati.

U pogledu dužine reznice postupit ćemo, kako je već naglašeno, prema lokalnim prilikama, vodeći računa o kvaliteti tla i što racionalnijem učinku. Ma da duže reznice potjeraju u većem broju i proizvode veće izbojke, sadit ćemo reznice osrednje dužine, jer je pri tome lakša manipulacija i jeftiniji rad, a još uvijek dobar učinak. U vezi s time — za naše i slične prilike — najpovoljnija je dužina reznice oko 20—25 cm.

Kod kanadske topole dolazi u obzir u pogledu kvalitete biljaka još jedna okolnost. Kod naših pokusa izbojci te topole bili su do izvjesne mjere u donjoj česti zakrivljeni. To je primijećeno i kod najboljih, a pogotovu kod lošijih izbojaka (Sl. 2.). Zakrivljeni izbojci nastaju naročito iz donjih pupova, odnosno na reznicama gdje su se gornji pupovi osušili. Takvi su izbojci obično jače zakrivljeni odnosno postrance usmjereni, te daju više dojam ogranaka nego glavnih izbojaka. Krivine izbojaka dobro se uočavaju još i u drugoj godini, ma da se dotle prilično izravnaju.

I iz literature je poznato da kanadska topola ima zakrivljene, a Populus robusta posve ravne izbojke, odnosno da kanadska topola od sebe naginje zakrivljivanju pridanka glavnog izbojka. Sabljast uzrast odnosno zakrivljena donja čest izbojka, procenat propadanja reznica, kao i slabiji visinski prirast nove biljke dolaze to više do izražaja što reznica potječe od sporednijih izbojaka. Gledom na visinu i pravilan uzrast glavnog izbojka daju najbolje rezultate reznice koje potječu od glavnih izbojaka i izbojaka iz prvostepenog razgranjenja. Izbojci iz reznica koje potječu od daljnjeg razgranjenja sve su lošiji (7).

Gornji prerez kod kanadske topole dosta sporo obrašćuje. Razmjerno samo mali broj biljaka u potpunosti obraste gornji prerez već u prvoj godini. To čine najbolje i najbujnije biljke, tj. biljke koje su nastale iz reznica normalne debljine i dužine i koje su posađene tako da je iz tla virio samo jedan pup. Još u drugoj godini razmjerno je mali broj biljaka sa potpuno obraslim gornjim prerezom. Prema tome čini se da za obrašćivanje gornjeg prereza normalno debelih reznica treba 2—3 god.

Kod pokusa u 1946. i 1947. g. konstatovano je da su neke reznice bile normalne debljine i dužine, kao i da su posađene posve pravilno, ali da su imale vrlo slabe i zakrivljene, odnosno na stranu usmjerene izbojke. U tim slučajevima konstatovano je da se radi o izbojcima koji su nastali iz uspavanih pupova. Čini se da ti pupovi razvijaju uopće slabije izbojke i izbojke koji nemaju tendenciju da rastu kao vršni nego kao postrani izbojci. Prema tome reznice sa običnim pupovima bolje tjeraju nego reznice sa uspavanim pupovima. Ta je okolnost konstatovana i u literaturi (7). Naši pokusi o tome još nisu završeni.

Iz dosadanjeg izlazi da u vezi uzgoja dobrih sadnica kanadske topole iz reznica treba postupati posebnim oprezom već kod izbora materijala iz kojeg se izrezuju reznice. Upotrebe li se nedovoljno odrvenjele reznice ili reznice iz donje česti izbojka (sa uspavanim pupovima); mnoge ne će potjerati ili, ako potjeraju, proizvest će vrlo loše i za sadnju neupotrebljive biljke. Ako se upotrebe odveć tanke ili odveć debele reznice, one će trunuti. Napose je loše, ako se one posade tako

da im je izvjesni dio izvan tla. U tom slučaju potjerat će razmjerno mali broj reznica, a osim toga kvaliteta proizvedenih biljaka bit će uglavnom loša, te će se prilikom sadnje veći njihov dio morati izlučiti kao neupotrebljiv.

Kako se pokazalo kod pokusa iz 1947., od potjeralih reznica ne dolaze sve u obzir kao sposobne za sadnju. Velik je njihov procenat dosta loš, jer su ili nedovoljno zakorijenjene, ili im nisu obrasle rezne plohe, pa trunu, ili im je pridanak trul i dr. Radi toga moraju se takve biljke prilikom sadnje izlučiti. U tabeli 5 sadržani su podaci o kvalitetnim razredima biljaka proizvedenih iz reznica posađenih različno duboko. Kod toga su u I. razredu obuhvaćene najbolje, a u II. osrednje biljke. U III. obuhvaćene su biljke koje se imaju izlučiti kao neupotrebljive. I odatle vidimo da se najpovoljnije odnose biljke posađene s jednim pupom neposredno iznad tla. Kod njih je otpadak najmanji. Vidimo i to da ostavljanjem sve većeg dijela reznice vani raste procenat biljaka koje se moraju izlučiti kao neupotrebljive, kao i da se u istom smjeru umanjuje procenat najboljih biljaka.

Kod naših pokusa izlučivanje biljaka, odnosno količina loših i za sadnju neupotrebljivih biljaka bila je razmjerno vrlo velika, jer su namjerno sađene i reznice lošije kvalitete (pretanke ili predebele), ili je sadnja izvršena tako da je namjerno ostavljan velik dio reznice iznad tla.

Osim toga ekološke prilike za uzgoj biljaka kanadske topole nisu ovdje podesne, kao što je to već naglašeno. Na prikladnijem tlu postigli bi se sigurno povoljniji rezultati. Unatoč tome dobiva se odavle jasan sud općeg značenja o tome kako se ima postupati kod uzgajanja biljaka kanadske topole iz reznica.

ZAKLJUČCI

Iz navedenih pokusa i opažanja slijede ovi zaključci:

1. U svrhu pošumljivanja nizinskih predjela kanadskom topolom najuputnije je uzgajati sadnice iz reznica u prikladnim šumskim rasadnicima. Pošumljivati treba sa 1-godišnjim prikraćenim sadnicama.

2. Izboru izbojaka iz kojih se dobivaju reznice treba obratiti osobitu pažnju, jer je to jedan od prvih uslova za valjanu produkciju dobro zakorijenjenih i inače prikladnih sadnica.

3. Reznice se dobivaju iz zdravih i bujnih 1-godišnjih izbojaka, koje je najuputnije uzgajati u posebnom matičnjaku. Najbolji se rezultati dobiju, ako se reznice izrezuju neposredno prije sadnje.

4. Kod reznica koje potječu iz vrha ili vršnih dijelova izbojka treba postupati posebnim oprezom. Nedovoljno odrvenjele reznice slabije tjeraju, lošije se zakorjenjuju, a izbojci im manje prirašćuju. Izbojci iz reznica koje potječu iz donje

česti izdanka nastaju često iz uspavanih pupova, tè im je obično kvaliteta lošija.

5. Gornji prerez reznice mora biti neposredno iznad zdravog i dobro razvijenog običnog pupa. On treba da je tek nešto malo skošen na protivnu stranu od pupa. Donji prerez treba da je okomit na dužinsku os reznice (Sl. 2a).

6. Dužina reznice ovisi o kvaliteti i svježini tla. U ovdješnjim prilikama najpovoljnija dužina reznice iznosi 20—25 cm (reznica sa ca 6—7 pupova). Njome se postiže najbolji učinak i s obzirom na broj potjeralih reznica i s obzirom na kvalitetu proizvedenih biljaka, a također i s obzirom na ekonomske momente.

7. Najpovoljnija debljina reznice iznosi 8—10 mm u sredini. Tanje se reznice lako isušuju u gornjoj česti i radi toga trunu, a deblje sporo obrašćuju, te su iz istoga razloga izložene truljenju.

8. Reznice treba saditi okomito, i to u jarke vertikalne stijene ili pomoću prikladnih sadilja. Utiskivanje se može uspješno primijeniti samo kod kraćih reznica i kod vrlo rahlog tla.

9. Reznice treba saditi tako da se neposredno iznad tla — kad se ono slegne — nalazi samo najgornji pup (Tab. 6., Sl. 1.) Ako se ostavi vani dio reznice sa više pupova, dobiva se biljka loše kvalitete (Sl. 2.) Takve biljke imaju obično po više sporednih i redovno jače zavinutih ili koso usmjerenih izbojaka. Osim toga vrhovi su takvih reznica obično više ili manje suhi, te radi toga donja čest biljke trune. Napose su u tome nepovoljne tanke reznice, jer je kod njih sušenje gornje česti veće.

10. Od potjeralih reznica ima ih izvjestan broj koje uglavnom nisu upotrebljive za sadnju na terenu (radi slabo razvijenog žilja, trulog pridanka ili inače loše razvijene stabljike). Takvih neupotrebljivih biljaka ima najviše među biljkama proizvedenim iz reznica posađenih sa 2 ili više pupova iznad razizemlja. Veći procenat neupotrebljivih biljaka potječe redovno od kraćih i tanjih reznica (Tab. 5.)

LITERATURA

1. Adler E.: Aufzucht von Korb- und Bandweiden, Uetersen, 1933., s. 61.
2. Balen J.: Šumski rasadnici, Zemun, 1938., s. 111.
3. Биолчев: Производња тополових садница резницама. Упутство. Превео са бугарског: Џоњић К.; Београд 1947.
4. Богданов П. Л.: Новый способ вегетативного размножения тополей, I. Сборник трудов, Ленинград, 1934., с. 27.—50. — Селекция тополей, Сборник трудов, Ленинград, 1940
5. Bühler A.: Der Waldbau, II Bd., Stuttgart, 1922., s. 408
6. Dengler A.: Waldbau auf ökolog. Grundlage, Berlin, 1935., s. 211.

7. Hoffmann R.: Die Vermehrung der Pappeln durch Stecklinge, Forstwiss, Centralblatt, 1936., s. 137.; — Untersuchungen über das Wachstum der Pappelheister, Forstwiss, Centralblatt, 1938., s. 361.
8. Kache P.: Die Praxis des Baumschulbetriebes, Berlin, 1938., s. 179.
9. Morozov J.: Zur Frage der Technik der Weidenkulturen, Zeitschrift für Weltforstwirtschaft, Bd. 4., 1936./37., s. 765.
10. Petračić A.: Uzgajanje šuma, II. dio, Zagreb, 1931., s. 136.
11. Piccioli L.: Selvicoltura, Torino, 1923., s. 271.
12. Rubner K.: Neudammer Forstliches Lehrbuch, I. Bd., Neudamm, 1942., s. 290.
13. Svoboda P.: O topolech — nejrychleji rostoucích dřevinách, Čs. Les, 1939., č. 4—6.
14. Schenck C. A.: Fremländische Wald- und Parkbäume, III. Bd., Berlin, 1939., s. 396.
15. Schwappach A.: Waldbau, Neudammer Förster Lehrbuch, Neudamm, 1922., s. 521.
16. Španović T.: Meke ili ritske šume u Podunavlju, Šumarski list, 1931., s. 120. — Vegetativno pomladivanje ritskih šuma. Šumarski list, 1932., s. 359.
17. Tarauca E.: Freiland-Laubgehölze, Wien u. Leipzig, 1913., s. 120. of forestry, New-York — London, 1942., s. 441.
18. Ткаченко М. Е.: Общее лесоводство. Ленинград. 1939., с. 375. и 482.
19. Toumey J. a. Korstian C.: Seeding and planting in the practice
20. Vajda Z.: Uzgajanje šuma, Šum. priručnik, I., Zagreb, 1946., s. 696.
21. Vincent G.: Topoly — dřeviny budoucnosti, Brno, 1946.; — Rychle rostoucí dřeviny v lesích Střední Evropy, Banska Štiavnica, 1946.
22. Vouk V.: Nauka o životu bilja, Zagreb, 1922., s. 46.
23. Wettstein W.: Die Vermehrung und Kultur der Pappel, Frankfurt a. M., 1943.
Ostala upotrebljena literatura navedena je u tekstu.

SUMMARY

In this paper the results of cottonwood plants cultivation sprouted from shoot-cuttings are shown. The experiments and observations have been carried out in the Forest Nursery on the Faculty of Agriculture and Forestry at the University in Zagreb during 1940 to 1947.

Conclusions:

1. For the purpose of low areas afforestation with cottonwood the most efficient is to grow plants from cuttings in convinient forest nurseries. The best is to afforest with 1-year old shortened plants.

2. A great attention should be paid to the choise of sprouts from which cuttings are obtained; this being one of the main conditions for a good production of regulary rooted, healthy and otherwise convinient plants.

3. Cuttings are taken from well-developed, healthy, 1-year old sprouts, the best growed in especially cared planting beds.

4. A particular care should be taken at cuttings originated from the top or top-parts of the sprouts. Not enough wooded cuttings sprout badly, root disfavourably and their sprouts grow slowly. The sprouts originated from the cuttings of the under part of shoot arise from the dormant bud; their quality is usually worst.

5. The upper cut should be immediate above a healthy, normal and well-developed common bud. It should be only somewhat oblique and this to the opposite side of bud. The under cut should be vertical on the lenght axis of cutting (Fig. 2a).

6. The lenght of cuttings depends both on soil quality and soil moisture. For conditions in this country the most favourable lenght of cuttings is 20—25 cm (cutting with ca 6—7 buds). The best result being achieved with them with regard to the number of sprouted cuttings, quality of produced plants and the most racional effect.

7. The most favourable thickness of cuttings in their middle attains 8—10 mm in diameter. Thinner cuttings easily dry out in the upper part and owing to this fact rotten, the thick ones overgrow slowly and are because of this exposed to rotting, too.

8. Cuttings should be set vertical in the soil.

9. Cuttings should be set only the uppermost bud level with the soil surface, after it sinks (Tab. 6. Fig. 1.). When a part of cutting with several buds remains out, a plant of bad quality develops (Fig. 2.). These plants have usually several side, as a rule curved or oblique sprouts. The tops of such cuttings are usually more or less dry and owing to this fact the under part rotts. From this point of view thinner cuttings are especially unfavourable, the drying of the upper part being greater at them.

10. Among the sprouted cuttings is a greater number, for planting on terrain useless ones (owing to bad developed roots, rotting of the undermost part of stem or otherwise undeveloped stem). Such plants are the most frequent among plants produced from cuttings set with two or more buds above the soil surface. A greater percentage of useless plants is to be found generally at shorter and thinner plants (Tab. 5.)

Dr. Ing. Ivo Horvat:

Prilog poznavanju tehničkih svojstava munikovine (Pinus Heldreichii Christ. var. leucordenis [Ant.] Markgraf)

(Contribution à la connaissance des propriétés techniques du bois de Pinus Heldreichii var. leucodermis (Ant.) Markgraf)

SADRŽAJ (SOMMAIRE)

I. UVOD. Munika ili smrč jedna je od značajnih predstavnika terciarne flore kod nas. Prvi opis ove vrsti bora potječe iz 1863 godine. Nakon toga napisano je mnogo rasprava o munici. Kod nas je u novije doba objavio P. Fukarek prvi dio svoje monografije o munici (L. 1). U toj raspravi obradio je Fukarek pitanje geografske raširenosti munike i iznio rezultate svojih istraživanja na tom području. Prema izvodima ove rasprave mogu se staništa munike podijeliti na: 1. okolina rijeke Neretve, 2. primorske planine u okolici Boke Kotorske, 3. sjeverna Crna Gora i područje rijeke Morače, 4. područje rijeke Cijevne, 5. područje Bijelog i Crnog Drima, 6. slivovi

rijeka Mati, Arsena, Škumbe i Semena, 7. Akrokeraunske planine, 8. područje rijeke Vojuše, 9. planina Olimp u Tesaliji, 10. Pirin i Ali Botuš planina i 11. Južna Italija.

Fukarek u svojoj raspravi naglasio je šumsko-uzgojnu važnost munike. U prvom redu potrebno je istaći upravo nevjerojatno skromne zahtjeve munike na dobrotu tla. Isto tako munika stavlja skromne zahtjeve na toplinu zraka te vlagu zraka i tla. Osnovna je mana munike sporost u rastu i teško uzgajanje. Uprkos tih mana munika je važna sa šumsko-uzgojnog gledišta kao najpogodnija vrsta za pošumljivanje viših planinskih predjela u kojima stvaranje golog krša imade najteže posljedice.

II. TEHNIČKA SVOJSTVA. O tehničkim svojstvima drveta munike do sada je malo poznato. G. Janka izdao je 1915 godine svoju obsežnu raspravu o istraživanju tvrdoće drveta (L. 2). U toj raspravi zabilježeni su rezultati istraživanja, koje je izvršio G. Janka na samo 8 proba munikovine. On je ispitao specifičnu težinu, koeficient plošnog utezanja, čvrstoću pritiska i tvrdoću drveta munike. Stanište ove istražene munike bilo je u okolici Konjica u Bosni. Prof. V. Stojanov izdao je 1940 godine raspravu o svojstvima i upotrebi drveta munike. (L. 3). U toj raspravi je prof. Stojanov objavio rezultate svojih istraživanja munikovine. Istražena je bila munika sa Pirin planine. Predmet istraživanja bilo je učešće smolnih kanala, specifična težina, čvrstoća pritiska, čvrstoća savijanja, čvrstoća natezanja, osržavanje te upotreba munikovine.

O tehničkim svojstvima munikovine s naših staništa, izuzevši istraživanje koje je izvršio G. Janka, nisu izvršena do sada nikakova istraživanja. Zavod za uporabu šuma na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu započeo je 1938 g. sabirati materijal za istraživanje tehničkih svojstava pojedinih vrsta drveća iz naših šuma. Među sabranim materijalom bilo je i jedno probno stablo munike. Ovo probno stablo t. j. probni trupčić ovog stabla poslužio je za istraživanje nekih tehničkih svojstava munikovine.

Istraživanja su mogla biti izvršena samo djelomično. I to iz razloga, jer je moglo biti istraženo samo jedno probno stablo munike. Za istraživanje tehničkih svojstava munikovine u punom opsegu potreban bi bio daleko veći broj probnih stabala munike. Ova probna stabla morala bi potjecati iz svih naših staništa munike. Rezultat istraživanja većeg broja probnih stabala sa svih naših staništa omogućila bi daleko sigurniji i pouzdaniji sud o tehničkim svojstvima munikovine. Nažalost Zavodu nije bilo moguće za sada sakupiti veći broj probnih stabala munike. Iz tih razloga ovdje izneseni rezultati ne mogu se

smatrati konačnim i samo istraživanje završenim. Kada će Zavodu biti stavljeno na raspolaganje više materijala za istraživanje moći će se istraživanja izvršiti u većem i potpunijem opsegu.

U ovoj su radnji prikazani rezultati prethodnih istraživanja kojima je bila predmetom širina goda, učešće kasnog drveta, specifična težina, linearno (radijalno, tangencijalno i longitudinalno) i volumno utezanje, čvrstoća pritiska, čvrstoća savijanja i čvrstoća udarca odnosno radnja loma.

1. **Područje i materijal.** Istraženi probni trupčić potječe od probnog stabla oborenog u šumskom području Bistrica na Sinjavini planini. Ovo stanište pripada po F u k a r e k u u staništa munike Sjeverne Crne Gore i područja rijeke Morače. Šumsko područje Bistrica sastoji se iz dva dijela »Mišovića Borje« i »Počivala«. Po gospodarskoj osnovi označeni su ti dijelovi kao odjel br. 11 i odjel br. 6. Ove šume vlasništvo su crnogorskog plemena Poljskog, općina Polja, kotar Kolašin. To su crnoborove sastojine prosječne starosti 110 godina. Tek je nešto pri vrhu Mišovića Borja (odjel 11) na visini od 1325 m sastojina munike. To su prirodne sastojine preborno karaktera. Podloga je vapnenac. Inklinacija oko 30°, ekspozicija jugozapadna. Bonitet staništa I/II. Drvna masa po 1 ha oko 800 m³. Sklop sastojine crnog bora 0,9, a sastojine munike 0,6. Stabla su zastupana većinom u debljinskim razredima od 50 do 70 cm. Probno stablo munike je dominantnog karaktera. Prsni promjer probnog stabla iznosio je 46 cm, totalna visina 21 m, visina do prve žive grane 8 m, horizontalna projekcija krošnje 9 m, starost cca 200 godina. Probno je stablo oboreno 10. ožujka 1939 godine. Probni trupčić otpiljen u visini od 6,30 m iznad zemlje. Srednji promjer probnog trupčića iznosio je 40 cm.

2. **Izrađivanje proba.** Iz trupčića su ispiljene u smjeru najvećeg i najmanjeg promjera piljenice debljine do 8 cm. S jednog kraja tih piljenica otpiljene su okomito na smjer vlakanaca daščice debljine 4 cm. Iz tih daščica izrađene su probe za istraživanje linearnog i volumnog utezanja te specifične težine. Preostali dio piljenica i segmenata oprezno je u prostorijama Zavoda sušen do stanja prosušenosti. Nakon dovršenog sušenja ispiljene su i izrađene iz piljenica i segmenata probe za istraživanje čvrstoće savijanja, čvrstoće udarca odnosno radnje loma, čvrstoće pritiska, specifične težine i stepena vlage. Sve probe ispiljene su u uzdužnom smjeru i točno po žici i imale su oblik prizme kvadratičnog presjeka, tako da su linije godova i sržni trakovi tekli paralelno sa po dvije nasuprotne stranice čeonog presjeka probe. Čela i bokovi probe posebnim su strojem fino polirani, tako da je oblik probe bio geometrij-

ski pravilna prizma. Sve probe, koje su sadržavale bilo kakovu grešku ili nepravilnost izlučene su iz istraživanja.

3. Istraživanja i rezultati. Rezultati istraživanja širine goda, učešća zone kasnog drveta, stepena vlage, specifične težine, čvrstoće savijanja, specifične radnje loma i čvrstoće pritiska i to granice i srednja vrijednost iznijeti su u tabeli 1.

Tabela 1

Redni broj	Svojstvo	Granice	Srednja vrijednost	Broj proba
1	Širina goda u mm	0 34...1,73	0,93	42
2	Zona kasnog drveta u %	13,0...53,0	24,3	42
3	Postotak vlage (%)	8,0...14,3	10,6	42
4	Spec. težina u g/cm³			
	a) u prosušenom stanju	0.467...0,679	0,531	42
	b) u aps. suhom stanju	0,443...0,649	0,504	42
	c) nominalna	0,388...0,565	0,438	42
5	Utezanje u %			
	a) radijalno	3,75...7,80	4,83	12
	b) tangencijalno	7,88...9,95	8,20	12
	c) longitudinalno	0,08...0,46	0,32	12
	d) volumno	11,80...15,55	12,92	12
6	Čvrstoća savijanja u kg/cm²	836...1012	911	15
7	Spec. radnja loma u mkg/cm³	0,302...0,497	0,379	15
8	Čvrstoća pritiska u kg/cm²	403...508	465	30

a) Godovi i kasno drvo. Munika je drvo vrlo sporog rasta. Znači, munika je drvo uzanih godova. Da se utvrdi srednja širina goda svake probe izbrojeni su svi cijeli godovi na čelu probe i izmjerena njihova ukupna širina. Diobom širine i broja godova dobivena je srednja širina goda za svaku probu. Iz tih srednjih širina godova proba izračunata je srednja širina godova za sve probe izrađene iz probnog trupčića. Na tim probama izmjeren je i postotak zone kasnog drveta. Na čelu probe izmjerena je širina zone kasnog drveta na najširem, srednjem i najužem godu. Prosječna širina dobivena ovim mjerenjem izražena je postotkom srednje širine goda probe. Ovaj način mjerenja zone kasnog drveta uveden je zbog bržeg odredivanja postotka zone kasnog drveta. Tačnost ovoga načina mjerenja zone kasnog drveta zadovoljava.

Širina godova istraženog trupčića munike kreće se u granicama 0,34 . . . 1,73 mm, a srednja vrijednost širine godova munike iznosi 0,93 mm. Postotak zone kasnog drveta istražene

munike kreće se u granicama 13,0 . . . 53,0%, dok srednji postotak zone kasnog drveta iznosi 24,3%. Iz ovog se istraživanja vidi, da prosječna širina godova istražene munike iznosi nešto ispod 1 mm, a širina zone kasnog drveta unutar jednog goda iznosi u prosjeku 1/4 širine goda.

b) Specifična težina. Specifična težina utvrđena je na probama za utezanje, to jest na malim prizmama veličine 3×3×2 cm, i na probama dobivenim otpiljivanjem malih prizma veličine 2×2×3 cm od proba za ispitivanje čvrstoće savijanja i čvrstoće udarca.

Prema zaključku odbora Međunarodnog saveza zavoda za šumske pokuse i odbora za istraživanje drveta (L. 4) potrebno je kod istraživanja tehničkih svojstava drveta uporedo utvrditi specifičnu težinu u apsolutno suhom stanju, u prosušenom stanju kod 12 ili 15% vlage i nominalnu specifičnu težinu

Ova istraživanja munikovine izvršena su u smislu gore navedenih zaključaka.

Specifična težina apsolutno suhog drveta je omjer težine i volumena probe kod 0% vlage. To je težina 1 cm³ posve suhog drveta. Kako je poznato specifična se težina drveta mijenja sa stepenom vlage drveta. Zato nam je prostorna težina kod 0% vlage t. j. prostorna težina u apsolutno suhom stanju i kod teoretskih razmatranja i kod praktičnih obračunavanja jedini sigurni stalan broj.

Specifična težina munikovine kod 0% vlage t. j. u apsolutno suhom stanju utvrđena je na 42 probe. Ona se kreće u granicama od 0,443 . . . 0,649 g/cm³, a srednja vrijednost iznosi 0,504 g/cm³. U tabeli 2. upoređena je specifična težina apsolutno suhe munikovine s istim specifičnim težinama nekih drugih četinjača prema podacima po Kollmann-u (L. 5).

Tabela 2

Vrst drveta	Specifična težina kod 0 % vlage	
	granice	prosjek
	g / cm³	
Pinus heldreichii	0,44...0,65	0,50
Pinus silvestris	0,30...0,86	0,49
Pinus nigra*)	——	0,57
Pinus cembra	0,37...0,56	0,45
Picea excelsa	0,30...0,64	0,43
Abies pectinata	0,32...0,71	0,41

*) Po G. Janka.

Specifična težina prosušenog drveta je omjer težine i volumena probe u prosušenom stanju. To je specifična težina munikovine kod onog stupnja vlage kod kojeg je izvršeno ispitivanje mehaničkih svojstava.

Stepen vlage proba u prosušenom stanju izračunat je po formuli

$$u = \frac{T_p - T_o}{T_o} \cdot 100$$

gdje je T_p težina probe u prosušenom stanju, a T_o težina probe u apsolutnom suhom stanju.

Taj je stepen vlage prosušenosti za istraženu munikovinu iznosio 8,2 . . . 10,6 . . . 14,3%.

Specifična težina prosušene munikovine istražena je na 42 probe i kreće se u granicama od 0,467 . . . 0,679 g/cm³, dok srednja vrijednost iznosi 0,531 g/cm³.

Ova je specifična težina uporedena s podacima istraživanja munikovine, koju su izvršili G. Janka i V. Stojanov u tabeli 3.

Tabela 3

Šumsko područje	Istražio	Specifična težina prosušene munikovine		Prosječni stepen vlage %
		granice g/cm³	prosjek	
Konjic	G. Janka	0,670...0,736	0,699	13,0
Pirin planina	V. Stojanov	0,461...0,621	0,516	8,4
Sinjavina „	——	0,467...0,679	0,531	10,6

Iz ove se tablice vidi da se podaci naših istraživanja podudaraju gotovo sasvim s rezultatima istraživanja V. Stojanova, naprotiv tome specifična težina prosušene munikovine iz istraživanja G. Janke daleko je veća. Vjerojatno razlog tome jesu razlike u staništima i malen broj proba, koje je G. Janka upotrebio za svoja istraživanja.

Nominalna specifična težina je omjer težine apsolutno suhog drveta i volumena u sirovom odnosno napojenom stanju. Taj nam omjer kaže koliko imade grama suhe drvene tvari u 1 cm³ svježeg (sirovog) ili napojenog drveta.

Prednosti nominalne specifične težine već smo ranije istakli (L. 6). One su u kratko slijedeće. Nominalna specifična težina može biti utvrđena s većom točnošću nego specifična težina apsolutnog suhog drveta. Jednostavnim množenjem kubnog sadržaja drveta u sirovom stanju s nominalnom specifič-

nom težinom dobije se faktično proizvedena drvna masa u kg. Nominalna specifična težina omogućava komparaciju s rezultatima novijih istraživanja. Iz poznate nominalne specifične težine i volumnog utezanja može se izračunati specifična težina apsolutno suhog drveta. Isto tako se iz specifične težine apsolutno suhog drveta i volumnoga utezanja može izračunati nominalna specifična težina. Na kraju može se iz poznate nominalne specifične težine i specifične težine apsolutnog suhog drveta izračunati volumno utezanje.

Nominalna specifična težina istražene munikovine kreće se u granicama od 0,388 . . 0,565 g/cm³ a srednja vrijednost iznosi 0,438 g/cm³.

Za upoređenje specifične težine prosušenoga i apsolutno suhoga drveta i nominalne specifične težine istražene munikovine poredane su te težine u pregledu:

Specifična težina

a) prosušenoga drveta	0,531 g/cm³
b) apsolutno suhog drveta	0,504 »
c) nominalna	0,438 »

c) Utezanje. Utezanje odnosno bujanje drveta posljedica je promjene stepena vlage drveta. Za utezanje odnosno bujanje drveta od upliva je količina higroskopske ili vezane vlage koja je apsorbirana u stijenkama drvnih stanica. Onaj stepen kod kojeg su stijenke drvnih stanica zasićene vlagom zove se točka zasićenosti vlakanaca vlagom. To je postotak higroskopske ili vezane vlage u drvetu.

Utezanje drveta započinje kad vlaga drveta padne ispod točke zasićenosti vlakanaca vlagom t. j. drvo se uteže radi gubitka svoje higroskopske vlage. Osušeno drvo u doticaju sa vlagom upija vlagu i povećava svoj volumen dok vlaga drveta ne dosegne točku zasićenosti drvnih vlakanaca. Dakle utezanje odnosno bujanje drveta posljedica je promjene stepena vlage drveta u intervalu od 0% do točke zasićenosti vlakanaca vlagom. Vlaga zasićenosti drvnih vlakanaca za pojedine vrsti drveća kreće se u granicama od 25% do 35%.

Utezanje drveta nije u svim smjerovima jednako. Ono je najveće u smjeru godova (tangencijalno utezanje), te je prosječno dva puta veće od utezanja u smjeru sržnih trakova (radijalno utezanje). Utezanje u smjeru uzdužne osovine debla (longitudinalno utezanje) iznosi 0,1 . . . 0,6%. To je utezanje neznatno i bez praktičnog značenja.

Utezanje je istraženo na probama veličine 3×3×2 cm. Ove su probe izrađene iz daščica otpiljenih sa vrha piljenica. Ove su probe postepeno navlažene toliko, da je stepen vlage tih proba bio znatno iznad točke zasićenosti vlakanaca vlagom. Mjerenje dimenzija u radijalnom, tangencijalnom i longitudi-

nalnom smjeru izvršeno je mikrometrom sa točnošću od 0,01 mm uvijek točno u simetralama dotičnih presjeka. Volumen proba utvrđen je zbog posvemašnje geometrijske pravilnosti proba stereometrijski sa točnošću od 0,01 cm³. Stepen vlage proba u navlaženom stanju kretao se od 52 . . . 108%. Sušenje proba vršeno je u sušioniku kod temperature 95 . . . 105° C. Linearno utezanje utvrđeno je po ovim formulama:

$$\alpha_l = \frac{L-l}{L} \cdot 100; \quad \alpha_r = \frac{R-r}{R} \cdot 100; \quad \alpha_t = \frac{T-t}{T} \cdot 100$$

gdje je α_l, α_r i α_t postotak linearnog utezanja, L, R, T dimenzije u napojenom stanju, a l, r, t dimenzije proba u apsolutno suhom stanju u longitudinalnom, radijalnom i tangencijalnom smjeru.

Volumno utezanje može se izračunati iz linearnog utezanja ili utvrditi neposrednim volumetriranjem proba u napojenom i u apsolutno suhom stanju.

Iz poznatih linearnih utezanja izračuna se volumno utezanje po formuli

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r + \alpha_l - \frac{\alpha_t \cdot \alpha_r}{100}$$

Neposredno volumetriranjem proba dobije se volumno utezanje po formuli

$$\alpha_v = \frac{V-v}{V} \cdot 100$$

gdje je V i v volumen probe u napojenom i apsolutno suhom stanju.

Linearno i volumno utezanje munikovine istraženo je samo na 12 proba.

Radijalno utezanje (α_r) kreće se u granicama od 3,75 . . . 7,80%, a srednja vrijednost iznosi 4.83%.

Tangencijalno utezanje (α_t) istražene munikovine iznosi u prosjeku 8,20%, a kreće se u granicama od 7.88 . . . 9.95%.

Longitudinalno utezanje (α_l) kreće se u granicama od 0,08 . . . 0,46%, a srednja vrijednost iznosi 0,32%.

Volumno utezanje (α_v) istražene munikovine kreće se u granicama od 11,80 . . . 15,55% a srednja vrijednost iznosi 12,92%.

Između vlage zasićenosti (k), nominalne specifične težine (t_n) i volumnog utezanja (α_v) postoji jednostavan odnos

$$\alpha_v = k \cdot t_n$$

Po Trendelenburg-u (L. 7) taj je odnos između utezanja i nominalne specifične težine za bijel obične borovine

$$\alpha_v = (29 \ldots 33)\, t_n$$

a za srž borovine

$$\alpha_v = (25 \ldots 23)\, t_n$$

Iako je broj istraženih proba za utezanje premalen, izračunat je taj odnos kod munikovine. On iznosi

$$\alpha_v = 29\, t_n$$

Na osnovu toga odnosa izračunati su koeficijenti linearnog i volumnog utezanja t. j. računom je utvrđeno za koliko se postotaka uteže munikovina ako sušenjem izgubi 1% higroskopske vlage

Ti su koeficijenti slijedeći:

za longitudinalno utezanje	0,01%
za radijalno utezanje	0,17%
za tangencijalno utezanje	0,28%
za volumno utezanje	0,44%

Potrebno je još kod utezanja utvrditi kolika je razlika između radijalnog i tangencijalnog utezanja. Poznato je, da je u prosjeku za sve vrsti drveća tangencijalno utezanje dva puta veće od radijalnog utezanja. Ako su razlike između obiju utezanja manje onda je raspucavanje drveta, koje je posljedica nejednakog utezanja u radijalnom i tangencijalnom smjeru, manje. Za istraženu munikovinu utvrđen je taj odnos

$$\alpha_r = 1{,}7\, \alpha_t$$

a to znači, da je kod istražene munikovine tangencijalno utezanje za 70% veće od radijalnog utezanjna.

Za praksu je od veće važnosti poznavati veličinu utezanja od stanja sirovosti do stanja prosušenosti, nego od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće. Poznavanje veličine tog utezanja važno je za onu robu, koja se već u stanju sirovosti izraduje u definitivnim dimenzijama, i to s razloga, da bi se robi moglo dati nešto veće dimenzije nego što će ih ona imati u prosušenom stanju. Taj višak otpada na utezanje drveta. Ovo utezanje za istraženu munikovinu do vlage u prosjeku od 10,6% iznosi

radijalno utezanje	2,29 . . .	2,86 . . .	4,88%
tangencijalno utezanje	4,98 . . .	5,55 . . .	6,27%
volumno utezanje	7,61 . . .	8,52 . . .	10,31%

d) Čvrstoća savijanja. Iz piljenica i segmenata izrađene su prizmatske probe veličine 2×2×30 cm. Istraživanje čvrstoće savijanja izvršeno je na posebnom stroju za ispitivanje čvrstoće savijanja. Razmak potporišta bio je 28 cm. Smjer djelovanja sile je tangencijalan na godove. Svaka proba bila je

opterećena do gornje granice opterećenja. Utrošena sila P očitana je na manometru stroja. Čvrstoća savijanja izračunata je po poznatoj formuli

$$\sigma_s = \frac{3\,P \cdot l}{2\,bh^2}\ [kg\ /cm^2]$$

gdje je σ_s čvrstoća savijanja, P sila, l razmak potporišta, b širina i h visina poprečnog presjeka probe.

Čvrstoća savijanja munikovine istražena je na 15 proba. Ona se kreće u granicama od 836 . . . 1012 kg/cm², a srednja vrijednost iznosi 911 kg/cm². Čvrstoća savijanja munikovine istražene po V. Stojanovu i nama upoređena je u tablici 4.

Tabela 4 **Čvrstoća savijanja munikovine**

Šumsko područje	Istražio	Čvrstoća savijanja kg/cm²	Broj proba
Pirin planina	V. Stojanov	500...993...1393	52
Sinjavina	***	836...911...1012	15

Iz ove se tablice vidi da se naši rezultati kreću u užim granicama nego rezultati V. Stojanova. Razlog je tome taj, što je istraženo jedno probno stablo munike s 15 proba, a V. Stojanov istražio je 2 probna stabla s 52 probe. Ako se uzmu u razmatranje rezultati s oba staništa onda se čvrstoća savijanja munikovine Pirin planine i Sinjavine planine kreće u granicama od 500 . . . 1393 a srednja vrijednost iznosi 974 kg/cm².

e) Čvrstoća udarca. Probe su izrađene isto kao probe za ispitivanje čvrstoće savijanja. Veličina probe iznosila je 2×2×30 cm. Istraživanje čvrstoće udarca odnosno radnje loma izvršeno je na posebnom stroju — klatnjači od 10 kgm. Razmak potporišta iznosio je 24 cm. Smjer udarca klatna bio je tangencijalan na godove. Neposredno na skali klatnjače očitana je radnja loma (R) u kgm. Specifična radnja loma (r) ili radnja po jedinici površine poprečnog presjeka (a×b) dobivena je po formuli:

$$r = \frac{R}{a \times b}\ [kgm/cm^3]$$

Čvrstoća udarca ispitana je na 15 proba. Specifična radnja loma za istraženu munikovinu kreće se u granicama od 0,302 . . . 0,497 kgm/cm², a srednja vrijednost iznosi 0,379 kgm/cm².

Na osnovu specifične radnje loma i kvadrata specifične težine u prosušenom stanju izračunata je dinamička kota. To je omjer između specifične radnje loma i kvadrata specifične težine u prosušenom stanju.

Ta dinamička kota iznosi u prosjeku za istraženu munikovinu 1,41. Ova dinamička kota služi kao kriterij žilavosti drveta. Prema klasifikaciji Monnina (L. 8) a po veličini dinamičke kote može se zaključiti, da je istražena munikovina žilavo drvo sposobno za onu građu gdje se svojstvo žilavosti osobito traži.

f) Čvrstoća pritiska. Nakon izvršenoga istraživanja čvrstoće savijanja i čvrstoće udarca ispiljene su iz razlomljenih proba posve blizu mjestu loma prizmatske probe veličine 2×2×3 cm, na kojima je utvrđena specifična težina i stepen vlage, a odmah do ovih proba prizmatske probe veličine 2×2×6 cm, na kojima je istražena čvrstoća pritiska.

Čvrstoća pritiska ispitana je u stroju za ispitivanje čvrstoće pritiska do 4000 kg. Svaka proba bila je opterećena do gornje granice opterećenja odnosno do momenta kada su vlakanca pod pritiskom počela popuštati i deformirati se. Utrošena sila P očitana je na manometru stroja. Čvrstoća pritiska izračunata je iz kvocijenta sile P i površine poprečnog presjeka probe a×b okomito na smjer sile po poznatoj formuli

$$\sigma_p = \frac{P}{a \times b} \; [kg/cm^2]$$

Čvrstoća pritiska ispitana je na 30 proba. Čvrstoća pritiska kreće se za istraženu munikovinu u granicama od 403 . . . 508 kg/cm² i srednja vrijednost iznosi 465 kg/cm².

Ovi su rezultati istraživanja u tablici 5. uporedeni sa istraživanjima munikovine koje su izvršili G. Janka i V. Stojanov.

Tabela 5 **Čvrstoća pritiska munikovine**

Šumsko područje	Istražio	Čvrstoća pritiska kg/cm²	Broj proba
Konjic	G. Janka	446 . . . 534 . . . 583	7
Pirin planina	V. Stojanov	303 . . . 530 . . . 651	103
Sinjavina planina	***	403 . . . 465 . . . 508	30

Iz ove se tablice vidi, da je čvrstoća pritiska po nama istražene munikovine nešto manja od čvrstoće pritiska munikovine, koju je istražio G. Janka i V. Stojanov. Razlog tome može ležati u razlikama u staništu i broju proba. Zbog

Tabela 6

Red. broj	Svojstvo	Munika			Crni bor		
		Granice	Srednja vrijednost	Broj proba	Granice	Srednja vrijednost	Broj proba
1	Širina goda u mm	0,34...1,73	0,93	42	0,25...4,33	1,30	46
2	Zona kasnog drveta u %	13,0...53,0	24,3	42	15,0...53,8	31,8	46
3	Postotak vlage (%)	8,0...14,3	10,6	42	8,6...13,8	10,8	155
4	Spec. težina u g/cm³						
	a) u prosušenom stanju	0,467...0,679	0,531	42	0,422...0,860	0,579	155
	b) u aps. suhom stanju	0,443...0,649	0,504	42	0,403...0,798	0,526	155
	c) nominalna	0,388...0,565	0,438	42	0,374...0,734	0,467	46
5	Utezanje u %						
	a) radijalno	3,75...7,80	4,83	12	1,52...6,77	4,26	46
	b) tangencijalno	7,88...9,95	8,20	12	3,97...10 80	7,74	46
	c) longitudinalno	0,08...0,46	0,32	12	0,08...0,92	0,31	46
	d) volumno	11,80...15,55	12,92	12	6,81...16,40	11,84	46
6	Čvrstoća savijanja u kg/cm²	836...1012	911	15	873...1538	1192	55
7	Spec. radnja loma u mkg/cm²	0.302...0,497	0,379	30	0,293...0,810	0,479	53
8	Čvrstoća pritiska u kg/cm²	403...508	465	30	276...758	479	100

malog broja istraženih proba granice kretanja čvrstoće pritiska kod nas i kod G. Janke relativno su dosta uske, dok su naprotiv te granice kod istraživanja V. Stojanova dosta velike, a sam srednjak nešto pouzdaniji. Ako se uzmu u razmatranje svi rezultati onda se čvrstoća pritiska munikovine iz Konjica, Piriń planine i Bistrice (Sinjavine planine) kreće u granicama od 303 . . . 651 kg/cm² a srednja vrijednost iznosi 523 kg/cm².

Na osnovu čvrstoće pritiska i specifične težine u prosušenom stanju izračunata je statička kota po formuli od Janke. To je omjer čvrstoće pritiska i stostruke specifične težine prosušenog drveta. Ova statička kota ili broj kakvoće iznosi u prosjeku 8,7. Statička kota služi kao kriterij za kvalitetu drveta. Prema klasifikaciji Monnina (L. 8) može se po veličini statičke kote zaključiti, da je munikovina dobre kakvoće.

4. Munika i crni bor. Istraženo probno stablo munike potječe, kako je to naprijed navedeno, iz šumskog područja »Mišovića Borje«. Ovo područje sastoji iz crnoborovih sastojina, a tek pri vrhu »Mišovića Borja« na visini od 1325 m, imade nešto munike. Rezultate istraživanja tehničkih svojstava munikovine uporedili smo sa rezultatima istraživanja tehničkih svojstava crnoborovine sa istog staništa (L. 9).

Na osnovu rezultata tih istraživanja mogu se povući slijedeći zaključci:

a) širina goda munikovine manja je (0,93 mm) od širine goda crne borovine (1,30 mm);

b) zona kasnog drveta munikovine manja je (24,3%) od zone kasnog drveta crnoborovine (31,8%);

c) specifična težina munikovine (t_o =0,504 g/cm³) manja je od specifične težine crnoborovine (t_o =0,526 g/cm³);

d) linearno i volumno utezanje munikovine (α_v =12,92%) veće je linearnog i volumnog utezanja crnoborovine (α_v = 11,84%);

e) čvrstoća savijanja munikovine je manja (911 kg/cm²) od čvrstoće savijanja crnoborovine (1192 kg/cm²);

f) specifična radnja loma munikovine manja je (0,379 mkg/cm²) od specifične radnje loma crnoborovine (0,479 mkg/cm²);

g) čvrstoća pritiska munikovine manja je (465 kg/cm²) od čvrstoće pritiska crnoborovine (479 kg/cm²).

5. Zaključak. U ovoj su radnji iznešeni prethodni rezultati istraživanja nekih fizičkih i mehaničkih svojstava munikovine. Istraženo je jedno probno stablo munike sa ukupno 144 proba.

Na osnovu ovih istraživanja mogu se povući slijedeći zaključci:

a) širina goda i postotak zone kasnog drveta iznosio je

0,34 . . . 0,93 . . . 1,73 mm
13,0 . . . 24,3 . . . 53,0 %

b) specifična težina iznosila je:

u prosušenom stanju	0,467 . . .	0,531 . . .	0,679 g/cm³
u aps. suhom stanju	0,467 . . .	0,531 . . .	0,679 g/cm³
nominalna	0,388 . . .	0,438 . . .	0,565 g/cm³

c) utezanje od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće iznosilo je:

longitudinalno	0,08 . . .	0,32 . . .	0,46%
radijalno	3,75 . . .	4,83 . . .	7,80%
tangencijalno	7,88 . . .	8,20 . . .	9,95%
volumno	11,80 . . .	12,92 . . .	15,55%

d) mehanička svojstva iznosila su:

čvrstoća pritiska	403 . . .	465 . . .	508 kg/cm³
čvrstoća savijanja	836 . . .	911 . . .	1012 kg/cm²
spec. radnja loma	0,302 . . .	0,379 . . .	0,497 kgm/cm²

e) komparacijom rezultata istraživanja tehničkih svojstava munikovine i crnoborovine sa istoga staništa došlo se je do zaključka da je širina goda, zona kasnog drveta, specifična težina, čvrstoća savijanja, specifična radnja loma i čvrstoća pritiska munikovine manja od tih svojstava crnoborovine; linearno i volumno utezanje munikovine veće je od linearnog i volumnog utezanja crnoborovine.

LITERATURA

1. Fukarek P.: Prvi prilog poznavanju munike ili smrče, Hrvatski šumarski list, br. 8—9, 1941. g., Zagreb.
2. Jänka G.: Die Härte des Holzes, Wien 1915.
3. Stojanov V.: Kačestva i ispolzovane na černomurovata drevesina, Godišnik na Sofiiskija univerziteta V. 1939./40., Sofija 1940., s. 62—87.
4. Trendelenburg R.: Tagung des Arbeitsausschusses des Internationalen Verbands Forstlicher Forschungsanstalten und des erweiterten Ausschusses für Holzprüfung in London und Princes Risborough 24. bis 28. IV. 1939., Holz als Roh- und Werkstoff, Jg. 2., H. 6. Berlin 1939.
5. Kollmann F.: Technologie des Holzes, Berlin 1936.
6. Horvat I.: Istraživanja o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine, Glasnik za šumske pokuse 8, s. 61—135, Zagreb 1942.
7. Trendelenburg R.: Das Holz als Rohstoff, Berlin 1939.
8. Dramba D.: Etude physique et mecanique du bois roumain, Nancy 1932.
9. Horvat I.: Istraživanja tehničkih svojstava crnoborovine, Glasnik za šumske pokuse 9, Zagreb 1948.

RÉSUMÉ

L'auteur expose les résultats de ses recherches sur des certains propriétés physiques et mécaniques du bois de Pinus Heldreichii Christ. var. leucodermis (Ant.) Markgraf. Les expériences sont effectués à l'Institut de la technologie forestière de la Faculté d'agriculture et de silviculture à Zagreb (Directeur: Prof. dr. ing. Aleksandar Ugrenović).

Ces recherches au sujet de l'épaisseur des couches annuelles, pourcentage de bois d'été, poids specifique, rétractibilité radiale, tangentielle, axiale et volumetrique, compression axiale, flexion statique et résilience (choc) ont été faites avec 144 éprouvettes d'un arbre de Pinus Heldreichii Christ. var. leucodermis (Ant.) Markgraf.

Les résultats de ces recherches sont les suivants:

1) L'épaisseur de couches annuelles et pourcentage du bois d'été

	0,34	0,93	1,73 mm
	13,0	24,3	53,0 %

2) le poids specifique

a) à l'état sec à l'air	0,467	0,531	0,679 g/cm³
b) à l'état complétement sec	0,443	0,504	0,649 g/cm³
c) nominale	0,388	0,438	0,565 g/cm³

3) rétractibilité

a) axiale	0,08	0,32	0,46%
b) radiale	3,75	4,83	7,80%
c) tangentielle	7,88	8,20	9,95%
d) volumetrique	11,80	12,92	15,55%

4) les propriétés mécaniques

a) compression axiale	403	465	508 kg/cm²
b) flexion statique	836	911	1012 kg/cm²
c) résilience (choc)	0,302	0,379	0,497 kgm/cm²

5) En comparant les propriétés techniques du bois de Pinus Heldreichii Christ. var. leucodermis (Ant.) Markgraf et de Pinus nigra var. austriaca Asch. et Gr. provenant de la même station l'auteur conclut que l'épaisseur de couches annuelles, pourcentage du bois d'été, poids spécifique, flexion statique, résilience (choc) et compression axiale du bois de Pinus Heldreichii Christ. var. leucodermis (Ant.) Markgraf sont plus petits que les mêmes propriétes du bois de Pinus nigra var. austriaca Asch. et Gr.; rétractibilité linéale et volumetrique du bois de Pinus Heldreichii Christ. var. leucodermis (Ant.) Markgraf est plus grande que rétractibilité linéale et volumetrique du bois de Pinus nigra var. austriaca Asch. et Gr.

Dr. ing. Ivo Horvat:

Istraživanja tehničkih svojstava crne borovine

(Recherches sur les propriétés techniques du bois de Pinus nigra Arn.)

SADRŽAJ (SOMMAIRE)

UVOD

Ova je publikacija jedan prilog poznavanju tehničkih svojstava bosanske crne borovine. Bosanska crna borovina poznata je na svjetskim tržištima. Ona je zbog svoje kvalitete naročito tražena. (L. 21). Oznaka »bosanska« crnoborovina, analogno kao i »slavonska« hrastovina, ne označuje geografsko podrijetlo već kvalitet odnosno finoću crne borovine. Ova oznaka potječe od crnoborovine iz okolice Višegrada.

Crni bor, koji uspijeva kod nas tek je jedna odlika crnoga bora. Crni bor je vrsta koja imade svoje prirodno područje rasprostranjenja u mediteranskom bazenu. Područje crnog bora rasprostire se od Pirinejskoga poluotoka do Male Azije i Krima. Taj je areal raskidan u više manjih područja. U tim se područjima nalaze posebne odlike crnog bora, koje se međusobno morfološki razlikuju. Po Schwarz-u (L. 22) crni bor imade šest odlika. To su pirinejski crni bor (Cevennes, Pirineji, Katalonija), kalabrijski crni bor (Južna Italija, Sicilija, Korzika), dalmatinski crni bor (viši položaji Brača, Hvara i Pelješca), ilirski crni bor (Donja Austrija, Koruška, Kranjska, zapadni dio Balkanskog poluotoka i Abruzzia — srednji dio Apenina), krimski crni bor (Transkavkazija, Krim, Mala Azija, Cipar, Kreta, Peloponez, istočni dio Balkanskog poluotoka, Banat) i taurijski crni bor (subalpinska regija Taurusa i Antitaurusa).

Kod nas uspijevaju dakle tri odlike crnog bora i to dalmatinski crni bor (P. nigra var. dalmatica), ilirski crni bor (P. n. var. austriaca Asch. et Gr.) i krimski crni bor (P. n. var. Pallassiana Asch. et Gr.). Osim ovih spominju se u literaturi (L. 1) još i dvije posebne forme crnog bora i to: zlatiborski (P. n. f. zlatiborica) i balkanski crni bor (P. n. f. balcanica).

Crni bor dolazi na vrlo različitim tlima. Kod nas on dolazi na raznim vapnencima i na tlu eruptivne podloge (serpentin i dr.), Po Dimitz-u (L. 7) na serpentinskom gorju u Bosni, koje se pruža od Novog na sjeverozapadu do Višegrada na jugoistoku, vrlo rado dolaze hrastovi i borovi. Naročito je za serpentin karakteristično rasprostranjenje crnog bora.

Crni bor dolazi u mješovitom i čistim sastojinama. Mješovite sastojine sastavljene su od crnog bora i običnog bora, crnog bora i hrasta kitnjaka, crnog bora, jele i smreke, te crnog bora i bukve.

Statistički podaci o površini crnoborovih šuma u Bosni vrlo su manjkavi. Ovi su podaci dosta i nesigurni. Ovdje ćemo iznijeti samo dva podatka. Prema službenim statističkim podacima prije prvog svjetskog rata površina crnoborovih šuma u Bosni i Hercegovini navodno je iznosila cca 108.500 ha, što je tada iznosilo 4,25% površine svih šuma. Prema ovim podacima dijelila se površina crnoborovih šuma u Bosni na 15 šumskih područja (Kubelka 1914.) (L. 15). Prema podacima iz 1938 odnosno 1945 površina čistih crnoborovih šuma u Bosni i Hercegovini iznosila je 37.979 ha ili 1,73% površine svih šuma.

Predmetom istraživanja bio je ilirski crni bor (Pinus nigra var. austriaca Asch. et Gr.) sa staništa u Bosni i Crnoj Gori. Istraživanja su obuhvatila samo neka osnovna fizička i mehanička svojstva crne borovine. Istražena su ova svojstva: širina goda, zona kasnog drveta, učešće bijeli i srži, specifična težina, linearno i volumno utezanje, a od mehaničkih svojstava čvrstoća pritiska, čvrstoća savijanja i specifična radnja loma.

Ostala tehnička svojstva nisu mogla biti istražena iz dva razloga. Prvo, što za neka svojstva (na pr. tvrdoću) nije još utvrđena jedinstvena metodika istraživanja, i drugo, laboratorij Zavoda za uporabu šuma ne raspolaže sa svim potrebnim aparatima i strojevima, tako da se neka svojstva (na pr. modul elasticiteta i dr.) ne mogu za sada istraživati.

Cilj je ovih istraživanja bio prvo, da se utvrde osnovna fizička i mehanička svojstva crnoborovine, drugo, da se utvrdi postoje li stanovite razlike u tehničkim svojstvima crnoborovine sa različitih staništa naročito sa vapnenačkih i serpentinskih tala.

U našoj stručnoj literaturi gotovo i nema radova o tehničkim svojstvima crne borovine. Prvi veći rad na tom području potječe od Prof. dr. A. Ugrenovića i prof. dr. B. Šolaje (Lit. 28), koji su u svojoj studiji istražili specifičnu težinu i količinu sirove smole crnog i običnog bora iz šuma gospodarske jedinice Samar na Maloj Kapeli.

Od tehničkih svojstava bosanske crne borovine istražio je prof. dr. A. Ugrenović (L. 30) u novije vrijeme čvrstoću cijepanja.

Ostala tehnička svojstva bosanske crne borovine nisu istražena.

U stranoj literaturi nalazimo vrlo malo podataka o svojstvima crne borovine. Istraživanja koja su vršili Nördlin-

ger (L. 18), Gollner (Lit. 11) i Janka (L. 14) ograničila su se na malen broj proba. U tim radovima istražen je crni bor sa nekih staništa u Austriji.

L. Bogner (L. 4) u svome radu o brodograđevnom drvu ističe odlična tehnička svojstva crnoborovine za gradu brodova.

L. Dimitz (L. 7) u svojoj knjizi donosi uz podatke o rasprostranjenju crnog bora u Bosni i neke podatke o visini, prsnom promjeru, drvnoj masi, procentualnom učešću kore, prsnom obličnom broju, prirastu drvne mase, širini goda te učešću bjeljike crnog bora.

U novije doba N. Cankov (L. 6) istražio je neka fizička svojstva i kvalitet smole u molike, običnog i crnog bora sa staništa u Bugarskoj.

Neki autori smatraju da je bosanski crni bor posebna odlika crnog bora. Tako R. Hickel (L. 12) u svojoj dendrologiji spominje posebnu varietetu crnog bora i naziva ju »bosniaca«. J. Fröhlich (L. 9) pretpostavlja da crni bor na plitkom, siromašnom serpentinu Bosne tvori stanišnu rasu, koja se tokom stoljeća ili tisućljeća prilagodila specifičnim karakteristikama staništa. Prema istom autoru tipična su svojstva ove stanišne rase crnog bora (pravno stablo i tanjurasta krošnja) nasljedna. O. Piškorić u svom članku o bosanskom crnom boru (L. 21) navodi mišljenje prof. H. Barbey-a, koji je pregledao crnoborove sastojine u Bosni, da je crni bor posebna odlika vrste crni bor. O. Piškorić iznosi u istom članku neka svoja zapažanja o razlikama u fizionomiji stabla i habitusu crnog bora sa serpentina i crnog bora sa vapnenca.

Pitanje, da li je bosanski crni bor posebna odlika crnog bora, da li postoje neke morfološke razlike crnog bora sa vapnenca i crnog bora sa serpentina, zahtijeva posebna botanička i fitocenološka istraživanja.

Na početku ove radnje izričem svoju zahvalnost Prof. dr. ing. Aleksandru Ugrenoviću, redovnom sveučilišnom profesoru i predstojniku Zavoda za uporabu šuma Sveučilišta u Zagrebu, koji mi je susretljivo stavio na raspolaganje po Zavodu godine 1940. sabrani materijal za istraživanje crne borovine, a u toku moga rada pomagao me savjetom.

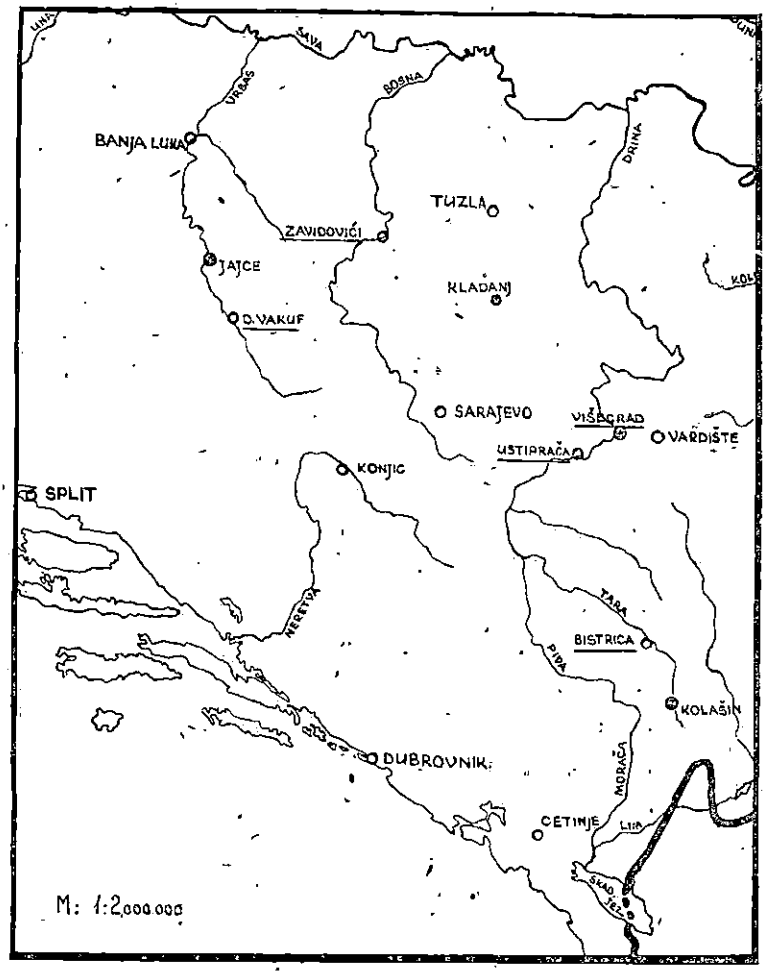
Zahvaljujem se i drugovima Ing. Jovanu Drakuliću, Ing. Silviju Ivančiću i Tomislavu Špalju, koji su me za vrijeme svoga rada u Zavodu djelomično pomogli kod izmjere i obračunavanja podataka o tehničkim svojstvima istražene crnoborovine.

2. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJE

21 Područje

Istraženi materijal potječe iz nekih važnijih područja crnoga bora u Bosni i Crnoj Gori. Materijal za istraživanje dobiven je od biv. šumsko-industrijskih poduzeća »Šipad«, »Ugar« i »Varda«. Bivše poduzeće Šipad stavilo je na raspoloženje materijal sa područja Direkcije za šumske radove u Plevlju, te pilana u Zavidovićima i Ustiprači. Bivše poduzeće »Ugar« stavilo je na raspoloženje materijal sa pilane u Donjem Vakufu, a bivše poduzeće »Varda« sa pilane u Višegradu.

Direkcija za šumske radove u Plevlju stavila je na raspoloženje 4 probna trupčića sa područja Bistrice, vlasništvo



Sl. 1. Pregledna karta šumskih uprava (*) i pilana odnosno manipulacija (podcrtano) sa kojih potječe istražena crna borovina

Poljske plemenske zajednice, općina Polje, kotar Kolašin. Pilana u Zavidovićima materijal sa područja šumske uprave Kladanj, a pilana u Ustiprači materijal iz područja Bistrice, općina Polje, kot. Kolašin.

Pilana »Ugar« u Donjem Vakufu stavila je na raspoloženje materijal sa područja šumske uprave Jajce, a pilana »Varda« u Višegradu sa područja šumske uprave Višegrad.

Na preglednoj karti (Sl. 1) ucrtana su sjedišta šumarija odnosno pilana iz kojih potječe istraženi materijal crne borovine.

22. Izbor materijala za istraživanje

Materijal za istraživanje sastojao se iz trupčića i piljenog materijala (četvrtača) sa pojedinih pilana.

Izbor probnih stabala i piljenog materijala vršio se po zasebnoj »Instrukciji Zavoda za uporabu šuma u Zagrebu« (L. 31). Osnovne smjernice kod izbora probnih stabala iznijete su na drugom mjestu (L. 13). Ovdje bi izložili samo glavne smjernice kojih su se stručni organi pridržavali kod izbora piljenog materijala sa pilana.

Kao materijal za istraživanje odabirano je piljeno drvo u formi četvrtača, kvadratičnog presjeka, stranica čela 50 × 50 mm, a dužine od circa 1,0 m.

Četvrtače treba da su radijalne teksture, posvema pravne (dakle neusukane) žice, bez kvrga i kvržica, bez grešaka boje, posvema zdrave, bez raspuklina, nezakrivljene i neizvitlane.

Za svako područje eksploatacije i za svaku vrst drveta poželjan je kvantum od bar 90 tek. metara četvrtače presjeka 50 × 50 mm, kvalitete kao što je napred navedeno no tako razdijeljenih, da 1/3 od ukupnog broja komada bude uskih (finih), 1/3 srednje širokih, a 1/3 širokih (grubih) godova. To zato da bi se time za pojedinu vrst i pojedino područje dobila prosječna slika širine godova nekoga eksploatacijskog područja.

Stepen prosušenosti materijala treba da je za sve komade približno najednak. To će reći, treba da pojedini komadi potječu iz iste kampanje sječe i da su u izrađenom stanju preležali na stovarištu približno najednako vrijeme.

Četvrtače

Područje	Količina	Presjek	Dužina
	kom	mm	m
1. Zavidovići Šipad	48	50/50	1,0
2. Ustiprača Šipad	50	50/50	1,0
3. Donji Vakuf—Ugar	48	50/50	1,0
4. Višegrad—Varda	48	50/50	1,0
Ukupno	194	—	—

Na osnovu ovih instrukcija pojedine pilane stavile su Zavodu za uporabu šuma na raspoloženje za istraživanje tehničkih svojstava drveta slijedeće količine crnoborovih četvrtača.

23. Sastojinske prilike

Materijal za istraživanje sastojao se iz 4 probna trupčića i 194 kom. četvrtača presjeka 50/50 mm, dužine 1,0 m.

Probni trupčići potječu iz šume, koja je vlasništvo plemena Poljskog, općine Polja, kotar Kolašin. Šumsko područje nosi ime Bistrica i sastoji se iz dva dijela »Mišovića Borje« i »Počivala«. Ovi dijelovi označeni su u gospodarskoj osnovi kao odjeli br. 11 i br. 6. Podloga vapnenac. Ekspozicija za sastojinu iz koje potječu probna stabla 1, 2 i 3 zapadna, a za sastojinu iz koje potječe probno stablo 4 istočna. Inklinacija terena od 15° do 30°. Elevacija od 1000 do 1325 m. Sastojina je prirodna, iz sjemena, prebornog karaktera. Stabla su zastupljena većinom dimenzijama 0,50 do 0,70 m prsnog promjera. Bonitet I/II. Drvna masa po 1 ha oko 800 m³. Sklop iznosi oko 0,9.

Podaci o prsnom promjeru, promjeru trupčića, položaju trupčića, karakteru stabla, totalnoj visini, visini do prve žive grane, horizontalnoj projekciji krošnje, starosti i vremenu sječe iznijeti su u tablici broj 1.

Tabela 1

Šumsko područje	Odjel	Oznaka probnog stabla	Promjer u 1.30 m	Promjer u sredini trupca	Trupac otpiljen u visini od	Karakter stabla	Totalna visina stabla	Visina do prve žive grane	Horiz. projekcija krošnje	Starost	Vrijeme sječe
			m	m	m		m	m	m²	god.	
Bistrica	Mišovića Borje	CB 1	0,62	0,46	12,30	kodominantna	35	19,60	4,50	110—120	1939
		CB 2	0,40	0,34	4,30		27	19,00	3,50	80—100	
		CB 3	0,42	0,39	4,30		27	22,00	3,50	110—120	
	Počivala	CB 4	0,67	0,50	10,30		39	22,00	7,50	110—120	

Četvrtače sa pilane u Zavidovićima potječu iz područja šumske uprave Kladanj, šum. predjel Vel. Bukovica. Temeljna podloga serpentin, tlo srednje duboko, humuzno i vlažno, ekspozicija sjeveroistočna, inklinacija 30%, nadmorska visina oko 700 m. Sastojina je prirodna, mješovita (0,7 jele i smreke,

0,1 bora i 0,2 bukve), prebornog karaktera, prosječne starosti 140 godina, drvna masa po 1 ha 600 m³, sklop oko 0,9.

Četvrtače sa pilane u Ustiprači potječu iz šuma koje su vlasništvo Poljske plemenske zajednice, općine Poljske, kotar Kolašin, šumski predjel Bistrica. Podloga pripada geološkoj formaciji triasove krede i pokazuje sliku tipičnog krša. Temeljni kamen isključivo vapnenac. Tlo je većinom srednje duboko sa dobrim svježim humusom i obilnim listincem. Ekspozicija istočna, inklinacija do 30%, nadmorska visina oko 1300 m. Sastojina je prirodna, čista, preborna, prosječna starost 150 god., drvna masa po 1 ha oko 800 m³, sklop oko 0,9.

Četvrtače sa pilane u Ustiprači i probni trupčići koje je otposlala biv. Direkcija za šumske radove u Plevlju potječu dakle sa istoga područja.

Četvrtače sa pilane u Donjem Vakufu potječu sa područja šumske uprave Jajce, šum. predjel Velika Rijeka, odjel 83, ekspozicija sjeverozapadna, nagnutost terena znatna, tlo plitko, kamenito. Podloga vapnenac i škriljevac. Nadmorska visina cca 1200 m. Sastojina je srednje stara, prorijeđena, preborna, prirodna sa pojedinim starijim stablima. Sastojina je mješovita, omjer smjese: obični bor 0,6 a crni bor 0,4. Prosječna starost 80 godina, drvna masa po 1 ha 350 m³, obrast 0,5.

Četvrtače sa pilane u Višegradu potječu iz šumske uprave Višegrad, šum. područje Duvnica. Podloga je serpentin, tlo je srednje duboko, humuzno. Ekspozicija sjeverna, elevacija od 300 do 1000 m. Sastojina je prirodna, čista, prebornog karaktera, prosječne starosti oko 200 godina.

24. Izrada proba

Izrada proba za istraživanje specifične težine i utezanja drveta iz četvrtača analogna je izradi tih proba iz probnih trupčića.

Četvrtače su obrojčane u laboratoriju Zavoda za uporabu šuma tekućim brojevima i to onim redom kojim su stizavale u laboratorij. U spremištu laboratorija četvrtače su složene u vitlove, i to s razloga da se vlaga četvrtača izjednači i da se četvrtače osuše do stanja prosušenosti. Nakon sušenja otpiljena je sa jednog kraja četvrtače pločica debljine 30 mm. Jedna strana te pločice fino je polirana i na toj strani je ucrtana dispozicija probe za stolara, koji je prema toj dispoziciji izradio probu presieka 30 × 30 mm a visine 20 mm. Ove probe kao i probe iste veličine izrađene iz daščica otpiljenih sa piljenica koje su dobivene raspiljavanjem probnih trupčića poslužile su za istraživanje prosječne širine godova, prosječnog postotka zone kasnog drveta, specifične težine drveta i linearnog te volumnog utezanja drveta.

Probe za istraživanje mehaničkih svojstava drveta izrađene su iz preostalih dijelova piljenica i četvrtača, i to na

slijedeći način. Preostali dio piljenica odnosno četvrtača otpiljen je u dužini od 32 cm, jedno čelo ovih dijelova dugih 32 cm fino je polirano i na njemu ucrtana dispozicija proba za stolara, koji je prema toj dispoziciji izradio probe za ispitivanje čvrstoće savijanja i specifične radnje loma (čvrstoće udarca). Ove su probe kvadratičnog presjeka veličine 20 × 20 mm a dužine 300 mm. Sve su probe ispiljene u uzdužnom smjeru točno po žici tako da su linije godova tekle paralelno sa dvije nasuprotne stranice čeonog presjeka probe. Čela i bokovi probe posebnim su strojem fino polirani, tako da je oblik probe bio geomerijski pravilna prizma. Sve probe koje su sadržavale bilo kakovu grešku ili nepravilnost u građi izlučene su iz istraživanja.

Nakon izvršenog istraživanja čvrstoće savijanja i specifične radnje loma (čvrstoće udarca) ispiljene su iz razlomljenih proba posve blizu mjesta loma prizmatske probe veličine 20 × 20 × 30 mm na kojima je utvrđena specifična težina i stepen vlage, a odmah do ovih probe veličine 20 × 20 × 60 mm na kojima je istražena čvrstoća pritiska.

3. METODIKA RADA

Metodika istraživanja teksture, težine, vlage i utezanja drveta opisana je na drugom mjestu (L. 13).

Ovdje bi ukratko prikazali metodiku istraživanja mehaničkih svojstava drveta — i to čvrstoće savijanja, specifične radnje loma odnosno čvrstoće udarca te čvrstoće pritiska.

Ova metodika utvrđena je na međunarodnim kongresima Internacionalnog saveza zavoda za šumske pokuse (London 1939) i Međunarodnog centra za šumarstvo (Stresa 1943). Na sastanku u Stresi (1943 g.) prihvaćeni su jedinstveni propisi za ispitivanje nekih mehaničkih svojstava drveta (L. 26,33).

Evo ukratko najosnovnijih smjernica za ispitivanje nekih mehaničkih svojstava drveta propisanih na gore citiranom sastanku.

Čvrstoća pritiska određuje se na prizmatskim probama kvadratnog presjeka. Visina probe jednaka je trostrukoj stranici presjeka. Opterećenje se mora polako i postepeno povisivati. Kod ispitivanja bez finog (preciznog) mjerenja treba da pokus do loma traje 1 do 2 min; tome odgovara kod četinjača i mekih listača brzina opterećenja od 400 do 600 kg/cm² u 1 minuti, a kod tvrdih listača i lameliranog drveta brzina opterećenja od 600 do 800 kg/cm² u minuti. Od pločica za tlačenje treba jedna da je fiksnog a druga kuglastog ležaja.

Kod proba sa različitim stupnjem vlage dobivenu čvrstoću pritiska preračunati na stanje kod 12% vlage po formuli

$$\sigma_{p_{12}} = \sigma_{p_u} \cdot \frac{20}{32 - u}$$

gdje je $\sigma_{p_{12}}$ i σ_{p_u} čvrstoća pritiska kod 12% odnosno u % vlage a »u« je postotak vlage drveta u momentu ispitivanja.

Čvrstoća pritiska utvrđuje se na 1%, zaokruženo na 5 kg/cm² točno. Isti stupanj točnosti vrijedi i za statičku kotu (broj kakvoće).

Čvrstoća pritiska crne borovine ispitana je na probama presjeka 20×20 mm, a visine 60 mm. Čvrstoća pritiska obračunata je po opće poznatoj formuli

$$\sigma_p = \frac{P}{F} = \frac{P}{a \cdot b}$$

Broj kakvoće (statička kota) izračunat je u smislu prijedloga G. Janke (L. 14) omjerom između čvrstoće pritiska i stostruke specifične težine kod 12% vlage t. j. po formuli

$$k = \frac{\sigma_p}{100 \cdot t_{12}}$$

Ispitivanje čvrstoće savijanja vrši se na probama kvadratičnog presjeka. Stranica presjeka (s) iznosi 2 do 5 cm, probe su duge 15 s. Razmak potporišta iznosi $l = 14\ s$. Probe presjeka 2×2 cm opterete se u sredini tangencijalno na godove. Kod proba 5×5 cm smjer se opterećenja može izabrati po volji, ali se u svakom slučaju mora navesti. Između komada za tlačenje i probe te između probe i potporišta stavljaju se posebni umeci (jahači) iz tvrdog drveta ili čelika sa zaobljenim uglovima (radij zaobljenosti $r = \frac{2}{10}\ s$) Potporišta moraju biti pokretna. Brzina opterećenja mora se izabrati tako da trajanje pokusa kod ispitivanja bez finog mjerenja iznosi 1 do 2 min.

Čvrstoća savijanja utvrđuje se na 10 kg/cm² točno, modul elastičnosti na 1000 kg/cm² točno, pregib (fleksija) u sredini probe u cm na 0,1 cm točno.

Čvrstoća savijanja obračunava se po formuli

$$\sigma_s = \frac{M}{W} = \frac{3}{2}\frac{P\ l}{b l^2}$$

Ovdje »P« znači sila loma, a »W« momenat otpora presjeka probe, »l« je razmak potporišta a »b« i »h« su dimenzije presjeka probe.

Modul elastičnosti računa se kod opterećenja u sredini po formuli

$$E = \frac{P \quad l^3}{48 \cdot J \cdot f}\left[1 + 1{,}2\,\frac{G}{E} \cdot \frac{h^2}{l^2}\right]$$

gdje je f pregib u sredini stupa i G modul smika drveta. Ako ne predleže točnija mjerenja može se staviti da je $E/G = 17$.

Drvo mora biti vlažno 12%. Kod proba sa varijabilnom vlagom može se unutar granica od 9 do 15% vlage utvrđena čvrstoća savijanja preračunati na stanje kod 12% vlage pomoću slijedeće formule

$$\sigma_{s_{12}} = \sigma_{s_u} \cdot \frac{20}{32-u}$$

gdje je $\sigma_{s_{12}}$ i σ_{s_u} čvrstoća savijanja kod 12% odnosno u % vlage, a »u« je postotak vlage drveta u momentu ispitivanja.

Kod ispitivanja čvrstoće savijanja potrebno je označiti ili pobliže opisati vrst loma. Osim toga potrebno je naznačiti da li je lom pospješen kvrgom ili nepravilnim vlakancima.

Čvrstoća savijanja crne borovine ispitana je na probama presjeka 20×20 mm, a dužine 300 mm. Razmak potporišta iznosio je 28 cm ($l = 14\,s$).

Modul elasticiteta crne borovine nije se utvrđivao s razloga što laboratorij ne raspolaže sa preciznim flektometrom.

Specifična radnja loma (čvrstoća udarca) utvrđuje se na probama kvadratičnog presjeka 20×20 mm, a dužine 300 mm. Razmak potporišta treba da iznosi 240 mm. Smjer djelovanja klatna (u pravilu dostaje klatnjača od 10 kgm) jest tangencijalan na godove. Polumjer zaobljenosti uporišta i klatna mora iznositi 1,5 cm.

Utvrđuje se utrošena radnja A u cmkg, na 1 cmkg točno.

Čvrstoća udarca odnosno specifična radnja loma crne borovine ispitana je na probama presjeka 20×20 mm a dužine 300 mm. Razmak potporišta iznosio je 240 mm ($l = 12\,s$).

Utrošena radnja A u cmkg neposredno je očitana na skali klatnjače. Specifična radnja loma ili radnja po jedinici površine presjeka probe u mkg/cm² izračunata je po formuli:

$$a = \frac{A}{b \cdot h}\ (mkg/cm^2)$$

gdje A znači utrošenu radnju loma u mkg, »a« i »b« dimenzije presjeka probe.

Rezultati istraživanja o unutrašnjoj gradi drveta, o fizičkim i mehaničkim svojstvima istražene crne borovine obrađeni su variaciono-statistički. Za širinu goda, zonu kasnog drveta, spe-

cifičnu težinu, linearno i volumno utezanje, čvrstoću savijanja, čvrstoću udarca (spec. radnju loma) i čvrstoću pritiska izračunata je srednja vrijednost *(m)*, srednja greška svakog pojedinog mjerenja (srednji kvadratni otklon, standartna devijacija σ) i srednja greška aritmetske sredine (f_m). Formule za ove veličine i način variaciono-statističkoga obrađivanja materijala iznijeti su na drugom mjestu (L. 13).

Svako istraženo svojstvo grafički je prikazano poligonom frekvencije (čestine, učestalosti). Ovaj poligon daje na lak i pregledan način neke karakteristike istraženog svojstva i to: raspršenost (disperziju) svojstva između donje i gornje granice, najčešću vrijednost (apscisa vrha poligona), nehomogenost svojstva iz stepena otklona najčešće i srednje vrijednosti (asimetrija poligona čestine).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U tabeli 2 iznijeti su rezultati istraživanja širine godova, zone kasnog drveta, specifične težine, linearnog i volumnog utezanja do apsolutne suhoće i do prosušenosti, čvrstoće pritiska, čvrstoće savijanja i specifične radnje loma crne borovine. Tabela sadrži granice istraženog svojstva, srednju vrijednost *(m)*, standartnu devijaciju (σ), grešku srednje vrijednosti (f_m) i broj istraženih proba *(n)*.

Tabela 2 **Rezultati istraživanja crne borovine**

Svojstvo	Granice	m	σ	f_m	n
1. Širina goda (mm)	0,25...4,33	1,22	0,596	0,039	235
2. Zona kasnog drveta (%)	11,6...60,0	31,6	9,30	0,6	235
3. Specifična težina (g/cm³)					
a) u prosušenom stanju	0,414...0,985	0,620	0,088	0,003	725
b) u aps. suhom stanju	0,377...0,908	0,584	0,087	0,003	725
c) nominalna	0,342...0,827	0,511	0,064	0,004	232
4. Utezanje do 0 % vlage (%)					
a) radijalno	1,52...8,36	4,34	1,29	0,08	234
b) tangencijalno	3,97...10,80	7,74	1,50	0,10	234
c) longitudinalno	0,01...1,99	0,39	0,32	0,02	235
d) volumno	6,63...17,26	12,16	2,25	0,15	235
5. Utezanje do prosušenosti (%)					
a) radijalno	0,68...5,84	2,88	0,94	0,06	234
b) tangencijalno	1,97...7,89	5,49	1,18	0,08	235
c) volumno	3,01...12,65	8,50	1,94	0,13	235
6. Čvrstoća pritiska (kg/cm²)	276...891	564	110	6,4	291
7. Čvrstoća savijanja (kg/cm²)	689...1985	1305	226	14,4	247
8. Spec. radnja loma (mkg/cm²)	0,204...0,865	0,472	0,141	0,009	250
9. Radnja loma (cmkg)	70...380	201	58	3,67	250

41 Tekstura

411 Bijel i srž

Na četiri probna trupčića iz područja Bistrice mjerena je širina bijeli i srži te broj godova bijeli i srži.

Evo tih podataka:

Tabela 3 **Bijel i srž crne borovine**

Oznaka probnog trupčića	Širina		Broj godova		Promjer	
	bijeli	srži	bijeli	srži	srži	trupčića
	mm		%		cm	
CB—1	60,45	154,50	126	139	31,0	43,0
CB—2	29,00	136,00	76	100	27,2	33,0
CB—3	28,00	136,00	115	91	27,2	32,8
CB—4	57,00	162,00	119	84	32,4	43,8

Iz tih podataka izračunato je učešće srži i bijeli na promjeru i na temeljnici. Ovo učešće na promjeru izračunato je po formuli

$$n = \frac{d}{D} \cdot 100$$

gdje je $n\%$ učešće srži, d = promjer srži, D = promjer trupčića. Učešće srži na temeljnici izračunato je na osnovu formule

$$n = \frac{d^2}{D^2} \cdot 100$$

Tabela 4 **Učešće bijeli i srži crne borovine**

Oznaka probnog trupčića	Učešće		Učešće		Učešće	
	bijeli	srži	bijeli	srži	bijeli	srži
	na promjeru		na temeljnici		na broju godova	
	%		%		%	
CB—1	28	72	48	52	47	53
CB—2	18	82	32	68	43	57
CB—3	17	83	31	69	56	44
CB—4	26	74	46	54	59	41

Isto tako izračunat je procentualni odnos broja godova bijeli i srži.

Iz ovih tablica vidljivo je da je bjeljika u istraženog crnog bora vrlo uzana. Širina pojasa bjeljike istraženih trupčića kreće se u granicama od 2,8 do 6,5 cm. Učešće bjeljike na promjeru kreće se u granicama od 17 do 28%, a na temeljnici od 31 do 48%, odnosno srži na promjeru od 72 do 83%, na temeljnici od 52 do 69%, dok se učešće broja godova bjeljike kreće u granicama od 43 do 59%. Broj godova u bijeli dosta je velik, znači da osržavanje crnog bora počinje tek u višoj starosti.

Ova konstatacija o širini bjeljike djelomično je u suprotnosti sa navodima u stručnoj literaturi.

Beauverie, Wiesner, Bärner, Anić, Ugrenović (L. 3, 32, 2, 1, 29) navode da je za crni bor karakteristična široka bijel (do 2/3 promjera). Ugrenović je analizom jednog probnog stabla crnog bora iz Samara (L. 29) utvrdio da je učešće bjeljike na drvnoj masi debla 82%, a srži 18%.

Dimitz navodi za bosanski crni bor da imade vrlo uzanu bijel. (L. 7). Isto to tvrdi za crni bor Flatscher (L. 8).

Piccioli navodi da je broj godova bijeli crnog bora dosta velik (od 60 do 120 godova) (L. 19). Ova se tvrdnja poklapa sa rezultatima mjerenja izvršenih na 4 probna trupčića iz Bistrice. Broj godova bijeli na izmjerena 4 probna trupčića iz Bistrice kreće se od 76 do 126.

Osržavanje je — kao što je poznato — funkcija staništa i starosti (Büsgen-Münch, Ugrenović) (L. 5, 29). Osržavanje ovisi o veličini krošnje odnosno o veličini transpiracije t. j. potrebe za vodom. Što je veća krošnja, to je manje osržavanje, a što je manja krošnja to je veće osržavanje (Büsgen-Münch, Pilz, Liese) (L. 5, 20, 16). R. Spazier istražio je na velikom broju stabala učešće srži običnog bora i došao je do rezultata da se učešće srži kreće u vrlo širokim granicama od 80 do 20%. (L. 23).

Na osnovu istraženog materijala ne može se donijeti neki zaključak o učešću srži odnosno bijeli u crnog bora. Pravilna slika osržavanja crnog bora mogla bi se dobiti tek na osnovu analize većeg broja crnoborovih stabala sa svih staništa u Bosni. Na osnovu tako provedene analize mogla bi se utvrditi ovisnost osržavanja crnog bora od tla (duboko, plitko, kamenito), ekspozicije (prisojne i osojne strane), veličine krošnje, starosti drveta i t. d.

Ne ulazeći u to pitanje, koje traži da bude posebno naučno osvjetljeno i istraženo, mi ovdje samo konstatujemo, da je na 4 probna trupčića sa područja Bistrice (Sinjavina planina) bijel vrlo uzana (od 2,8 do 6,5 cm), ali da je broj godova bjeljike velik, što znači da osržavanje crnog bora počinje tek u starijoj dobi.

412 Godovi

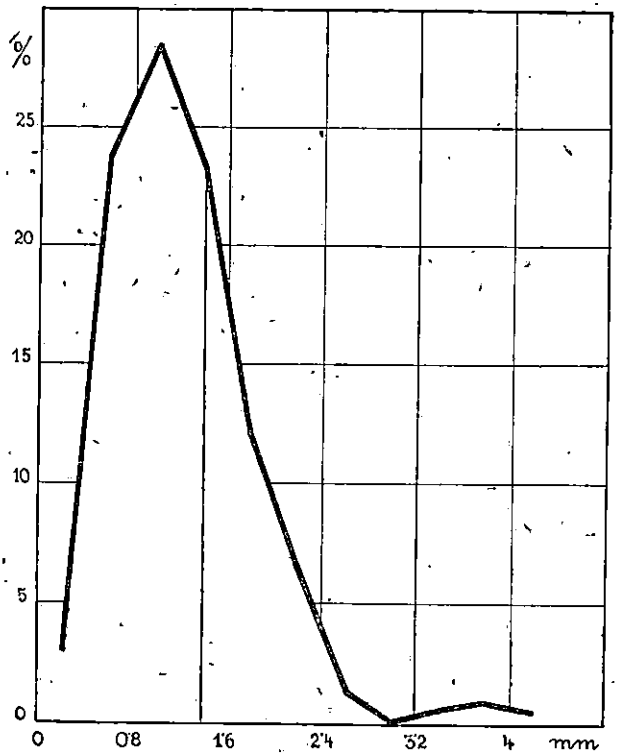
Poznata je na svim svjetskim tržištima odlična kvaliteta bosanske crne borovine. Jedan od osnovnih faktora ove kvalitete jest finoća godova crne borovine sa staništa u Bosni.

Tabela 5 **Širina godova crne borovine**

Širina razreda	Apsolutna čestina	Relativna čestina
mm		%
0,01—0,40	7	3,0
0,41—0,80	56	23,9
0,81—1,20	67	28,5
1,21—1,60	55	23,4
1,61—2,00	28	11,9
2,01—2,40	15	6,4
2,41—2,80	3	1,3
2,81—3,20	—	—
3,21—3,60	1	0,4
3,61—4,00	2	0.8
4,01—4,40	1	0,4

Na osnovu rezultata istraživanja 235 proba sa svih staništa sastavljena je tabela broj 5, u kojoj su tabeli iznesene prosječne širine godova po razredima. Širina razreda iznosila je 0,4 mm. Na sl. 2 prikazan je frekvencioni poligon prosječnih širina godova istraženih proba. Širina godova kreće se u granicama od 0,25 do 4,33 mm, a srednja vrijednost širine goda iznosi 1,22 ± 0,04 mm. Sam poligon učestalosti prosječnih širina goda vrlo je strm i nešto desno asimetričan. Iz tih podataka može se zaključiti, da od istraženih proba prosječnu širinu goda od 0,21 do 1,20 mm imade 55,4% proba, od 1,21 do 2,40 mm 41,7% proba. a od 2,41 do 4,40 mm samo 2,9% proba.

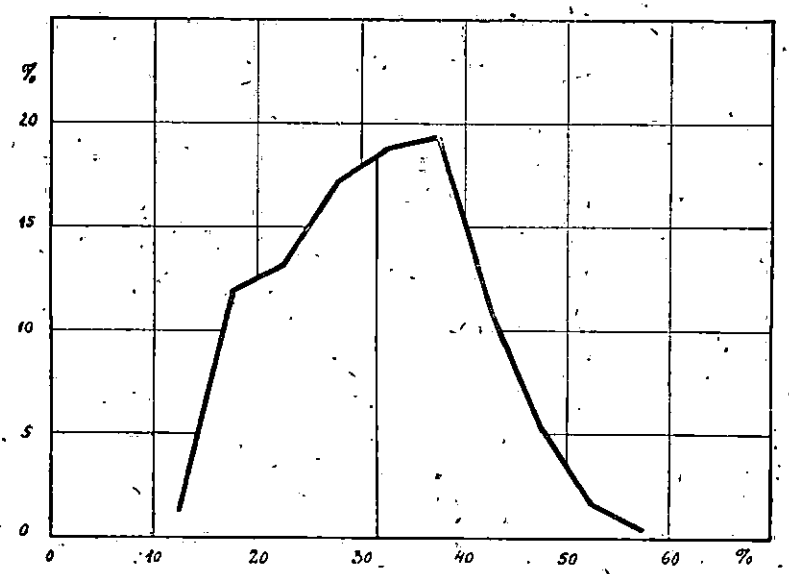
Tabela broj 6 sadrži rezultate istraživanja prosječnih postotaka zone kasnog drveta crne borovine razvrstane po razredima. Širina razreda iznosi 5%. Na sl. 3. grafički je prikazan poligon učestalosti zone kasnog drveta. Zona kasnog drveta istražene crne borovine kreće se u granicama od 11,6 do 60,0%. Srednja vrijednost iznosila je 31,6 ± 0,6%. Od istražene crne borovine 26,4% svih proba imalo je postotak zone kasnog drveta od 10 do 25%, 71,5% svih proba imalo je postotak zone kasnog drveta od 26 do 50%, a samo 2,1% proba imalo je postotak zone kasnog drveta od 50 do 60%.



Sl. 2. Frekvencioni poligon širine goda crne borovine

Tabela 6 **Zona kasnog drveta crne borovine**

Širina razreda	Apsolutna čestina	Relativna čestina
%		%
10—15	3	1,3
15—20	28	11,9
20—25	31	13,2
25—30	40	17,0
30—35	44	18,7
35—40	45	19,2
40—45	26	11,1
45—50	13	5,5
50—55	4	1,7
55—60	1	0,4



Sl. 3. Frekvencioni poligon zone kasnog drveta crne borovine

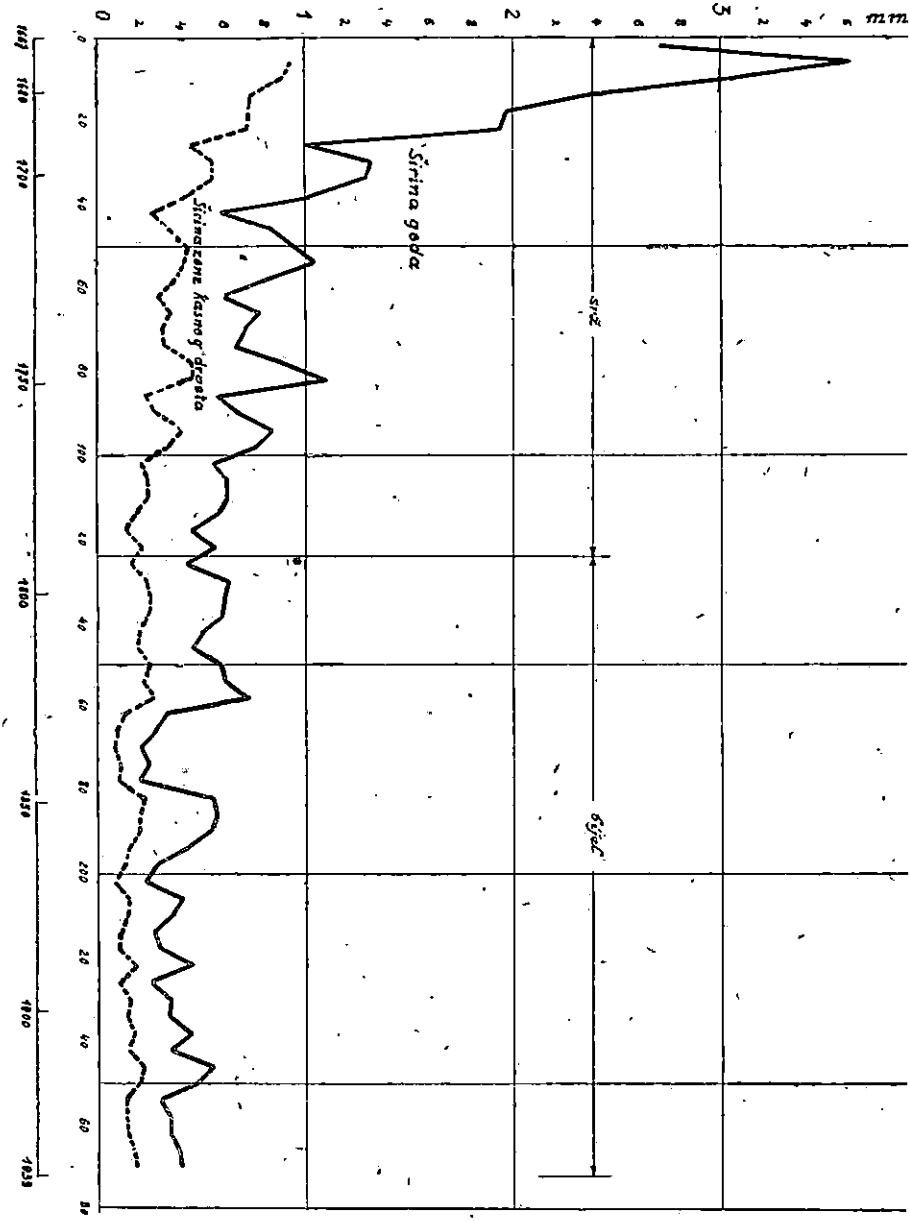
Tabela 7 **Širina goda crne borovine**

Područje	granice mm	m mm	Broj proba
Zavidovići	0,44...3,44	1,42	47
Višegrad	0,26...4,00	1,26	46
Donji Vakuf	0,45...2,27	1,13	46
Ustiprača	0,47...1,84	1,04	50
Kolašin	0,25...4,33	1,30	46

Tabela 8 **Zona kasnog drveta crne borovine**

Područje	granice %	m %	Broj proba
Zavidovići	27,0...54,0	37,9	47
Višegrad	11,6...43,0	27,4	46
Donji Vakuf	15,4...44,8	26,6	46
Ustiprača	18,0...60,0	35,2	50
Kolašin	15,0...53,8	31,8	46

U tabelama 7 i 8 iznijeti su rezultati istraživanja širine goda i zone kasnog drveta za svako istraženo područje posebno. Najmanju srednju širinu godova imala je crna borovina iz Ustiprače (1,04 mm), a najveću srednju širinu godova -



Sl. 4. Širina godova i zone kasnog drveta crne borovine

crna borovina iz Zavidovića (1,42 mm). Najmanji srednji postotak zone kasnog drveta imala je crna borovina iz Donjeg Vakufa (26,6%) a najveći postotak zone kasnog drveta crna borovina iz Zavidovića (37,9%).

Širina godova i postotak zone kasnog drveta te način nizanja godova jednog presjeka nekog stabla od posebne su važnosti. Ovi podaci daju nam mogućnost da procjenimo pod kojim se uslovima razvijalo jedno stablo odnosno zajednica stabala t. j. sastojina u toku jednog ili više stoljeća. Ti su uslovi u glavnom stanište, klima i godišnje doba.

Za istraženu crnu borovinu prikazano je kretanje širine goda i postotka zone kasnog drveta na sl. 4. Istražen je probni trupčić CB. 1 u smjeru najvećeg i najmanjeg promjera i izračunati su prosjeci za širinu goda i postotak zone kasnog drveta. Crni bor kao vrsta koja traži svjetlo, u svojoj najranijoj mladosti tvori relativno široke godove tj. do gotovo 40-te godine starosti širina goda je iznad 1,0 mm. Kasnije širina goda nagło opada ispod 1,0 mm i tada postepeno i jednolično opada. Između širine goda i širine zone kasnog drveta postoji paralelizam. Širina zone kasnog drveta opada od mladosti do najviše starosti gotovo paralelno sa opadanjem širine goda. Ovo opadanje širine goda od najranije mladosti do visoke starosti t. j. od centra (srca) prema periferiji prikazano je u tabeli 9. U toj tabeli unijeti su podaci o prosječnoj širini goda za periodu od 50 godina starosti, i to za probni trupčić CB 1.

Tabela 9 **Širina godova crne borovine**

Starost	Prosječna širina godova
god.	mm
0...50	1,77
51...100	0,79
101...150	0,55
151...200	0,41
201...250	0,37
251...272	0,36

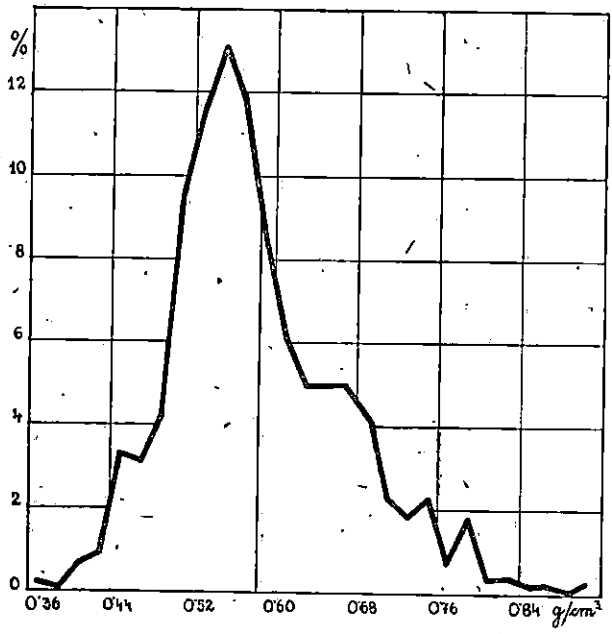
Piškorić (L. 21) je izvršio analizu prirasta jednog 300 godina starog crnog bora iz područja Duvnice šumske uprave Višegrad. Na osnovu te analize utvrdili smo da širina goda opada u smjeru od srca prema periferiji (na presjeku u visini od 1,30 m širina goda u srcu iznosila je 2,23 mm, a na perife-

riji 0,32 mm). Ova analiza poslužila nam je da izračunamo prosječne širine godova na presjecima od prsne visine do vrha. I na tim presjecima širina godova opada. Evo tih podataka:

presjek u visini od	prosječna širina godova
1,30 m	1,46 mm
10,30 »	1,38 »
23,30 »	1,22 »
31,30 »	0,98 »
37,30 »	0,71 »
39,30 »	0,58 »

42. Težina

O važnosti istraživanja specifične težine i o njenom značenju, kao indikatoru kvalitete drveta govorili smo na drugom mjestu (L. 13).



Sl. 5. Specifična težina apsolutno suhe crne borovine

Istražena je specifična težina u apsolutno suhom stanju, u prosušenom stanju kod 12% ili 15% vlage i nominalna specifična težina. Ovo istraživanje je izvršeno prema zaključcima radnog odbora Internacionalnog saveza zavoda za šumske pokuse i odbora za istraživanje drveta (L. 26).

Tabela 10 **Spec. težina apsolutno suhe crne borovine**

Širina razreda	Apsolutna čestina	Relativna čestina
g/cm³		%
0,361—0,380	1	0,1
0,381—0,400	—	—
0,401—0,420	4	0,6
0,421—0,440	6	0 8
0,441—0,460	22	3,2
0,461—0,480	22	3,2
0,481—0,500	29	3,9
0.501—0,520	65	9,0
0,521—0,540	86	11,9
0,541—0,560	94	13,0
0,561—0,580	82	11,3
0,581—0,600	65	9,0
0,601—0,620	43	5,9
0,621—0,640	35	4,8
0,641—0,660	35	4,8
0,661—0,680	37	5,1
0,681—0,700	29	3,8
0,701—0.720	16	2,2
0,721—0,740	13	1,8
0,741—0,760	15	2,1
0,761—0.780	5	0,7
0,781—0,800	13	1,8
0,801—0,820	2	0,3
0 821—0,840	3	0,4
0,841—0,860	1	0,1
0 861—0,880	1	0,1
0,881—0,900	—	—
0,901—0.920	1	0,1

421. Težina u apsolutno suhom stanju

Težina u apsolutno suhom stanju je omjer težine i volumena probe kod 0% vlage. To je težina jedinice volumena posve suhog drveta.

Tabela 10 sadrži rezultate istraživanja specifične težine crne borovine u apsolutno suhom stanju razvrstane u razrede. Širina razreda iznosi 0,02 g/cm³. Istraženo je ukupno 725 proba. Frekvencioni poligon specifične težine apsolutno suhe crne borovine prikazan je na slici 5. Specifična težina istražene crne borovine u apsolutno suhom stanju kreće se u granicama

od 0,377 do 0,908 g/cm³. Srednja vrijednost ove specifične težine iznosi 0,584 ± 0,003 g/cm³. Od ukupnog broja istraženih proba 12,0% proba imade spec. težinu do 0,500 g/cm³, 54,1% proba spec. težinu od 0,501... 0,600 g/cm³, 24,5% proba spec. težinu od 0,601... 0,700 g/cm³, a 9,4% proba spec. težinu veću od 0,700 g/cm³. Ako bi se iz ovog razmatranja isključile probe koje su jako zasmoljene vjerovatno bi se gornja granica spec. težine crne borovine u apsolutno suhom stanju kretala oko 0,700 g/cm³.

Tabela 11 **Specifična težina apsolutno suhe crne borovine**

Područje	granice g/cm³	m g/cm³	Broj proba
Zavidovići	0,470...0,728	0,583	125
Višegrad	0,377...0,908	0,615	121
Donji Vakuf	0,459...0,802	0,602	185
Ustiprača	0,476...0,874	0,600	94
Kolašin	0,403...0,798	0,526	125

U tabeli 11 iznijeti su rezultati istraživanja spec. težine crne borovine kod 0% vlage prema pojedinim područjima. Najmanju srednju specifičnu težinu u apsolutno suhom stanju imade crna borovina iz Kolašina (0,526 g/cm³), a najveću srednju spec. težinu crna borovina iz Višegrada (0,615 g/cm³).

422. Težina u prosušenom stanju

Težina prosušenog drveta je omjer težine i volumena probe u prosušenom stanju t. j. kod 12% vlage.

Stepen vlage proba u prosušenom stanju izračunat je po formuli:

$$u = \frac{T_p - T_o}{T_o} \cdot 100$$

gdje je T_p težina probe u prosušenom stanju, a T_o težina probe u apsolutno suhom stanju.

Taj je stepen vlage za istraženu crnu borovinu iznosio:

Zavidovići	9,8...12,2...14,7%
Ustiprača	10,0...12,4...19,1%
Donji Vakuf	9,4...12,5...19,7%
Višegrad	10,0...12,6...17,2%
Kolašin	8,6...10,8...13,8%
Prosjek	8,6...11,4...19,7%

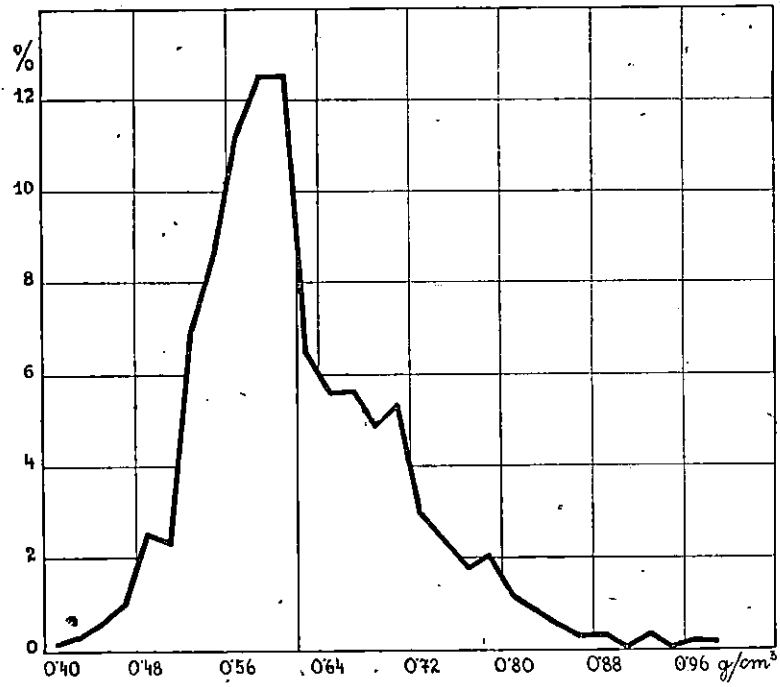
Dakle prosječna vlaga prosušene crne borovine iznosila je 11,4%.

Rezultati istraživanja specifične težine prosušene crne borovine razvrstani u razrede iznijeti su u tabelu 12. Grafički je poligon čestine prikazan na sl. 6. Istraženo je ukupno 725 proba. Specifična težina prosušene crne borovine kreće se u granicama od 0,414 ... 0,985 g/cm³, a srednja vrijednost ove spec. težine iznosi 0,620 ± 0,003 g/cm³. Od ukupnog broja istraženih proba 6,5% proba imade specifičnu težinu do 0,500 g/cm³, 41,1% proba

Tabela 12 **Specifična težina prosušene crne borovine**

Širina razreda g/cm³	Apsolutna čestina	Relativna čestina %
0,401—0,420	1	0,1
0,421—0,440	3	0,4
0,441—0,460	7	1,0
0,461—0,480	11	1,5
0,481—0,500	26	3,6
0,501—0,520	17	2,3
0,521—0,540	49	6,8
0,541—0,560	65	9,0
0,561—0,580	78	10,7
0,581—0,600	89	12,3
0,601—0,620	90	12,4
0,621—0,640	49	6,8
0,641—0,660	39	5,4
0,661—0,680	40	5,5
0,681—0,700	33	4,5
0,701—0,720	36	5,0
0,721—0,740	21	2,9
0,741—0,760	18	2,5
0,761—0,780	12	1,7
0,781—0,800	14	1,9
0,801—0,820	8	1,1
0,821—0,840	6	0,8
0,841—0,860	5	0,7
0,861—0,880	2	0,3
0,881—0,900	2	0,3
0,901—0,920	—	—
0,921—0,940	2	0,3
0,941—0,960	—	—
0,961—0,980	1	0,1
0,981—1,000	1	0,1

specifičnu težinu od 0,501 do 0,600 g/cm³, 34,6% proba specifičnu težinu od 0,601 do 0,700 g/cm³, 14,0% proba specifičnu težinu od 0,701 do 0,800 g/cm³, 3,2% proba specifičnu težinu od 0,801 do 0,900 g/cm³, a 0,5% proba specifičnu težinu od 0,901 do 1,000 g/cm³.



Sl. 6. Specifična težina prosušene crne borovine

Tabela 13 sadrži rezultate istraživanja prosušene crne borovine prema pojedinim područjima. Najmanju srednju specifičnu težinu u prosušenom stanju imade crna borovina iz Kolašina (0,579 g/cm³), a najveću crna borovina iz Višegrada (0,656 g/cm³).

423. Nominalna težina

Nominalna težina je omjer težine apsolutno suhog drveta i volumena u sirovom odnosno napojenom stanju. Taj nam omjer kaže koliko grama suhe supstance imade u 1 cm³ svježeg (sirovog) ili napojenog drveta.

O značenju i prednostima ove nominalne težine pisali smo na drugom mjestu (L. 13).

Nominalna specifična težina istražene crne borovine razvrstana je po razredima u tabeli 14. Na sl. 7 prikazan je poli-

Tabela 13 **Specifična težina prosušene crne borovine**

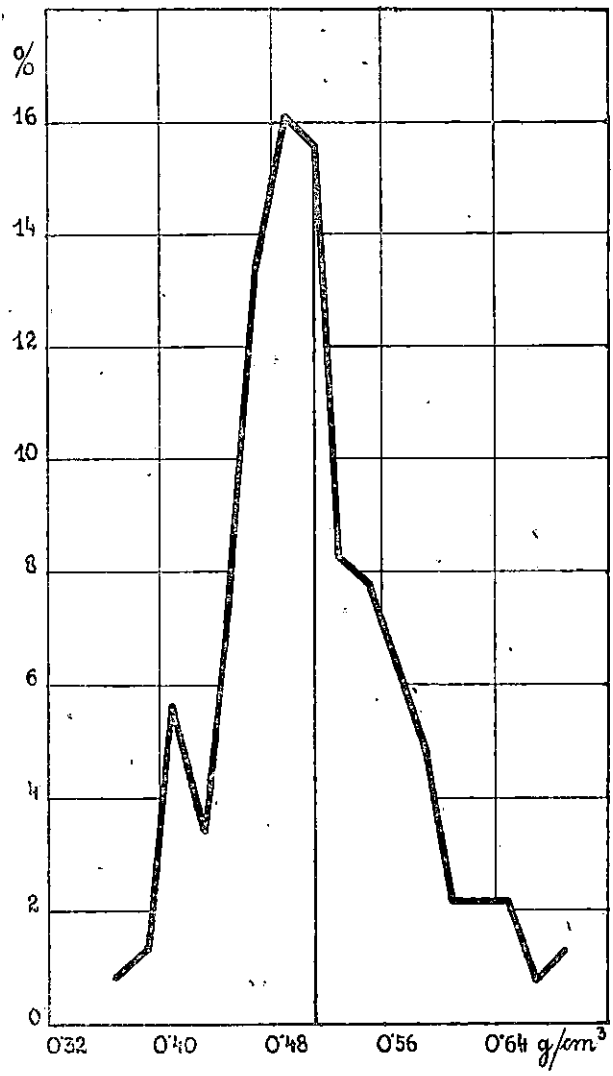
Područje	granice g/cm³	m g/cm³	Broj proba
Zavidovići	0,496...0,759	0,634	125
Višegrad	0,414...0,970	0,656	120
Donji Vakuf	0,456...0,857	0,639	186
Ustiprača	0,501...0,985	0,637	139
Kolašin	0,422...0,860	0,579	155

gon frekvencije nominalne specifične težine crne borovine. Istraženo je ukupno 232 probe. Granica nominalne specifične težine istražene crne borovine kreće se od 0,342 do 0,827 g/cm³,

Tabela 14 **Nominalna specifična težina crne borovine**

Širina razreda g/cm³	Apsolutna čestina	Relativna čestina %
0,361—0,380	2	0,9
0,381—0,400	3	1,3
0,401—0,420	13	5,6
0,421—0,440	8	3,5
0,441—0,460	17	7,4
0,461—0,480	30	12,9
0,481—0,500	37	15,9
0,501—0,520	36	15,5
0,521—0,540	21	9,0
0,541—0,560	18	7,8
0,561—0,580	15	6,5
0,581—0,600	11	4,8
0,601—0,620	5	2,1
0,621—0,640	5	2,1
0,641—0,660	5	2,1
0,661—0,680	2	0,9
0,681—0,700	3	1,3
0,701—0,720	—	—
0,721—0,740	1	0,4

a srednja vrijednost iznosi 0,511 ± 0,004 g/cm³. Od ukupnog broja istraženih proba imade 47,5% proba nominalnu specifičnu težinu do 0,500 g/cm³, 43,6% proba nominalnu specifičnu



Sl. 7. Nominalna specifična težina crne borovine

težinu od 0,501 do 0,600 g/cm³, 8,5% proba nominalnu specifičnu težinu od 0,601 do 0,700, a samo 0,4% proba nominalnu specifičnu težinu iznad 0,701 g/cm³.

U tabeli 15 razvrstani su rezultati istraživanja nominalne specifične težine crne borovine prema pojedinim područjima. Najmanju srednju nominalnu specifičnu težinu imade crna borovina iz Kolašina (0,467 g/cm³), a najveću srednju nominalnu specifičnu težinu crna borovina iz Višegrada (0,533 g/cm³).

Tabela 15 **Nominalna specifična težina crne borovine**

Područje	granice g/cm³	m g/cm³	Broj proba
Zavidovići	0,435...0,634	0,514	47
Višegrad	0,342...0,827	0,533	43
Donji Vakuf	0,420 ..0,680	0,519	46
Ustiprača	0,424...0,695	0,523	50
Kolašin	0,374...0,734	0,467	46

Da uporedimo specifičnu težinu prosušenog i apsolutno suhog drveta te nominalnu specifičnu težinu crne borovine iznijeli smo te težine u ovom pregledu:

Specifična težina

a) prosušenog 0,620 g/cm³
b) apsolutno suhog 0,584 »
c) nominalna 0,511 »

To znači da u prosjeku jedan kubni metar prosušene crne borovine teži 620 kg, apsolutno suhe crne borovine 584 kg, a da u jednom kubnom metru svježe (sirove) ili napojene crne borovine imade 511 kg suhe supstance.

424- *Anizotropnost drveta i težina*

Kod istražene crne borovine nije se mogla utvrditi promjena težine u smjeru od periferije prema srcu stabla. I to iz razloga što su istražena samo 4 trupčića crnog bora a ostali istraženi materijal izraden je iz 194 kom. crnoborovih četvrtača. Samo na ova 4 probna trupčića mogla se je pratiti promjena težine od periferije prema srcu stabla.

Kod tih probnih trupčića nije se mogla uočiti neka pravilnost u promjeni težine u smjeru od periferije k srcu presjeka. Rezultati istraživanja iznijeti su u tabeli 16.

Na poprečnom presjeku probnog trupčića CB 3 specifična težina kod 0% vlage opada od periferije prema srcu. Na svim ostalim probnim trupčićima težina kod 0% vlage raste od sredine presjeka prema periferiji i prema srcu. Razlog ovoj pojavi leži vjerojatno u zasmoljenosti crnoborovine.

Na istraženom materijalu nije se mogao ispitati upliv visinskih razreda u sastojini. Istraženi probni trupčići pripadaju stablima koja su zauzimala u sastojini kodominantan položaj.

Tabela 16 **Specifična težina crne borovine**

Oznaka probnog trupčića	Oznaka probe	Širina goda	Zona kasnog drveta	Težina kod 0% vlage	Broj proba
		mm	%	g/cm³	
1	1	0,89	28	0,472	4
	2	0,87	26,5	0,456	4
	3	1,06	33	0,590	4
2	1	0,67	32	0,509	4
	2	1,05	31,5	0,534	4
	3	1,26	24	0,528	1
3	1	0,29	34	0,610	4
	2	0,85	43	0,581	4
	3	2,88	19,6	0,440	3
4	1	0,48	39	0,531	4
	2	1,33	41	0,625	4
	3	2,05	25	0,625	4
	4	3,54	19	0,537	2

425. Širina goda i postotak zone kasnog drveta naprama specifičnoj težini

Specifična težina drveta uz stanovita ograničenja može se smatrati kao indikator kvalitete drveta. Ovdje je istražen odnos širine goda i specifične težine te postotka zone kasnog drveta i specifične težine kako bi se omogućilo procjenjivanje kvalitete drveta iz širine goda i postotka zone kasnog drveta uz pretpostavku jednoličnog i pravilnog nizanja godova.

Tabela 17 **Širina goda i nominalna spec. težina crne borovine**

Širina goda	Nom. spec. težina	Broj proba
mm	g/cm³	
0,01 . . . 0,40	0,452	7
0,41 . . . 0,80	0,510	58
0,81 . . . 1,20	0,530	66
1,21 . . . 1,60	0,517	54
1,61 . . . 2,00	0,504	26
2,01 . . . 2,40	0,499	13
2,41 . . . 2,80	0,420	4
2,81 . . . 3,20	—	—
3,21 . . . 3,60	0,470	1
3,61 . . . 4,00	0,485	2
4,01 . . . 4,40	0,370	1

U tabeli 17 iznijeli smo za pojedine stepene širine goda istražene crne borovine odgovarajuću nominalnu specifičnu težinu.

Iz ovih podataka može se zaključiti, ako eliminiramo zbog malog broja proba one probe širine godova od 3,21 mm na više, da probe sa prosječnom širinom godova od 1,0 mm imadu najveću specifičnu težinu. Specifična težina proba sa prosječnom širinom godova ispod 1,0 mm kao i sa prosječnom širinom godova iznad 1,0 mm opada, to znači što je širina goda manja ili veća od 1,0 mm to je manja težina.

Do sada se je odnos širine goda i specifične težine drveta četinjača izražavao pravilom: što je širi god to je manja specifična težina. Tek novija istraživanja (Trendelenburg, L. 27) dokazala su, da taj odnos vrijedi samo za smrekovinu i jelovinu, dok se kod borovine maksimum specifične težine poklapa sa širinom godova od 1,0 mm. Rezultati našeg istraživanja potvrdili su da i istražena crna borovina imade najveću specifičnu težinu kod širine godova od 1,0 mm.

Tabela 18 **Postotak zone kasnog drveta i nom. spec. težina crne borovine**

Postotak zone kasnog drveta	Nominalna spec. težina	Broj proba
%	g/cm³	
10 . . . 15	0,423	6
15 . . . 20	0,484	29
20 . . . 25	0,498	28
25 . . . 30	0,500	39
30 . . . 35	0,519	44
35 . . . 40	0,518	45
40 . . . 45	0,535	24
45 . . . 50	0,532	12
50 . . . 55	0,530	4
55 . . . 60	0,590	1

Iz ove se tablice može općenito zaključiti da nominalna specifična težina crne borovine raste sa porastom zone kasnog drveta. Ovo je i posve razumljivo, jer što je veći postotak zone kasnog drveta to je veći udio na debelostijenim stanicama maloga lumena, t. j. drvo je gušće i uslijed toga i teže.

43. Utezanje

Istraženo je linearno i volumno utezanje crne borovine i to utezanje do stanja apsolutne suhoće i utezanje do stanja prosušenosti.

431. *Linearno utezanje*

Istraženo je utezanje u radijalnom, tangencijalnom i longitudinalnom smjeru. Utezanje je istraženo na 234 probe.

Tabela 19

Radijalno utezanje crne borovine

Širina razreda %	Apsolutna čestina	Relativna čestina %
1,01—2,00	4	1,7
2,01—3,00	37	15,8
3,01—4,00	46	19,7
4,01—5,00	76	32,5
5,01—6,00	50	21,4
6,01—7,00	19	8,1
7,01—8,00	1	0,4
8,01—9,00	1	0,4

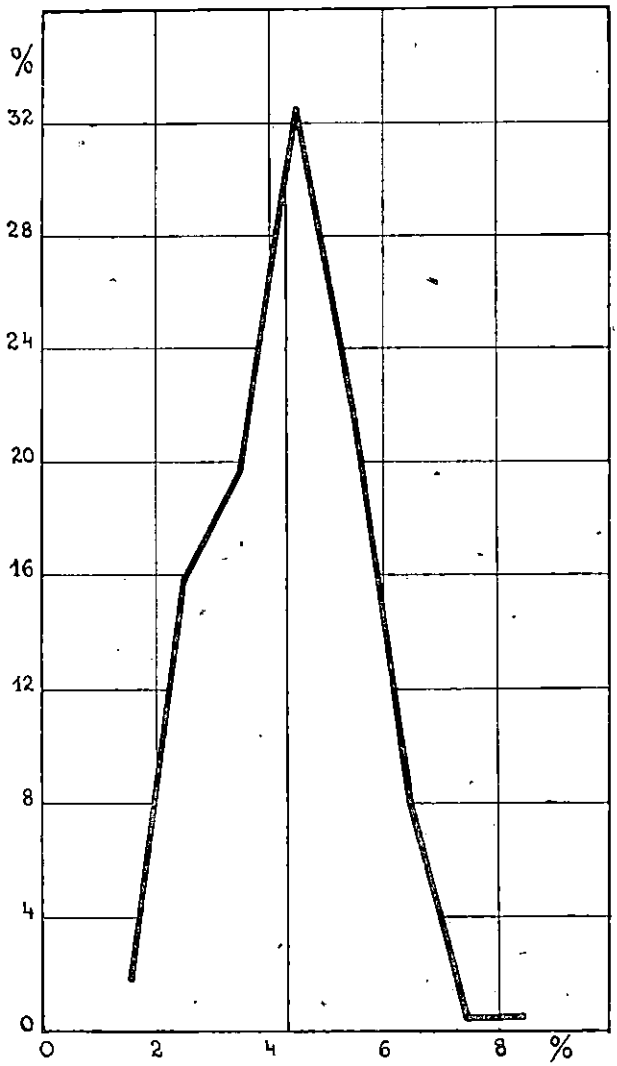
U tabeli 19 razvrstani su rezultati istraživanja radijalnog utezanja crne borovine u razrede širine 1,0%. Poligon učestalosti radijalnog utezanja crne borovine prikazan je na sl. 8. Radijalno utezanje istražene crne borovine kreće se u granicama od 1,52 do 8,36%, a srednja vrijednost iznosi 4,34 ± 0,08%.

U tabeli 20 razvrstani su rezultati istraživanja radijalnog utezanja crne borovine prema pojedinim područjima. Najjače se radijalno uteže crna borovina iz Zavidovića (5,06%), a najslabije crna borovina iz Ustiprače (3,92%).

Tangencijalno utezanje istražene crne borovine razvrstano je po razredima u tabeli 21, a grafički je poligon frekvencije prikazan na sl. 9. Tangencijalno utezanje istražene crne borovine kreće se u granicama od 3,97 do 10,80%, a srednja vrijednost iznosi 7,74 ± 0,10%.

Rezultati istraživanja tangencijalnog utezanja crne borovine prema pojedinim područjima razvrstani su u tabeli 22. Crna borovina iz Ustiprače najslabije se tangencijalno uteže (7,14%) a crna borovina iz Zavidovića najjače (8,24%).

Longitudinalno utezanje istraženo je na malim probama t. j. probama vel. 3×3×2 cm. Za istraživanje longitudinalnog utezanja potrebne su duže probe. Ovdje ćemo iznijeti samo granice i srednju vrijednost longitudinalnog utezanja. Longitudinalno utezanje istražene crne borovine kreće se u granicama od 0,01 do 1,99%, a srednja vrijednost iznosi 0,39 ± 0,02%.



Sl. 8. Radijalno utezanje crne borovine

Odnos α_t / α_r, koji nam kaže za koliko puta je tangencijalno utezanje veće od radijalnog, iznosi za istraženu crnu borovinu prema područjima:

Zavidovići	1,62
Višegrad	1,83
Donji Vakuf	1,88
Ustiprača	1,82
Kolašin	1,82
Prosjek	1,78

Tabela 20 **Radijalno utezanje crne borovine**

Područje	granice %	m %	Broj proba
Zavidovići	1,58...6,65	5,09	46
Višegrad	1,71...6,62	4,26	46
Donji Vakuf	2,02...7,80	4,24	46
Ustiprača	2,30...8,36	3,92	50
Kolašin	1,52...6,77	4,26	46

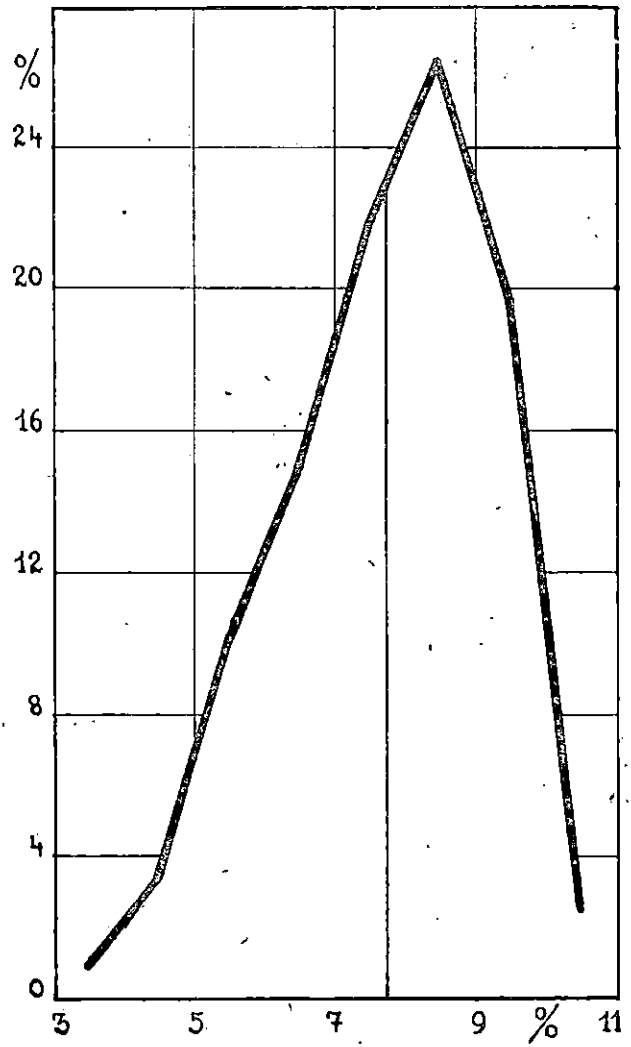
Tabela 21 **Tangencijalno utezanje crne borovine**

Širina razreda %	Apsolutna čestina	Relativna čestina %
3,01— 4,00	2	0,9
4,01— 5,00	8	3,4
5,01— 6,00	24	10,3
6,01— 7,00	35	14,9
7,01— 8,00	51	21,8
8,01— 9,00	62	26,5
9,01—10,00	46	19,6
10,01—11,00	6	2,6

Tabela 22 **Tangencijalno utezanje crne borovine**

Područje	granice %	m %	Broj proba
Zavidovići	4,56...10,80	8,24	46
Višegrad	4,33...10,03	7,80	46
Donji Vakuf	5,26...10,03	7,96	46
Ustiprača	3,97... 9,34	7,14	50
Kolašin	3,97...10,80	7,74	46

U prosjeku je tangencijalno utezanje za 78% veće od radijalnog utezanja.



Sl. 9. Tangencijalno utezanje crne borovine

Općenito za sve vrsti drveća vrijedi poznati odnos

$$\alpha_t : \alpha_r : \alpha_l = 2 : 1 : 0,1$$

Taj odnos kod istražene bosanske crne borovine iznosi u prosjeku 1,78 : 1,00 : 0,09.

432 Volumno utezanje

Volumno utezanje utvrđeno je neposrednim mjerenjem volumena u napojenom i apsolutno suhom stanju. Istražene su ukupno 234 probe. Rezultati istraživanja razvrstani su po raz-

Tabela 23 **Volumno utezanje crne borovine**

Širina razreda	Apsolutna čestina	Relativna čestina
%		%
6,01— 7,00	3	1,3
7,01— 8,00	7	3,0
8,01— 9,00	17	7,2
9,01—10,00	21	8,9
10,01—11,00	21	8,9
11,01—12,00	39	16,6
12,01—13,00	35	14,9
13,01—14,00	42	17,9
14,01—15,00	32	13,6
15,01—16,00	13	5,5
16,01—17,00	4	1,7
17,01—18,00	1	0,4

redima u tabeli 23. Grafički je prikazan poligon frekvencije na sl. 10. Volumno utezanje istražene crne borovine kreće se u granicama od 6,63 do 17,26%, a srednja vrijednost iznosi 12,16 ± 0,15%.

U tabeli 24 iznijeti su rezultati istraživanja volumnog utezanja crne borovine po pojedinim područjima. Najviše se volumno uteže crna borovina iz Zavidovića (13,05%), a najmanje crna borovina iz Ustiprače (11,32%).

Volumno utezanje izračunato je iz poznatih linearnih utezanja po formuli

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r + \alpha_l - \frac{\alpha_t \cdot \alpha_r}{100}$$

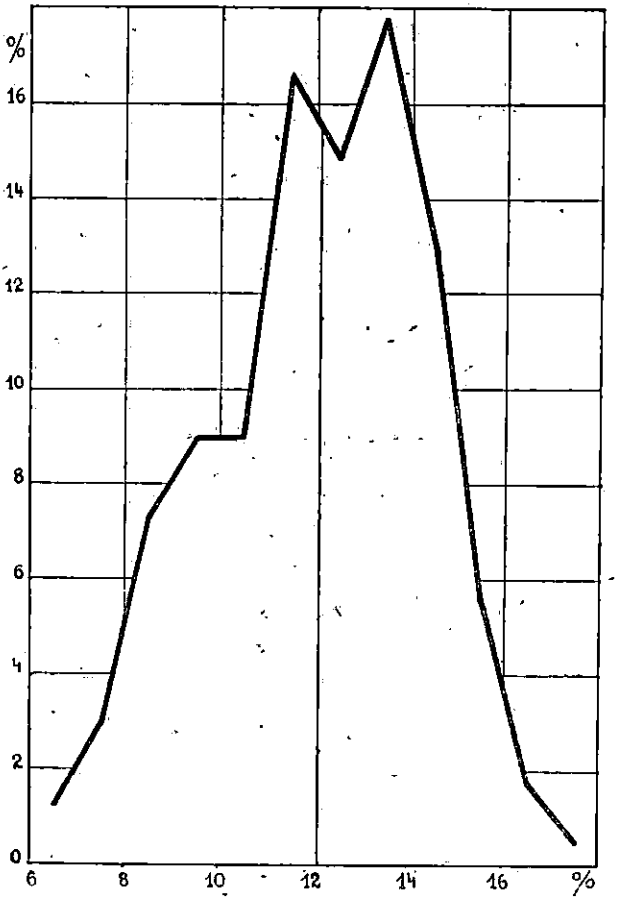
Ono iznosi za istraženu crnu borovinu 12,14%. Razlika između volumnog utezanja izračunatog iz poznatih linearnih utezanja i volumnog utezanja dobivenog neposrednim volumetriranjem je posve neznatna. Ona gotovo iščezava, te iznosi u apsolutnom iznosu 0,02 a u relativnom iznosi 0,17%.

Volumno utezanje u svome odnosu naprama radijalnome općenito za sve vrsti drveća približno je jednako

$$\alpha_v = 3{,}0\ \alpha_r$$

Za istraženu crnu borovinu taj odnos iznosi u prosjeku

$$\alpha_v = 2{,}8\ \alpha_r$$



Sl. 10. Volumno utezanje crne borovine

433 Utezanje i nominalna specifična težina

Poznat je odnos nominalne specifične težine i utezanja. O tom odnosu pisali smo na drugome mjestu. Taj je odnos općenito za sve vrsti drveta

$$\alpha_v = 28\ t_n$$

Za četinjače sa obojenom srži, iznosi po Trendelenburgu (L. 25) vlaga zasićenosti oko 26 do 28%, a odnos između nominalne specifične težine i volumnog utezanja iznosio bi

$$\alpha_v = (25 \ldots 27)\ t_n$$

Ovaj odnos vrijedi za vrste četinjača sa obojenom srži i sa umjerenim sadržajem smole. Za one vrsti sa velikim sadržajem

Tabela 24 **Volumno utezanje crne borovine**

Područje	granice %	m %	Broj proba
Zavidovići	8,25...16,77	13,05	47
Višegrad	6,98...16,69	12,22	46
Donji Vakuf	7,58...17,26	12,30	46
Ustiprača	6,63...15,61	11,32	50
Kolašin	6,81...16,40	11,84	46

smole točka zasićenosti se kreće između 22 i 24%, a odnos nominalne specifične težine i volumnog utezanja

$$\alpha_v = (21 \ldots 23)\, t_n$$

Taj smo odnos nominalne specifične težine i volumnog utezanja utvrdili za istraženu borovinu. Taj odnos iznosi:

$$\alpha_v = 23{,}8\, t_n$$

Na osnovu tog odnosa izračunati su koeficijenti linearnog i volumnog utezanja t. j. računom je utvrđeno za koliko se postotaka uteže istražena crna borovina ako sušenjem izgubi 1% higroskopske vlage.

Ti su koeficijenti slijedeći:

za longitudinalno utezanje	0,016
za radijalno utezanje	0,18
za tangencijalno utezanje	0,32
za volumno utezanje	0,51

44 Utezanje do stanja prosušenosti

O značenju poznavanja utezanja do stanja prosušenosti bilo je govora na drugom mjestu (L. 13).

Tabela 25 **Utezanje crne borovine do prosušenosti**

Utezanje	Granice	m	σ	f_m
	%			
1. Radijalno	0,68 . . . 5,84	2,88	0,94	0,062
2. Tangencijalno	1,97 . . . 7,89	5,49	1,18	0,077
3. Volumno	3,01 . . . 12,05	8,50	1,94	0,127

Istraženo je radijalno, tangencijalno i volumno utezanje crne borovine do stanja prosušenosti. Istraživanje izvršeno je na ukupno 234 probe. Rezultati istraživanja razvrstani su u tabeli 25.

Radijalno utezanje crne borovine od stanja napojenosti do stanja prosušenosti kreće se u granicama od 0,68 do 5,84%, a srednja vrijednost iznosi 2,88±0,06%.

Tangencijalno utezanje istražene crne borovine do stanja prosušenosti kreće se u granicama od 1,97 do 7,89%, a srednja vrijednost iznosi 5,49±0,08%.

Volumno utezanje istražene crne borovine do stanja prosušenosti kreće se u granicama od 3,01 do 12,65% a srednja vrijednost iznosi 8,50±0,13%.

U tabeli 26 iznijeti su rezultati istraživanja utezanja do stanja prosušenosti i totalnog utezanja crne borovine.

Tabela 26 **Utezanje crne borovine**

Smjer utezanja	Utezanje crne borovine	
	do 12% vlage	do 0% vlage
	%	%
Radijalno	2,88	4,34
Tangencijalno	5,49	7,74
Volumno	8,50	12,16

Ako veličinu utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti izrazimo u postotcima totalnog utezanja, dobit ćemo da su ti postotci za radijalno utezanje 66,4% za tangencijalno utezanja 71,0% te za volumno utezanje 69,8%. Iz tih se postotaka vidi da se istražena crna borovina do stanja prosušenosti nešto jače uteže u tangencijalnom smjeru, nego u radijalnom smjeru.

45 Mehanička svojstva

Od mehaničkih svojstava istražena su čvrstoća pritiska, čvrstoća savijanja te specifična radnja loma crne borovine. O samoj metodici rada kod istraživanja mehaničkih svojstava bilo je govora naprijed. Ovdje će se iznijeti rezultati istraživanja.

451 Čvrstoća pritiska

Rezultati istraživanja čvrstoće pritiska crne borovine razvrstani su po razredima u tabeli 27. Istraženo je ukupno 291 proba. Čvrstoća pritiska istražene crne borovine kreće se u granicama od 276 do 891 kg/cm² a srednja vrijednost iznosi 564±

Tabela 27 **Čvrstoća pritiska crne borovine**

Širina razreda	Apsolutna čestina	Relativna čestina
kg/cm²		%
251...300	5	1,7
301...350	7	2,4
351...400	9	3,1
401...450	18	6,2
451...500	41	14,1
501...550	42	14,4
551...600	58	19,9
601...650	48	16,5
651...700	35	12,0
701...750	18	6,2
751...800	8	2,7
801...850	1	0,4
851...900	1	0,4

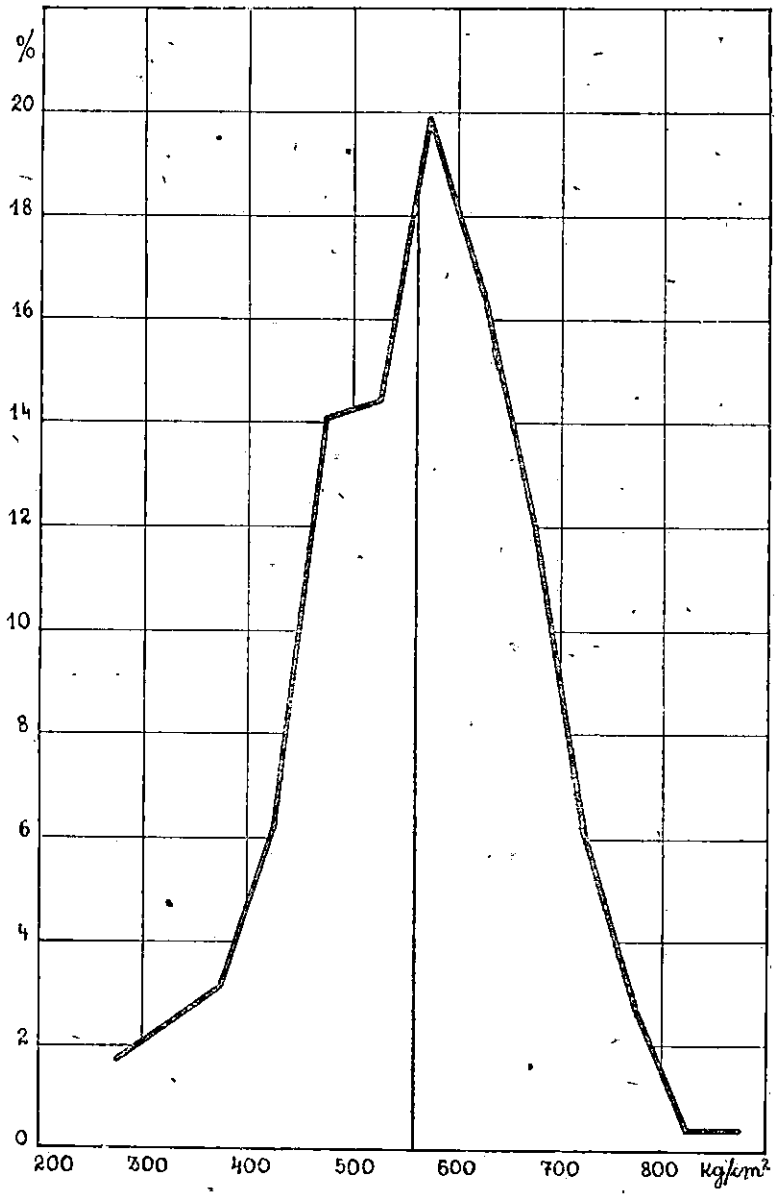
6 kg/cm². Frekvencioni poligon čvrstoće pritiska istražene crne borovine prikazan je na sl. 11. Od svih istraženih proba imadu 27,5% čvrstoću pritiska do 500 kg/cm², 62,3% čvrstoću pritiska od 500 do 700 kg/cm², a 9,7% čvrstoću pritiska iznad 700 kg/cm².

Tabela 28 **Čvrstoća pritiska crne borovine**

Područje	granice kg/cm²	m kg/cm²	Broj proba
Zavidovići	434...758	608	56
Višegrad	279...786	587	37
Donji Vakuf	446...891	637	54
Ustiprača	457...660	591	44
Kolašin	276...758	479	100

U tabeli 28 iznijeti su rezultati istraživanja čvrstoće pritiska crne borovine po pojedinim područjima. Najmanju srednju vrijednost čvrstoće pritiska imade crna borovina iz Kolašina (479 kg/cm²) a najveću srednju vrijednost crna borovina iz Donjeg Vakufa (637 kg/cm²).

Za čvrstoću pritiska istražene crne borovine izračunata je statička kota. Statička kota je omjer čvrstoće pritiska i sto-



Sl. 11. Čvrstoća pritiska crne borovine

struke specifične težine prosušenog drveta. Ova kota služi za procjenjivanje kvalitete drveta i za komparaciju drveta sa ostalim građevnim materijalom. Statička kota nije neka konstantna veličina. Ona je definirana omjerom između čvrstoće pritiska

Tabela 29 **Statička kota crne borovine**

Područje	Čvrstoća pritiska kg/cm²	Spec. težina u pros. stanju g/cm³	Statička kota
Žavidovići	608	0,634	9,60
Višegrad	587	0,656	8,95
Donji Vakuf	637	0,639	9,98
Ustiprača	591	0,637	9,80
Kolašin	479	0,579	8,27

i specifične težine. Ova se svojstva kao što je utvrđeno kreću u širokim granicama. Dakle i statička kota kretat će se u dosta širokim granicama. Za istraženu crnu borovinu izračunata je srednja vrijednost statičke kote. Ona iznosi 9,7. Prema Monnin-ovoj klasifikaciji (L. 17) može se po veličini statičke kote zaključiti, da je crna borovina vanredne kvalitete.

Tabela 30

Nominalna specifična težina g/cm³	Čvrstoća pri					
	251...300	301...350	351...400	401...450	451...500	501...550
	Broj					
0,341...0,360	1					
0,361...0,380				2	1	
0,381...0,400	1	1	1		1	2
0,401...0,420				2	7	4
0,421...0,440				2	3	3
0,441...0,460		1		4	2	2
0,461...0,480				1	11	10
0,481...0,500					3	7
0,501...0,520					1	5
0,521...0,540				1	1	
0,541...0,560				1		2
0,561...0,580					2	1
0,581...0,600						
0,601...0,620					1	
0,621...0,640						
0,641...0,660						1
0,661...0,680						1
0,681...0,700						1
Zbroj	2	2	1	13	33	39

U tabeli 29 iznijete su statičke kote crne borovine po područjima.

Poznato je da između čvrstoće pritiska i spec. težine drveta postoji stanoviti paralelizam. To jest da sa porastom specifične težine — do stanovite granice — raste i čvrstoća pritiska drveta. Taj je odnos pobliže istražen kod crne borovine. U tabeli 30 razvrstani su rezultati istraživanja čvrstoće pritiska crne borovine po razredima u odnosu prema nominalnoj specifičnoj težini. Ako se podaci za specifične težine iznad 0,600 g/cm³ isključe iz daljnjeg promatranja (samo 9,7% svih proba) onda se može reći da čvrstoća pritiska raste sa porastom specifične težine crne borovine. Dakle, što je teža crna borovina, to je veća njena čvrstoća pritiska. Da bi taj odnos bio i variaciono statistički dokazan, izračunan je koeficijent korelacije između čvrstoće pritiska i nominalne specifične težine crne borovine. Taj koeficijenat korelacije iznosi $r = +0{,}506 \pm 0{,}47$. Dakle koeficijent korelacije je pozitivan, što znači da je za veću specifičnu težinu i čvrstoća pritiska crne borovine veća. Stepen korelacije je na granici srednje i jake korelacije (Tavčar, str. 103) (L. 24).

Čvrstoća pritiska i nom. spec. težina crne borovine

tiska u kg/cm²							Zbroj	Prosjek čvrstoće pritiska kg/cm²
551...600	601...650	651...700	701...750	751...800	801...850	851...900		
proba								
							1	275
							3	442
							4	450
3	1						19	491
	1						9	497
6	3						17	530
9	5	2					39	535
8	8	6	2				34	594
11	8	5	2	1			33	606
4	3	4	3	1			17	631
4	5	4	3	2			21	634
2	1	5	4	1	1		17	654
1	3	3		1		1	9	680
	3						4	587
4	1	1	1	1			8	637
1	3	1	1				7	625
1							2	550
		2					3	625
54	45	33	16	7	1	1	247	—

Tabela 31 **Čvrstoća savijanja crne borovine**

Širina razreda kg/cm²	Apsolutna čestina	Relativna čestina %
601—700	1	0,4
701—800	2	0,8
801—900	4	1,6
901—1000	8	3,2
1001—1100	27	10,9
1101—1200	35	14,2
1201—1300	39	15,8
1301—1400	48	19,5
1401—1500	41	16,6
1501—1600	27	10,9
1601—1700	8	3,2
1701—1800	6	2,4
1801—1900	—	—
1901—2000	1	2,4

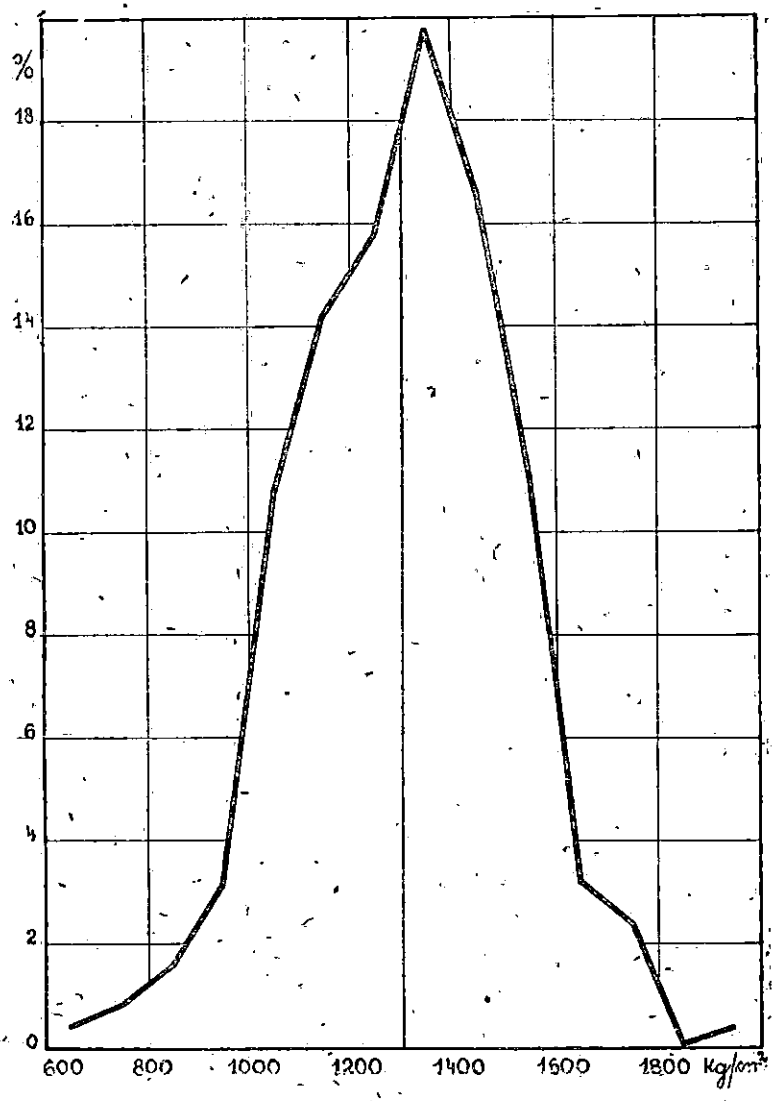
452 Čvrstoća savijanja

Čvrstoća savijanja ispitana je na 247 proba. Rezultati istraživanja razvrstani su po razredima u tabeli 31. Na sl. 12 grafički je prikazan poligon učestalosti čvrstoće savijanja istražene crne borovine. Čvrstoća savijanja istražene borovine kreće se u granicama od 689 do 1985 kg/cm², a njena srednja vrijednost iznosi 1305±14 kg/cm². Iz ovih se podataka može utvrditi, da je od istražene crne borovine bilo 6% proba sa čvrstoćom savijanja do 1000 kg/cm², 77% proba sa čvrstoćom savijanja do 1500 kg/cm², a 17% proba sa čvrstoćom savijanja do 2000 kg/cm².

U tabeli 32 iznijeti su rezultati istraživanja čvrstoće savijanja prema pojedinim područjima. Najmanju srednju čvrstoću

Tabela 32 **Čvrstoća savijanja crne borovine**

Područje	granice kg/cm²	m kg/cm²	Broj proba
Zavidovići	774...1710	1340	41
Višegrad	689...1737	1285	37
Donji Vakuf	983...1985	1386	70
Ustiprača	1041...1612	1300	44
Kolašin	873...1538	1192	55



Sl. 12. Čvrstoća savijanja crne borovine

savijanja imade crna borovina iz Kolašina (1192 kg/cm²), a najveću iz Donjeg Vakufa (1386 kg/cm²).

Iz čvrstoće savijanja i težine u prosušenom stanju može se izračunati statička kota čvrstoće savijanja. Statička kota čvrstoće savijanja je omjer čvrstoće savijanja i stostruke težine u prosušenom stanju. Ona iznosi za istraženu crnu borovinu 21. Prema klasifikaciji Monnin-a (L. 17) na osnovu ove kote crna borovina spada u kategoriju drveta velike nosivosti.

Tabela 33 **Čvrstoća udarca crne borovine**

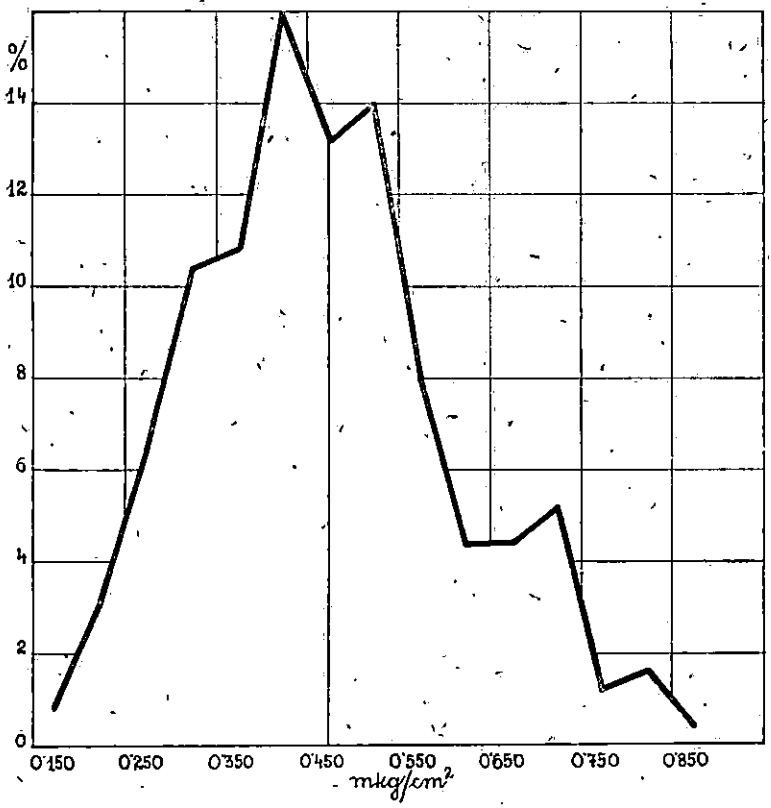
Širina razreda mkg/cm²	Apsolutna čestina	Relativna čestina %
0,151—0,200	2	0,3
0,201—0,250	8	3,2
0,251—0,300	16	6,4
0,301—0,350	26	10,4
0,351—0,400	27	10,8
0,401—0,450	40	16,0
0,451—0,500	33	13,2
0,501—0,550	35	14,0
0,551—0,600	20	8,0
0,601—0,650	11	4,4
0,651—0,700	11	4,4
0,701—0,750	13	5,2
0,751—0,800	3	1,2
0,801—0,850	4	1,6
0,851—0,900	1	0,4

453 Specifična radnja loma

Čvrstoća udarca odnosno specifična radnja loma ispitana je na 250 proba. Rezultati istraživanja iznijeti su u tabeli 33, a grafički prikaz poligona frekvencije specifične radnje loma na sl. 13. Specifična radnja loma istražene crne borovine kreće se u granicama od 0,204 do 0,865 mkg/cm², a srednja vrijednost iznosi 0,472±0,009 mkg/cm². Iz ovih podataka može se utvrditi da od ukupnog broja proba istražene crne borovine 4% proba imade specifičnu radnju loma do 0,250 mkg/cm², 56,8% proba imade specifičnu radnju loma od 0,251 do 0,500 mkg/cm², 36% proba imade specifičnu radnju loma od 0,501 do 0,750 mkg/cm², a 3,2% proba imade specifičnu radnju loma od 0,751 do 0,900 mkg/cm².

U tabeli 34 razvrstani su rezultati istraživanja specifične radnje loma crne borovine prema pojedinim područjima. Najveću srednju specifičnu radnju loma imade crna borovina iz Zavidovića (0,535 mkg/cm²) a najmanju crna borovina iz Donjeg Vakufa (0,431 mkg/cm²).

Dinamička kota, koja je omjer specifične radnje loma i kvadrata specifične težine u prosušenom stanju, može nam poslužiti kao karakterističan broj kod ocjenjivanja otpornosti drveta. Za istraženu crnu borovinu dinamička kota iznosi 1,23. Po veličini ove kote, a na osnovu klasifikacije Monnin-a



Sl. 13. Specifična radnja loma crne borovine

(L. 17) crna borovina spada u kategoriju resilientnih vrsta drveća.

Do sada se je kod istraživanja čvrstoće udarca (dinamičke čvrstoće savijanja) utrošena radnja obračunavala na jedinicu površine presjeka. To je specifična radnja loma izražena u

Tabela 34 **Čvrstoća udarca crne borovine**

Područje	granice mkg/cm²	m mkg/cm²	Broj proba
Zavidovići	0,272...0,827	0,535	39
Višegrad	0,204...0,713	0,456	37
Donji Vakuf	0,197...0,865	0,431	75
Ustiprača	0,245...0,703	0,455	46
Kolašin	0,293...0,810	0,497	53

mkg/cm². Prema novijim propisima za istraživanje čvrstoće udarca prihvaćenim na konferenciji u Stresi (L. 33) ne obračunava se više specifična radnja loma, već se uzima sama utrošena radnja izražena u cmkg.

Tabela 35 **Čvrstoća udarca crne borovine**

Širina razreda cmkg	Apsolutna čestina	Relativna čestina %
61...100	7	2,8
101...140	33	13,2
141...180	53	21,2
181...220	74	29,6
221...260	43	17,2
261...300	20	8,0
301...340	15	6,0
341...380	5	2,0

U tabeli 35 razvrstani su rezultati istraživanja čvrstoće udarca crne borovine po tim novim propisima. Utrošena radnja loma za istraženu crnu borovinu kreće se od 70 do 380 cmkg, a srednja njena vrijednost iznosi 201 ± 4 cmkg.

Tabela 36 **Čvrs o a udarca crne borovine**

Područje	granice cmkg	m cmkg	Broj proba
Zavidovići	120...375	232	39
Višegrad	95...320	201	37
Donji Vakuf	80...380	199	75
Ustiprača	100...310	176	46
Kolašin	70...325	203	53

U tabeli 36 iznijeti su rezultati istraživanja čvrstoće udarca izražene utrošenom radnjom loma u cmkg prema pojedinim područjima. Za crnu borovinu iz Ustiprače utrošena je najmanja srednja radnja loma (176 cmkg) a za crnu borovinu iz Zavidovića utrošena je najveća srednja radnja loma (232 cmkg).

46 Srž i bijel

Istraživanja tehničkih svojstava drveta bijeli imade praktično značenje kod onih vrsta drveća kod kojih je učešće bjeljike znatno. Među takove vrste drveća ubraja se i crni bor.

O učešću bijeli kod crnog bora bilo je govora naprijed. Tamo je navedeno da je za osvjetljavanje ovog pitanja potrebno posebno istraživanje. Ovo istraživanje treba da riješi pitanje osržavanja crnog bora. To jest ono treba da odgovori na pitanja: kada se crni bor počinje osržavati, da li je za crni bor karakteristična široka i uska bijel i da li nije kod uzane bjeljike crnog bora u igri širina goda.

Ne ulazeći sada u ta pitanja, ovdje će se samo iznijeti rezultati istraživanja nekih tehničkih svojstava bijeli i srži crnog bora. Ovo istraživanje ne smije se smatrati završenim a zaključci definitivnima, jer se je moglo istražiti vrlo malen broj proba iz bijeli.

Istraživanja tehničkih svojstava drveta bijeli i srži crnog bora izvršeno je na 4 probna trupčića iz šumskog područja Bistrica gorskog masiva Sinjavina (Crna Gora). Mali broj proba iz bijeli uvjetovan je uzamošću bjeljike crnog bora sa toga područja. U tabeli 37 iznijeti su rezultati toga istraživanja. Iz tih se rezultata može zaključiti slijedeće.

Srednja širina godova u bijeli istražene crne borovine znatno je uža (0,52 mm) od širine godova u srži (1,54 mm), i granice u kojima se kreću širine godova u bijeli znatno su uže od granica širine godova u srži. Postotak zone kasnog drveta godova jednak je u bijeli i srži (32%).

Specifična težina drveta u sva tri vida je manja u bijeli nego u srži istražene crne borovine.

Radijalno, tangencijalno, longitudinalno i volumno utezanje istražene crne borovine veće je u bijeli nego u srži.

Čvrstoća pritiska istražene crne borovine je nešto veća u bijeli (498 kg/cm²) nego u srži (473 kg/cm²). Vjerojatno je ovom smanjenju razlog veći sadržaj smole u srži (Janka, 14). Čvrstoća savijanja istražene crne borovine manja je u bijeli (1209 kg/cm²) nego u srži (1390 kg/cm²). Specifična radnja loma istražene crne borovine nešto je veća u bijeli (0,512 mkg/cm²) nego u srži (0,495 mkg/cm²).

47 Komparacija tehničkih svojstava crne borovine sa serpentina i sa vapnenca

U stručnoj literaturi raspravljalo se je o bosanskom crnom boru kao posebnoj odlici crnog bora (Hickel, L. 12, Piškorić, L. 21). Isto tako se je raspravljalo o posebnoj staniišnoj rasi crnog bora na serpentinu, o njenim karakteristikama

Tabela 37 **Crni bor (Pinus nigra Arn.) — Bistrica, Kolašin, Crna Gora**

Svojstvo	Bijel			Srž		
	granice	m	broj proba	granice	m	broj proba
1. Širina goda mm	0,25...0,96	0,52	14	0,71...4,33	1,54	32
2. Zona kasnog drveta %	15...50	32	14	18...53	32	32
3. Spec. težina kod 11% vlage g/cm³	0,460...0,668	0,542	43	0,435...0,860	0,560	112
4. Spec. težina kod 0 % vlage g/cm³	0,429...0,644	0,514	43	0,412...0,798	0,531	112
5 Nom. spec. težina g/cm³	0,378...0,538	0,459	14	0,374...0,734	0,471	32
6. Radijalno utezanje %	1,52...6,88	4,66	14	2,25...6,77	4,09	32
7. Tangencijalno utezanje %	3,97...9,89	7,96	14	4,98...9,74	7,57	32
8. Longitudinalno utezanje %	0,12...0,92	0,35	14	0,01...0,58	0,29	32
9. Volumno utezanje %	6,81...16,40	12,53	14	7,90...14,59	11,54	32
10. Čvrstoća pritiska kg/cm²	318...758	498	28	276...696	473	72
11. Čvrstoća savijanja kg/cm²	970...1510	1209	16	873...1538	1390	39
12. Udarac mkg/cm²	0,426...0,670	0,512	13	0,306...0,810	0,495	40

(Fröliсh, L. 9) i o razlikama u fizionomiji i habitusu crnog bora sa serpentina i vapnenca (Piškorić, L. 21).

Ovdje smo analizom rezultata istraživanja tehničkih svojstava crne borovine sa serpentina i sa vapnenca pokušali dati odgovor na pitanje, da li postoje neke razlike u tehnološkom pogledu između crne borovine sa tih staništa. Za komparaciju poslužila je za crnu borovinu sa serpentina materijal za istraživanje iz Zavidovića i Višegrada, a za crnu borovinu sa vapnenca materijal za istraživanje iz Ustiprače i Kolašina.

Rezultati istraživanja razvrstani su u tabeli 38. Na osnovu ovih rezultata mogu se povući slijedeći zaključci.

Širina goda crne borovine sa serpentina nešto je veća (1,34±0,06 mm) nego širina goda crne borovine sa vapnenca (1,13±0,07 mm). Zona kasnog drveta crne borovine sa serpentina neznatno je manja (32,2±1,1%) od zone kasnog drveta crne borovine sa vapnenca (33,4±0,9%).

Specifična težina crne borovine sa serpentina veća je od specifične težine crne borovine sa vapnenca.

Linearno i volumno utezanje crne borovine sa serpentina veće je (α_v = 12,64 ± 0,23%) nego linearno i volumno utezanje crne borovine sa vapnenca (α_v = 11,43 ± 0,22%).

Čvrstoća pritiska crne borovine sa serpentina veća je (594± 9 kg/cm²) nego čvrstoća pritiska crne borovine sa vapnenca (514±9 kg/cm²). Isto je tako čvrstoća savijanja (1386±25 kg/cm²) i specifična radnja loma (0,471±0,033 mkg/cm²) crne borovine sa serpentina veća nego čvrstoća savijanja (1240±18 kg/cm²) i specifična radnja loma (0,448±0,012 mkg/cm²) istražene crne borovine sa vapnenca.

48 Crna borovina sa različitih područja

Vrlo mali broj istraživanja crne borovine ne omogućuje komparaciju rezultata istraživanja tehničkih svojstava crne borovine iz različitih područja.

Za komparaciju mogu da uđu u obzir samo neki radovi prof. A. Ugrenovića, G. Janke, Monnin-a, N. Cankova i J. Fouarge-a. Prof. A. Ugrenović i prof. B. Šolaja istražili su specifičnu težinu i količinu sirove smole crnog i običnog bora iz šuma gosp. jedinice Samar na Maloj Kapeli (L. 28). Istraženo je jedno stablo crnog bora i jedno stablo običnog bora. U svojoj studiji o čvrstoći cijepanja (L. 30) istražio je Prof. Ugrenović pored ostalih vrsta i crnu borovinu iz Bosne. Uz čvrstoću cijepanja istražena je i čvrstoća pritiska crne borovine. Istraživanja G. Janka (L. 14) odnose se na crnu borovinu sa staništa u Austriji. Istražena je spec. težina, tvrdoća i čvrstoća pritiska crne borovine. Istraženo je u svemu 27 proba crne borovine. Istraživanje Monnin-a (L. 17) izvršeno je na vrlo malom broju proba. Istraženo je u svemu 6 proba kalabrijske crne borovine sa Korzike. Istra-

Tabela 38

Tehnička svojstva crne borovine sa serpentina i vapnenca

Svojstvo	Na serpentinu					Na vapnencu				
	granice	m	σ	f_m	n	granice	m	σ	f_m	n
1. Širina goda (mm)	0,26 ... 4,00	1,34	0,592	0,062	93	0,25 ... 4,33	1,13	0,667	0,067	96
2. Zona kasnog drveta (%)	11,6 ... 54,0	32,2	9,7	1,05	93	15,0 ... 60,0	33,4	9,05	0,923	96
3. Spec. tež. prosušeno (g/cm³)	0,414 ... 0,970	0,638	0,084	0,005	245	0,422 ... 0,985	0,592	0,087	0,005	294
4. Spec. tež. aps. suho (g/cm³)	0,377 ... 0,908	0.601	0,085	0,005	246	0,403 ... 0,874	0,560	0,081	0,005	294
5. Spec. tež. nominalna (g/cm³)	0,342 ... 0,827	0,523	0,058	0,006	90	0,374 ... 0,695	0,495	0,071	0,007	96
6. Radijalno utezanje (%)	1,58 ... 6,65	4,76	1,41	0,147	92	1,52 ... 8,36	4,08	1,20	0,122	96
7. Tangencijalno utezanje (%)	4,33 ... 10,80	8,02	1,38	0,144	92	3,97 ... 9,89	7,31	1,49	0,152	96
8. Volumno utezanje (%	6,98 ... 16,77	12,64	2,18	0,226	93	6,63 ... 16,40	11,43	2,14	0,218	96
9. Čvrstoća pritiska (kg/cm²)	297 ... 786	594	92	9,5	93	276 ... 758	514	103	8,6	144
10. Čvrstoća savijanja (kg/cm²)	689 ... 1737	1386	223	25,2	78	873 ... 1612	1240	177	17,8	99
11. Čvrstoća udarca (mkg/cm²)	0,204 ... 0,827	0,471	0,284	0,033	76	0,245 ... 0,810	0,448	0,119	0,012	99

Tabela 39

Tehnička svojstva crne borovine

Područje	Širina goda			Zona kasnog drveta			Specifična težina			Utezanje			Čvrstoća pritiska			Čvrstoća savijanja			Čvrstoća udarca			Primjedba
	granice	m	n	granice	m	n	granice	m	n	granice	m	n	granice	m	n	granice	m	n	granice	m	n	
	mm		·/.	%		·/.	g/cm³		·/.	%		·/.	kg/cm²		·/.	kg/cm²		·/.	mkg/cm³		·/.	
										I. Vlastita istraživanja												
Bosna Zavidovići	0,44...3,44	1,42	47	27,0...54,0	37,9	47	t_p: 0,496...0,759 t_o: 0,470...0,728 t_n: 0,435...0,634	0,634 0,583 0,514	125 125 47	α_r: 1,58...6,65 α_t: 4,56...10,80 α_v: 8,27...16,77	5,09 8,24 13,05	46 46 46	434...758	608	56	774...1710	1340	41	0,272...0,827	0,585	39	
Višegrad	0,26...4,00	1.26	46	11,6...45,0	27,4	46	t_p: 0,414...0,970 t_o: 0,377...0,908 t_n: 0,342...0,827	0,656 0,615 0,533	120 121 43	α_r: 1,71...6,62 α_t: 4,33...10,03 α_v: 6,98...16,69	4,26 7,80 12,22	46 46 46	297...786	587	37	689...1737	1285	37	0,204...0,713	0,456	37	
Donji Vakuf	0,45...2,27	1,13	46	15,4...44,8	26,6	46	t_p: 0,498...0,857 t_o: 0,459...0,802 t_n: 0,420...0,695	0,639 0,602 0,519	186 185 46	α_r: 2,02...7,80 α_t: 5,26...10,03 α_v: 7,58...17,26	4,24 7,96 12,30	46 46 46	446...813	637	54	983...1985	1386	70	0,197...0,885	0,431	75	
Crna Gora*)	0,25...4,33	1,13	96	15,0...60,0	33,4	96	t_p: 0,422...0,985 t_o: 0,403...0,874 t_n: 0,374...0,695	0,592 0,560 0,495	294 294 96	α_r: 1,52...8,36 α_t: 3,97...9,89 α_v: 6,63...16,40	4,08 7,31 11,48	96 96 96	276...758	514	144	873...1612	1240	99	0,245...0,810	0,418	99	
										II. Istraživanja prof. dr. A. Ugrenovića[1]												
Hrvatska	0,98...1,48	—	—	6,0...55,0	—	—	0,408...1,114	0,630	403	— —	—	—	— —	—	—	— —	—	—	— —	—	—	
Bosna	— —	—	—	— —	—	—	t_p: 0,463...0,939 t_o: 0,424...0,853	0,635 0,587	114 114	— —	—	—	375...595	511	53	— —	—	—	— —	—	—	
										III. Istraživanja N. Cankova[2]												
Bugarska	— —	—	—	— —	—	—	t_o: 0,413...0,600 t_n: 0,395...0,525	— —	— —	α_v: 10...13	—	—	— —	—	—	— —	—	—	— —	—	—	
										IV. Istraživanja G. Janke[3]												
Austrija	— —	—	—	— —	—	—	t_p: 0,506...0,716 t_o: 0,472...0,664	0,608 0,569	27 27	— —	—	—	354...559	431	27	— —	—	—	— —	—	—	
										V. Istraživanja M. Monnin-a[4]												
Korzika	1,1...1,8	—	6	— —	—	—	t_p: 0,571...0,720	—	6	k_r: 0,190...0,240 k_t: 0,355...0,360 k_v: 0,650	—	2 2 1	392...622	—	6	— —	—	—	— —	—	—	
										VI. Istraživanja J. Fouarge-a[5]												
Belgija	— —	—	—	— —	—	—	t_o: 0,400...0,764	—	—	— —	—	—	118...587	—	—	389...1485	—	—	0,088...0,409	—	—	

[1]) A. Ugrenović i B. Šolaja, Istraživanja o specifičnoj težini drveta i količini sirove smole vrsti Pinus nigra Arn. i Pinus silvestris L., Glasnik za šumske pokuse br. 3. Zagreb 1931;
A. Ugrenović, Istraživanja o čvrstoći cijepanja i njenoj zavisnosti od ravnine cijepanja i stepena vlage. Glasnik za šumske pokuse br. 8. Zagreb 1942;
[2]) N. Zankoff, Untersuchungen über Harzgehalt und einige physikalische Eigenschaften des Holzes der bulgarischen Nadelhölzern Peuce, Kiefer und Schwarzkiefer. Holz VI. Berlin 1943;
[3]) G. Janka, Die Härte der Hölzer, Wien 1915;
[4]) M. Monnin, Essais physiques, statiques et dynamique des bois. Bull. de la section technique de l'aeronautique militaire. F. 29. i 30., Paris, 1919 — podaci se odnose na podvrstu crnog bora — Pinus nigra var. calabrica Schneid.;
[5]) J. Fouarge, Analyse physique, mecanique et anatomique de bois de Pin laricio de Corse (Pinus nigra var. calabrica Schneid.). Bull. de l'Institut agronomiques et des stations recherches de Gembloux 1938. Tome VII. No 4. p. 361;
*) Ovdje su razrađeni podaci iz Ustiprače i Kolašina zajedno, jer istražena crna borovina potječe iz šum. područja Bistrica, Sinjavina planina — Crna Gora.

žena je specifična težina, utezanje i čvrstoća pritiska crne borovine. Istraživanje N. Cankova (L. 6) odnose se na crnu borovinu iz Bugarske. Istražena je spec. težina, postotak smole i utezanje. Istraženo je po jedno probno stablo molike, običnog bora i crnog bora sa južnih padina Rila-gorja. Istraživanje J. Fouarge-a (L. 10) odnosi se na kalabrijski crni bor, koji potječe iz kulture crnog bora u Belgiji. Istražena je specifična težina, čvrstoća pritiska, čvrstoća savijanja i čvrstoća udarca.

U tabeli 39 uporedili smo rezultate vlastitih istraživanja borovine iz Bosne i Crne Gore sa rezultatima istraživanja crne borovine prof. A. Ugrenovića, N. Cankova, G. Janke, M. Monnin-a i J. Fouarge-a. Rezultati istraživanja crne borovine iz Zavidovića, Višegrada, Donjeg Vakufa, Ustiprače i Kolašina gotovo su isti sa rezultatima istraživanja prof. Ugrenovića. Granice specifične težine crne borovine istražene po G. Janki nešto su uže nego granice specifične težine bosanske crne borovine. Vjerojatno je tome razlog mali broj proba istraženih po G. Janki. Razlike u srednjacima specifične težine crne borovine istražene po nama posve su neznatne. Čvrstoća pritiska crne borovine iz Austrije nešto je manja od čvrstoće pritiska bosanske crne borovine. Ostali rezultati istraživanja crne borovine iz Bugarske, Korzike i Belgije zbog vrlo malog broja proba nisu uzeti u daljnje razmatranje.

U uvodu je spomenuto da kod nas rastu 3 odlike crnog bora: dalmatinski, ilirski i krimski crni bor. Potrebno bi bilo daljnjim istraživanjima obuhvatiti sve tri odlike crnog bora i rezultate tih istraživanja međusobno uporediti.

Trendelenburg (L. 35) je u svojim istraživanjima utvrdio, da su granice specifične težine kod običnog bora vrlo velike. Na osnovu toga on zaključuje da se obični bor dijeli na mnogo rasa. Poligon odnosno krivulja specifične težine obične borovine sastoji se dakle od niza pojedinačnih krivulja.

Raspon između donje i gornje granice specifične težine crne borovine isto je tako dosta velik. Ovaj se raspon gotovo podudara sa rasponom specifične težine obične borovine (vidi tabelu 40).

Srednja vrijednost specifične težine crne borovine je znatno veća (0,584 g/cm³) od srednje vrijednosti specifične težine obične borovine (0,490 g/cm³). Razlika između srednjih vrijednosti specifične težine crne i obične borovine sa istih staništa je manja (obična borovina 0,548 g/cm³ A. Ugrenović). Srednja vrijednost specifične težine munikovine (0,504 g/cm³) je manja od srednje vrijednosti specifične težine crne i obične borovine.

Prema istraživanjima G. Janke veću srednju specifičnu težinu od crne borovine imade drvo pinije i alepskog bora. Ne smije se izgubiti iz vida da je G. Janka istražio vrlo malen

Tabela 40 **Spec. težina raznih vrsta borovine**

Vrst bora	Spec. težina kod 0% vlage u g/cm³		Istražio
	granice	m	
1. Pinus cembra	0,37...0,56	0,45	F. Kollmann
2. Pinus strobus L.	0,31...0,46	0,37	— „ —
3. Pinus peuce Gris.	0,40...0,45	—	N. Cankov
4. Pinus pinea L.	——	0,625	G. Janka
Pinus pinea L.	0,521...0,773	—	J. Bärner
5. Pinus halepensis Mill.	0,632...0,689	0,655	G. Janka
Pinus halepensis Mill.	0,532...0,866	—	J. Bärner
6. Pinus nigra var. austriaca Asch. et Gr.	0,377...0,908	0,583	I. Horvat
7. Pinus Heldreichii var. leucodermis Markgr.	0,443...0,649	0,504	I. Horvat
8. Pinus silvestris L.	0,369...0,777	0,548	A. Ugrenović
Pinus silvestris L.	0,300...0,860	0,490	F. Kollmann
9. Pinus montana Mill.	0,489...0,642	0,551	G. Janka
10. Pinus resinosa Ait.	——	0,48	L. J. Markwardt et T. R. C. Wilson

broj proba. Od pinije ispitana je samo jedna proba iz Istre, a od alepskog bora 4 probe sa otoka Mljeta u Dalmaciji.

Od američkih vrsta borova uvrštena je u tabelu specifična težina borovca (P. strobus L.) i specifična težina crvene borovine (P. resinosa Ait). Specifična težina američke crvene borovine poslužila je za komparaciju sa specifičnom težinom crne borovine s razloga što je Pinus resinosa Ait. homolog vrsti Pinus nigra Arn. Američka crvena borovina je lakša (0,480 g/cm³) od istražene crne borovine (0,583 g/cm³). Za drugi homolog vrste Pinus nigra Arn., i to japanski crni bor (Pinus thunbergii Parl.) u stručnoj literaturi, koja nam je bila na raspolaganju, manjkaju podaci o specifičnoj težini. (Hickel, Bärner).

Drvo limbe, borovca i molike male je specifične težine. Drvo planinskog bora po svojoj srednjoj specifičnoj težini pada između drveta običnog i crnog bora.

5 ZAKLJUČAK

U ovoj su radnji izneseni rezultati istraživanja osnovnih fizičkih i mehaničkih svojstava crne borovine. U uvodu je autor ukratko izložio cilj istraživanja, rasprostranjenje i odlike crnog bora, mišljenja nekih autora o bosanskom crnom boru kao posebnoj odlici crnog bora te statističke podatke o po-

vršini crnoborovih šuma u Bosni. Nakon toga autor je iznio pregled dosadašnjih radova u istraživanju tehničkih svojstava crne borovine. U drugom poglavlju obrađeno je područje, izbor materijala za istraživanje, sastojinske prilike i izrada proba za istraživanje tehničkih svojstava crne borovine. U trećem poglavlju obrađena je metodika rada oko istraživanja širine goda, zone kasnog drveta, učešće bijeli i srži, specifične težine, linearnog i volumnog utezanja, čvrstoće pritiska, čvrstoće savijanja i specifične radnje loma crne borovine.

Istražena su u svemu 4 probna stabla crnog bora i 194 kom. crnoborovih četvrtača presjeka 50/50 mm, dužine 1,0 m. Širina goda, zona kasnog drveta, nominalna specifična težina te linearno i volumno utezanje istraženi su na 235 proba. Specifična težina u prosušenom stanju, specifična težina u apsolutno suhom stanju i postotak vlage istraženi su na 725 proba. Čvrstoća pritiska istražena je na 291 probi, čvrstoća savijanja na 247 proba i specifična radnja loma na 250 proba. Istraženo je u svemu 1748 proba crne borovine. Od toga je prema područjima bilo

Zavidovići	308 proba
Višegrad	277 proba
Donji Vakuf	431 proba
Ustiprača	323 proba
Kolašin	409 proba
Ukupno	1.748 proba

Na osnovu rezultata ovih istraživanja mogu se povući slijedeći zaključci.

1. Mjerenja frontalne teksture dala su ove rezultate: širina goda 0,25 ... 1,22 ... 4,33 mm (vidi tabele 5, 7, sliku 2) i postotak zone kasnog drveta 11,6 ... 31,6 ... 60,0% (vidi tabele 6, 8, sliku 3).

2. Specifična težina iznosi: u prosušenom stanju (prosječni stepen vlage drveta u prosušenom stanju iznosio je 11,4%) 0,414 ... 0,620 ... 0,985 g/cm³; u apsolutno suhom stanju (0% vlage) 0,377 ... 0,584 ... 0,908 g/cm³, nominalna specifična težina 0,342 ... 0,511 ... 0,827 g/cm³ (vidi tabele 10 do 15, slike 5 do 7).

3. Specifična težina crne borovine pokazuje svoju kulminaciju kod širine goda od 1,0 mm, specifična težina crne borovine sa širinom goda manjom ili većom od 1,0 mm opada (vidi tabelu 17).

4. Specifična težina crne borovine raste sa porastom postotka zone kasnog drveta (vidi tabelu 18).

5. Linearno utezanje iznosi u radijalnom smjeru 1,52 ... 4,34 ... 8,36%, u tangencijalnom smjeru 3,97 ... 7,74 ... 10,80%, u longitudinalnom smjeru 0,01 ... 0,39 ... 1,99% a volumno 6,63 ... 12,16 ... 17,26% (vidi tabele 19 do 24, slike 8 do 10).

6. Prosječni odnos utezanja i nominalne specifične težine iznosi α_v = 23,8 tn. Koeficijenti utezanja iznose: radijalni 0,18, tangencijalni 0,32, te volumni 0,51%.

7. Utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti iznosi: radijalno 0,68 ... 2,88 ... 5,84%; tangencijalno 1,97 ... 5,49 ... 7,89% te volumno 3,01 ... 8,50 ... 12,05% (vidi tabele 25).

8. Čvrstoća pritiska iznosi 276 ... 564 ... 891 kg/cm², čvrstoća savijanja 689 ... 1305 ... 1985 kg/cm², spec. radnja loma 0,204 ... 0,472 ... 0,865 mkg/cm² odnosno 70 ... 201 ... 380 cmkg (vidi tabele 27, 28, 31 do 36, slike 11 do 13).

9. Bijel crne borovine imade uži god, manju specifičnu težinu, veće linearno i volumno utezanje, veću čvrstoću pritiska, manju čvrstoću savijanja te veću specifičnu radnju loma nego srž crne borovine (vidi tabelu 37).

10. Crna borovina sa serpentina imade nešto širi god, neznatno manju zonu kasnog drveta, veću specifičnu težinu, veće linearno i volumno utezanje, veću čvrstoću pritiska, čvrstoću savijanja te specifičnu radnju loma nego crna borovina sa vapnenca (vidi tabelu 38).

LITERATURA

1. Anić M., Šumarski priručnik I. dio, Zagreb 1946.
2. Bärner, Die Nutzhölzer der Welt, I. Bd., Berlin 1944.
3. Beauverie, Le Bois, Paris 1905.
4. Bogner L., Abhandlung über Marine-Schiffbauholz, Triest 1861.
5. Büsgen-Münch, Bau und Leben unserer Waldbäume, Jena 1947.
6. Zankoff N., Untersuchungen über Harzgehalt und einige physikalische Eigenschaften des Holzes der bulgarischen Nadelhölzer Peuce, Kiefer und Schwarzkiefer, Holz VI, 100, Berlin 1943.
7. Dimitz L., Die forstlichen Verhältnisse und Einrichtungen Bosniens und Herzegovina, Wien 1905.
8. Flatscher, Technologie des Holzes, Hitschmanns Vademekum für die Forst- und Holzwirtschaft, II. svezak, Wien.
9. Fröhlich J., Die Borja-Planina, Centralblatt f. d. g. Forstwesen 1934.
10. Fouarge J., Analyse physique, mecanique et anatomique de bois de Pin laricio de Corse, Pinus nigra var. calabrica Schneid., Bull. de l'Institut agronomique et des recherches de Gembloux, Gembloux 1938, Tome VIII, No. 4.

11. Gollner H., Über die Festigkeit der Schwarzkiefernholzes, Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, II. Bd., 3. Heft, Wien 1881.
12. Hickel R., Dendrologie forestière, Paris 1932.
13. Horvat I., Istraživanja o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine, Glasnik za šumske pokuse br. 8, Zagreb 1942.
14. Janka G., Die Härte der Hölzer, Wien 1915.
15. Kubelka A., Die Harznutzung in Österreich, Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreich, 38 svezak, Wien 1914.
16. Liese J., Beiträge zum Kiefernbaumschwammproblem, Forstarchiv 1936, Berlin.
17. Monnin M., Essais physiques, statiques et dynamiques des bois; Bull. de la section de l'aeronautique militaire, 29 i 30; Paris 1919.
18. Nördlinger H., Die technischen Eigenschaften der Hölzer, Stuttgart 1860.
19. Piccioli L., I legnami, Torino 1927.
20. Pilz, Einiges über die Verkernung der Kiefer, Allg. Forst- und Jagdzeitung Bd 83, Wien 1907.
21. Piškorić O., Bilješke o bosanskom crnom boru, Hrv. šumarski list, Zagreb 1941.
22. Schwarz O., Über die Systematik und Nomenklatur der europäischen Schwarzkiefern, Notizblatt des Bot. Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem, XIII Bd, str. 116—120, 1936/37, Berlin 1938.
23. Spazier R., Jádro a bêl borovice, Lesnicka Prace 1939, Prag.
24. Tavčar A., Biometrika u poljoprivredi, Zagreb 1946.
25. Trendelenburg R., Untersuchungen über das Raumgewicht der Nadelhölzer, Tharandter Forstliches Jahrbuch, Berlin 1934, str. 649—747.
26. Trendelenburg R., Tagung des Arbeitsausschusses des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten und des erweiterten Ausschusses für Holzprüfung in London und Princes Risborough 24 bis 28. IV. 1939, Holz II, Berlin 1939.
27. Trendelenburg R., Das Holz als Rohstoff, Berlin 1939.
28. Ugrenović A.—Šolaja B., Istraživanja o specifičnoj težini drveta i količini sirove smole vrsti Pinus nigra Arn. i Pinus silvestris L., Glasnik za Šumske Pokuse br. 3, Zagreb 1931.
29. Ugrenović A., Tehnologija drveta, Zagreb 1934.
30. Ugrenović A., Istraživanja o čvrstoći cijepanja i njenoj zavisnosti o ravnini cijepanja i stepenu vlage. Glasnik za šumske pokuse br. 8, Zagreb 1942.
31. Ugrenović A., Instrukcija za istraživanje tehničkih svojstava drveta, u rukopisu, Zagreb.
32. Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflânzenreiches, Leipzig 1918.
33. — — — — Die zweite Tagung des Internationalen Ausschusses für Holzverwertung der Internationalen Forstzentrale, Silvae Orbis. No 15, Berlin 1944.

RÉSUMÉ

L'auteur éxpose les résultats de ses recherches sur certains propriétés physiques et mécaniques du bois de pin noir (Pinus nigra var. austriaca Asch. et Gr.). Les expériences sont effectuées a l'Institut de la technologie forestière de la Faculté agronomique et forestière a Zagreb (Directeur: Prof. dr. ing. Aleksandar Ugrenović).

Dans l'introduction l'auteur éxpose en quelques mots le but de ses recherches, les regions et les sousespéces de pin noir, l'opinion de quelques auteurs sur le pin noir bosniaque comme l'espéce particulière de pin noir et enfin données statistiques sur la superficie des forêts de pin noir en Bosnie. Ensuite l'auteur a noté les recherches qui sont effectuées jusqu'à present sur les propriétés techniques du bois de pin noir. Dans le second chapitre l'auteur a décrit la region, le choix des matériaux, les caractéristiques de peuplements et la façonnage des éprouvettes pour les recherches sur les propriétés techniques du bois de pin noir. Dans le troisième chapitre l'auteur éxpose la methode du travail.

Les recherches ont été faites sur le 4 tiges et 194 pièces des chevrons du bois de pin noir. Les chevrons ont une dimension 5×5×100 cm. Pour établir la largeur de couches annuelles, la zone du bois d'été, le poids spécifique nominal et la rétractibilité linéale et volumetrique on servit de 235 éprouvettes. Le poids spécifique du bois sec à l'air, le poids spécifique de siccité absolue et la pourcentage d'humidité ont été obtenus par des éxperiences faites sur 725 éprouvettes. La compression axiale est examinée sur 291 éprouvettes; la flexion statique sur 247 éprouvettes et la résilience sur 250 éprouvettes. La nombre total des éprouvettes est 1748. Voici la participation des éprouvettes par les regions:

Zavidovići	308 éprouvettes
Višegrad	277 éprouvettes
Donji Vakuf	431 éprouvettes
Ustiprača	323 éprouvettes
Kolašin	409 éprouvettes
Total	1748 éprouvettes

Les résultats de ces recherches sont les suivantes:

1. La largeur de couches annuelles 0,25 ... 1,22 ... 4,33 mm (voir tableaux 5 et 7, figure 2); la pourcentage de la zone du bois d'été 11,6 .... 31,6 ... 60,0% (voir tableaux 6 et 8, figure 3).

2. Le poids specifique:

a) à l'état sec à l'air	0,414 ... 0,620 ... 0,985	g/cm³
b) à l'état complément sec	0,379 ... 0,584 ... 0,908	g/cm³
c) nominal	0,342 ... 0,511 ... 0,827	g/cm³

(voir tableaux 10—15, figures 5, 6, 7).

3. Le poids spécifique est le plus grand chez les couches annuelles d'une largeur de 1,0 mm, tandis que les poids spécifique de couches annuelles de largeur ≥ 1,0 mm diminuit (voir tableaux 17).

4. Le poids spécifique grandit avec l'augmentation de la zone du bois d'été (voir tableaux 18).

5. La rétractibilité est: axiale 0,01 ... 0,39 ... 1,99%, radiale 1,52 ... 4,34 ... 8,36%, tangentielle 3,97 ... 7,74 ... 10,80%, volumetrique 6,63 ... 12,16 ... 17,26 (voir tableaux 19—24, figures 8—10).

6. La relation moyenne entre la rétractibilité et le poids spécifique nominal est $\alpha_v = 23{,}8\ t_n$. Les coefficients de la retractibilité sont: radial 0,18, tagentiel 0,32, volumetrique 0,51%.

7. La retractibilité jusqu'à l'humidité du bois sec à l'air est radiale 0,68 ... 2,88 ... 5,84%, tangentielle 1,97 ... 5,49 ... 7,89%, et volumetrique 3,01 ... 8,50 ... 12,05% (voir tableaux 25).

8. La compression axiale est 276 ... 564 ... 891 kg/cm², la flexion statique 689 ... 1305 ... 1985 kg/cm², la résilience 0,204 ... 0,477 ... 0,865 mkg/cm² ou 70 ... 201 ... 380 cmkg (voir tableaux 27, 28, 31—36, figures 11—13).

9. Les couches annuelles de l'aubier du bois de pin noir sont plus étroites, le poids spécifique et la flexion statique sont plus petits, la rétractibilité linéale et volumetrique, la compression axiale et la résilience de l'aubier sont plus grandes que les propriétés correspondantes du duramen du bois de pin noir (voir tableaux 37).

10. Le bois du pin noir provenant des stations serpentiniques a des couches annuelles un peu plus larges, la zone du bois d'été un peu plus petit; le poids spécifique, la rétractibilité linéale et volumetrique, la compression axiale, la flexion statique et la résilience plus grand que le bois du pin noir provenant des stations calcaires (voir tableaux 38).

Ing. Zdenko Tomašegović:

Prilog poznavanju točnosti nitnog planimetra

(Contribution à la connaissance d'exactitude du harpe-planimètre)

UVOD

Za određivanje površina na planu najviše se upotrebljuju: polarni planimetar, nitni planimetar, Majzakovi trokuti i mreža kvadrata. Svaka od tih metoda ima prednosti i slabe strane, te očito svaka svoje optimalno područje, u kojem je njena primjena racionalna. Potrebno bi bilo istražiti čitav kompleks pitanja u vezi s time. Racionalnost ovisi o odnosu točnosti prema svrsi rada, o utrošku vremena, instrumenata itd.

Iz čitavog tog kompleksa pokušat ću ovdje iznijeti samo mali prilog pitanju točnosti nitnog planimetra.

Određivanje površina pomoću nitnog planimetra (harfe) u stvari je grafičko-mehanički način integracije u pravokutnim koordinatama. Bitno je kod toga, da je broj diobenih intervala konačan.

Osim na planu može se princip nitnog planimetra primijeniti i na terenu. A. I. Taraškević u djelu: »Tehnika lesoustroiteljnih rabot«, svezak prvi (Moskva 1927.) prikazuje načine izlučivanja sastojina u SSSR metodom paralelnih vizira, što u stvari pretstavlja primjenu gore spomenutog principa.

Procjena šumskog bogatstva čitavih zemalja paralelnim linijama također je zapravo primjena principa nitnog planimetra.

Komparacija sa dozvoljenim otstupanjima

Da bih dobio neku općenitu predodžbu o točnosti planimetriranja nitnim planimetrom, razmotrio sam određivanje površina komasacije k. o. Drenovci. Za ispitivanje srednje pogreške poslužio sam se sa 633 dvostruka opažanja. Površine su bile po veličini između 0 i 10000 čhv. Od ovih 633 opažanja bilo je 210 sa površinom od 0 do 1000 čhv, 123 sa površinom od 1000 do 2000, 160 od 2000 do 5000 čhv, a 140 od 5000 do 10000 čhv. (Mjerilo planova 1" : 40°). Razlike ΔP između prvog i drugog

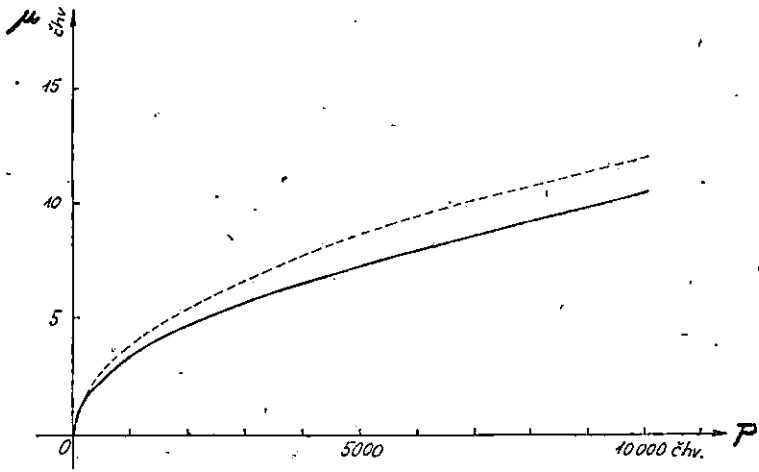
odredivanja iste površine bile su za gotovo sve površine unutar dozvoljenih granica t. j. manje od

$$\Delta P_{max} = 0{,}5\sqrt{P} \qquad (P \text{ u čhv}) \quad \ldots \quad (1)$$

Ovaj iznos bio je prekoračen samo za 11 od gornjih 633 opažanja. Iz pojedinih razlika ΔP izračunao sam srednje pogreške pojedinih opažanja

$$\mu_1 = \frac{\Delta P_1}{\sqrt{2}}, \quad \mu_2 = \frac{\Delta P_2}{\sqrt{2}} \quad \ldots \ldots \quad \mu_n = \frac{\Delta P_n}{\sqrt{2}}$$

Ovako dobivene vrijednosti unio sam u koordinatni sistem tako, da sam na os apscisa nanio redom veličine površina, a na os ordinata pogreške μ za pojedine površine. Kroz područje dobivenih točaka izračunao sam onu krivulju oblika $\tau\sqrt{P}$, koja se najbolje prilagođuje tim točkama, jer se obično uzima, da



Sl. 1.

pogreške kod mjerenja površina rastu proporcionalno s drugim korjenom iz površine. Potražio sam po principima teorije najmanjih kvadrata parametar τ parabole $\tau\sqrt{P}$. Jednadžbe otstupanja glase:

$$v_1 = \tau\sqrt{P_1} - \mu_1$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$v_n = \tau\sqrt{P_n} - \mu_n$$

Suma kvadrata $[vv]$ treba dati minimum

$$[vv] = \tau^2 [P] - 2\tau[\mu\sqrt{P}] + [\mu\mu] = minimum.$$

t. j. prva derivacija $[\nu\nu]$ po nepoznanici τ mora biti jednaka nuli.

$$\frac{d\,[\nu\nu]}{d\tau} = 2\tau\,[P] - 2\,[\mu\sqrt{P}] = 0$$

$$\tau = \frac{[\mu\sqrt{P}]}{[P]}$$

Računanjem sam za τ dobio vrijednost 0,103. U sl. 1 povučena je parabola $\mu = 0{,}103\sqrt{P}$ punom crtom. Maksimalno dozvoljena otstupanja su obično trostruka srednja. Ako pak želimo iz maksimalno dozvoljenog otstupanja ΔP_{max} izračunati srednje pogreške pojedinih opažanja, onda moramo ΔP_{max} podijeliti sa $3\sqrt{2}$. Krivulja

$$\frac{\Delta P_{max}}{3\sqrt{2}}$$

prikazana je u sl. 1 crtkano.

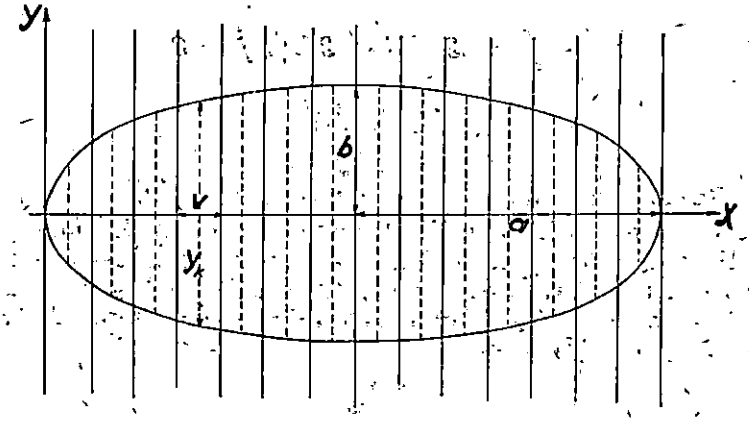
Iz uporedenja krivulja u sl. 1 može se zaključiti, da je spomenutih 633 dvostrukih opažanja dalo rezultate, koji zadovoljavaju formulu (1). Dakle granice pogrešaka kod računanja površina vode računa i o nitnom planimetru t. j. nisu ni prestroge ni preblage za praktičan rad sa nitnim planimetrom. Ali te granice, velikim dijelom, ne vode brigu o sistematskim pogreškama, koje se mogu pojaviti radi oblika samih parcela. Ako na pr. neku eliptičnu površinu planimetriramo dva puta, otstupanje između oba mjerenja ne će nam pokazati sistematsku pogrešku uslijed eliptičnog oblika.

Upliv oblika na točnost

Na točnost odredivanja površina po principu nitnog planimetra od bitnog je utjecaja oblik površine kao i točnost mehaničke integracije. Razmotrimo najprije utjecaj oblika i razdijelimo likove na konveksne (granične linije is-

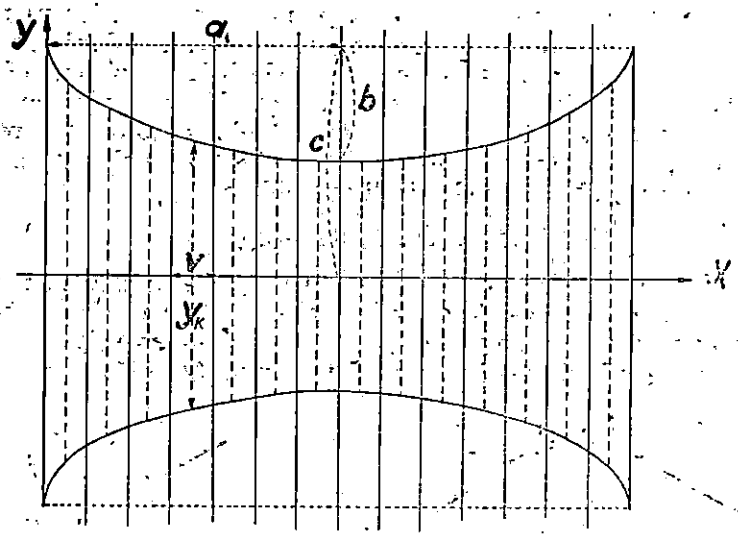
Sl. 2.

pupčene) i konkavne (granice upupčene). Konveksni dijelovi površine daju previsoke, a konkavni preniske rezultate (sl. 2).



Sl. 3.

Da dobijemo neku sliku o utjecaju oblika, uzmimo u razmatranje kao reprezentanta konveksnosti elipsu (sl. 3), a kao pretstavnika konkavnosti površinu omeđenu sa dviju strana lukovima elipse (sl. 4). Površine tih likova neka su razdijeljene



Sl. 4.

u n simetričnih intervala. Površina, koja se dobiva nitnim planimetrom, iznosi onda

$$P = v \sum_{k=1}^{n} Y_k$$

Prava površina za prvi slučaj iznosi $ab\pi$, a za drugi $4ac - ab\pi$.

Pomoću jednadžbi zadanih elipsa izračunao sam teoretski površinu, koja bi se dobila planimetriranjem. Ona iznosi za prvi slučaj abS_n, a za drugi $4ac - abS_n$, gdje S_n znači veličinu ovisnu samo o broju intervala n. Za S_n dobiven je izraz:

$$S_n = \sum_{k=1}^{n} \sqrt{\frac{16}{n^4}[4k(1+n-k)-(2k+1)]}$$

Prema tome apsolutna pogreška, koja nastaje radi eliptičnog oblika, iznosi u prvom slučaju

$$\Delta_o = ab\,(S_n - \pi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

a u drugom slučaju

$$\Delta_o = ab\,(\pi - S_n) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

S_n teži broju π, kad n teži u beskonačnost. Za razne n iznose izračunao sam vrijednosti S_n Te su uvijek bile veće od π, jer konveksne površine (u našem slučaju elipsa) daju sistematski previsoke, a konkavne površine sistematski preniske rezultate.

Iz grade formula (2) i (3) možemo zaključiti na još neke činjenice.

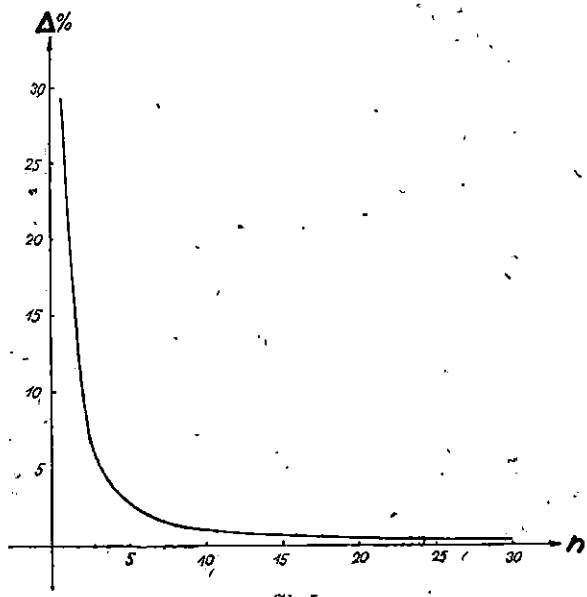
Smatramo li ab konstantnim, pogreška Δ_o biti će to manja, što je manji izraz u zagradi, a ovaj se izraz smanjuje, kada n raste. Dakle: što je veći broj intervala n kod planimetriranja, to je manja apsolutna pogreška, koja se javlja radi oblika površine.

Ako je pak izraz u zagradi konstantan (znači konstantan broj intervala n), apsolutna će pogreška biti to manja, što su manji a i b i obratno. Dakle: malene površine daju radi oblika malu, a veće površine veću apsolutnu pogrešku.

Napokon ako smatramo konstantnim izraz u zagradi i veliku poluos a, pogreška će biti to veća, što je veći b i obratno. Naraste li b na iznos a, elipsa prelazi u kružnicu, koja daje razmjerno veću pogrešku. To znači: nitni planimetar je povoljan za uske, duguljaste površine, a nepovoljan za kompaktne oblike (kružnici slične). Ili drugim riječima: točnost je to veća, što je manji stepen konveksnosti dotično konkavnosti.

Poraste li b preko iznosa a, elipsa dolazi u polažaj zaokrenut za 90°. Velika os dolazi u smjer osi Y, mala u smjer osi X. Niti neka budu u tom slučaju paralelne sa velikom osi t. j. sa osi Y. Ista točnost radi oblika (formula 2) kao u slučaju kad su niti o k o m i t e na veću dimenziju — dobila

bi se samo onda, ako se upotrijebi isti broj niti za oba slučaja (ista vrijednost S_n). A to znači: trebalo bi u takvom slučaju stegnuti širinu intervala. S druge strane mjerenje srednjica šestarom postaje nesigurnije radi nepovoljnog kuta, pod kojim se sijeku srednjice sa graničnom linijom. Osim toga zbroj srednjica je kudikamo veći u tom slučaju nego kad su niti okomite na veću dimenziju, što ima, kako ćemo kasnije vidjeti, znatnog utjecaja na točnost planimetriranja. Odatle slijedi, da je bolje smjestiti niti tako, da budu okomite na veću dimenziju.



Sl. 5.

Grafikon u sl. 5 prikazuje tok procentualne pogreške, koja nastaje radi eliptičnog oblika, kod raznih brojeva intervala n. Procentualna pogreška izračuna se stavljanjem formule (2) i (3) u procentualni odnos sa pravim iznosom eliptične površine ($ab\pi$ i $4\,ac - ab\pi$).

Procentualna pogreška ovisna je uglavnom samo o broju n. Odavle bi se moglo zaključiti, da će se za slične likove, bez obzira na njihovu veličinu, dobiti radi oblika ista procentualna pogreška samo, ako se upotrijebi jednak broj niti.

Upliv slučajnih pogrešaka

Poznato je, da se srednjice dionih trapeza zbrajaju šestarom. Kod tog zbrajanja srednjica dolazi do neizbježivog nagomilavanja slučajnih pogrešaka. Traženu površinu možemo prikazati formulom

$$P = uv \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

gdje je u zbroj srednjica, a v ekvidistanta. Neka pogreška u zbroju srednjica iznosi $\pm \Delta u$, a pogreška visine trapeza, dotično ekvidistante $\pm \Delta v$, onda će uslijed toga pogreška u površini iznositi uglavnom

$$\pm \Delta P = \pm u \Delta v \pm v \Delta u$$

Smatramo li $\pm \Delta u$ i $\pm \Delta v$ srednjim pogreškama, to će srednja pogreška površine iznositi

$$M_p = \pm \sqrt{(u \Delta v)^2 + (v \Delta u)^2} \quad . \quad (5)$$

Ako je mjerenje pojedinih srednjica opterećeno srednjom pogreškom $\pm m$, tada će suma od n srednjica biti opterećena pogreškom $\Delta u = \pm m \sqrt{n}$. Pojedina visina dionih trapeza neka je analogno opterećena iznosom $\pm m$. Prosječna visina trapeza određena kao aritmetska sredina iz n visina, dotično kao n-ti dio izmjerene dužine n visina, biti će onda opterećena pogreškom

$$\Delta v = \frac{\pm m}{\sqrt{n}}$$

Tako bi sada formula (5) poprimila oblik

$$M_p = \pm m \sqrt{\frac{u^2}{n} + nv^2} \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Srednja pogreška M_p po ovoj formuli upravno je proporcionalna srednjoj pogreški m mjerenja srednjica pojedinih dionih trapeza (dotično i ustanovljivanja zbroja visina tih trapeza).

Uz pomoć još petorice opažača (slušača šumarstva) ustanovio sam pokusima u pet serija (67 opažanja) srednju pogrešku određivanja dužine šestarom $M = \pm 0{,}074$ mm. Pojedina mjerenja očitavana su na metalnom transverzalnom razmjerniku tako, da dobiveni iznos za M rezultira iz hvatanja odgovarajućih dužina šestarom i čitanja na razmjerniku. Pretpostavi li se jednaka grafička točnost hvatanja šestarom i očitavanja na razmjerniku, to će srednja pogreška samog mjerenja dužine šestarom uglavnom biti

$$m = \frac{\pm M}{\sqrt{2}} = \pm 0{,}052 \text{ mm}$$

Rezultanta sistematske i slučajnih pogrešaka

Uslijed oblika i netočnosti mehaničke integracije nastaje ukupna pogreška, koja bi bila (na pr. kod eliptičnih površina) rezultanta obiju komponenata po formuli (2) odnosno (3) i po formuli (6) t. j.

$$\Delta P = \pm \sqrt{\Delta_o^2 + M_p^2} \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Optimalan broj intervala

Pokušajmo na temelju gornjeg razmatranja odrediti optimalan broj intervala n za neke veličine površina u mjerilu 1 : 2880 (1" : 40°).

Provedimo najprije diskusiju za površinu od 0,1 ha. Uzmimo da površina ima razmjerno nepovoljan, konveksan oblik; neka to bude opet elipsa. Odnos poluosi $a : b = 5$. Za taj slučaj iznosi velika poluos elipse $a = 13{,}85$ mm u mjerilu 1 : 2880.

Pokusno računanje po formuli (7) pokazalo je, da bi ukupna procentualna pogreška za $n = 12$ iznosila $\pm$ 1,08%, za $n = 16$ . . . . . $\pm$ 0,95%, za $n = 20$ . . . . . $\pm$ 0,93%, za $n = 30$ . . . . . $\pm$ 1,07%. Iz ovoga se vidi, da po samu točnost nije svejedno, kolik broj intervala pri planimetriranju upotrebljavamo. Vidi se osim toga i to, da postoji neki optimalni broj intervala. Sa povećanjem broja niti pada pogreška radi oblika Δ_o, ali raste pogreška M_p samog planimetriranja. Tu dakle te dvije komponente djeluju jedna nasuprot druge. Za površinu od 0,1 ha najbolje bi prema gornjem izvodu odgovarao broj niti $n = 20$. Ako postavimo niti okomito na veliku poluos a, onda bi visina dionih trapeza iznosila

$$v = \frac{2a}{n} = \frac{27{,}70 \text{ mm}}{20} = 1{,}4 \text{ mm}$$

Teoretska srednja pogreška, kako je gore navedeno, iznosila bi za taj slučaj $\pm$ 0,93%. Komponenta oblika (formula 7) sudjeluje u iznosu + 0,34%, a komponenta nastala mehaničkom integracijom sa $\pm$ 0,87% Na ukupnu srednju pogrešku (rezultantu) ima jačeg utjecaja pogreška samog planimetriranja.

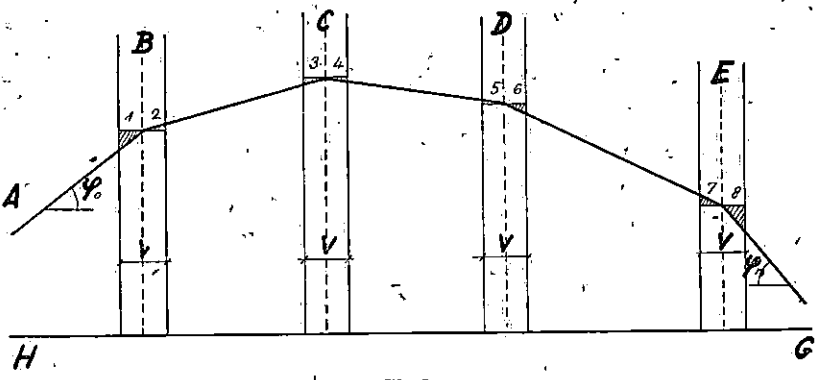
Za površinu od 0,5 ha pod inače jednakim uvjetima kao gore našao sam, da bi najbolje odgovarao $n = 26$, koji bi dao $\Delta P\% = \pm 0{,}49\%$. Za taj je slučaj $v = 2{,}4$ mm.

Kod površine od 1 ha našao sam optimalan broj $n = 30$, $\Delta P\% = \pm 0{,}38\%$. Uz ovaj broj niti, a za površinu od 1 ha iznosila bi visina pojedinih intervala $v = 2{,}9$ mm. Sa povećanjem površina teoretski izračunate srednje pogreške sve jače odmiču od srednjih pogrešaka, koje bi se izračunale iz maksimalno dozvoljenog otstupanja.

Što se tiče rasporeda niti, planimetar (harfa) obično je konstruiran tako, da mu razmaci (ekvidistante) iznose 2,5 mm, 5 mm i 10 mm ili 1,6 mm (2,5 hv u mjerilu 1" : 40°), 3,2 mm (5 hv) i 6,4 mm (10 hv). Prema gornjim rezultatima trebalo bi za manje površine upotrijebiti najgušći razmak niti (1,6 mm), a za veće površine (0,5 ha i više) dvostruko veći razmak (3,2 mm). Kad bismo imali nitni planimetar sa razmakom niti 2,5 mm, 5,0 mm i 10 mm, ne bismo mogli potpuno za gornje slučajeve udovoljiti postavljenim zahtjevima.

Utjecaj lomova

Razmotrimo utjecaj oblika i na poligonu *A, B, C,* ..... (sl. 6). Za taj bi se slučaj upliv oblika sasvim eliminirao, kad bi niti planimetra slučajno prolazile upravo lomovima *B, C,* ..... Drugi ekstrem nastaje, kad bi vrhovima prolazile srednjice dionih trapeza. U tom slučaju hvatamo srednjice kod *B, C,* ..... koje će dati previsoke rezultate (ispupčene površine) ili preniske rezultate (upupčene površine). Kod ovog ekstremno nepovoljnog razmještaja niti dobivene pogreške se dje-



Sl. 6.

lomično kompenziraju, radi različitih predznakova (šrafirani trokuti 2 i 3, 4 i 5, itd. su međusobno jednaki). Preostala pogreška radi oblika (trokuti 1 i 8) zavisi od kutova φ_o i φ_n, te od visine intervala v. Pokusna računanja za razne visine intervala (dakle različite n), te za razne φ pokazala su, da se dobivaju iznosi procentualnih pogrešaka, koji nadilaze one za eliptične površine (osim za kuteve φ_o i φ_n, koji su bili manji od 20°).

Što se tiče rasporeda niti, rijetko će nastupiti jedan od ekstremnih položaja. Vjerojatniji je neki općeniti položaj, koji će dati pogrešku radi oblika veću od 0, a manju od teoretskih

ekstrema. Utjecaj oblika znatno se poništava kod površina sa konkavnim i konveksnim granicama.

Ponajčešći oblik parcela je zapravo s ispupčenim čoškovima (na pr. četverokut i slično), pa je vjerojatno, da nitni planimetar u praksi daje sistematski za nešto previsoke rezultate. Za koliko otprilike, pokušati ću prikazati drugom prilikom poređenjem površina dobivenih nitnim planimetrom sa površinama izračunatim iz koordinata.

RÉSUMÉ

Les résultats des 633 parcelles montrent que la détermination des surfaces avec la harpe satisfait les tolérences prescrites (formule 1). Fig. N° 1 représente la relation entre les discordances moyennes admissibles $\frac{\Delta P_{max}}{3\sqrt{2}}$ et. réelles $\frac{\Delta P}{\sqrt{2}}$.

Ensuite sont considerées: l'influence de la forme des parcelles (erreurs systématiques) et l'influence des erreurs de l'addition mécanique avec le compas (erreurs accidentelles). On tient seulement compte des surfaces éliptiques.

Aussi le numéro optimal des intervalles sur la harpe (pour quelques grandeurs des surfaces) est déterminé à l'aide de la résultante (formule 7) de l'erreur systématique (formules 2 et 3) et des erreurs accidentelles (formule 6). L'intégration mécanique fait, sur l'erreur totale, une influence plus grande que la forme des parcelles.

Ing. Zdenko Tomašegović:

Postoji li mogućnost direktnog određivanja koordinatnih razlika u poligonskim vlakovima?

Idée d'un instrument topographique (coordinatomètre) pour la détermination directe, sur le terrain, des coordonnés relatives.

Uvod.

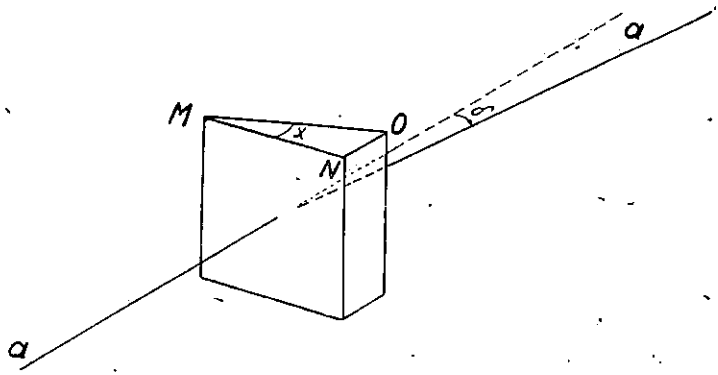
Velik napredak u tehnici izrade geodetskih instrumenata u nekoliko proteklih decenija ima se u glavnom pripisati upotrebi staklenih dijelova, kao što su prizme, planparalelne ploče i stakleni klinovi. Točnost i udobnost u radu, te ekonomija vremena, što ih daju moderni geodetski instrumenti, posljedicom su baš tih sredstava. Posebno poglavlje čine u tom pogledu precizni daljinomjeri, kod kojih su primijenjeni stakleni klinovi (instrumenti konstrukcije Wilda, Kerna i dr.), pa onda duhovito smišljeni autoredukcioni tahimetar Bosshardta sa pokretnim klinovima.

Novije Wildove konstrukcije teodolita pokazuju daljnji napredak. Ide se za takvim tipovima instrumenata, koji bi dali u što kraćem vremenu, uz ulog što manje energije, rezultate potrebne točnosti.

U ovoj radnji pokušati ću obraditi pitanje mogućnosti direktnog određivanja (s instrumentom) koordinatnih razlika u poligonskim vlakovima i iskorišćenje ove mogućnosti kod snimanja detalja.

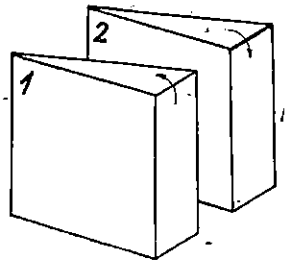
Stakleni klinovi.

Poznato je, da stakleni klin otklanja zraku svjetla a—a (sl. 1.) za kut δ, koji je funkcija kuta x i iznosi u glavnom $\frac{x}{2}$ t. j. polovicu kuta, što ga zatvaraju ravnine brušenja MN i MO. Primijeni li se ovakav klin kao nepomičan pri radu, tako da δ iznosi 34' 23" = ε (paralaktični kut), nastupa slučaj daljinomjerâ, pomoću kojih se na daljinomjernoj letvi čita odsječak l, koji množen sa multiplikacionom konstantom $K = 100$ daje vodoravnu, dotično kosu udaljenost.



Sl. 1.

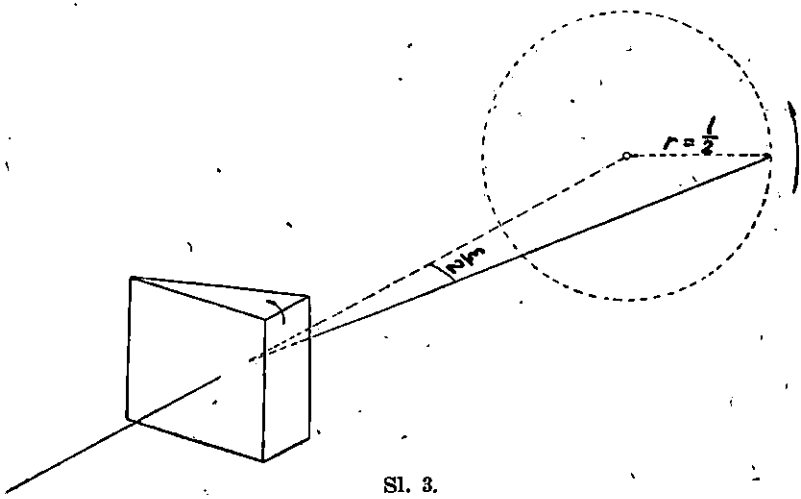
Bosshardt je ugradio uz durbin jednu »pretklijetku« sa dva pokretna klina, od kojih je svaki brušen tako da u svom nultom položaju otklanja vizuru za $\frac{\varepsilon}{2}$, t. j. za polovicu paralaktičnog kuta. Klinovi (sl. 2.) okreću se u protivnim smjerovima oko jedne zamišljene osi, koja je paralelna sa vizurom.



Sl. 2.

Vrtnjom samo jednog klina (sl. 3.) oko te zamišljene osi vizura se kreće po krugu s polumjerom $r = \frac{l}{2}$ (radij koji odgovara polovici pripadajućeg odsječka na letvi). Zaokrene li se taj klin (posredstvom posebno ugrađenih zupčanika) za kut α, za koji se podigao ili spustio durbin, vizura dolazi na periferiji zamišljenog kruga u točku B (sl. 4.). Drugi klin, koji se nalazi ispred ovoga, odmaknuo bi vizuru, što pogađa točku B za $r = \frac{l}{2}$ u stranu (B'). No i taj drugi klin rotira za kut α, ali u protivnom smjeru, tako da ovaj klin dovodi vizuru u D. Odsječak

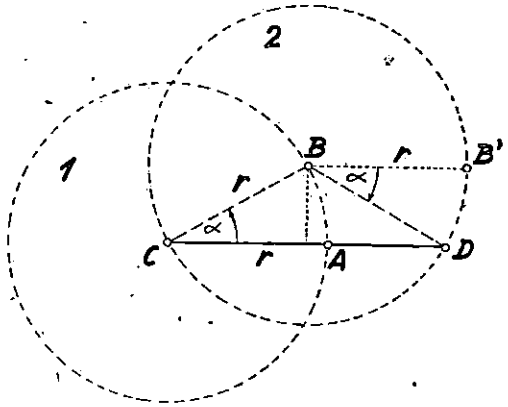
$$CD = 2r \cos \alpha = l \cos \alpha \quad . \; . \; . \; (1)$$



Sl. 3.

u stvari je onaj iznos, koji pomnožen sa konstantom daljinomjera daje horizontalnu projekciju udaljenosti od instrumenta do letve. Kod toga $2r = l$ odgovara odsječku kose udaljenosti, a $2r \cos \alpha = l \cos \alpha$ predstavlja odsječak, koji odgovara horizontalnoj projekciji te udaljenosti.

Pokušajmo sada proširiti područje učinka klinova. Sigurno je da postoji mogućnost rotacije klinova i za 360° t. j. za pun okret. Kod Bosshardt—Zeissovog autoredukcionog tahimetra ta puna rotacija ne dolazi u obzir, jer se visinski



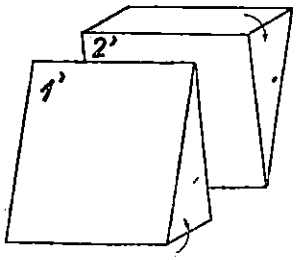
Sl. 4.

kutevi (elevacioni ili depresioni) nalaze uvijek u I. kvadrantu (manji od 90°). Lako je uvidjeti pomoću konstrukcije slične onoj u sl. 4., da bi u slučaju rotacije klinova za kutnu vrijednost, koja bi se nalazila na pr. u drugom ili trećem kvadrantu, trebalo primijeniti letvu sa dvostrukim opisom i dvostrukim

noniusima. Jedan bi opis tekao od polovice letve ulijevo, a drugi udesno, dakle jedan lijevi i jedan desni opis. Oba bi klina u tom slučaju (kut zaokreta u II. ili III. kvadrantu) pomakla zraku svjetla (vizuru) u lijevu stranu, tako da bi bio potreban opis letve na obje strane. Dakle kod rotacije klinova za 360° potrebna je letva sa dvostrukim opisom.

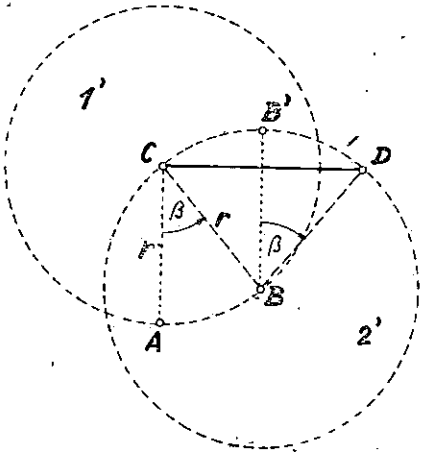
Uzmimo, da se klinovi prikazani u sl. 2. nalaze u nultom položaju t. j. prije bilo kakve rotacije. Ako se od tog položaja kao nultog započima sa rotacijom, klinovi će, kao što je poznato izvršiti redukciju (odsječka na letvi za kosu udaljenost) sa cosinusom kuta rotacije.

Zamislimo sada nov nulti položaj klinova, koji bi bio u zakašnjenju (fazi) za 90° t. j. u položaju prikazanom u sl. 5.



Sl. 5.

Pogledajmo, kako djeluju ti klinovi. Klin 1' otklanja u nultom položaju vizuru za kut $\frac{\varepsilon}{2}$ (t. j. linearno za r) prema dolje



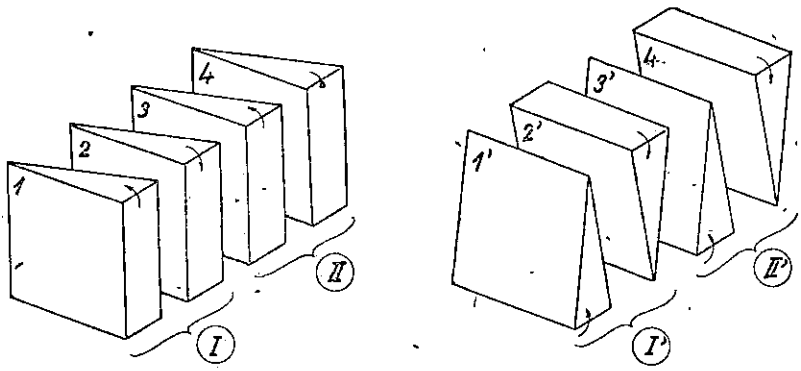
Sl. 6.

(A sl. 6.). Rotacijom za neki kut β (smjer rotacije označen u sl. 5.) on otklanja vizuru u B (sl. 6.). Drugi klin 2' stavljen pred klin 1' otklonio bi vizuru u B', da nije rotirao, ali nakon

rotacije za kut β on otklanja vizuru u D. Koliki je odsječak CD? On iznosi:

$$r \cos (90 - \beta) + r \cos (90 - \beta) = 2r \sin \beta = l \sin \beta \ldots (2)$$

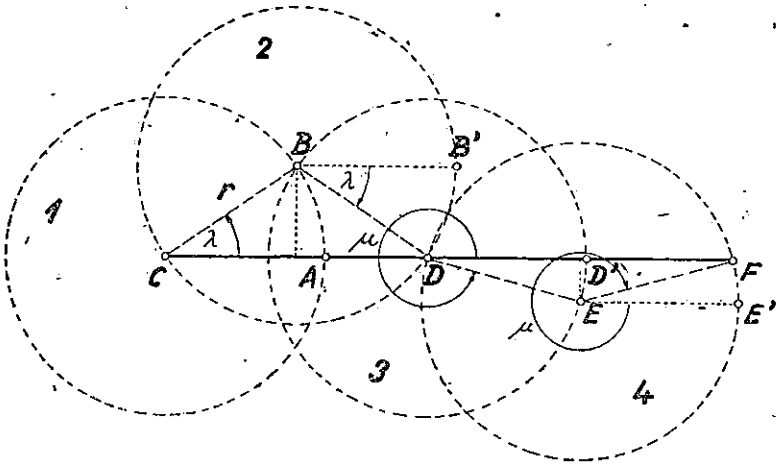
Dakle: klinovi, koji se nalaze po svom nultom položaju u fazi za 90° prema prvo spomenutim klinovima (iz sl. 2.), reduciraju odgovarajući odsječak na letvi sa *sinusom* kuta rotacije. Nazovimo radi kratkoće klinove iz sl. 2. sa *cos*-klinovima ili kraće sa c-klinovima, a one iz sl. 5. sa *sin*-klinovima ili kraće sa s-klinovima. I kod c-klinova i kod s-klinova postoji mogućnost rotacije kroz sva 4 kvadranta naime za 360° oko jedne zamišljene osi.



a) *c*-klinovi Sl. 7. b) *s*-klinovi

Razmotrimo slučaj rotacije za dvije grupe c- ili s- klinova, koje su grupe svrstane kao u sl. 7. Klinovi neka budu brušeni tako da svaki za sebe otklanja vizuru u stranu za $r = \frac{l}{2}$. Grupe I i II te I' i II' neka budu položene međusobno u istom smislu.

Rotirajmo sistem c-klinova tako, da klinovi grupe I rotiraju za neki kut λ, a grupe II za neki drugi kut μ. Pri tome neka klinovi 1 i 3 rotiraju u jednom, a 2 i 4 u drugom smjeru. Pri tome rotira 1 i 2 za isti iznos λ, a 3 i 4 za isti iznos μ. Smjerovi rotacije označeni su u slici. Kakav će biti učinak? Kuda će se pomaknuti vizura koja ima da prođe kroz klinove? Klinovi 1 i 2 (sl. 8.a) pomakli su vizuru iz C u D. Pri tome su rotirali za kut λ. Klin 3 odmaknuo bi vizuru u D', da nije rotirao; nakon rotacije za kut μ on pomiče vizuru iz D u E. Klin 4 pomaknuo bi vizuru iz E u E', da nije rotirao, ali nakon rotacije za kut μ on pomiče vizuru iz E u F. Kolik je ukupni pomak CF?

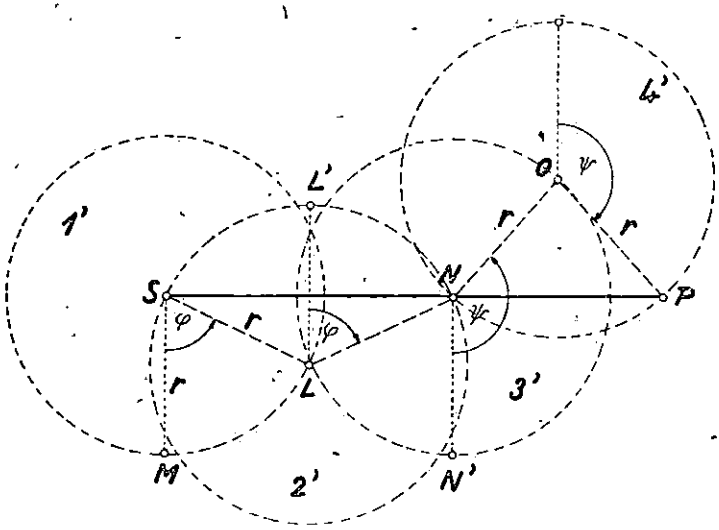


Sl. 8. a) c-klinovi

$$CF = CD + DF$$
$$CD = r \cos \lambda + r \cos \lambda = 2r \cos \lambda = l \cos \lambda$$
$$DF = r \cos \mu + r \cos \mu = 2r \cos \mu = l \cos \mu$$

Dakle:

$$CF = l\,(\cos \lambda + \cos \mu) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$



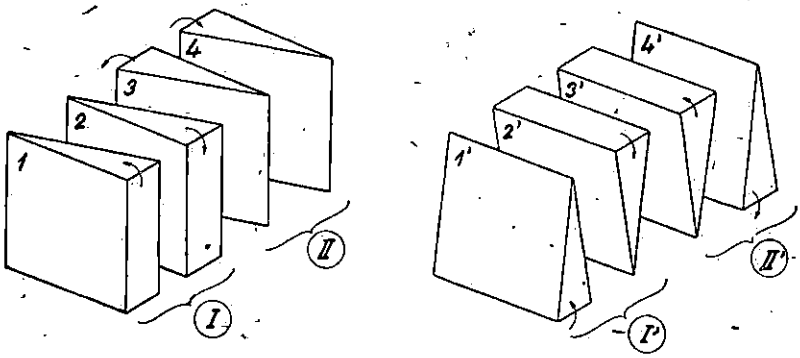
Sl. 8. b) s-klinovi

znači, da se djelovanja grupa c-klinova I i II algebarski zbrajaju. Slično je sa djelovanjem s-klinova. Klinovi 1' i 2'(sl. 8.b) pomiču rotacijom za kut φ u smjeru označenom u sl. 7.b vizuru iz S u N. Klinovi 3' i 4' pomiču rotacijom za kut ψ vizuru iz N u P. Cjelokupni pomak SP iznosi:

$$SP = SN + NP$$
$$SN = r \sin \varphi + r \sin \varphi = 2r \sin \varphi = l \sin \varphi$$
$$NP = r \sin \psi + r \sin \psi = 2r \sin \psi = l \sin \psi$$
$$SP = l (\sin \varphi + \sin \psi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

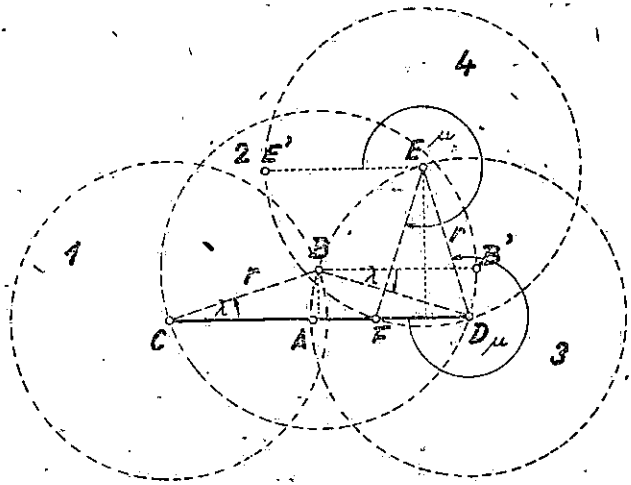
I klinovi grupe I' i II' djeluju dakle tako, da se njihovi učinci algebarski zbrajaju.

Izmijenimo sada položaj grupa tako, da grupe I i I' ostanu u istom položaju kao u sl. 7., a grupe II i II' da dođu u položaj zaokrenut za 180° (sl. 9.). Rotirajmo i opet sistem c-klinova



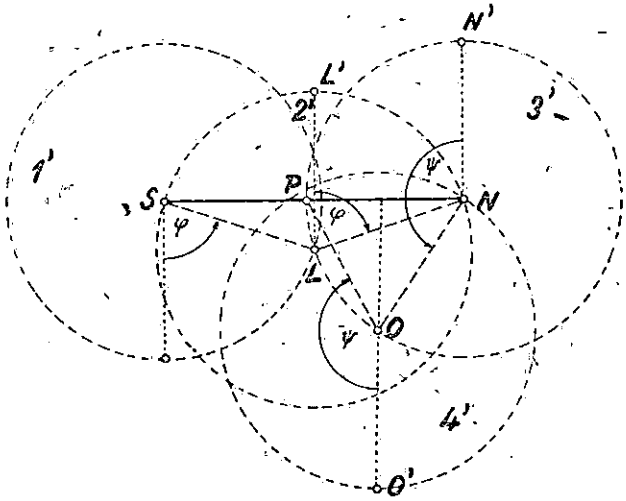
a) c-klinovi Sl. 9. b) s-klinovi

tako, da klinovi grupe I rotiraju za neki kut λ, a grupe II za neki drugi kut μ u smjerovima označenim u sl. 9.a. Klinovi 1 i 3 rotiraju u jednom, a 2 i 4 u drugom smjeru. Klinovi



Sl. 10. a) c-klinovi

1 i 2 s jedne strane, te klinovi 3 i 4 s druge rotiraju za iste iznose t. j. 1 i 2 za kut λ, a 3 i 4 za kut μ. Kakav će biti učinak sistema?



Sl. 10. b) s-klinovi

Klinovi 1 i 2 pomaknu zraku svjetla od C do D. Klin 3 vratio bi zraku svjetla iz D natrag u A da nije rotirao. Nakon rotacije za neki kut μ on pomiče zraku iz D u E. Klin 4 pomaknuo bi zraku iz E u E' da nije rotirao, ali nakon rotacije on pomiče zraku iz E u F.

Cjelokupni učinak CF iznosi:

$$\begin{aligned} CF &= CD - DF \\ CD &= 2r \cos \lambda = l \cos \lambda \\ DF &= 2r \cos \mu = l \cos \mu \\ CF &= l (\cos \lambda - \cos \mu) \quad . \quad . \quad . \quad (5) \end{aligned}$$

Djelovanja grupa I i II se dakle algebarski odbijaju. Rotirajmo sada sistem s-klinova u smjerovima označenim u sl. 9 b. Klinovi 1' i 3', te 2' i 4' rotiraju u istom smjeru. Pri tome klinovi 1' i 2' za neki kut φ, a klinovi 3' i 4' za neki drugi kut ψ.

Učinak klinova vidi se iz sl. 10 b. Klinovima 1' i 2' pomiče se vizura iz S u N, a klinovima 3' i 4' iz N u P.

Kolik je cjelokupni pomak vizure SP?

$$\begin{aligned} SP &= SN - NP \\ SN &= 2r \sin \varphi = l \sin \varphi \\ NP &= 2r \sin \psi = l \sin \psi \\ SP &= l (\sin \varphi - \sin \psi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6) \end{aligned}$$

I ovdje se djelovanja grupa I' i II' algebarski odbijaju. Pokušajmo ove izvode iskoristiti za rješenje postavljenog zadatka naime za direktno odredivanje koordinatnih razlika.

Odredivanje koordinatnih razlika djelovanjem sistema staklenih klinova.

Koordinatne razlike u pravokutnom sistemu računaju se po formulama:

$$\left.\begin{aligned} \Delta y &= D \sin \nu \\ \Delta x &= D \cos \nu \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

gdje je D horizontalna projekcija udaljenosti, a ν smjerni kut. Kako je D u općenitom slučaju dobiven redukcijom kose udaljenosti d sa $\cos$ visinskog kuta α to možemo pisati:

$$\left.\begin{aligned} \Delta y &= d \cos \alpha \sin \nu \\ \Delta x &= d \cos \alpha \cos \nu \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Ako je d određen optičkim putem, onda je (puštajući za sada po strani adicionu konstantu k)

$$d = Kl$$

pa je

$$\left.\begin{aligned} \Delta y &= Kl \cos \alpha \sin \nu \\ \Delta x &= Kl \cos \alpha \cos \nu \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Primijeno li se pokretni stakleni klinovi za mjerenje duljina (kao naprijed), onda je $l = 2r$, gdje je r otklon vizure prouzrokovan jednim klinom, tako da formule (9) daju sada:

$$\left.\begin{aligned} \Delta y &= 2\, Kr \cos \alpha \sin \nu \\ \Delta x &= 2\, Kr \cos \alpha \cos \nu \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Produkti $\cos \alpha \sin \nu$ i $\cos \alpha \cos \nu$ dadu se transformirati na oblik:

$$\cos \alpha \sin \nu = {}^1/_2\, [\sin (\alpha + \nu) - \sin (\alpha - \nu)]$$
$$\cos \alpha \cos \nu = {}^1/_2\, [\cos (\alpha + \nu) + \cos (\alpha - \nu)]$$

tako, da formule (10) možemo pisati:

$$\left.\begin{aligned} \Delta y &= Kr\, [\sin (\alpha + \nu) - \sin (\alpha - \nu)] \\ \Delta x &= Kr\, [\cos (\alpha + \nu) + \cos (\alpha - \nu)] \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (11)$$

Ove su formule, ukoliko se odnose na optičko mjerenje duljina, izvedene sa pretpostavkom, da dva klina pomiču vizuru za $2r = l$ (dotično $l \cos \alpha$; vidi formulu 1.), dakle da svaki klin za sebe pomiče za $\frac{l}{2}$ (dotično za $\frac{l}{2} \cos \alpha$) ili izraženo u kutnoj mjeri za $\frac{\varepsilon}{2}$ (dotično $\frac{\varepsilon}{2} \cos \alpha$).

No mi trebamo s obzirom na formulu (11) klinove, koji, po dva zajedno, pomiču vizuru za $r = \frac{l}{2}$, dakle svaki za sebe za

$\frac{l}{4}$ dotično za $\frac{l}{4} \cos \alpha$) odnosno u kutnoj mjeri za $\frac{\varepsilon}{4}$ (dotično $\frac{\varepsilon}{4} \cos \alpha$).

A da li je uopće moguće odrediti koordinatne razlike Δy i Δx po formulama (11) uz pomoć staklenih klinova? Uzmemo li, da je u formuli (11)

$$\left.\begin{aligned} \alpha + \nu &= U \\ \alpha - \nu &= V \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

imati ćemo izraze

$$\left.\begin{aligned} r\,(\sin U - \sin V) \\ r\,(\cos U + \cos V) \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

a za dobivanje veličina ovoga tipa superponiranjem već je izložena mogućnost formulama (6) i (3), postavom klinova kao u sl. 9b i 7a, sa djelovanjem kao u sl. 10b i 8a.

Pri tome sada treba voditi računa, da je U algebarski zbroj a V algebarska razlika visinskog kuta α i smjernoga kuta ν.

Ovdje se detaljna izvedba prepušta mehaničaru-konstruktoru, koji će gibanja vertikalnog kruga i alhidade — i to odvojeno — podesno prenijeti na klinove, tako da oni rotiraju kako to zahtijevaju slučajevi iznešeni u sl. 9b i 7a u vezi sa formulama (11). To znači:

1. Na sve klinove ima se prenijeti rotacija za kut α po vertikalnoj ravnini,
2. grupe I' i I treba da rotiraju još za kut ν u istom smjeru kao pod 1). Pri tome klinovi 2' i 2 rotiraju u protivnim smjerovima od 1' i 1.
3. Grupe II' i II trebaju rotirati (povrh zaokreta navedenog pod 1.) još za kut ν, ali u obratnom smjeru od rotacije navedene pod 1.)

Uz te uvjete vizura bi bila na horizontalno postavljenoj letvi otklonjena jedamput za iznos

$$r\,[\sin(\alpha + \nu) - \sin(\alpha - \nu)]$$

a drugi puta za iznos

$$r\,[\cos(\alpha + \nu) + \cos(\alpha - \nu)]$$

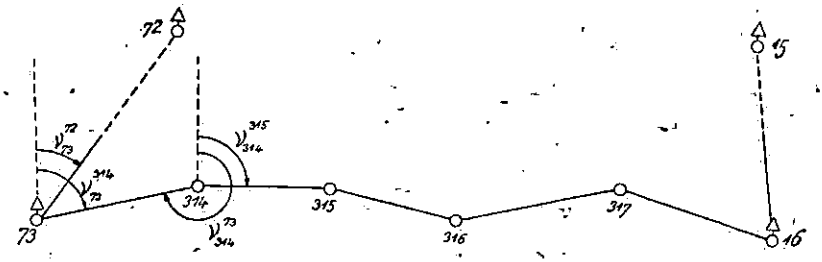
koji izrazi pomnoženi sa multiplikacionom konstantom daljinomjera K direktno daju ordinatnu dotično apscisnu razliku.

Mislim, da bi se odgovarajući prenosi gibanja alhidade i vertikalnog kruga dali razmjerno jednostavno riješiti pomoću preciznih zupčanika, kao što je to djelomično već i riješeno na pr. kod Bosshardt-Zeissovog autoredukcionog tahimetra. Kod Redte se prenosi gibanje samo vertikalnog kruga

na samo jedan sistem klinova (2 komada). Kod direktnog određivanja koordinatnih razlika trebalo bi prenijeti rotaciju i vertikalnog i horizontalnog kruga na 2 sistema klinova, od kojih svaki sadrži 4 komada. Dok su klinovi kod Redte brušeni tako da otklanjanju pod kutem $\frac{\varepsilon}{2}$ ovdje bi svaki bio brušen tako da otklanja za $\frac{\varepsilon}{4}$. Dakle svaki bi sistem klinova — jedan za ordinatne razlike Δy, a drugi za apscisne razlike Δx — imao dva puta više, ali zato razmjerno tanjih klinova (brušenih pod manjim kutem). Klinovi Redte kao da su se razljuštili na dvoje!

A kako bi se omogućilo kretanje instrumenta po limbu baš za iznose ν_i^0

Uzmimo, da imamo poligonski vlak naslonjen na već sra-



Sl. 11.

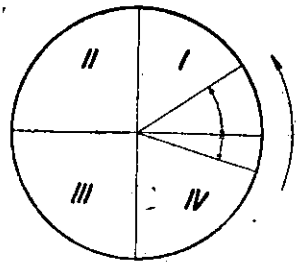
čunatu triangulaciju (sl. 11). Smjerni kut ν_{73}^{72} je dakle poznat. Neka on iznosi na pr. 42° 31',3. Instrumentom se nalazimo na △ 73. Naravnamo alhidadu tako, da na mikroskopu horizontalnog kruga čitamo upravo 42° 31',3 zatim alhidadu zakočimo, te repeticionim uređajem naviziramo △ 72. Otkočimo li alhidadu i uviziramo ⊙ 314, na kom je postavljena horizontalno letva, to ćemo na mikroskopu horizontalnog kruga čitati upravo ν_{73}^{314}. Uređajem zupčanika prebačena je ta rotacija u odgovarajućem smislu i na klinove. Na letvi postavljenoj u ⊙ 314 mi možemo dakle direktno čitati koordinatne razlike Δy_{73}^{314} i Δx_{73}^{314}. Neka ν_{73}^{314} iznosi na pr. *113°47',1*, što smo eventualno pročitali i zapisali (uostalom kod opreznog prenosa instrumenta od △ 73 na ⊙ 314 moglo bi se možda i sačuvati potrebno čitanje). Prema tome mi znamo i ν_{314}^{73}. Instrumenat je prenesen na ⊙ 314, letva na △ 73. Naravnamo li alhidadu

na čitanje ν_{314}^{73}, repeticionim uređajem uviziramo letvu na $\overset{\Delta}{\delta}$ 73, moći ćemo na letvi pročitati koordinatne razlike $\Delta\, y_{314}^{73}$ i $\Delta\, x_{314}^{73}$, koje će sada imati naravno obrnute predznake od $\Delta\, y_{73}^{314}$ i $\Delta\, x_{73}^{314}$. Premjestimo li letvu na ⊙ 315, te ako je uviziramo, dobiti ćemo koordinatne razlike $\Delta\, y_{314}^{315}$ i $\Delta\, x_{314}^{315}$.

Tako bi se taj rad odvijao sve do $\overset{\Delta}{\delta}$ 16. Koordinatne razlike bile bi opisanim načinom dobivene dva puta. Letva treba naravno da bude namještena na svom podupiraču u visini horizontalne okretne osi durbina.

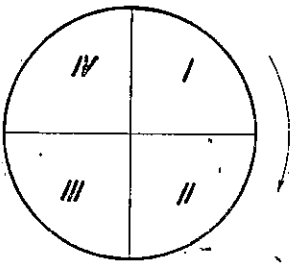
Već se ovdje može spomenuti, da bismo sa pojedinih stajališta mogli odrediti ne samo koordinatne razlike prema susjednim poligonskim točkama, već i prema povoljnom broju drugih — detaljnih — točaka, na koje bi se stavila letva.

No da se povratimo još na rotaciju klinova. Treba biti naime na oprezu sa redoslijedom kvadranata kod rotacije, budući da visinski kutevi mogu biti elevacioni ili depresioni t. j. u I. ili IV. kvadrantu (sl. 12). Prateći formule (11) vidimo,



Sl. 12.

da moramo imati jedan određen smjer rotacije, koji imamo smatrati pozitivnim. U tom smjeru zbiva se rotacija za pozitivne članove u okruglim zagradama, a u protivnom smjeru za negativne članove (formule 11). Smjerni kutevi rastu samo u jednom smislu, visinski mogu naprotiv rasti u smjeru kretanja kazala na satu i u obratnom smjeru. Prema tome znači, da bi se pozitivan smjer rotacije imao odrediti prema visinskom kutu, t. j. ako bi ovaj bio elevacioni, pozitivna bi rotacija trebala biti u smjeru obratnom od kazala na satu t. j. poredaj kvadranata kod rotacije kao onaj u sl. 12, a kod depresionih kuteva pozitivna bi rotacija trebala biti u smjeru kazala na satu t. j. poredaj kvadranata kao onaj u sl. 13.



Sl. 13.

Da bi se utjecaj ove okolnosti ujednostavnio, trebalo bi svakako mehanički uređaj rotacije tako izvesti, da bi se i elevacioni i depresioni kutevi registrirali uvijek kao elevacioni t. j. zadržati poredaj kvadranata iz sl. 12. Kraj toga ipak treba znati i predznak visinskog kuta t. j. da li je depresioni ili elevacioni, jer nam taj predznak eventualno treba kod određivanja visinskih razlika. A taj predznak trebalo bi evidentirati opet nekim podesnim putem.

U slučaju da imamo poredaj kvadranata kao u sl. 12, dao bi se uvijek jednoznačno odrediti predznak koordinatnih razlika, t. j. uz pomoć dvostrukog, raznobojnog opisa na letvi (jednog lijevog i jednog desnog) mogao bi se odmah odrediti predznak. Kod čitanja na pr. crnog podjeljenja pridijelili bismo konzekventno koordinatnim razlikama predznak plus, kod čitanja na crvenom podjeljenju predznak minus.

Ako bismo imali dvije pozitivne rotacije (jednu određenu elevacionim, a drugu depresionim kutevima), onda bismo kod poredaja kvadranata kao u sl. 13., gdje pozitivni smjer određuju depresioni kutevi, dobili koordinatne razlike Δy sa protivnim predznakom. Razlike Δx ispale bi sa pravim predznakom. Ova pojava lako se tumači svojstvom funkcije cosinus [vidi i formule (11)], koja je tâka funkcija t. j.

$$\cos(-\alpha) \equiv \cos\alpha$$

dok je funkcija sinus liha t. j.

$$\sin(-\alpha) \equiv -\sin\alpha$$

Prema tome jednostavnije bi bilo, kao što je već rečeno, rotaciju urediti tako, da se i depresioni i elevacioni kutevi registriraju kod rotacije kao elevacioni (poredaj kvadranata kao u sl. 12.) uz saznanje o predznaku visinskog kuta.

Ovdje treba spomenuti jedan specijalan slučaj. Naime kod uglavnom horizontalnih vizura otpala bi redukcija sa *cos* vertikalnog kuta (vidi formule 10). Za dobivanje koordinatnih razlika trebalo bi imati dvije »pretklijetke« kao i u dosadaš-

njem razmatranju, ali samo sa dva umjesto četiri klina u svakoj »pretklijetki«. Ovi bi klinovi trebali biti brušeni tako, da svaki za sebe otklanja vizuru za pola paralaktičnog kuta t. j. za $\frac{\varepsilon}{2}$. Na te bi se klinove prenosilo gibanje samo alhidade (vidi formule 11 za slučaj $\alpha = 0$).

No na svaki način prvi iznešeni slučaj, t. j. onaj koji pretpostavlja visinske kuteve različite od nule, općenitiji je i zato je detaljnije razrađen.

Instrumenat

Sam teodolit trebao bi biti građen kao repeticioni, radi napred iznesenog. Mogao bi eventualno biti izveden za prisilno centriranje, što uostalom ovdje ne mora biti bitno. Uz prednju, objektivnu stranu durbina nalazila bi se odozgo i odozdo po jedna pretklijetka sa sistemom c- klinova (4 komada brušenih tako da svaki otklanja pod kutem $\frac{\varepsilon}{4}$) i sistemom s- klinova (također 4 komada jednako brušenih klinova). Smještaj ovih sistema klinova slično kao kod Redte. Prenos vizure, koja dolazi preko klinova, u os durbina kao kod Redte pomoću prizme. Planparalelne ploče u durbinu ne bi trebale izostati. Pred svakom pretklijetkom nalazili bi se korekcioni klinovi (vidi djelo: Bosshardt: Opt. Distanzmessung str. 42).

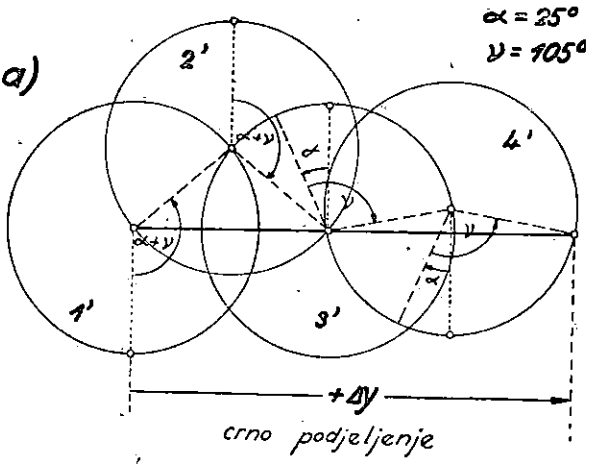
Posebnim preklapačem stvarala bi se mogućnost viziranja:

1. samo kroz centralni dio durbina;
2. kroz centralni dio i s-klinove (na preklapaču nalazila bi se oznaka: Δy);
3. kroz centralni dio i c-klinove (na preklapaču nalazila bi se oznaka Δx).

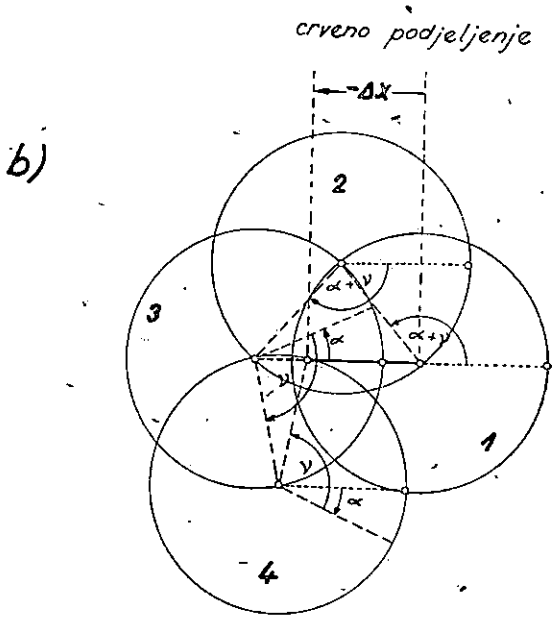
U vidnom polju mikroskopa ili negdje uz vertikalni krug trebao bi se evidentirati konkretni predznak visinskog kuta. U mehaničko-konstruktivne pojedinosti ne bih se želio ovdje upustiti. To bi bio predmet posebnog rada.

Letva

Kao što je već ranije spomenuto, horizontalno položena letva trebala bi nositi dvostruki opis u dvije razne boje sa dvostrukim noniusima. U vezi sa ovim prikazati ću ovdje za primjer određivanje koordinatnih razlika, kad je ν u drugom kvadrantu (sl. 14.). Odavle se još jednom vidi potreba dvostruke podjele. Podjela bi mogla biti dvocentimetrička, što bi omogućavalo rad i na većim udaljenostima. Za koordinatne razlike do 150 m letva bi bila dugačka uglavnom 3 metra, za udaljenosti do 100 m dugačka uglavnom 2 metra. Ako bi se



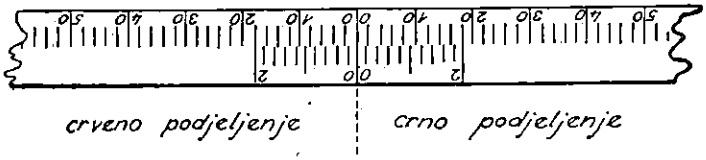
a) određivanje razlike Δ y



b) određivanje razlike Δ x

Sl. 14.

izradila letva sa jednom lijevom podjelom s jedne strane i s jednom desnom podjelom na poleđini letve ova bi bila upola kraća od gore spomenute, koja je skicirana u priloženoj slici 15.



Sl. 15.

Da ne bi došlo do miješanja slika crvene i crne podjele, trebala bi možda postojati mogućnost naizmjeničnog pokrivanja crvenog i crnog podjeljenja letve. Vertikalni nosač letve bio bi providen i centrimetričkom podjelom, tako da bi se na ravnijém terenu mogla primijeniti nivelacija. Dva podupirača držala bi cijeli sistem vertikalno.

Nove metode polarnog snimanja?

U slučaju da bi se gornje riješenje pokazalo kao ispravno, stajale bi možda pred geodetskom praksom nove perspektive. Ne samo što bi bilo moguće razmjerno jednostavno i brzo doći do koordinatnih razlika u poligonskim vlakovima, već bi bilo moguće i polarno snimanje detalja s time, da bi se dobile jedinstvene pravokutne koordinate za sve snimljene detaljne točke. To bi značilo izvjesnu tehničku prednost i uštedu energije i vremena kod snimanja u uporedbi s ortogonalnom metodom, (pogotovo na težim terenima), koja uostalom ni ne daje jedinstvene pravokutne koordinate.

Osim toga se u praksi danas sve više upotrebljava metoda računanja površina s pravokutnim koordinatama (na pr. Ellingov postupak). Čak se s gotovog plana koordinatografom čitaju koordinate za tu svrhu. Zar onda nije znatno bolje potražiti instrumenat, koji bi već na terenu davao pravokutne koordinatne razlike?

RÉSUMÉ

Les prismes de l'appareil »Redta« de Bosshardt (fig. 2, 3 et 4) reduisent le segment ($2r = l$) sur la mire horisontale stadimétrique par le cosinus de l'angle vertical (c'est-à-dire de l'angle des rotations superposées et contraires de ces prismes — voir les flèches dans la fig. 2). L'auteur appelle les prismes de Bosshardt »cosinus« prismes ou c-prismes.

Les positions des prismes sur la fig. 5. diffèrent de 90° par rapport aux c-prismes. En les tournant, dans les sens indiqués par flèches (fig. 5.), le segment de la mire horisontale stadimétrique se reduit par le sinus de l'angle des rotations (fig. 6.). A cause de cela ces prismes peuvent être appellés »sinus« ou s-prismes.

En fig. 7a deux groupes (I et II) des c-prismes et en fig. 7b deux groupes (I' et II') des s-prismes sont combinés. Les rotations des ces prismes, dans les sens indiqués à fig. 7a et 7b, agissent de telle sorte que les résultats de groupes s'additionent algébriquement (fig. 8a et 8b et formules 3 et 4). En developpant les formules (3) et (4), on suppose que les c-prismes 1 et 2 en fig. 7a et 8a (groupe I fig. 7a) tournent (l'un au sens contraire de l'autre), pour un angle λ et les c-prismes 3 et 4, fig. 7a et 8a (groupe II fig. 7a), simultanément pour un autre angle μ; les s-prismes 1' et 2' en fig 7b et 8b (groupe I' fig. 7b) pour un angle φ, les s-prismes 3' et 4' en fig. 7b et 8b (groupe II', fig. 7b) pour ψ.

En fig. 9a les deux groupes (I et II) des c-prismes et en 9b les deux groupes (I' et II') des s-prismes sont combinés en telle sorte que les deuxièmes groupes (II et II') sont tournés à 180° en regard aux groupes I et I'. Les rotations des prismes, dans les sens indiqués en fig. 9a et 9b, agissent de telle sorte que les resultats des groupes se déduisent algébriquement (fig. 10a et 10b et les formules 5 et 6).

Cela a donné la base de la solution du probleme posé. Dans les formules (7), (8), (9), (10) et (11) on a donné la marche à suivre pour appliquer les résultats presentés a la détermination des différences Δx d'abscisses et Δy d'ordonnées (dans ces formules K signifie la constance multiplicative de l'appareil stadimétrique, α signifie l'angle vertical et ν l'angle d'orientement de la ligne de visée).

Les angles λ et μ des rotations, antérieurement mentionnés, c'est-à-dire les angles φ et ψ (voir les formules 3 et 6) sont d'après la formule (11) la somme ou la différence de l'angle d'orientement (ν) et de l'angle vertical (α). Par conséquent il faut transporter sur les prismes la rotation horisontale de l'alidade (pour l'angle d'orientement ν) et la rotation vertical (pour l'angle vertical α — voir la formule 11). Dans ces conditions on pourrait directement, sur la mire horisontale stadimétrique, lire les coordonnées relatives (Δy et Δx).

Les prismes ici employés seraient taillés de telle sorte qu' ils déclineraient, en position normale, chacun les rayons de la lumière pour $\frac{\varepsilon}{4}$ (ε = 34' 23" — l'angle stadimétrique constant). Une combinaison des s-prismes (4 pièces) comme sur la fig 9b

serait nécessaire (avec une action comme sur la fig. 10b) pour la détermination des différences Δy d'ordonnées. Une combinaison des c-prismes (4 pièces) comme sur la fig. 7a serait nécessaire (avec une action comme sur la fig. 8a) pour la détermination des différences Δx d'abscisses.

La transfert de la rotation sur les prismes s'éffectuerait à l'aide des roues dentées. La rotation correspondante pour l'angle d'orientement peut se produire par un théodolite répétiteur, c'est-à-dire par une méthode de la détermination des angles d'orientement au lieu d'angles poligonaux dans les cheminents poligonaux (fig. 11). Dans la suite on a souligné la nécessité que les angles verticaux (dépressifs et élevateurs) au moment des transferts de la rotation sur les prismes sont toujours enregistrés comme élevateurs; disposition des quadrants comme sur la fig. 12. Il en résulte que la direction contraire de la rotation des aiguilles sur les montres serait considerée comme une direction positive de la rotation. Dans ce cas on pourrait, sur la mire horisontale stadimétrique avec deux échelles (une échelle gauche et une échelle droite) de différentes couleurs (fig. 15.), indiquer toujours d'une façon uniforme le signe des différences Δx d'abscisses et Δy d'ordonnées.

L'appareil devrait être un appareil à repetition avec deux »oreillettes« de devant de la lunette chacune munie de 4 prismes (l'appareil de Redta a une »oreillette« avec 2 prismes). Par un interrupteur on pourrait avoir la vue: 1.) ou par la partie centrale de la lunette, 2.) ou par la partie centrale de la lunette et les prismes sinus et 3) par la partie centrale et les prismes cosinus.

Comme exemple sur la fig. 14. on représente l'action des prismes pour un angle $\alpha = 25^0$ et $\nu = 105^0$.

La mire, presentée sur la fig. 15., serait d'une longueur de 3 m (pour les coordonnées relatives jusqu' à 150 m) ou d'une longueur de 2 m (pour les coordonnées relatives jusqu'à 100 m). Si la division en sens gauche se trouverait en devant et la division en sens droite en arrière de la mire, la mire serait à demi plus courte (1,5 m ou 1 m).

Dr. Milenko Plavšić:

O određivanju šumske takse (cijene drveta na panju)*

(Détermination de la »taxe forestière«)

SADRŽAJ (SOMMAIRE)

---

* Ova je radnja napisana 1946. god. na poticaj Ministarstva poljoprivrede i šumarstva N. R. H., da se riješi problem određivanja šumske takse na osnovi proizvodnih i upravnih troškova šumskog gospodarstva. Ističemo, da do toga vremena nisu postojala nikakva uputstva niti propisi za kalkulacije osim Općeg uputstva za kalkulaciju u privrednim poduzećima od 8. X. 1945., Službeni List br. 419-1945.

I. UVOD

Cilj je državnog šumskog gospodarstva, da se trajno postigne povoljan finančijski efekat, imajući pri tome i inače u vidu opći boljitak i potrebe građana. To je jedan od osnovnih zahtjeva državne planske privrede. Sredstva za postignuće toga nalaze se u različitim tehničko-gospodarskim mjerama kao i u ispravno određenoj šumskoj taksi.

Šumska taksa ne smije biti previsoka, jer bi to poremetilo ravnotežu u općoj narodnoj privredi. S druge strane ona ne smije biti ni preniska, jer bi to bilo na štetu samoga šumskoga gospodarstva. Preniskom bi se taksom, kako ističe Šuljc,[1]) šumsko gospodarstvo odreklo jednog dijela šumske rente, koja mu pripada, i pružila bi se mogućnost drvno-industrijskim poduzećima, da svoje deficite upravo nedostatke u organizaciji i proizvodnji pokrivaju dijelom šumske rente, koga se odreklo šumsko gospodarstvo, ili da iskazuju previsok financijski efekat, koji nije stvaran, jer se u njemu nalazi dio šumske rente.

Kod neispravno utvrđene šumske takse ne će niti drvna poduzeća niti šumsko gospodarstvo ispravno iskazati svoju produktivnost i financijski efekat, á to je prijeko potrebno za stvaranje daljnjih mjera u cilju unapređivanja gospodarstva i proizvodnje. Zbog toga je određivanje šumske takse ili cijene drvetu na panju od najvećeg značenja kako za samo šumsko gospodarstvo tako i za opću narodnu privredu.

Ovome se problemu posvećivalo i u prošlosti mnogo pažnje — kako u praksi tako i u nauci. Njegovo se obrađivanje provlači poput crvene niti kroz našu stručnu književnost. Uzrok je tome težnja, da se pronađe metoda kalkulacije, koja će davati najrealnije rezultate. Podsticaj su za to bile i mnoge neuspjele dražbe.

O problemu šumske takse pisali su kod nas ing. Bartha-Polaček, Kosović, dr. Lohwasser, prof. dr. Ugrenović, ing. Šurić, Waszner, Sarnavka, Šenšin i Pipan.[2]) Oni su u svoje vrijeme pobudili među šumarima

---

[1]) A. I. Šuljc: Osnovi sovetskoj lesnoj politiki, Leningrad 1945., str. 106—111.

[2]) Ing. S. Bartha-Polaček: Nekoliko riječi o ispravnom izračunavanju cijene na panju, Šumarski List 1914., str. 431.

Ing. Kosović: Izračunavanje cijene drva na panju, Šumarski List 1916., str. 167—170.

Dr. A. Lohwasser: Ustanovljenje šumske takse, Šumarski List 1923., str. 214.

Dr. A. Ugrenović: Iskorišćavanje šuma, Zagreb, 1931., str. 137—171.

Ing. S. Šurić: Poduzetnička dobit, Šumarski List 1932., str. 411; Šumarski List 1933., str. 188.

Ing. J. Waszner: Poduzetnička dobit, Šumarski List 1932., str. 729.

veliko zanimanje za to pitanje. U njihovim su radovima izvedene različite metode za kalkulaciju šumske takse, a osim toga one su opširno i kritički analizirane. Zbog toga ovdje donosimo samo glavne karakteristike tih metoda, jer se prema njihovim osnovnim načelima određuje još i danas šumska taksa u našoj planskoj privredi.

II. GLAVNE KARAKTERISTIKE DOSADANJIH METODA ZA KALKULACIJU ŠUMSKE TAKSE

Sve do danas uobičajene metode kalkulacije šumske takse polaze od osnovne pretpostavke, da je cijena proizvodnih sredstava zavisna od cijene konačnih proizvoda, dakle da je šumska taksa posljedica cijene drvne robe. Cijenu drveta na panju utvrđuju one na osnovi cijene drvne robe i proizvodne teorije, prema kojoj je cijena proizvodu (robi) jednaka sumi troškova proizvodnje plus opravdana zarada. Cijena se drvne robe može po proizvodnoj teoriji u najjednostavnijem obliku prikazati poznatom jednadžbom:

$$C = P + T + Z \qquad (1)$$

gdje je C cijena drvne robe, P šumska taksa, T troškovi izradbe, transporta, uprave i t. d., Z zarada. Odatle je šumska taksa:

$$P = C - T - Z \qquad (2)$$

Na temelju formule (2) može se zaključiti, da sve do danas uobičajene metode za kalkulaciju šumske takse određuju taksu deduktivnim putem.

Gornja formula za kalkulaciju šumske takse čini se po svom obliku jednostavnom, ali stvarno je vrlo složena. Svaka veličina desne strane rezultanta je od nekoliko komponenata, zavisnih od gospodarskog života. Ispravna procjena tih komponenata zahtijeva prije svega veoma dobro poznavanje gospodarskog života i njegovih prilika. Pogrešna procjena kojegod od njih utječe na veličinu konačnog rezultata ili na šumsku taksu.

U praksi se na taj način često dolazilo do negativnih ili bar vrlo niskih, a za vrijeme gospodarskih kriza i do previsokih šumskih taksa. Uzrok je tome većinom bio u nedovoljnom poznavanju gospodarskih prilika i u njihovoj lošoj ocjeni, koja, moramo naročito istaći, zadaje znatne poteškoće. Međutim, ako su te šumske takse služile kao isklične cijene, štetne

---

Ing. R. Sarnavka: Kalkulacija šumske takse i poduzetnička dobit, Šumarski List 1933., str. 561.

Prof. A. Šenšin: Uređenje šuma, Beograd 1934., str. 128.

Ing. R. Pipan: Izračunavanje šumske takse, Šumarski List 1935., str. 191.

su posljedice loših kalkulacija bile mnogo puta uklonjene uz uvjet, da su javne licitacije drveta na panju uspjele (kao što je to u normalnim prilikama redovito i bivalo). Naime, u slobodnom su nadmetanju licitanti — zbog vrlo dobrog poznavanja općeg gospodarskog stanja — dolazili do ispravnih i stvarnih cijena drveta na panju.

Važnost dobrog poznavanja gospodarskih prilika za kalkulaciju šumske takse napominje i dr. Pipan[1]) u već spomenutoj svojoj raspravi. U njoj uspoređuje pisac kalkulacije, kako su ih obavljali šumari, a kako privatna drvna industrija i drvni trgovci. Na kraju rasprave, a na temelju razgovora s predstavnicima drvne industrije i trgovine, zaključuje, da kalkulacija cijena nije ništa drugo, nego buduća bilanca projicirana u sadašnjicu. Zadaća, koju treba da riješi kalkulator, sastoji se u tome, da načini sliku buduće bilance, kako će ona izgledati, kad posao bude završen. Prema tome su metode kalkulacije identične s metodama bilanciranja. Razlika je između bilance i kalkulacije samo u tome, da kod bilanciranja gledamo u prošlost, a kod kalkulacije u budućnost. Zbog toga kalkulator mora uložiti u svoj rad mnogo savjesnosti i opreznosti. On mora dobro poznavati gospodarski život u svojoj zemlji kao i u onim zemljama, kuda se drvo izvozi.

Navedene osebine imaju sve do danas uobičajene metode kalkulacije šumske takse — bez obzira, da li se primjenjuju u planskoj ili u kapitalističkoj privredi. U planskoj je privredi prijeko potrebno poznavanje gospodarskih prilika i potreba. Šta više, valja naglasiti, da se ona ne može ni zamisliti bez njihova vrlo dobra poznavanja, jer se na osnovi gospodarskih prilika i potreba određuje veličina proizvodnje drvne robe i cijene.

Ako nisu dobro ocijenjene prilike, na temelju kojih se određuju cijene drvne robe na drvnom tržištu, te ako su te cijene niske, urodit će to često puta posljedicom, da se deduktivnim metodama utvrde negativne ili tako niske šumske takse, da ne mogu pokriti proizvodne i upravne troškove šumskoga gospodarstva

Razumije se, da je takovo stanje, kako smo u uvodu naglasili, na štetu šumskoga gospodarstva. Da bi se uklonile mogućnosti pojave ovakovih slučajeva, a u težnji da i šumsko gospodarstvo kao i druga gospodarstva određuju cijene svojih produkata direktno na temelju svojih troškova proizvodnje, pokušat ćemo ovdje iznijeti nove smjernice i metode za to određivanje. One bi imale da omoguće direktno, objektivno i pravedno određivanje šumske takse uz svestrano uvažavanje potreba i boljitka naroda.

[1]) Ing. Pipan: Izračunavanje šumske takse, Šumarski List 1935., str. 215, 220 i 221.

III. ODREĐIVANJE ŠUMSKE TAKSE NA TEMELJU PROIZVODNIH I UPRAVNIH TROŠKOVA

1. Struktura šumske takse kao i troškovne i proizvodne cijene drveta na panju

S obzirom na sve, što je gore istaknuto, držimo u planskoj privredi najispravnijim, da se šumska taksa određuje na temelju troškova proizvodnje i uprave šumskoga gospodarstva. No sada nastaje pitanje, od kojih se sve elemenata treba da sastoji šumska taksa. Da dobijemo što bolji odgovor na ovo pitanje poći ćemo od slijedećeg osnovnog razmatranja:

Drvnu materiju kao takvu proizvodi — kao što je poznato — sama priroda t. j. sintetička moć sunčane svjetlosti, pod utjecajem koje se vrši pretvorba anorganske materije u organsku. Čovjek (šumarski stručnjak) regulira tu proizvodnju i njome — uz pomoć fizičke radne snage — rukovodi tako, da bi ona bila što svrsishodnija i što izdašnija (kvantitativno i kvalitativno). Kao producent drvne materije izlazi prema tome neizravno sam čovjek dotično narodna zajednica (država), koju taj čovjek predstavlja u navedenoj svojoj aktivnosti. Ali ni priroda ni čovjek — uzeti zajedno — ne bi pri svemu tome mogli postići baš ništa, kad ta proizvodnja ne bi bila fundirana na izvjesnom (da se tako izrazimo) nosiocu šumske proizvodnje t. j. na šumskom zemljištu. Ovo zemljište — kao što je poznato — sadrži u sebi neke materije, bez kojih rastenje drveća ne bi bilo moguće. Ono osim toga isklijalim biljkama i izraslom već drveću daje stalnu i nenadoknadivu podlogu opstanka i razvoja.

Šumsko zemljište je u planskoj (socijalističkoj) privredi opća narodna svojina, namijenjena u glavnom za proizvodnju drveta u cilju pokrivanja narodnih potreba na drvetu. Narodna zajednica opskrbljujući svoje članove — prema potrebi pojedinca — drvetom, proizvedenim na tome zemljištu, čini svojim članovima izvjesne usluge (činidbe), koje se prema poznatom socijalnom pravilu imaju izravnati ekvivalentnim protučinidbama. Moderna narodna zajednica čini naravski svojim članovima i različne druge usluge — i to usluge, bez kojih se današnje ljudsko društvo ne bi nikako dalo ni zamisliti. Ona — recimo — vodi brigu o fizičkoj i moralnoj obrani svojih članova i njihovih opravdanih interesa; ona se u širokim granicama brine za opće narodno blagostanje, za narodnu prosvjetu, za opće zdravstvo i t. d. Novčana sredstva, potrebna za izvršenje tih i sličnih svojih zadaća, priskrbljuje sebi zajednica (država) djelomice prihodima općenarodnih dobara, a djelomice ih ubire u obliku različnih poreza, što joj ih njeni članovi plaćaju svaki prema

svojoj ekonomskoj snazi, a bez obzira na količinu usluga (činidaba), primljenih na ovaj način od zajednice.

U kategoriju ovakvih usluga ne spadaju usluge, koje zajednica čini svojim članovima time, što ih opskrbljuje potrebnim drvetom. Usluge iz one prve kategorije, bez kojih se — kao što je rečeno — moderna ljudska zajednica ne da ni zamisliti, čini zajednica svakom svome članu obligatorno i u količini načelno podjednakoj. Naprotiv usluge opskrbljivanja drvetom i drugim šumskim proizvodima čini ona pojedincima između svojih članova samo fakultativno t. j. u koliko oni prema svojim potrebama njih trebaju. Protučinidba za ovakove usluge ne može se stoga tražiti u obliku poreza, već u obliku običajnog ljudskog izravnavanja usluge protuuslugom t. j. u obliku plaćanja cijene za primljeno drvo. Naravno da novčani iznos, kojim se izravnava ovakova činidba, treba da sadrži sveukupne troškove proizvodnje. No osim toga u njemu treba da bude sadržana i naknada za upotrebu zemljišta u proizvodnji drveta, jer je to zemljište zajedničko (općenarodno) i jer ga zajednica ne može za tu svrhu upotrebljavati bez ikakove naknade od strane kupaca drveta, pošto bi inače tu naknadu morala ubrati u obliku poreza. Općenarodno, šumskom gospodarstvu namijenjeno zemljište mora dakle da se tretira kao privredni objekt, koji donosi narodnoj zajednici izvjestan, u glavnom stalan godišnji prihod t. j. zemljišnu rentu.

Zbog toga najvažniji element šumske takse predstavlja zemljišna renta šumskog zemljišta.

Potrajno šumsko gospodarstvo ne da se nadalje zamisliti bez približno normalne drvne zalihe, koja isto tako — kao što je poznato — ima u neku ruku i svojstvo nosioca šumske proizvodnje. Podizanje drvne zalihe skopčano je s izvjesnim troškovima. Poznato je, da normalna drvna zaliha nije ništa drugo nego materijalni oblik kapitala, nagomilan u velikim količinama za proizvodne ciljeve šumskoga gospodarstva. Kao takva ima ona izvjesnu novčanu vrijednost, koja — jer je stalno vezana uz šumsku proizvodnju — treba vlasniku šume (narodnoj zajednici) da donosi primjerene kamate, jer se inače ne bi isplatilo vezati je za tu proizvodnju.

Dakle kao element šumske takse dolazile bi načelno i kamate drvne zalihe,[1]) koja je trajno vezana uz šumsku proizvodnju.

Daljnji elementi šumske takse su više manje stalni godišnji tekući troškovi, kao i kamate uloženih kapitala (proizvod-

[1]) Mi ćemo ovdje upotrebljavati taj uobičajeni naziv iz procjene vrijednosti šuma.

nih sredstava: komunikacije, zgrade, melioracije, oruđe i t. d.), te opći riziko poduzeća.

Na temelju gore izloženog, a imajući osim toga na umu izlaganja Karla Marxa[1]) o cijenama poljoprivrednih proizvoda, može se reći, da šumska taksa treba da se sastoji od ovih elemenata: 1. zemljišne rente, 2. kamata drvne zalihe, 3. kamata ostalih u šumsku proizvodnju uloženih kapitala, 4. izravnih troškova proizvodnje i uprave, 5. općeg rizika poduzeća.

Poduzetničku dobit u užem smislu nismo ovdje poimence spomenuli, jer smatramo, da je u planskoj privredi nadležnost određenih državnih organa, hoće li je priznati i kolika će stvarno biti.

Prema tome, ako imamo u vidu potrajno godišnje šumsko gospodarstvo ili jednogodišnje poslovanje, šumska taksa sveukupnog godišnje proizvedenog prirasta ili etata drvne mase (glavnog sječivog prihoda i prihoda od proreda) dala bi se formulirati ovako:

$$Š = R + D + K + T + U + P \qquad (3)$$

gdje je $Š$ šumska taksa, R zemljišna renta, D godišnje kamate drvne zalihe, K godišnje kamate uloženih kapitala (proizvodnih sredstava), T proizvodni godišnji troškovi, U opći godišnji troškovi uprave, P opći riziko poduzeća.

Od šumske takse, koja predstavlja »tržnu cijenu«, po kojoj se prodaje drvo na panju, valja razlikovati s jedne strane troškovnu, a s druge strane proizvodnu cijenu drveta na panju.

Troškovna cijena (C_t) nekog proizvoda, prema Marxu »Kostpreis«, jednaka je utrošku konstantnog kapitala (sredstva za proizvodnju: mašine, sirovine i t. d.) i varijabilnog kapitala (dio kapitala, koji se izdaje samo za radnu snagu) u proizvodnji toga proizvoda. Taj pojam cijene dolazi kod kalkulacije u šumskom gospodarstvu do izražaja u ovoj definiciji: troškovna cijena sveukupno proizvedenog godišnjeg prirasta ili etata drvne mase na panju jednaka je zbroju godišnjih proizvodnih i upravnih troškova šumskoga gospodarstva.[2]) Ona ne sadrži zaradu ili dobit odnosno višak vrijednosti.

Za razliku od troškovne cijene, pod proizvodnom cijenom (C_p) smatra Marx[3]) iznos utrošenog konstantnog i varijabil-

[1]) Karl Marx: Das Kapital. Kritik der Politischen Oekonomie. Knjiga III., Hamburg 1894., str. 192., 349—351.

[2]) U prijevodima Marxovih djela prevodi se njegov izraz »Kostpreis« (Marxova skraćenica za riječ »Kostenpreis«) izrazom »cijena koštanja«. Ovaj germanizam svakako je nepodesniji od izraza »troškovna cijena« t. j. od izraza, koji stoji u izravnoj rodbinskoj vezi s gore navedenim narodnim riječima »troškovi« i »utrošak«.

[3]) Karl Marx: Ibidem, str. 180.

nog kapitala plus zarada, koja je određena općom stopom zarade, računatom na ukupni predujmljeni kapital. Zarada (prema Marxu »Profit«, »Mehrwert«) jednaka je sumi kamata uloženih kapitala plus poduzetnička dobit.

Prema ovoj definiciji razumijevat ćemo u potrajnom godišnjem šumskom gospodarenju pod proizvodnom cijenom godišnjeg prirasta (ili etata na panju) sumu sastavljenu od proizvodnih i upravnih troškova, od kamata drvne zalihe i uloženih kapitala, te od rizika poduzeća. Poduzetničku dobit puštamo iz računa kao i kod šumske takse, zbog istog razloga.

Između šumske takse i proizvodne cijene drveta na panju postoji razlika, jer proizvodna cijena ne sadrži zemljišnu rentu, dok je šumska taksa jednaka sumi proizvodne cijene i zemljišne rente. Međutim, kako ćemo u daljnjem razmatranju vidjeti, na najlošijim zemljištima, koja u šumskoj proizvodnji još služe za podmirenje potreba na drvetu, kao i kod nekih vrsta drveća bit će šumska taksa jednaka proizvodnoj cijeni. Ta razlika između njih to je manja, što je slabiji bonitet šumskoga zemljišta i njegov položaj prema drvnom tržištu.

Ako imamo na umu propise Općeg uputstva za kalkulaciju u privrednim poduzećima,[1]) formula (3) za šumsku taksu može se izraziti i u ovom obliku:

$$\check{S} = T + U + Z = C_t + Z \qquad (4)$$

Šumska taksa jednaka je troškovnoj cijeni plus bruto-zarada (Z).

Prema spomenutom uputstvu visinu bruto-zarade određuju nadležne vlasti, a kao temelj za to određivanje služi troškovna cijena. Vlast, nadležna za određivanje bruto-zarade, može da uzme i drugi temelj za izračunavanje bruto-zarade.

Iz bruto-zarade treba pokriti kamate na vlastiti i tuđi kapital, koji je prijeko potreban pogonu, a osim toga opći riziko poduzeća, te društveni porez i tečevinu sa svim pribicima.

Međutim taj se propis ne može u gornjem opsegu primijeniti na šumsko gospodarstvo, jer se ono kao grana praproizvodnje razlikuje od industrijskih poduzeća. Bruto-zarada šumskog gospodarstva je složenija, te se sastoji od ovih elemenata: od zemljišne rente, od kamata drvne zalihe i ostalih uloženih kapitala, od općeg rizika poduzeća, te od društvenog poreza i tečevine, ako ove poreze mora da plaća i šumsko gospodarstvo.

Utvrdivši elemente (pozicije), od kojih je napose sastavljena troškovna cijena, proizvodna cijena i šumska taksa, razmotrit ćemo određivanje i karakteristike tih elemenata, a zatim ćemo izvesti šumsku taksu za različite vrste drveća i nji-

[1]) Opće uputstvo za kalkulaciju u privrednim poduzećima. Zbornik zakona, uredaba i naredaba XI. svezak, 1945., str. 832.

hove sortimente, imajući u vidu potrajno godišnje šumsko gospodarstvo.

To razmatranje provest ćemo po redu, kako pojedine veličine (pozicije) stoje u gornjoj formuli.

a) Proizvodni troškovi *(T)*

Pod proizvodnim troškovima razumijevamo vrijednost svih utrošenih sredstava kao i novčani iznos za radno vrijeme normalno utrošeno u procesu proizvodnje.

U potrajnom godišnjem šumskom gospodarstvu obuhvaćaju oni nabavku šumskog sjemenja i sadnica, radničke nadnice pri pošumljavanju sječina i ostalim kulturnim radovima, tekuće normalne popravke prometnih sredstava i melioracija, odgovarajući socijalni prinos, kao i godišnje otpisivanje na tim investicijama, u koliko nisu već otpisane.

b) Opći troškovi uprave *(U)*

Njih predstavljaju troškovi, koji se izdaju za upravu u procesu proizvodnje robe. U šumskom gospodarstvu to su plaće upravnog, čuvarskog i ostalog pomoćnog osoblja, troškovi uzdržavanja upravnih zgrada i čistoće, iznosi otpisivanja na zgradama, inventaru i t. d., porezi, javne dažbine, troškovi osiguranja protiv požara i provale, putni računi, troškovi za ogrjev i osvjetljenje, pisaće i risaće potrepštine, poštanski troškovi, socijalni prinosi, te svi ostali nužni troškovi, ukoliko se odnose na upravu, a nisu sadržani u proizvodnim troškovima.

c) Bruto-zarada *(Z)*

a) Zemljišna renta *(R)*

Što je zemljišna renta i kako ona nastaje? Pojam zemljišne rente pojavljuje se prvi put u ekonomskoj literaturi fiziokratske škole. Otud ga je preuzeo Ricardo. Po njemu je zemljišna renta dio prihoda zemlje, koji se plaća vlasniku zemljišta za upotrebu prvobitnih i nerazorivih snaga zemljišta.[1]) Ricardo pozna samo diferencijalnu zemljišnu rentu,[2]) koja je jednaka razlici između prihodnih sposobnosti boljih i najlošijih zemljišta, što se obrađuju na području neke gospodarske cjeline. Osim toga dolazi ovdje u obzir i položaj pojedinih zemljišta prema tržištima. Njegovu je teoriju zemljišne rente kritiziralo nekoliko političkih ekonoma (Carey, Rodbertus, Bastiat i t. d.), a neke izvode i Karl Marx.

---

[1]) Mijo Mirković: Razvoj ekonomske misli u XIX. vijeku, Beograd 1938., str. 34.

[2]) Karl Marx: Ibidem, str. 188.

Marx smatra zemljišnom rentom novčani iznos, koji vlasnik zemljišta prima u ime zakupnine na osnovi prava vlasništva, bez obzira da li su to oranice, gradilišta, rudnici, ribnjaci, šume i t. d.[1])

Ova se definicija i shvaćanje Marxa o zemljišnoj renti temelji na stvarnim ekonomskim prilikama, što su vladale, a i danas vladaju u Engleskoj, u kojoj je Marx živio, te u Francuskoj i Italiji, gdje je još u velikoj mjeri raširen zakupnički sustav. Taj je sustav izravni nastavak feudalizma. U spomenutim je državama zemljišna renta u gornjem smislu posve točan i odreden pojam u zbiljskom gospodarskom životu. Ona je poznata veličina za jedinicu površine zemljišta različitog boniteta, jer je identična sa zakupninom.

Međutim, ako usvojimo ovakvo shvaćanje zemljišne rente, tada ne možemo u našim prilikama odrediti njezin novčani iznos, koji je sastavni dio šumske takse, jer se u nas ne daje šumsko zemljište u zakup u svrhu šumske produkcije.

Zbog toga, da uzmognemo riješiti postavljeni problem određivanja šumske takse, ostavit ćemo gornju definiciju i razmotriti izvod i ostala shvaćanja Karla Marxa o zemljišnoj renti.

Marx pozna diferencijalnu i apsolutnu zemljišnu rentu. Pod diferencijalnom zemljišnom rentom razumijeva razliku između produktivnosti rada na boljim i najlošijim zemljištima (po plodnosti i položaju) ili razliku izmedu društvene, opće proizvodne cijene i individualne proizvodne cijene poljoprivrednih produkata. Individualna proizvodna cijena za svaki je bonitetni razred zemljišta različita. Diferencijalna zemljišna renta odnosno produktivnost rada može — kao što je rečeno — biti uvjetovana plodnošću i položajem zemljišta.[2]) Otuda postoji diferencijalna zemljišna renta plodnosti i diferencijalna zemljišna renta položaja.

Apsolutnu zemljišnu rentu definira Marx kao razliku između vrijednosti poljoprivrednih proizvoda i njihove individualne proizvodne cijene sa zemljišta najlošijeg razreda, koja predstavlja društvenu (opću) proizvodnu cijenu. Apsolutna zemljišna renta je renta zemljišta najlošijeg razreda.[3])

Iz toga je kratkog izlaganja i definiranja zemljišne rente jasno, da se — kako apsolutna tako i diferencijalna zemljišna renta plodnosti — mogu odrediti samo onda, ako se poznaju cijene dobivenih poljoprivrednih produkata. Prema tome je i određivanje zemljišne rente šumskog zemljišta vezano za poznavanje cijena drveta na panju ili šumske takse, a to se upravo traži.

---

[1]) Karl Marx: Ibidem, str. 157 i 162.
[2]) Karl Marx: Ibidem, str. 179—198, 212.
[3]) Karl Marx: Ibidem, str. 295.

Došavši do ovog zaključka, a u težnji da riješimo ovaj problem, postavljamo pitanje: mora li svako zemljište, koje služi proizvodnji, dati zemljišnu rentu ili postoje li zemljišta, koja ne daju zemljišnu rentu?

Na to pitanje možemo odgovoriti na temelju izlaganja Ricarda i Marxa, da najlošija zemljišta, koja se još moraju obrađivati zbog podmirenja potreba, ne daju diferencijalnu zemljišnu rentu. Ta se tvrdnja osniva na ovim činjenicama: prvo, da su proizvodni troškovi agrarnih produkata najviši na najslabijim zemljištima, koja se još moraju obrađivati, jer se samo uz njihovu obradbu mogu pokriti potrebe, koje postoje; drugo, da su za visinu tržne cijene agrarnih produkata odlučni proizvodni troškovi tih najslabijih zemljišta. Po tome će tržna (društvena, opća proizvodna) cijena agrarnih produkata biti jednaka individualnoj proizvodnoj cijeni istih produkata, ali dobivenih s najlošijeg zemljišta.[1]) Ta najlošija zemljišta ne daju prema tome zemljišnu rentu. Ako bi tržna cijena porasla iznad individualne proizvodne cijene proizvoda s najlošijih zemljišta, tada će i ova zemljišta dati zemljišnu rentu i to apsolutnu zemljišnu rentu.[2])

---

[1]) Marx: Ibidem, str. 192 i 197.
K. Marx: Bijeda filozofije, str. 132 i 135, Izdanje Kultura.

[2]) Zemljišna renta, prema Ricardu, nastaje ovako: Kad u nekoj zemlji ima samo toliko pučanstva, da je za njegovu prehranu dovoljno obrađivanje najplodnijeg tla, uzmimo I. boniteta, tada još ne može biti zemljišne rente, jer pokraj slobodne konkurencije ne može cijena proizvoda nadmašiti proizvodne troškove ili proizvodnu cijenu, koja je jednaka sumi utrošenog konstantnog i varijabilnog kapitala plus prosječna zarada. Međutim, ako se umnoži pučanstvo, tada se zbog prehrane moraju obrađivati i manje plodna tla, uzmimo II. boniteta, na kojima se (radi manje plodnosti) mogu proizvodi dobivati samo sa većim troškovima. U tom času javlja se zemljišna renta, i to samo na tlima I. bonitetnog razreda. Naime, vlasnici slabijeg tla ne će prodavati svojih produkata ispod svoje proizvodne cijene. No ni vlasnici I. boniteta ne će svoje produkte da prodaju jeftinije od proizvodne cijene produkata sa zemljišta II. boniteta. Oni traže istu cijenu kao i vlasnici slabijih zemljišta, a pučanstvo je plaća, jer ne bi inače moglo zadovoljiti potrebama prehrane. U toj cijeni vraćaju se vlasnicima zemljišta I. boniteta ne samo proizvodni troškovi nego i neki višak, koji odgovara razlici između tržne i individualne proizvodne cijene ili točnije rečeno, razlici između društvene (opće) proizvodne cijene i individualne proizvodne cijene poljoprivrednih proizvoda sa zemljišta I. boniteta. Taj višak je zemljišna renta. Ova zemljišna renta odgovara Marxovoj diferencijalnoj zemljišnoj renti I.

Apsolutna zemljišna renta nastaje iz razlike između tržne cijene poljoprivrednih proizvoda (koja je jednaka njihovoj vrijednosti ili koja je manja od njihove vrijednosti, ali veća od njihove društvene, opće proizvodne cijene) i proizvodne cijene tih proizvoda, ako se imaju u vidu samo proizvodi s najlošijeg razreda zemljišta (najviša proizvodna cijena ili društvena proizvodna cijena).. Ako je tržna cijena jednaka proizvodnoj cijeni poljoprivrednih proizvoda sa zemljišta najlošijeg razreda (društvenoj, općoj proizvodnoj cijeni), koji još mora služiti u proizvodnji zbog pokrića potreba, tada nema apsolutne zemljišne rente. Najlošiji razred zemljišta ne daje u takvoj situaciji uopće zemljišnu rentu. Bolji razredi

Na ovoj osnovi dolazimo u mogućnost da riješimo postavljeni problem određivanja šumske takse, ako podemo od najlošijih šumskih zemljišta i od vrste drveća, koja na tim bonitetima ne daje zemljišnu rentu.

U dosadanjem smo izlaganju promatrali diferencijalnu zemljišnu rentu plodnosti. No u šumskom gospodarstvu ima osobito veliku važnost diferencijalna zemljišna renta položaja. Ova renta jednaka je razlici između troškova iznošenja i transporta za istu množinu i kvalitetu drveta od šume do drvnog tržišta imajući u vidu: 1. šume najnepovoljnijeg položaja prema drvnom tržištu, u kojima se još (zbog podmirenja potreba) drvo iskorišćuje; 2. šume bilo kojeg povoljnijeg položaja prema drvnom tržištu.

Najznačajniji činilac, koji utječe na veličinu šumske takse, izvan svake je sumnje trošak iznošenja i transport drva iz šume. Trošak transporta drva bit će u glavnom to veći, što je veća udaljenost šume od drvnog tržišta. Osim same udaljenosti, kako ističe prof. Ugrenović,[1]) odlučna je u tom pogledu i kakvoća terena s njegovom prohodnošću, konfiguracijom i pravcem gravitacije.

Prohodnost terena vrlo je važan faktor. Može se naime dogoditi, da je neka šuma u povoljnoj udaljenosti od drvnog tržišta, ali je prohodnost terena vrlo nepovoljna, te će zahtijevati znatne investicije i troškove za transport drva. Prema tome će cijena (šumska taksa) za jednu te istu vrstu drveća i za jednaku kakvoću sortimenata biti to manja, što je šuma neprohodnija i udaljenija od drvnog tržišta.

Međutim, ako su troškovi iznošenja i transporta jednaki za šume, koje se nalaze na različitim mjestima, a sastoje se od iste vrste drveća s istom kakvoćom sortimenata, tada će ti sortimenti imati jednake cijene na panju. Sve takove šume pripadaju istom razredu vrijednosti ili, bolje rečeno, istom razredu transportnih troškova.[2])

Prema tome, da bi se mogle odrediti diferencijalne zemljišne rente položaja, trebalo bi za sve šume, u kojima se vodi gospodarstvo i iskorišćuje drvo, utvrditi troškove transporta. A kada se to izvrši, onda valja odrediti razrede troškova trans-

---

zemljišta dat će u tom slučaju samo diferencijalnu zemljišnu rentu. Međutim, ako najlošiji razred zemljišta daje apsolutnu zemljišnu rentu, dat će bolji razredi zemljišta zemljišnu rentu, koja je jednaka sumi apsolutne i diferencijalne zemljišne rente.

[1]) Prof. Dr. A. Ugrenović: Iskorišćavanje šuma, I. knjiga, Zagreb 1931., str. 172.

[2]) Ovaj naziv uzeli smo prema profesoru dru Ugrenoviću, koji (promatrajući jedno veliko eksploatacionо područje) govori o razredima troškova iznošenja. Ibidem, str. 173.

porta i u njih unijeti sve šume s obzirom na te troškove.[1]) Razlike između pojedinih i najviših troškova transporta dat će pojedine diferencijalne rente položaja. Najnepovoljniji razred transportnih troškova ne će, naravno, imati položajne zemljišne rente, dok će najpovoljniji razred imati najveću rentu.

Diferencijalna renta položaja može se, kao što vidimo, za razliku od zemljišne rente plodnosti, odrediti i bez poznavanja cijena drveta na panju.

Na kraju ovog razmatranja o zemljišnoj renti valja još ističi, da zemljišna renta plodnosti unutar jednog te istog razreda transportnih troškova mora biti jednaka za svaki međusobno jednaki bonitetni razred zemljišta, za istu vrstu drveća, za isti način, intenzitet i troškove gospodarenja. U istom razredu plodnosti i istom razredu transportnih troškova, a pri istoj vrsti drveća i istoj intenzivnosti gospodarenja zemljišna renta položaja može da se mijenja samo uz uslov promjene u prometnim sredstvima.

β) Kamate drvne zalihe (*D*)

Da bi se one mogle utvrditi, potrebno je poznavanje vrijednosti drvne zalihe, kao i prosječne stope njezina ukamaćivanja (dobiti). Vrijednost drvne zalihe ne može se odrediti drugačije, nego po troškovima proizvodnje i uprave šumskoga gospodarstva. U tu svrhu poslužit ćemo se poznatom formulom za troškovnu vrijednost normalne drvne zalihe,[2]) koja za duljinu ophodnje **u** i isto toliki broj jedinica šumske površine glasi:

$$N_T = \frac{\left(\frac{r+t}{0{,}0p} + c\right)(1{,}0p^u - 1) - u(r+t) - D_a(1{,}0p^{u-a} - 1)}{0{,}0p} \qquad (5)$$

Ovdje r predstavlja zemljišnu rentu, t zbroj godišnjih proizvodnih i upravnih troškova šumskoga gospodarstva, c godišnje kulturne troškove, Da prihod prorede, a p računski kamatnjak. Sve se te veličine odnose na jedinicu površine šume.

---

[1]) Koliki će biti broj razreda transportnih troškova odnosno kolika će biti širina svakog pojedinog takvog razreda, to zahtijeva zasebnu studiju i ne ide u okvir ove rasprave. Razumljivo je, što su oni točnije utvrđeni i uži, da će se dobiti i točnije diferencijalne rente položaja. No praksa daje i tu stanovite granice.

[2]) Dr. M. Endres: Lehrbuch der Waldwertrechnung, Berlin 1919., str. 131. Mi uzimamo u upotrebu ovu formulu, ali ne smatramo, uvaživši ekonomske principe K. Marxa i mišljenje mnogih šumarskih stručnjaka (Abetz, Lemmel, Dieterich i t. d.), zemljišnu rentu produkcionim troškom, kao što se to shvaća u teoriji zemljišnog čistog prihoda, nego kao zaradu. No u biti to shvaćanje nema utjecaja na formulu ili konačni rezultat.

Ovu ćemo formulu ponešto ujednostaviti. U njoj nije poznata zemljišna renta ni prihodi od proreda. Da se riješimo nepoznanice, koju čini zemljišna renta, utvrdit ćemo vrijednost drvne zalihe po troškovima na zemljištu najnepovoljnijeg položaja prema drvnom tržištu i najslabijeg boniteta, te za vrstu drveća, koje na tome zemljištu ne daje nikakvu zemljišnu rentu, pa ćemo od nje početi izvod šumske takse.

Vrijednost prihoda od proreda ne možemo odrediti, jer nepoznajemo šumsku taksu. Zbog toga ćemo je ili ispustiti iz računa, jer ne iskazuje neki veći iznos u odnosu spram vrijednosti normalne drvne zalihe, ili je od ove posljednje vrijednosti možemo sa stanovitim postotkom odbiti. Mi ćemo je ispustiti iz računa. Nakon ovakova postupka dobiva formula troškovne vrijednosti normalne drvne zalihe za bilo koji površinski iznos (F) šume ovaj oblik:

$$N_T = \frac{100\,F}{p}\left[\frac{1{,}0\,p^u - 1}{u}\left(\frac{100\,t}{p} + c\right) - t\right] \qquad (6)$$

Kod primjene gornje formule mogu troškovi da dođu u obzir samo prema cijenama, koje vrijede u samom momentu kalkulacije, a ne prema cijenama iz vremena postanka pojedinih dobnih razreda normalne šume.

S obzirom na to naziv »troškovna vrijednost drvne zalihe« nije zapravo ispravan. Tu bolje pristaje naziv »reprodukciona cijena drvne zalihe«, koji nalazi svoje opravdanje u tome, što bi se postojeća drvna zaliha uz novčani iznos, dobiven na temelju sadašnjih troškova i sadašnjih cijena, mogla reproducirati. Ona za određivanje šumske takse ima važnost tako dugo, dok vrijede troškovi i cijene, na osnovi kojih bi se drvna zaliha mogla reproducirati. Ako se promijene troškovi i cijene, mora se promijeniti i reprodukciona cijena drvne zalihe.[1])

Kad je pomoću gornje formule utvrđena reprodukciona cijena normalne drvne zalihe na zemljištu najlošijeg boniteta i položaja prema drvnom tržištu, onda za godišnje kamate te zalihe pomoću prosječne stope ukamaćivanja (p_1) izlazi formula:

$$D = \frac{F\,p_1}{p}\left[\frac{1{,}0\,p^u - 1}{u}\left(\frac{t}{0{,}0p} + c\right) - t\right] \qquad (7)$$

γ) Kamate na uložene kapitale (K)

U kalkulaciju ulaze kamate godišnjih tekućih troškova, t. j. uprave i proizvodnih troškova bez otpisivanja. Kamate in-

[1]) U ovom slučaju moglo bi se dakle prema Marxu govoriti o proizvodnoj ili reprodukcionoj cijeni drvne zalihe.

vesticija dolaze isto tako u obzir, u koliko one nisu već amortizirane.

Budući da se godišnji tekući troškovi izdaju i ulažu u šumsko gospodarstvo tokom gospodarske godine u glavnom jednomjerno, može se uzeti, da se najednom ulažu u polovini gospodarske godine. U tom će se slučaju računati, kao da se ukamaćuju tokom cijele godine samo s polovinom službeno određenog kamatnjaka.

δ) Opći riziko poduzeća *(P)*

U šumskom gospodarstvu, kao i u drugim gospodarstvima i produkcijama, postoji riziko, a osniva se na mogućnosti požara, različitih kalamiteta, neuspjelog pošumljavanja i t. d. Zbog toga valja i njega uzeti u kalkulaciju. O veličini rizika u šumskom gospodarstvu ne postoje statistički podaci, pa se s obzirom na riziko u drugim poduzećima može do vremena, dok se podaci ne utvrde, uzeti s 1% do 1,5% od troškovne cijene proizvedenog godišnjeg prirasta ili etata drvne mase.

Razmotrivši ovim karakteristike i određivanje elemenata (pozicija), od kojih je sastavljena troškovna kao i proizvodna cijena i šumska taksa, prelazimo na opći izvod šumske takse.

2. Opći izvod šumske takse

Kako smo naprijed prikazali, zemljišna renta plodnosti predstavlja nepoznanicu u formuli (3). U težnji da riješimo tu formulu i da odredimo šumsku taksu, poći ćemo u daljnjem izvodu od šumskih zemljišta, koja imaju najlošiji bonitet i položaj prema drvnom tržištu, pa zbog toga ne daju diferencijalnu zemljišnu rentu. Poći ćemo i od vrste drveta, koja na dotičnom bonitetu ne daje ni rentu apsolutnu ni plodnosti. U tom slučaju ne će u formuli (3) biti zemljišne rente, jer je sada $R = 0$, a D ulazi u tu formulu u obliku pod (7).

Rezultat dobiven na taj način predstavlja proizvodnu cijenu sveukupnog godišnje proizvedenog prirasta ili godišnjeg etata drvne mase i to u šumama najlošijeg stanišnog boniteta i najlošijeg položaja prema drvnom tržištu, u kojima se zbog podmirenja potreba na drvu mora još drvo iskorišćavati i proizvoditi odnosno u kojima se mora neprekidno godišnje gospodariti.

Ako množina godišnje proizvedenog prirasta ili godišnjeg etata drvne mase u tim šumama iznosi M kubnih metara, onda proizvodnu cijenu 1 m³ na panju predstavlja izraz $\frac{S}{M}$. Taj se izraz osniva u glavnom na onim troškovima uprave i proizvodnje, koji su utrošeni u šumama najlošijeg boniteta i položaja. Međutim uz iste ove proizvodne i upravne troškove i in-

vesticije ili uz isti ulog rada i kapitala može se proizvesti drvna zaliha kao i godišnji prirast (etat) i na boljim stanišnim bonitetima. Takav će slučaj stvarno najčešće postojati u prirodnim šumama. Rijetko će se dogoditi, da se veća gospodarska jedinica sastoji samo od jednog bonitetnog razreda, i to upravo najlošijeg po plodnosti. Ona je najčešće sastavljena od različitih boniteta, te će se za sve bonitete trošiti i ulagati isti troškovi, što otpadaju na dotičnu gospodarsku jedinicu kao cjelinu.

Troškovi šumskoga gospodarstva izražavaju se u praksi u prosjeku po jedinici površine bez obzira na bonitetni razred, jer se oni stvarno tako i izdaju.

S obzirom na te činjenice bit će individualna proizvodna cijena kubnog metra sveukupnog godišnjeg prirasta (etata) na boljim bonitetnim razredima manja nego na lošijim. Uzrok je tome taj, što je uz iste troškove na boljim bonitetima proizveden veći godišnji prirast (etat) — i to ne samo veći, nego (zbog veće upotrebivosti i kakvoće proizvedenih sortimenata) ujedno i veće prometne vrijednosti od etata drvne mase s najlošijih zemljišta.

Prema tome su proizvodni troškovi za kubni metar godišnjeg prirasta (etata) s najlošijih zemljišnih boniteta najveći.

Iz političke ekonomije je poznato, da su za visinu tržne cijene proizvoda, koji se mogu samo nakon duljeg vremena i s većim troškovima proizvesti, odlučni troškovi onih poduzeća ili gospodarstava, koja rade uz najveće troškove naime uz najnepovoljnije uslove, a proizvodnja kojih je još potrebna za podmirenje potreba.[1]) No osim istaknutog, ako imamo na umu iznešeno već izlaganje o cijenama poljoprivrednih proizvoda, možemo zaključiti, da bi za visinu šumske takse bili odlučni proizvodni troškovi ili individualna proizvodna cijena kubnog metra drveta sa šumskih zemljišta najlošijeg boniteta i položaja prema drvnom tržištu, jer je ona najveća. Šumska gospodarstva, koja se nalaze u takvoj situaciji, proizvode uz najnepovoljnije uslove.

Prema tome šumsku taksu predstavlja izraz $\frac{Š}{M}$ ili proizvodna cijena kubnog metra prirasta (etata drvne mase) dobivena za šume najlošijeg boniteta i položaja, a u kojima se zbog podmirenja potreba mora još trajno gospodariti odnosno drvo iskorišćavati.

Nakon što je tako određena šumska taksa, može se za bolje stanišne bonitete odrediti diferencijalna renta plodnosti, koja je jednaka razlici između šumske takse proizvedenog godišnjeg prirasta (etata) i njegove individualne proizvodne cijene.

---

[1]) Dr. V. Belošević: Politička ekonomija, Zagreb 1922., str. 62.

Dosadanji se izvod šumske takse za kubni metar godišnjeg prirasta (etata) odnosio na različite bonitete šumskoga zemljišta, ali istog položaja prema drvnom tržištu. U našem izvodu bio je taj najnepovoljniji. Uz uvjet intenzivnog i racionalnog gospodarenja u šumama najnepovoljnijeg položaja možemo pretpostaviti, da će njihovi proizvodni i upravni troškovi biti jednaki troškovima, koji postoje u šumama, što imadu povoljniji položaj spram drvnog tržišta. Držimo, da ova pretpostavka vrijedi ili će uskoro vrijediti za naše prilike, jer mi sa šumama u nepovoljnim i najnepovoljnijim položajima moramo gospodariti sve intenzivnije i racionalnije, jer su šume u blizini tržišta ili transportnih sredstava već znatno iskorišćene.

Uz gornju pretpostavku rezultirala bi šumska taksa, koja bi bila jednaka za sve šume bez razlike položaja prema tržištu, u koliko se radi o istoj vrsti drveća i istoj kvaliteti. Međutim šume, koje se nalaze u povoljnijem položaju prema drvnom tržištu, moraju, naravno, osim zemljišne rente plodnosti dati još i rentu položaja. Zbog toga će se šumska taksa po kubnom metru godišnjeg prirasta (etata), utvrđena za šume najnepovoljnijih položaja, povećati još za diferencijalnu rentu položaja, koja odgovara razredu troškova transporta, u kojem se dotična šuma nalazi.

Za povoljnije položaje šuma može se šumska taksa odrediti i na drugi način.

U tu bi svrhu trebalo utvrditi cijenu različitih vrsta drveća i njihovih sortimenata na drvnom tržištu i to na temelju šumskih taksa za najnepovoljnije položaje kao i na temelju troškova izradbe, režije i transporta za te položaje. Deduktivnim bi se putem od te tržne cijene dobile šumske takse za svaku pojedinu šumu odnosno svaku pojedinu sječinu, ako je površina šume vrlo velika.

Ove šumske takse ne bi bile utvrđene izravnim dodavanjem odgovarajuće položajne diferencijalne rente. Diferencijalna renta položaja, kao sastavni dio šumske takse, ovakvim bi načinom bila određena indirektno.

Postupak, da se prilikom određivanja tržne cijene uzimaju u račun troškovi transporta, koji odgovaraju najudaljenijim položajima šuma, opravdava činjenica, da bi se obratnim postupkom, t. j. uzimanjem u kalkulaciju troškova transporta za povoljnije položaje proizvodilo u mnogim šumama nepovoljnog položaja s gubitkom. Takvo stanje nastalo bi onda, kada se diferencija između stvarnih i u kalkulaciju uzetih troškova transporta ne bi mogla pokriti zaradom, što se nalazi u šumskoj taksi, a koju čine zemljišna renta plodnosti i kamate. Ako bi se postavio zahtjev, da se drvo iz tih šuma

mora prodavati po šumskim taksama većim od troškovnih cijena (i to bez obzira na činjenicu, da je tržna cijena određena na temelju troškova transporta sa povoljnih položaja šuma), imalo bi to za posljedicu, da se drvo ne bi u njima iskorišćavalo niti bi se šume ovakvih položaja otvarale. Uzrok takovu stanju bio bi u činjenici da bi šumske eksploatacije radile s gubitkom u tima šumama, jer utvrđene tržne cijene ne bi sadržale troškove transporta, koji odgovaraju položajima tih šuma.

Pokriće potreba na drvu morale bi u ovakovom slučaju snositi šume povoljnijih položaja, a to bi uzrokovalo jake zahvate u njihovu drvnu zalihu, što je u protivnosti s racionalnim šumskim gospodarstvom i šumsko-gospodarskom politikom.

Valja međutim istaći, da za određivanje cijena na drvnom tržištu ili pri utvrđivanju najnepovoljnijeg razreda transportnih troškova ne mogu biti odlučni ekstremno veliki transportni troškovi samo nekolicine sječina. U tu svrhu dolaze u obzir transportni troškovi znatnog broja šuma (sječina), koje imaju najnepovoljniji položaj prema drvnom tržištu, a kojih je drvo za pokriće potreba od prijeke važnosti.

Razumije se, da će u tom slučaju šumska taksa za neke vrste drveća i za neke sortimente u sječinama s ekstremno velikim transportnim troškovima biti manja od troškovne cijene. Šta više, ona može biti i negativna.

Određivanje najnepovoljnijeg razreda transportnih troškova, od kojega zavisi veličina zemljišne rente položaja, zahtijeva vrlo dobro proučen i točan rad.

Koji bi od ova dva opisana načina za određivanje diferencijalne rente položaja odnosno šumske takse za šume povoljnijih položaja bio bolji, pokazala bi praksa kao i specijalna studija o tom pitanju.

Dosadanji izvod šumske takse za kubni metar godišnjeg prirasta ili etata drvne mase odnosio se na normalnu šumu i normalnu drvnu zalihu. Zbog toga utvrđene kamate normalne drvne zalihe, koji su sastavni dio šumske takse, predstavljaju neke »normalne kamate«.

U zbiljnom šumskom gospodarstvu rijetko će postojati normalna šuma, a ako ona i postoji, ta se normalnost ne će dugo održati. U realnim prilikama imat ćemo neko približno normalno stanje. Zbog toga je od važnosti, da razmotrimo, kakva situacija postoji kod određivanja šumske takse u zbiljnoj šumi.

Kako smo istaknuli, zbiljne šume mogu biti nenormalnog i približno normalnog stanja, a to znači, da će se struktura i veličina drvnih zaliha zbiljnih šuma razlikovati od normalne drvne zalihe kao i međusobno, ma da se nalaze na jednom te istom bonitetnom razredu. Zbog toga će postojati različita re-

produkciona cijena drvnih zaliha, jer je ona jednaka zbroju reprodukcionih cijena pojedinih sastojina ili dobnih razreda, iz kojih se sastoji drvna zaliha. Kao posljedica takva stanja bit će različite kamate drvne zalihe, različiti sveukupni godišnji prirasti (etati) drvne mase, pa naravno i različite šumske takse za kubni metar godišnjeg etata u šumama istog položaja i boniteta zemljišta.

Ovakvo stanje, da u šumama s istom kakvoćom drveta i s istim položajem prema drvnom tržištu postoje različite šumske takse po kubnom metru, bilo bi u planskoj privredi nezgodno, jer se radi o gospodarskom dobru (drvetu), koje je predmet masovne potrošnje. Kod takve bi situacije neposredni potrošači drveta kao i pojedine grane narodne privrede, koje drvo upotrebljavaju kao sirovinu, bili nejednako opterećeni, jer se ne mogu svi snabdijevati samo kod onih šumskih gospodarstava, što proizvode uz najnižu šumsku taksu.

Da se to pravilno riješi, trebalo bi za sve zbiljne šume, koje imaju istu kvalitetu drveta (sortimenata) i isti položaj prema drvnom tržištu, odrediti jedinstvenu šumsku taksu za kubni metar drveta (sortimenata), i to na visini ponderirane (uravnotežene) srednje šumske takse. No imamo li na umu propise našeg Općeg uputstva za kalkulaciju u privrednim poduzećima[1]), tada bi za veličinu takse bila odlučna šumska taksa onih gospodarstava, koja rade s troškovima i izdacima prijeko potrebnim za proizvodnju pod normalnim okolnostima. To znači, da šumska taksa valja da bude jednaka taksi (proizvodnoj cijeni) onih šumskih gospodarstava, koja — nalazeći se na najlošijim bonitetima i položajima prema drvnom tržištu — proizvode na temelju najekonomičnijih proizvodnih i upravnih troškova i investicija te ujedno na temelju približno normalne drvne zalihe.

Šumska gospodarstva, koja proizvode s neekonomičkim proizvodnim i upravnim troškovima, te im se šume nalaze u vrlo abnormalnom stanju, ne mogu biti odlučna za visinu šumske takse.

Kako smo u dosadanjim izlaganjima vidjeli, šumska taksa je rezultat godišnjih proizvodnih i upravnih troškova (troškovne cijene) i zarade, koju predstavljaju kamate drvne zalihe i uloženih kapitala, zemljišne rente plodnosti i položaja, te riziko poduzeća. Međutim, u planskoj privredi zavisi od države i njezine politike cijena, hoće li ona sve te veličine uzeti u zaradi, te ih preko šumske takse u cijelosti ubirati od svojih građana ili kolika će stvarno biti ta zarada. Država može da kod određivanja šumske takse ne uzme u obzir pojedine elemente zarade, kao: kamate drvne zalihe i uloženih kapitala

[1]) Zbornik zakona, uredaba i naredaba XI. svezak 1945., str. 832.

ili zemljišne rente položaja ili zemljišne rente plodnosti. Sve je to zavisno, kako smo naglasili, o politici cijena, koju država vodi.

Međutim, zarada treba svakako da postoji u planskoj privredi do neke granice. Ona je u državnom šumskom gospodarstvu potrebna zbog proširenja proizvodnje (podizanje šuma na Kršu i golijetima, izgradnja transportnih sredstava i t. d.), zatim za stvaranje rezervnog ili osiguravajućeg fonda, kao i za ispunjavanje funkcija države u oblastima narodne obrane, uprave, kulturno-socijalnih i zdravstvenih mjera i t. d.

Državno šumsko gospodarstvo dužno je pridonijeti dio svoje zarade za ispunjavanje navedenih funkcija države, jer i ono ima koristi od vrijednosti, što su ih proizvele odnosno stvorile te grane narodnog života. Razumije se, da ono to mora činiti u granicama svoje privredne i proizvodne sposobnosti.

3. Primjena navedenog izvoda na određivanje šumske takse za različite vrste drveća

Pri određivanju šumske takse za različite vrste drveća i njihove sortimente, počet ćemo od bukve. Razlog tome počimanju baš od bukve leži u činjenici, da je to vrsta drveća, koja je najraširenija u našoj državi.[1]) Na prvom mjestu dolazi ona ovdje u obzir i zbog toga, jer u poređenju s ostalim vrstama drveća iziskuje najveće proizvodne i upravne troškove po kubnom metru godišnjeg prirasta (etata). Drugim riječima: bukva je najnerentabilnija vrsta drveća, koja se proizvodi uz najveće troškove po kubnom metru ili troškovi za kubni metar drvne supstance kod bukve su najveći.

Tu tvrdnju osnažuju ove činjenice: Bukva daje po jedinici površine u običajnim ophodnjama od 100 do 120 godina mnogo manju drvnu masu od jele i smreke, a nešto veću od hrasta i bora. Navedeno se vidi u prihodnim tabelama.

No ako imamo na umu, da su najlošiji bonitetni razredi bukovih zemljišta plodniji od najlošijih bonitetnih razreda borovih i hrastovih zemljišta[2]) (kod hrasta imamo u vidu samo apsolutna šumska zemljišta), tada je vjerojatno, da bi bukva na tim najlošijim hrastovim i borovim zemljištima dala manju drvnu masu po jedinici površine nego bor i hrast.

---

[1]) Ministarstvo šuma i rudnika: Statistika šuma i šumarske privrede, Beograd 1940.

[2]) O istraživanjima, koji bonitetni razredi različitih vrsta drveća imaju jednaku proizvodnu sposobnost, pisao sam prilikom proučavanja bilanciranja u šumskom gospodarstvu. Prema rezultatima Spiegela odgovarao bi bukovom III. bonitetnom razredu: II, 2 bonitetni razred smreke i jele, zatim I, 8 bonitetni razred bora i I, 9 bonitetni razred hrasta. Glasnik za šumske pokuse, 1940., str. 367 i 368.

I kvakvoća proizvedene drvne mase u navedenim ophodnjama, u poređenju s navedenim drugim vrstama drveća, najmanja je kod bukve. Dokaz je tome najmanji postotak građevnog drveta, a osim toga i najslabija kvaliteta njezine drvne materije.

Za povoljno uspijevanje zahtijeva bukva vrlo dobra tla, na kojima mogu uspijevati i sve ostale glavne vrste drveća, što dokazuju mješovite sastojine. U ovim sastojinama kao i u slučajevima, gdje postoje čiste bukove sastojine, troše se za bukvu jednaki godišnji upravni i proizvodni troškovi kao i za ostale glavne vrste šumskog drveća, ako se primjenjuje prirodno pomladivanje. Međutim, tada se — uz iste troškove — proizvodi u sastojinama jele i smreke mnogo veća drvna masa i kakvoća, a u sastojinama hrasta i bora gotovo ista količina drvne mase, ali mnogo bolje kvalitete nego u bukovim. Zbog toga kubni metar bukova drveta ima najveću proizvodnu cijenu, te služi kao osnovica za određivanje cijena drvne materije odnosno za određivanje šumskih taksa ostalim vrstama šumskog drveća i njihovim sortimentima.

Razlika između prihoda i troškova na jedinici površine najmanja je kod bukve. Ona radi toga u običajnim ophodnjama daje najmanju ili nikakovu rentu plodnosti, kako to dokazuju i radovi predstavnika teorije zemljišnog čistog prihoda.[1])

Prema tome našu težnju, da kod određivanja šumske takse na temelju troškova proizvodnje i uprave podemo od vrste drveća, koja na najlošijim zemljištima ne daje zemljišne rente, najbolje ispunjava bukva.

Zbog određivanja šumske takse za bukove sortimente kao i za sortimente ostalih vrsta drveća utvrdit ćemo proizvodnu cijenu godišnjeg prirasta (etata) bukve na zemljištu najlošijeg boniteta i položaja, a na kojem se u svrhu podmirenja potreba još mora voditi gospodarstvo i drvo iskorišćavati. Individualna proizvodna cijena kubnog metra tog etata ili njegovih sortimenata bit će najveća i ujedno odlučna za visinu šumske takse, odnosno ona je jednaka šumskoj taksi.

Da bi se odredila šumska taksa za sortimente bukve po kubnom metru valja šumsku taksu (proizvodnu cijenu), utvrđenu za cjelokupni godišnji prirast ili etat, razdijeliti na sortimente u odnosu, u kojem su ti sortimenti zastupani u drvnoj masi godišnjeg etata, kao i u omjerima u kojima — prema stvarnom nalazu nadležnog za to državnog organa — treba da stoje međusobno njihove šumske takse, i to kako prema kakvoći, količini i upotrebivosti tih sortimenata, tako i prema naročitim ciljevima državne ekonomske politike. Kao neki putokaz mogli

[1]) Dr. M. Endres: Lehrbuch der Waldwertrechnung, Berlin 1919., str. 288—297.

bi poslužiti i prosječni omjeri (indeksi), u kojima su za posljednjih nekoliko godina prije zadnjeg rata stajale međusobno šumske takse bukovih sortimenata.

Na taj način dobili bi se novčani iznosi, koji otpadaju na pojedine sortimente. Diobom tih novčanih iznosa sa drvnom masom sortimenata dobila bi se šumska taksa po kubnom metru za svaki sortiment. Međutim, ako godišnji etat s najlošijeg boniteta, na kojem se drvo još iskorištava, ne bi sadržavao neki sortiment, tada bi se šumska taksa tog sortimenta bukve utvrdila na temelju gornjim postupkom određenih šumskih taksa i omjera, u kojima valja da one međusobno stoje.

U šumskim taksama sortimenata bukve s boljih boniteta dobivenim na gornji način, nalaze se svi proizvodni i upravni troškovi te elementi zarade. One vrijede za šume najnepovoljnijeg položaja prema drvnom tržištu. Dodavanjem rente položaja u iznosu, u kojem ona otpada na svaki pojedini sortimenat prema razredu transportnih troškova, dobiva se šumska taksa sortimenata za različite položaje šuma.

Prilikom proučavanja bilanciranja u šumskom gospodarstvu istaknuo sam, da su omjeri ili odnosi (indeksi) između cijena različitih vrsta drveća i njihovih sortimenata stalni, zapravo da se oni tokom vremena vrlo slabo mijenjaju za razliku od samih cijena drveta u apsolutnom iznosu.[1]) S obzirom na tu konstataciju nije potrebno šumske takse ostalih vrsta drveća i njihovih sortimenata u šumama najnepovoljnijeg položaja prema drvnom tržištu izvoditi izravno iz troškova. One se mogu odrediti na temelju omjera, u kojima šumske takse za pojedine vrste drveća i njihove sortimente stoje prema šumskim taksama sortimenata bukve u najnepovoljnijem razredu transportnih troškova. Zato valja samo proučiti i utvrditi te omjere. Šumske takse za povoljnije položaje šuma dobit će se tako, da se šumskim taksama, utvrđenim na opisani način, dodadu zemljišne rente položaja, koje otpadaju na pojedinu vrstu drveća i njezine sortimente.

Gornji postupak za određivanje šumske takse ostalih vrsta drveća (preko omjera) smatramo najispravnijim i najjednostavnijim. Uz to moramo istaći, da za neke vrste šumskog drveća (kao za smreku i jelu) i ne preostaje drugi način određivanja šumske takse. U gospodarstvu s tim vrstama drveća u običajnim ophodnjama dobiva se naime zemljišna renta i na onim bonitetima, na kojima je ne daje gospodarstvo s bukvom, kako to dokazuju i radovi predstavnika teorije zemljišnog čistog prihoda. Zemljišna renta, koja se dobiva u gospodarstvu s tim vrstama drveća na zemljištu najlošijeg razreda,

---

[1]) Ing. M. Plavšić: O bilanciranju i rentabilitetu šumskog gospodarstva. Glasnik za šumske pokuse 7. knjiga, Zagreb 1940., str. 390.

jednaka je razlici između šumske takse za te vrte drveća i njihove maksimalne proizvodne cijene, (proizvodne cijene s najlošijeg boniteta zemljišta), te ćemo je zbog toga, u suglasju s Marxom, nazvati apsolutnom zemljišnom rentom za razliku od diferencijalne. Prema tome, jer gospodarstvo s tim vrstama drveća daje i apsolutnu i diferencijalnu rentu plodnosti, znači, da je zemljišna renta sastavni dio njihove šumske takse. Zbog toga nismo u stanju izravno utvrditi njihovu šumsku taksu, jer ne poznamo zemljišnu rentu, a nju ne možemo odrediti, jer zahtijeva poznavanje šumske takse, koja se upravo traži.

Kad se kod određivanja šumskih taksa uzimaju u obzir kakvoća i upotrebivost različitih vrsta drveća preko omjera, tada se indirektno određuju zemljišne rente u šumskim taksama.

Uzevši šumsku taksu bukve kao osnovicu za određivanje šumskih taksa ostalih vrsta drveća dat će sve one vrste drveća, koje imaju jednaku ili veću šumsku taksu od bukve, apsolutnu zemljišnu rentu. Uzrok, da u takvim slučajevima nastaje apsolutna zemljišna renta, leži u tome, što bukva od svih ostalih glavnih vrsta šumskog drveća ima najvišu proizvodnu cijenu po kubnom metru, a ta najviša proizvodna cijena uzeta je za šumsku taksu. Zbog toga će kod svih vrsta drveća, koje imaju šumsku taksu jednaku ili veću od šumske takse bukve, biti njihova šumska taksa veća od njihove najviše proizvodne cijene (proizvodne cijene sa zemljišta najlošijeg bonitetnog razreda). Ta razlika između šumske takse i proizvodne cijene sa zemljišta najlošijeg boniteta je apsolutna zemljišna renta.

IV. GLAVNE KARAKTERISTIKE I KRITIKA NAVEDENE PRIMJENE

Glavna je karakteristika navedene primjene, da šumsku taksu određuje na temelju ekonomičkih troškova proizvodnje i uprave šumskih gospodarstava, koja proizvode uz najnepovoljnije uvjete. Takvima se smatraju šumska gospodarstva, koja imaju najnerentabilniju vrstu drveća ili vrštu, koja se proizvodi uz najveće troškove, te zemljište najlošijeg boniteta i položaja prema drvnom tržištu, na kojem se zbog podmirenja potreba drvo još mora iskorišćavati i proizvoditi.

Za šumske objekte, koji tu dolaze u obzir kod kalkulacije šumske takse, izabiru se oni, koji imaju približno normalni godišnje proizvedeni prirast ili prirast, koji se može prosječno postići u valjanom redovnom gospodarenju. Napomenuto vrijedi i za veličinu i sastav drvne zalihe. Krajnosti, kao što su šumski objekti potpuno normalnog ili abnormalnog stanja, ne dolaze u obzir. Isto tako ne dolaze u obzir niti ekstremne uda-

ljenosti pojedinih šuma (sječina) prema drvnom tržištu prilikom određivanja diferencijalne zemljišne rente položaja.

Proizvodna cijena kubnog metra godišnjeg etata ili prirasta šumskih gospodarstava, koja proizvode uz najnepovoljnije uvjete, najviša je, pa je uzeta za šumsku taksu u tim šumskim gospodarstvima, a ujedno i kao osnovica za određivanje šumskih taksa u šumama povoljnijih položaja.

Opravdanje za takav postupak u planskoj privredi leži u tome, da vlasnici takvih šuma (zemljišne zajednice, imovne općine i t. d.) ne produciraju ispod proizvodne cijene, što bi nastalo, kad bi šumska taksa bila niža od te najviše proizvodne cijene. U planskoj privredi treba vlasnici da i od tih šumskih gospodarstava dobiju natrag godišnje upravne i proizvodne troškove te neku zaradu u obliku kamata i rizika poduzeća. Naime i u tim je gospodarstvima potrebna izvjesna zarada zbog pojačanja i proširenja proizvodnje.

Uz uvjet stalnog gubitka u gospodarstvu vlasnici šuma morali bi sjeći više, nego što dopušta racionalno gospodarstvo, te bi ga s vremenom uništili, odnosno oni u tim šumama ne bi mogli dalje voditi šumsko gospodarstvo. Ovakvo stanje bilo bi od štete za narodnu privredu, jer se normalnim putem ne bi više mogle pokriti potrebe na drvu, koje su znatne, nego bi se vršili jaki zahvati u preostalim šumama.

Međutim valja istaći, da država u planskoj privredi može u šumskom gospodarstvu uzeti za šumsku taksu individualnu proizvodnu cijenu po kubnom metru drvne mase na onome bonitetu, koji je u sveukupnoj površini šuma najjače zastupan, ili individualnu proizvodnu cijenu sa srednjeg boniteta. Razumije se, da u tom slučaju zemljišnu rentu plodnosti mogu dati samo oni bonitetni razredi, kod kojih je individualna proizvodna cijena niža od šumske takse. Kod takvog će se stanja producirati u nepovoljnim razredima troškova transporta na nekim bonitetima zemljišta s gubitkom.

Kao najnerentabilnija vrsta drveća ili vrsta, koja proizvodi drvnu materiju uz najviše troškove po kubnom metru, smatra se bukva, što je naprijed i dokazano. Zbog toga njena maksimalna proizvodna cijena ili šumska taksa po kubnom metru može služiti kao osnovica za određivanje šumskih taksa kod ostalih vrsta drveća.

Ovakav postupak opravdava činjenica, da bi vlasnici, kad bi se kao osnovica za određivanje šumskih taksa preko spomenutih omjera, uzela druga vrsta drveća, koja ima manju proizvodnu cijenu nego bukva, proizvodili u mnogim šumama ispod proizvodne cijene ili s gubitkom.

No osim toga, ako se uzme maksimalna proizvodna cijena bukve kao šumska taksa i osnovica za određivanje šumskih taksa ostalih vrsta drveća, dale bi neke od glavnih vrsta šum-

skog drveća veće zemljišne rente, a to bi djelovalo pozitivno i u ekonomskom pogledu, jer bi se čiste bukove sastojine prevodile u mješovite.

Kritika navedene primjene dade se svesti na ove momente:

1. Navedeni izvod šumske takse sadrži mnoge osebine teorije zemljišnog čistog prihoda, što je i razumljivo, jer se teorija zemljišnog čistog prihoda osniva na produkcionim troškovima. Prema tome kritika slabih strana teorije zemljišnog čistog prihoda, koja se odnosi na odredivanje troškovne vrijednosti drvne zalihe, na veličinu računskog kamatnjaka i stope ukamaćivanja drvne zalihe, vrijedi i ovdje, jer se i ovdje radi o kamatama drvne zalihe.

Prije svega mogla bi se u planskoj privredi podvrći kritici sama opravdanost računanja s kamatama drvne zalihe i to za sve šume tipa prašume, a i za ostale šume, gdje drvna zaliha ne predstavlja zbiljne troškove (»investiciju«).

Utvrđivanje kamata drvne zalihe, od kojih znatno zavisi veličina šumske takse, vrlo je nesigurno. Uzrok toj nesigurnosti nalazi se u različitom shvaćanju o tome, kako valja odrediti reprodukcionu cijenu drvne zalihe, t. j. mora li se ona odrediti na temelju računa s kamatama na kamate ili na temelju običnog kamatnog računa ili uopće bez kamata; zatim, kolika treba da bude veličina računskog kamatnjaka kao i stope, kojom se ukamaćuje drvna zaliha.

Što se tiče računskog kamatnjaka i stope ukamaćivanja drvne zalihe, oni se danas mogu uzeti sa 2%, ako se povežemo na prosječne veličine, kao što je prosječni postotak ukamaćivanja (stopa dobiti) šumskog gospodarstva i prosječni postotak prirasta drvne zalihe. Međutim, i 2%-na stopa ukamaćivanja može se jednako podvrći kritici kao što je u svoje vrijeme bio kritiziran »objektivni šumski kamatnjak« od 3%, s kojim se računalo u teoriji zemljišnog čistog prihoda.

Sve su to uzroci, koji stvaraju ne malu nesigurnost prilikom kalkulacije šumske takse.

U planskoj privredi može ih država ukloniti, ako propiše način, kako će se odrediti reprodukciona cijena drvne zalihe i kolika će biti stopa ukamaćivanja drvne zalihe.

Iznesena kritika otpada, ako u kalkulaciju ne ulaze kamate drvne zalihe.

2. Veličina šumske takse, određene na gornji način, funkcija je ophodnje. Ako se mijenja duljina ophodnje, mijenja se i veličina šumske takse, ma da su svi ostali uvjeti produkcije nepromijenjeni.

Uzrok je ovome odnosu u tome, da je veličina sveukupnog godišnje proizvedenog prirasta ili etata drvne mase zavisna

od duljine ophodnje, od koje je ujedno zavisna i veličina reprodukcione cijene drvne zalihe, a prema tome i njenih kamata. Zbog toga se za potpuno jednake sortimente i inače jednake uvjete proizvodnje dobivaju različite šumske takse, ako se gospodari u različitim ophodnjama.

Takvo stanje bilo bi nezgodno u planskoj privredi. Da se ono ukloni, valja kalkulaciju šumske takse provesti polazeći od jedne čvrste danas uobičajene ophodnje.

3. Šumska taksa zavisna je od njegovanja sastojina, t. j. u glavnom od načina proređivanja, jer od toga zavisi veličina i struktura godišnje proizvedenog prirasta ili etata drvne mase. Zbog toga, da bi se i s te strane postigla jednakost, valja prilikom kalkulacije šumske takse uzeti u obzir objekte s uobičajenim načinom njegovanja i proređivanja sastojina.

4. Preborna je šuma, što se tiče kalkulacije šumske takse, podvrgnuta regularnoj visokoj šumi t. j. šumi oplodne i gole sječe. Uzrok je tome u činjenici, da je za utvrđivanje reprodukcione cijene drvne zalihe, a prema tome i njenih kamata, potrebno poznavanje ophodnje ili starosti pojedinih sastojina, a u zbiljnoj prebornoj šumi ophodnja je obično nepoznanica.

5. U terenu treba pronaći približno normalne ili neke prosječne šumske objekte odnošno sastojine na zemljištu najlošijeg boniteta i položaja prema drvnom tržištu, te utvrditi veličinu i sastav godišnjeg etata glavnog sječivog prihoda i prihoda od proreda ili godišnje proizvedenog prirasta s obzirom na sortimente. Taj rad oko izbora objekata stavlja dosta poteškoća i zavisi mnogo od subjektivnih i stručnih shvaćanja stručnjaka, koji ga izvode.

6. Određene šumske takse valja u planskoj privredi slati na odobrenje uredu za cijene. Po bilo kojem uzroku one mogu da budu preniske ili previsoke u odnosu prema cijenama ostalih važnih proizvoda ili roba.

Ako su šumske takse u odnosu prema cijenama ostalih važnih proizvoda i preniske, može ih ured za cijene usvojiti i odobriti, jer osim pokrića produkcionih i upravnih troškova iskazuju još i neku zaradu. No tim momentom može se doći u sukob s težnjom današnje naše šumskoekonomske politike, koja ide za tim, da drvo štedi do krajnosti, te da ga zamijeni drugim kakvim materijalima, gdjegod je to samo moguće. Uz uvjet niskih šumskih taksa, možda bi se naime i jeftinije ložilo drvetom nego ugljenom, možda bi se jeftinije i gradilo drvetom nego ostalim gradevnim materijalom. To bi imalo za posljedicu veliku potražnju za drvetom, a prema tome i za jačom sječom.

Osim spomenutog, ako je kupac drveta Zemaljsko šumsko poduzeće, šumsko se gospodarstvo odriče u tom slučaju svoje

veće zarade u njegovu korist, što nije ispravno niti dobro, kako smo u početku ove rasprave istakli. Ova napomena odnosi se i na neposredne potrošače drveta (seljake, obrtnike i t. d.).

Previsoke šumske takse snižavao bi ured za cijene i to na račun zarade sve dotle, dok zarada ne bi odgovarala zaradi, koja je prosječno ili normalno dopuštena u planskoj privredi, a u skladu sa općom politikom cijena.

V. ODREĐIVANJE ŠUMSKE TAKSE NA BAZI DRŽAVNOG BUDŽETA I UPOREĐIVANJEM

1. Iz gornjeg izlaganja vidjeli smo slabe strane dosad navedenih načela za određivanje šumske takse. Prikazali smo i slučajeve, koji mogu nastati prilikom podastiranja šumskih taksa na odobrenje uredu za cijene.

Zbog toga držimo, da u planskoj privredi treba utvrđene šumske takse još prije podastiranja uredu za cijene uporediti s odredenim (prodajnim) cijenama ostalih važnih proizvoda.

No osim toga stojimo i na stanovištu, da je najispravnije, ako se šumske takse državnog šumskog gospodarstva izvode izravno iz rashodnih stavaka državnog budžeta za šumarstvo i to na temelju prosječnih (po jedinici površine uzetih) upravnih i proizvodnih troškova toga gospodarstva. Ti u državnom budžetu predviđeni troškovi odgovaraju ekonomičkim (racionalnim) troškovima prema prilikama, koje postoje, a osim toga u državnom se budžetu najbolje ogleda cjelokupni život države i pojedinih njenih privrednih grana, među koje spada i državno šumsko gospodarstvo.

Kao troškove, koji ovdje dolaze u obzir, treba uzeti samo proizvodne i upravne troškove državnog šumskog gospodarstva, te se zbog toga od ukupnog budžeta rashoda za šumarstvo moraju odbiti: tangente, što ih plaćaju nedržavne šume, kojima država upravlja; zatim investicioni izdaci za podizanje novih zgrada, šumskih prometala, melioracija, izdaci za pošumljavanje krša i golijeti, propagande šumarstva i t. d. Ovo odbijanje valja provesti s obzirom na propise Općeg uputstva za kalkulaciju u privrednim poduzećima.[1])

Po utvrđenju sveukupnih godišnjih proizvodnih i upravnih troškova državnog šumskog gospodarstva kao i cjelokupne površine državnih šuma, s kojima se stvarno gospodari, dobili bi se diobom troškovi, koji otpadaju na jedinicu površine.

Na temelju tih troškova i naprijed izloženih načela odredile bi se šumske takse, koje potom valja staviti u odnos prema prosječnoj radničkoj nadnici, prosječnoj cijeni pšenice, gra-

[1]) Zbornik zakona uredaba i naredaba XI. svezak 1945., str. 832 i 833.

devnih materijála, ugljena i t. d. i utvrditi omjere (indekse), u kojima ona prema njima stoji.

Kao mjerilo, da li taj odnos u planskoj privredi odgovara, mogu poslužiti izabrani omjeri ili indeksi iz prijašnjih godina odnosno omjeri, koji se danas s obzirom na sadašnje ekonomsko stanje naroda i obnovu zemlje žele tek postaviti.

Cilj je ovom upoređivanju ukloniti mogućnost, da u planskoj privredi budu šumske takse previsoke ili preniske u odnosu prema prosječnoj radničkoj nadnici i cijenama najvažnijih za život proizvoda, te da se s njima povežu. U pogledu na ovo upoređivanje valja još istaći, da je taj postupak opravdan zbog toga, što je rad onaj činilac, koji stvara vrijednosti, i jer od visine radničke nadnice zavisi stanje života radnog naroda. Upoređivanje sa cijenom pšenice opravdano je opet zbog toga, jer je pšenica glavna hrana civiliziranih naroda. Prema tome cijena pšenice — kao glavnog prehranbenog sredstva — i cijena drveta kao gospodarskog dobra, koje je (bilo direktno ili indirektno) radnom narodu za podmirenje dnevnih potreba prijeko nužno, moraju stajati u povoljnom i ispravnom odnosu spram prosječne radničke nadnice.

Ako se prilikom upoređivanja utvrdi, da se omjeri, u kojima određene šumske takse stoje prema prosječnoj radničkoj nadnici i prema cijenama ostalih važnih proizvoda, znatno razlikuju od onih, koji se traže u planskoj privredi, valja ih snižavanjem ili povisivanjem šumskih taksa dovesti u traženi odnos. Dakle, korekturu valja provesti samo tada, ako su te razlike znatne.

U slučaju da su šumske takse preniske, moraju se povisiti, te će zarada državnog šumskog gospodarstva biti veća, nego što je prvobitno uzeto u kalkulaciju. Tu veću zaradu, koja je u skladu s općom gospodarskom politikom države, može država upotrijebiti za lakše ispunjavanje sebi postavljenih planova (održavanje, proširivanje i usavršavanje gospodarskog i kulturnog života naroda i sl.).

Ako se nakon provedene uporedbe utvrdi, da su šumske takse previsoke, moraju se sniziti, dok se opet ne postignu traženi omjeri ili odnosi.

U ovom slučaju mora državno šumsko gospodarstvo da se odrekne jednog dijela svoje zarade, koji je predviđen u kalkulaciji. Posljedica toga snižavanja šumskih taksa može biti, da one postanu niže od troškovnih cijena za neke vrste drveća na zemljištima lošeg boniteta i položaja prema drvnom tržištu. To znači, da bi se u takvim šumama imalo proizvoditi s gubitkom.

No u tom slučaju treba državno šumsko gospodarstvo da utvrdi taj gubitak, te da ga knjiži i iskaže kao svoj prinos

gospodarskoj politici države, koja ide za dizanjem proizvodnje, snižavanjem cijena i jačanjem narodne valute.

2. S obzirom na spomenuto upoređivanje šumske takse s prosječnom radničkom nadnicom i prosječnim cijenama najvažnijih proizvoda izvest ćemo još jednu metodu za određivanje šumske takse na temelju tih omjera kao i državnog budžeta rashoda.

U cilju određivanja šumske takse po ovoj metodi valja najprije utvrditi godišnji budžet rashoda za državno šumsko gospodarstvo sa sveukupnim troškovima proizvodnje i uprave državnog šumskog gospodarstva, kao i sa izdacima za pošumljavanje krša i golijeti, za investicije (prometna sredstva, zgrade) i t. d. Zatim treba odrediti cjelokupni godišnji prirast ili etat državnih šuma, s kojima se stvarno gospodari.

Ako nakon toga sve ovako predvidene godišnje izdatke državnog šumskog gospodarstva podijelimo s godišnjim prirastom ili etatom drvne mase, dobit ćemo prosječnu šumsku taksu toga etata po kubnom metru, bez obzira na vrste drveća i njihove sortimente kao i bez obzira na mjesta, gdje se šume nalaze.

Tu taksu valja sad staviti u odnos prema prosječnoj radničkoj nadnici, prosječnoj cijeni pšenice, građevnih materijala, ugljena i t. d. Ova operacija pokazat će nam, da li ta taksa prema ovim drugim prosječnim veličinama stoji u ispravnim omjerima. Ako je ona prema ovim drugim prosječnim veličinama preniska, valja je povisiti, a ako je previsoka, valja je sniziti dok se ne dobije traženi odnos. U drugom slučaju neke će se stavke u državnom budžetu rashoda morati brisati, morat će se dakle provoditi štednja.

Međutim, prouči li se odnos, koji obično postoji između državnih budžetskih rashoda za šumarstvo i godišnjeg prirasta mase u državnim šumama, vidjet ćemo, da ovako ustanovljena šumska taksa predstavlja relativno malen iznos.[1]) Zbog toga postoji vjerojatnost, da bi se u slučaju provođenja spomenute uporedbe s prosječnim cijenama najvažnijih proizvoda morala povisiti.

Budući da bi prosječna šumska taksa spomenutim uporedbama bila povezana s prosječnim cijenama važnijih proizvoda, za koje se cijene i zarada utvrđuju sa znatnom sigurnošću, to bi se zarada u prosječnoj šumskoj taksi podigla na visinu neke »normalne zarade«, koju država dopušta u planskoj privredi, a koja je u skladu s općom politikom cijena. Sa šumskom tak-

[1]) Prema podacima s kojima raspolažemo, iznosit će budžet rashoda za šumsko gospodarstvo NRH oko 170,000.000 din., a godišnji prirast državnih šuma oko 3,000.000 m³. Prema tome bi prosječna šumska taksa iznosila oko 57 din./m³.

som dobivenom ovako po kubnom metru imala bi se pomnožiti drvna masa sveukupnog godišnjeg etata (prirasta) državnih šuma (bez obzira na vrstu drveća i sortimente), te bi se tako dobio godišnji bruto-prihod državnog šumskog gospodarstva. Taj prihod morao bi se raspodijeliti na različne u godišnjem etatu zastupane vrste drveća, zatim na njihove sortimente kao i na razrede transportnih troškova.

Razdiobu bruto-prihoda državnog šumskog gospodarstva valja ponajprije provesti po vrstama drveća, koje su zastupane u godišnjem etatu (prirastu), a to su obično sve glavne vrste šumskog drveća. Razdioba bi se provela prema omjerima, u kojima su zastupane pojedine vrste drveća sa svojom drvnom masom u godišnjem etatu, kao i prema prosječnim omjerima, u kojima su stajale njihove prosječne cijene na panju odnosno, u kojima — prema naročitim ciljevima državne ekonomske politike — treba da stoje međusobno njihove prosječne šumske takse.

Na taj način dobio bi se novčani iznos, koji otpada na vrste drveća s obzirom na njihovu kakvoću i upotrebljivost kao i s obzirom na zastupanu količinu drvne mase u godišnjem etatu (prirastu).

Pošto je određen novčani iznos, koji pripada pojedinim vrstama drveća, valja za svaku pojedinu vrstu drveća utvrditi novčani iznos, koji na nju otpada s obzirom na udaljenost šume od drvnog tržišta ili na razrede transportnih troškova.

Što se tiče troškova izradbe i opće režije, oni se mogu u glavnom smatrati stalnima po jedinici volumena za istu vrstu drveća i iste sortimente, te zbog toga imaju uvijek jednak utjecaj na šumsku taksu, pa se puštaju iz računa.

Novčani iznos, koji otpada na svaku pojedinu vrstu drveća, razdijelio bi se na razrede troškova transporta u omjerima, u kojima stoje oni međusobno, kao i u omjerima, kako je pojedina vrsta drveća zastupana količinom drvne mase u pojedinom razredu troškova transporta.

Dobiveni novčani iznos, koji otpada na svaku pojedinu vrstu drveća i razred troškova transporta, valja na spomenuti već način razdijeliti na pojedine sortimente.

Ovom konačnom operacijom došlo bi se do šumskih taksa za različite vrste drveća i njihove sortimente, te za različite položaje šuma prema drvnom tržištu.

Da bi se gornji postupak mogao izvršiti, potrebno bi bilo, da drvosječni prijedlozi, osim diobe drvne mase na građevno i ogrjevno drvo, dadu i njenu raspodjelu ili strukturu u postotnom iznosu ili u omjeru sortimenata.

Tako dobivene šumske takse ne bi, naravno, bile rezultat samoga gopodarenja u državnim šumama nego i rezultat opće

državne ekonomske politike, kojoj je podređeno i šumsko gospodarstvo kao dio općeg narodnog gopodarstva.

Za određivanje šumskih taksa po ovoj metodi trebalo bi uzeti u obzir samo godišnji etat drvne mase, koji je jednak sveukupnom godišnjem prirastu državnih šuma, a ne etat manji ili veći od toga prirasta. Prema tome zahvati u drvnu zalihu ne bi smjeli imati utjecaja na određivanje šumskih taksa.

Utvrđivanje sveukupnog godišnjeg prirasta može se provesti tako, da se odredi u prosjeku njegov iznos po jedinici površine za pojedine vrste drveća, a bez obzira na bonitetne razrede, koji u prvo vrijeme ne bi imali doći u obzir samo s razloga, jer još ni nemamo podataka o razdiobi naših šuma na bonitetne razrede.[1])

Za točno određivanje prirasta trebalo bi voditi materijalnu bilancu.

Kao što je vidljivo, šumske takse, određene po ovoj metodi, bile bi rezultat sveukupno proizvedenog godišnjeg prirasta drvne mase, svih glavnih vrsta šumskog drveća i nekog prosječnog stojbinskog boniteta. To svojstvo ove metode predstavljalo bi svakako njenu značajnu vrlinu.

Na temelju opisane metode mogu se za pojedine vrste drveća dobiti šumske takse, koje bi bile niže od njihovih individualnih troškovnih cijena. To bi bilo na zemljištima lošijeg boniteta i položaja prema drvnom tržištu. Na tim zemljištima proizvodilo bi se dakle s gubitkom. No drugi bolji bonitetni razredi i položaji prema drvnom tržištu dali bi taksu veću od individualnih troškovnih cijena, pa bi se taj gubitak izravnao.

Ova metoda obuhvaća državno šumsko gospodarstvo i njegov proizvod (prirast drveta) kao cjelinu, te u svemu ide iz velikog u malo to jest od opće državne gopodarske politike na šumsko gospodarstvo i njegov bruto-prihod, a od njega na pojedinačne šumske takse različitih vrsta drveća i njihovih sortimenata. No po njoj nije poznata struktura cjelokupne zarade državnog šumskog gospodarstva. Godišnja zarada državnog šumskog gospodarstva jednaka je razlici između godišnjeg bruto-prihoda i godišnjih troškova proizvodnje i uprave ili razlici između godišnjeg bruto-prihoda i troškovne cijene sveukupno proizvedenog prirasta. Uzrok nepoznavanju njene strukture bio bi taj, što je ona određena na temelju omjera, u kojem prosječna šumska taksa valja da stoji prema prosječnoj radničkoj nadnici i prosječnim cijenama ostalih važnih proizvoda, a nije određena neposredno na osnovi veličina, koje država dozvoljava kao zaradu.

Međutim, ako je potrebno poznavanje strukture zarade, tada se ona može računskim putem rastaviti na elemente, koje

[1]) Vidi statistiku Ministarstva šuma i rudnika, Beograd 1940.

država u planskoj privredi dozvoljava kao zaradu. Ako bi ti elementi bili: kamate uloženih kapitala i drvne zalihe, zemljišrente položaja i plodnosti te riziko poduzeća, onda valja najprije utvrditi kamate kapitala uloženih u šumsko gospodarstvo i riziko poduzeća. Po njihovu odbitku od zarade dobiva se šumska renta državnog šumskog gospodarstva, koju opet možemo rastaviti na njene elemente. To su zemljišne rente položaja i plodnosti kao i kamate drvne zalihe. Po odbitku tih kamata preostaje suma zemljišnih renta položaja i plodnosti, od kojih valja najprije utvrditi diferencijalnu rentu položaja (na temelju razreda transportnih troškova i etata drvne mase kao i na temelju raspodjele etata u pojedinim od tih razreda). Po odbitku ove rente preostaje renta plodnosti. Razumije se, da se zarada može razdijeliti na sve gore spomenute elemente samo tada, ako bi postojala u odgovarajućoj veličini.

Što se tiče slabih strana ove metode valja istaći, da i za nju vrijede mnoge napomene, koje smo iznijeli kod kritike prve metode. One dolaze do izražaja kod određivanja godišnjeg prirasta drvne mase.

Šumske takse utvrđene po bilo kojem od ovdje iznesenih načela, imale bi vrijediti u glavnom za unutarnje, tuzemno tržište. Što se tiče šumskih taksa, koje bi se dobile kad bi se izvele deduktivnim putem iz prodajnih cijena za drvo namijenjeno izvozu, treba naglasiti, da bi njihova veličina bila zavisna od trgovačkih ugovora i trgovinske politike države.

Prikazavši glavna načela, po kojima se u planskoj privredi može odrediti šumska taksa, napominjemo, da ona mogu doći do primjene u različitim kombinacijama, a u vezi s politikom cijena, koju vodi država. Međutim sve te kombinacije imale bi za podlogu glavna načela iznesena u ovoj radnji, kojoj je bila svrha da s teoretskog stanovišta obradi problem izravnog određivanja šumske takse na temelju proizvodnih i upravnih troškova šumskoga gospodarstva.

RÉSUMÉ

Après avoir développé les principes généraux qui, en économie planifiée, peuvent servir de base pour la détermination de la »taxe forestière« (prix du bois sur pied), j'indique une méthode toute spéciale concernant cette détermination. À l'aide de cette méthode on obtient la taxe forestière en se basant sur les frais de production et d'administration forestières. La mé-

thode mentionnée est essentiellement basée d'après les points suivants:

Il faut tout d'abord établir le budget d'Etat des dépenses annuelles comprenant les frais de production et de gestion des forêts (frais de boisement et d'investissement inclus). Ensuite il faut déterminer l'accroissement courant annuel de forêts. Si on divise ces dépences avec l'accroissement courant annuel du volume, on obtient le prix provisoire d'un mètre cube de bois sur pied sans tenir compte, ni des différentes essences et catégories de bois, ni de la position des forêts.

Il faut comparer ce prix d'après le salaire moyen des ouvriers et celui des produits de première importance. La comparaison faite, on voit immédiatement s'il y à lieu d'établir une hausse ou une baisse du prix provisoire du bois.

Par ce procédé la »taxe forestiere« est liée avec les prix de vente des produits de première importance et correspond à la politique des prix fixés par l'Etat.

En multipliant ce prix, fixé d'après cette comparaison, avec l'accroissement courant annuel global des forêts d'Etat, on obtient le rapport brut annuel de l'exploitation des forêts d'Etat.

Ensuite il faut attribuer ce rapport courant annuel brut: 1. aux différentes essences d'arbres, formant l'accroissement annuel, 2. aux différentes classes des frais de transport (position des forêts), 3. aux différentes catégories de bois. Par ce procédé nous obtenons les »taxes forestières«.

Ces taxes forestières, n'ont en général d'importance que pour le marché intérieur.

Prof. Dr. A. Levaković:

O analitičkom izražavanju sastojinske strukture

(Structure des peuplements — sa description analytique)

SADRŽAJ (SOMMAIRE)

I. UVOD

Pod »strukturom« sastojine obično se razumijeva debljinska njena struktura (prosuđivana na temelju debljina izmjerenih naravski u visini prsiju). Pod ovom pak strukturom razumijevaju se u glavnom omjeri, u kojima je ukupni sastojinski broj stabala raspodijelen na pojedine debljinske stepene.

Poznato je, da najtanjih i najdebljih stabala ima u jednodobnoj ili približno jednodobnoj sastojini obično najmanje, a stabala poprilici srednje debelih najviše. Zapravo je samo jedno od svih stabala sastojine zaista najtanje i samo jedno od njih zaista najdeblje. Ali ako stabla svrstamo u debljinske stepene i ako se k tome radi o širim stepenima, može i u ekstremne stepene da padne po više njih. Što se pak — počevši od oba kraja debljinskog varijacionog područja unutar sastojine — više udaljujemo u smjeru prema sredini toga područja,

to broj stabala u pojedinim stepenima u pravilu sve više raste, dok negdje između oba kraja ne dostigne iznos maksimalan.

U koji stepen pada taj maksimum, zavisi od raznih okolnosti. U glavnom odlučuje u ovom pogledu gustoća sastojine, a ne mala važnost pripada osim toga specifičkim svojstvima pojedinih vrsta drveća u pogledu podnošenja jačeg ili slabijeg stupnja zasjene.

U srednje gustim sastojinama izvjesnih vrsta drveća (umjerenih prema svjetlu i zasjeni) nalazi se maksimum poprilici u sredini spomenutog područja, u gustim sastojinama negdje između sredine i lijevog (tanjeg) kraja, a u rijetkim sastojinama negdje između sredine i desnog (debljeg) kraja. U ekstremno gustoj sastojini dešava se, da se maksimum nalazi baš u samom najslabijem stepenu i to čak i u prvoj polovici toga stepena, kao što to npr. pokazuje sl. 7, koja (kao što ćemo još vidjeti) indirektno predočuje variranje stepenskog broja stabala u mladoj jednoj (ekstremno gustoj) smrekovoj sastojini. Uzlazni dio dotične varijacione (raspodjelbene) krivulje velikim se svojim dijelom posve stapa s ordinatnom osi.

Raspodjela stabala na debljinske stepene može da bude i drugačija od raspodjele, o kojoj je ovdje riječ. Može se naime desiti, da raspodjelbena krivulja ima ne jedan nego dva izrazita maksimuma (»vrška«, »vrha«), kao što je to npr. pokazao Miletić.[1] To biva, ako se na jednoj te istoj površini nalaze u smjesi zapravo dvije, po starosti izrazito različite sastojine (jedna izrazito nadstojna i jedna izrazito podstojna), pa ako se one u pogledu strukture tretiraju kao jedna jedinstvena sastojina. O takovim slučajevima neću ovdje voditi računa.

Variranje stepenskog broja stabala s udaljenošću pojedinog stepena od lijevog kraja spomenutog područja prikazuje se grafički vrlo često. Obično se to čini tako, da se k sredinama debljinskih stepena (X_1, X_2, ... X_ν) kao apscisama nanose kao ordinate (kao y-iznosi) ne apsolutni stepenski brojevi stabala (N_1, N_2, ... N_ν), nego relativni brojevi tih stabala t. j. brojevi izraženi kao dijelovi ukupnog broja stabala u sastojini $\left(\frac{N_1}{N}, \frac{N_2}{N}, \cdots\cdots \frac{N_\nu}{N}\right)$, gdje je

$$N_1 + N_2 + \cdots\cdots + N_\nu = N \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Krivulje, koje na taj način nastaju, zovu se krivuljama »relativnih učestalosti« ili — što je isto — krivuljama »relativnih frekvencija« (»frekvencija« od latinskog izraza »frequenter« t. j. »često«). Nasuprot, nanošenjem apsolutnih ste-

[1]) Miletić: Istraživanja o strukturi bukovih sastojina... Šumarski List 1930, str. 122. Sravni također »Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre, Jena 1926«, str. 312—314.

penskih brojeva stabala nastaju krivulje »apsolutnih učestalosti«. Prednost opredjeljivanja i nanošenja relativnih učestalosti u tome je, da su one podesnije za razne komparacije, pošto s obzirom na jednadžbu (1) suma svih relativnih učestalosti mora uvijek (i za bilo kako veliku dot. malenu sastojinu) da bude jednaka samo običnoj jedinici, dakle:

$$\frac{N_1}{N} + \frac{N_2}{N} + \ldots\ldots + \frac{N_\nu}{N} = 1 \ldots\ldots\ldots (2)$$

Ako kao jedinicu uzmemo broj 100, onda su relativne učestalosti izražene procentima broja N, pa prema tome suma svih relativnih učestalosti može i mora u tom slučaju da bude jednaka samo broju 100. Bolje je međutim uzeti kao mjerilo učestalosti običnu jedinicu, jer je u tom slučaju rješavanje svih problema skopčanih s utvrđivanjem sastojinske strukture bitno jednostavnije. Naročito ovo vrijedi za obrazovanje izvjesnih s tim problemima povezanih specijalnih izraza t. j. izraza za tzv. aritmetičke sredine. Izrazi ovi karakterizovani su oblicima:

$$\left.\begin{aligned} A_n^n &= \frac{N_1X_1^n + N_2X_2^n + \cdots + N_\nu X_\nu^n}{N_1 + N_2 + \cdots + N_\nu} \\ &= \frac{N_1}{N}X_1^n + \frac{N_2}{N}X_2^n + \cdots + \frac{N_\nu}{N}X_\nu^n \end{aligned}\right\} \ldots\ldots (3)$$

od kojih ovaj drugi predstavlja samo jednu jedinstvenu sumu t. j. sumu produkata, što ih n-^{te} potencije raznih pojedinačnih vrijednosti izvjesne promjenljive veličine X obrazuju sa svojim relativnim učestalostima.

Učestalosne krivulje dobivene izravnim spajanjem nanesenih točaka isprekidane su naravski, pa čak i za sasvim pravilne sastojine. One se međutim na razne načine mogu izjednačiti u kontinuirane (besprekidne, glatke, pravilne) krivulje, koje u jednodobnim ili približno jednodobnim sastojinama imaju — kao što je rečeno — samo po jedan maksimum (»vršak«, »vrh«) i obično po dvije infleksione točke.

Nepravilne (isprekidane) frekvencijske krivulje predstavljaju npr. nespojene točke na slikama 5 i 7, duž čijega su toka (po prilici kroz njegovu sredinu) povučene izjednačene, pravilne krivulje. Kao što ćemo vidjeti, izjednačenje je izvedeno računskim putem. Slike nam pokazuju, da frekvencijska krivulja ima kadšto oblik prilično simetričan prema maksimalnoj ordinati, ali da kadšto — kao što je rečeno — zna biti i ekstremno asimetrična.

Poznato je, da u odraslim (jednodobnim ili približno jednodobnim) sastojinama najslabiji debljinski stepen sastojine počinje s prsnovisinskim promjerom već prilično velikim (s preko 10 i više centimetara). Na slici 1 iznos toga promjera šematski je predočen dužinom označenom sa X_{min}. U takvim dakle sastojinama frekvencijska krivulja sasvim očito počinje i mora da počinje sa y-iznosom nalaznim baš u samoj apscisnoj osi, dakle s y-iznosom baš jednakim nuli.

Nastaje sada pitanje, da li ovo vrijedi i za mlade jednodobne sastojine, koje su tek dorasle za klupovanje, u kojima dakle — već prema prilikama — zna biti i dosta stabalaca nižih od 13 dm, dakle stabalaca s prsnovisinskim promjerom još jednakim nuli. Nastaje također pitanje, da li to vrijedi i za sastojine pravilne prijeborne šume, u kojima — već prema samom pojmu te šume — mora da bude zastupan čak i vrlo velik broj individua nižih od 13 dm, t. j. broj tolik da znatno nadmašuje broj individua pripadnih najslabijem u sastojini konkretno zastupanom debljinskom stepenu.

Prema formulaciji ovih pitanja izgleda, kao da se tu radi o slučajevima posve drugačijim od slučajeva karakterističnih za odrasle jednodobne sastojine. U pogledu mladih i gustih jednodobnih sastojina izgleda kao razumljivo samo po sebi, da njihova frekvencijska krivulja mora da izlazi iz pozitivnog dijela ordinatne osi i to — već prema broju napomenutih nižih individua — iz točke od koordinatnog ishodišta više ili manje udaljene, ali tako da ta udaljenost ne mora da bude veća od bilo koje druge ordinate. U pogledu pravilne prijeborne šume izgleda, da dotični odsječak na pozitivnom dijelu ordinatne osi mora da bude veći od ordinate pripadne bilo kojem zasebno uzetom debljinskom stepenu, te da prema tome frekvencijska krivulja — počevši od dotične točke na ordinatnoj osi — mora neprestano samo da pada i to u formi krivulje skroz konveksne prema apscisnoj osi.

Na osnovi ovakovog zaključivanja jedan je švicarski stručnjak (H. A. Meyer) postavio čak i jedan analitički izraz za zakonomjerno izražavanje sastojinske strukture u pravilnim prijebornim šumama. Postavio ga je tako, da prema njemu frekvencijska krivulja u pravilnoj prijebornoj šumi mora da počima s maksimalnim iznosom nalaznim baš u samoj ordinatnoj osi, te da — u smjeru konveksnom prema apscisnoj osi — neprestano samo pada, ali tako da na iznos »nula« ne može u strogom smislu riječi da padne ni kod promjera uzetih beskonačno velikima.[2])

---

[2]) Vidi u tom pogledu »Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen« 1933, str. 37. Prema Meyerovu navodu na navedenom mjestu (slijedeća strana) on — postavljajući od oka taj izraz — nije znao, da je stvarno

Pokušajmo da na oba gore postavljena pitanja odgovorimo uočujući prilike onako, kako one treba da se uoče. Ovdje prije svega treba da uzmemo u obzir, da individui niži od 13 dm nemajući promjera u navedenoj visini nemaju ni osebine, na osnovi koje bi pri raspodjeljivanju stabala na debljinske stepene mogli uopće da dođu u obzir. Oni se stoga u sastojinu, za koju se ispituje debljinska struktura, ne mogu uopće ni da ubroje. Oni za nju u ovom pogledu ne postoje. Njihov broj u ovom pogledu izlazi nužno jednakim nuli. Dakle: izjednačena učestalosna krivulja i jedne i druge od navedenih dviju vrsta sastojine mora načelno da izlazi iz koordinatnog ishodišta, a nikako iz pozitivnog dijela ordinatne osi.

Stvar je naravski same strukture dotičnih sastojina, da li se kulminaciona točka izjednačene frekvencijske krivulje (sl. 7) nalazi bliže ili dalje od ordinatne osi. U samoj toj osi ova se točka načelno ne može da nalazi — osim naravski ako imamo kakvog naročitog razloga (recimo praktičkog), da je u tu os baš postavimo. U tom slučaju ne može se više govoriti o načelnom, objektivnom, od naše volje nezavisnom toku frekvencijske krivulje.

Prvi šumarski stručnjaci, koji su se bavili pitanjima sastojinske strukture ,pa prema tome i pitanjem učestalosnih krivulja (npr. Schuberg i Guttenberg),[3]) samo su ih izjednačivali — i to grafički i od oka. Ovaj način izjednačivanja nalazi se čak i kod nekih najnovijih autora (npr. Američanin W. H. Meyer, zatim Miletić, Jedlinski, Borkowski-Antosiewicz, Jezierski, Bruce-Schumacher).[4]) O takovom načinu izjednačivanja veli Cajanus,[5]) da je u izvedbi jako pristupačan subjektivnosti, kadšto

isti taj izraz, makar formalno u sasvim drugom obliku, postavio bio g. 1898. već Francuz Liocourt. U toj činjenici vidi on (na navedenom mjestu, str. 39) dragocjenu potporu za svoje izvode osnovane na spomenutom analitičkom izrazu. Ovaj Meyerov izraz navodim malo dalje [pod brojem (8)].

[3]) Schuberg: Aus deutschen Forsten I. Die Weisstanne. Tübingen 1888. str. 102—104; Guttenberg: Oesterreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen 1896, str. 319—327.

[4]) W. H. Meyer: u časopisu »Journal of agricultural research«, Washington 1928, str. 209; Miletić: na spom. mjestu, slika 2, 3, 7—35, 39—41; Jedlinski: Formation de la structure du peuplement sous l'influence d'âge et de circonstances écologiques, Warszawa 1929, str. 23, 28, 29; Borkowski-Antosiewicz: u Jedlinski-evom zborniku pod naslovom »Recherches sur les particularités de la structure, du développement et de l'accroissement des peuplements du pin en Pologne (Forschungen der Merkmale der Struktur, der Entwicklung und des Zuwachses der Kiefernbestände in Polen), Warszawa 1932, str. 65 i 66; Jezierski: u istom zborniku, str. 314—317, 330, 336; Bruce-Schumacher: Forest mensuration, New York and London 1942, str. 218, 272.

[5]) Cajanus: Über die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände, Acta Forestalia Fennica 3, Helsingfors 1914, str. 18.

pak gotovo i nemoguć. Pa ipak, sve i pored toga dešava se tu i tamo, da se baš na temelju ovakovih, približno i od oka izjednačenih frekvencijskih krivulja donose i zaključci, kadšto čak i dalekosežni.

Neki od najnovijih, pa čak i starijih autora (npr. Paczoski, Schmied, Jedlinski, Olszanski, Pilat, Vanselow, Kopřiva, Lönnroth, Tjurin, Flury[6]) donose grafikone navedene vrste uopće neizjednačene.

Nasuprot i prvoj i drugoj od ove dvije skupine autora ima ih također, koji strukturne (raspodjelbene) krivulje s pomoću izvjesnih matematičkih izraza izjednačuju računski (npr. Cajanus, Ilvessalo, američki Meyer, Kovács)[7]) ili takav postupak barem zagovaraju i više manje teoretski razvijaju (npr. Hohenadl).[8]) U pogledu potrebnih za to matematičkih izraza ovaj posljednji oslanja se na istaknute njemačke autore s područja varijacione statistike (biometrike dot. nauke o zajednicama ili kolektivima). To su Lipps, Bruns i Mises, čiji su radovi o ovim problemima bili objavljeni u vremenu od g. 1902. do 1912.

No već prije njega, a u oslonu na izvjesne matematičke izraze Šveđanina Charliera razvio je i ujedno demonstrirao slične principe Cajanus (na navedenom mjestu, str. 22—31) i to na bazi praktičnijoj, nego što je baza, s koje je pošao Hohenadl. Poslije njega spomenuti američki Meyer[9]) na opsežnom je materijalu iz američkih šuma također potanje demonstrirao i ujedno ispitao jedan od spomenutih

---

[6]) Paczoski: u časopisu »Sylvan«, god. 1928, str. 204, 205, 408, 409, 414, 417; god. 1929, str. 351, 352, 355—360; Schmied: u časopisu »Centralblatt für das gesamte Forstwesen« 1930, str. 273 i »Tafel« II; Jedlinski, pa posebno opet Olszanski: u navedenom zborniku str. 17, 18, 245—247, 265—268; Pilat: »Sylvan« 1932, str. 291 i 295; Vanselow: u časopisu »Forstwissenschaftliches Centralblatt« 1942, str. 35; Kopřiva: Lesnická Práce 1942, str. 147—149; Lönnroth: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, Acta Forestalia Fennica 30, Helsinki 1926 (prilog); Tjurin: Lesnaja taksacija, Moskva 1938, str. 112—119; Flury: Mitteilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstl. Versuchswesen, Band VII (1903), str. 68—72, 78, 80, 81, zatim Tafel 1a, 1b.

[7]) Cajanus: na spom. mjestu, str. 143 i dalje; Ilvessalo: Acta Forestalia Fennica 15, Helsingfors 1920 (Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, str. 12—18); američki Meyer: »Journal of agricultural research«, 1928, str. 210—214; Kovács: Erdészeti Kisérletek XXXVI, Sopron 1934, str. 170—173, 221. Švicarski Meyer (vidi notu 2) donosi doduše za prijeborne šume napomenutu frekvencijsku funkciju, ali je on za samo računsko izjednačivanje uopće ne primjenjuje. Izjednačivanje frekvencija vrši on na poseban jedan način od oka (vidi spomenuto mjesto, str. 40), a funkciju svoju primjenjuje za sasvim druge svrhe.

[8]) Forstwissenschaftliches Centralblatt 1922. str. 156—159, 186—194.

[9]) W. H. Meyer: Diameter distribution series in evenaged forest stands, New Haven, Yale University 1930.

Charlierovih izraza. Osim toga izraza (»izraz A«) Meyer je na navedenom mjestu demonstrirao i ispitao još jedan Charlierov izraz (»izraz B«), koji je također praktičniji od izrazâ Hohenadlovih.

Ovim uvodnim navodima nijesu obuhvaćeni svi pokušaji, koji su išli za tim, da se analitički što preciznije i pregnantnije izraze bitna svojstva raspodjelbenih krivulja. U slijedećem ću odsječku prijegled navedenih nastojanja još primjereno nadopuniti.

II. DOSADANJI ANALITIČKI IZRAZI ZA STRUKTURU SASTOJINE

U vezi s pređašnjim navodima razložit ću ovdje ukratko rezultat spomenutih njemačkih i švedskih, a po mogućnosti još i drugih nastojanja oko postavljenja što bolje »učestalosne funkcije«. Pri tome moram da zasegnem prilično daleko unatrag t. j. sve do Quételeta, jednoga od otaca varijacione statistike. Njemu je pred sto godina upala u oči izvjesna analogija između dvije karakteristične vrste tzv. »velikih brojeva«.

Jednu vrstu tih brojeva sačinjavaju, kao što je poznato, frekvencije rezultatâ dobivenih mnogostruko ponovljenom izmjerom jedne te iste veličine (npr. kakove dužine) t. j. brojevi, za koje se već od početka prošlog stoljeća znalo, da se približno ravnaju po tzv. Gaussovoj učestalosnoj funkciji (»Gaussovom zakonu«). Drugu vrstu tih brojeva sačinjavaju (kao što je također poznato) frekvencije rezultata dobivenih jednokratnom izmjerom kakove dimenzije (recimo visine ili debljine) na velikom broju istovrsnih, ali inače međusobno različitih živih individua.

U pogledu tih frekvencija Quételet je opazio, da se i one približno ravnaju po spomenutoj Gaussovoj funkciji. S obzirom na spomenutu analogiju, koju je on primijetio u znatnom broju slučajeva, držalo se isprva, da se i kod izmjere živih bića frekvencije pojedinih rezultata izmjere uvijek približno ravnaju po spomenutoj Gaussovoj funkciji dotično i po razvijenom nizu članova simetričnog binoma $(1/2 + 1/2)^n$, na kojemu se uz uslov $n = \infty$ Gaussova funkcija osniva. Kao što je poznato, ta funkcija glasi:[10])

[10]) Ovdje treba držati u vidu, da između relativne stepenske učestalosti kao ordinate i između pripadnog iznosa učestalosne funkcije kao ordinate postoji načelna i oštra razlika, o kojoj će kasnije biti govora. Za sada je dovoljno, ako istaknem, da je relativna stepenska učestalost veličina, koja prema pripadnom iznosu učestalosne funkcije stoji uvijek u odnosu upravne proporcionalnosti, ali koja je od toga funkcijskog iznosa uvijek znatno manja. Otud izlazi već samo po sebi, da se za stepensku učestalost s jedne i za

$$Y = Y_A \cdot e^{-H^2(X-A)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Nezavisna njena varijabila X varirajući kontinuitetno od najmanjeg do najvećeg svoga iznosa zauzima postepeno specijalne vrijednosti $X_1, X_2, \ldots X_\nu$ pripadne sredinama pojedinih jednako širokih intervala (u našem slučaju debljinskih stepena). Izraz A predstavlja prema formuli (3) aritmetičku sredinu prvoga stupnja. Radi jednostavnosti pišem ga ovdje bez indeksa (1). Specijalna njegova formula za slučaj naše u debljinske stepene razdijeljene sastojine glasi:

$$\left.\begin{array}{c} A = \dfrac{N_1 X_1 + N_2 X_2 + \ldots + N_\nu X_\nu}{N_1 + N_2 + \ldots + N_\nu} = \dfrac{[N_i X_i]}{[N_i]} \\ i = 1, 2, \ldots \nu \end{array}\right\} \ldots\ldots \quad (5)$$

Izraz H predstavlja izvjestan parametar, koji se za razne konkretne slučajeve izračunava po formuli:

$$H^2 = \frac{N}{2\,[N_i\,(X_i - A)^2]} \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

gdje prema načinu pisanja u teoriji pogrešaka običajnom uglata zagrada, jednako kao i pod (5), fungira kao simbol sume. Izraz e predstavlja bazu naravnih logaritama. U smislu jednadžbe (1) brojnik izraza pod (6) jednak je nazivniku izraza pod (5).

Prema izrazu (4) maksimalni Y-iznos (t. j. iznos Y_A) izlazi kao ordinata apscise $X = A$. Prema tome maksimalnom Y-iznosu sve ostale ordinate krivuljine stoje posve simetrično (pošto X-iznosu većem od A i X-iznosu za istu diferenciju manjem od A odgovara isti Y-iznos).[11])

Naprijed je rečeno, da debljinsko-frekvencijska krivulja sastojine može da bude približno simetrična, ali i vrlo asimetrična. Slučajevi mogućnosti znatne, pa čak i velike asimetrije opaženi su međutim i na raznim drugim kolektivima i to već naskoro iza toga što je Quételet za frekvencijsku krivulju živih kolektiva izabrao Gaussovu krivulju. Valjalo

---

učestalosnu funkciju s druge strane moraju upotrebljavati analogne doduše, ali međusobno različite oznake. Ako sam relativnu stepensku učestalost prema samoj naravi stvari već u dva navrata označio sa y, onda iz navedenog razloga moram samu učestalosnu funkciju označiti sa Y.

[11]) U ovome kao i u analognim slučajevima mogu se pod ordinatama krivuljinim s jednakim pravom razumijevati kako relativne stepenske učestalosti (izjednačeni y-iznosi) tako i sami iznosi učestalosne funkcije (Y-iznosi), jer su, kao što rekoh, jedni drugima proporcionalni.

je dakle pronaći analitički izraz, koji bi mogao dobro reprezentirati frekvencijske nizove i ovakovih, izrazito asimetričnih kolektiva.

Fechner je u tu svrhu predložio poseban jedan način za primjenu Gaussove funkcije, prema kojemu bi se parametar H imao zasebno da opredijeli za dio krivulje, koji se nalazi lijevo od maksimalne ordinate, a zasebno opet za dio krivulje nalazan desno od te ordinate.[12]) Gaussova funkcija s ovom izmijenjenom metodikom primjene davala je u slučajevima ne baš jake asimetrije prilično dobre rezultate, no u slučajevima jačih asimetrija pokazalo se, da ni ta izmijenjena metodika ne daje rezultate, koji bi zadovoljavali u potrebnoj mjeri.

Ovaj nedostatak Fechnerovog načina primjene izazvao je spomenuta nastojanja u Njemačkoj i Švedskoj. Rezultatom tih nastojanja bili su izvjesni agregati, sastavljeni od Gaussove funkcije i njenih derivacija, svrsishodno nadopunjenih s pomoću izvjesnih koeficijenata. Derivacije i dopunbeni koeficijenti imali su zadaću, da Gaussovu funkciju u slučaju njezine nedostatnosti automatski što bolje korigiraju. U Njemačkoj su ovakove agregate (svaki na svoj način) izveli i formulirali Lipps, Bruns i Mises.[13]) U Švedskoj je to (opet na svoj način) učinio Charlier.[14])

Kao što je vidljivo, iznos $Y = 0$ nije prema Gaussovoj funkciji (strogo uzeto) uopće moguć. On prema njoj nije drugo nego tzv. asimptotička vrijednost t. j. iznos, prema kojemu Y uz uslov $X = \infty$ samo konvergira, a da ga u strogom smislu riječi ne dostizava nigda. Osim toga ona jednako dopušta mogućnost i pozitivnih i negativnih X-vrijednosti, a to je (jednako kao i ono prvo) u očitoj protivnosti sa stvarnošću. Toga radi (sve i uz uslov beskonačno velikoga N) i Gauss je sam smatrao svoju funkciju samo približnim izrazom[15]) za svrhu, koju joj je namijenio i za koju se ona još i danas upotrebljuje (i to ne samo u teoriji pogrešaka nego i u biometrici). Taj nedostatak Gaussove funkcije očituje se jednako i kod spomenutih agregata, koji bi se prema Cajanusu i Hohenadlu imali primjenjivati za izjednačivanje sastojinske debljinsko-frekvencijske krivulje.

---

[12]) Fechner: Kollektivmasslehre, Leipzig 1897, str. 69, 271—282.

[13]) Lipps: Theorie der Collectivgegenstände, Leipzig 1902; Bruns: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmasslehre, Leipzig-Berlin 1906; Mises: Über die Grundbegriffe der Kollektivmasslehre, Jahresbericht der deutschen Mathematikervereinigung 1912, str. 9—20.

[14]) Charlier: Über die Grundzüge der mathematischen Statistik, 3. Auflage, Lund 1931.

[15]) Vidi Fechner: na navedenom mjestu, str. 75.

Hohenadlova varijanta primjene ima još daljnju jednu manu. Ona se naime osniva ne na debljinskim stepenima, nego na stepenima debljinsko-logaritamskim t. j. u gore navedenom izrazu pod (4), pa prema tome i u članovima odnošnog agregata, Hohenadl označuje sa X i A ne prsnovisinske promjere, nego njihove logaritme, čime cijeli postupak spomenutog izjednačivanja bez prave potrebe samo komplicira i otešćuje.

U predašnjem odsječku spomenuo sam, da je američki Meyer na opsežnom ispitivaćem materijalu iz američkih šuma demonstrirao i potanje ispitao još jedan Charlierov izraz dot. agregat za izjednačivanje raspodjelbenih krivulja. Taj drugi Charlierov agregat osniva se na jednom ekstremno asimetričnom izrazu Poissonovom, čija je asimetrija po svome smjeru inače slična onoj, koja je prikazana na ovdješnjim slikama 1—4 i 7.

Charlierov agregat osnovan na tome Poissonovom izrazu može doduše da se asimetričnoj raspodjelbenoj krivulji približi u velikoj mjeri, ali ipak ne zadovoljavajući u tom pogledu nigda kako treba. Još manje može on onda da zadovolji u slučajevima, kad se radi o sastojinama vrlo rijetkog obrasta t. j. kad je asimetrija raspodjelbene krivulje obrnuta onoj, koja je skicirana na sl. 1—4.

Na svome ispitivaćem materijalu konstatira tu okolnost i sam Meyer veleći, da je za guste i vrlo guste sastojine Charlierov »izraz B« bolji od »izraza A«, ali da je za srednje guste sastojine slika posve obrnuta. To je uostalom (s obzirom na spomenuto porijeklo obaju agregata) shvatljivo već na prvi pogled. U srednje gustim sastojinama raspodjelbena je krivulja približno simetrična. Tu prema tome mora bolje da odgovara »izraz A«, koji se osniva na Gaussovoj funkciji. Naprotiv u vrlo gustim sastojinama raspodjelbena je krivulja jako asimetrična i to u smislu asimetrije na sl. 1—4. Tu prema tome mora bolje da odgovara »izraz B«, koji se osniva na Poissonovoj funkciji.

Prednjim prijegledom nijesu, kao što rekoh, obuhvaćeni svi pokušaji oko postavljenja što boljeg analitičkog izraza za karakterizaciju raspodjelbenih krivulja. Ima tu još frekvencijskih izraza više manje povezanih u srodstveni odnos sa Gaussovom funkcijom (Edgeworth, Thiele),[16]) koji dakle također imaju spomenutu već teoretsku slabost. Osim toga navodi Wolff v. Wülfing na spomenutom mjestu (str. 116) još izraz:

[16]) Vidi o tome npr.: Wolff v. Wülfing: Over statistische Methoden en hare Toepassing op het Meten van Gemeenschappen, Buitenzorg 1927, str. 109 i d.

$$Y = K . X^B . e^{CX^D} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

gdje C očito mora da bude negativno, jer inače ne bi funkcija imala nikakova smisla. I tu se, kao što je vidljivo, radi o jednom upadno asimetrijskom izrazu, asimetrijskom u smislu ovdješnjih slika 1—4 i 7. Ni prema tome izrazu ne može Y nakon prijelaza u fazu padanja nikada strogo da padne na nulu. Osim toga parametar D nema ovdje uopće pravog smisla, a u stanju je da sasvim nerazmjerno otešča posao oko izjednačivanja krivulje. Ako se dakle stavi $D = 1$ i ujedno $B = 0$, pak ako se negativnost parametra C izrazi i formalno, onda odozgor izlazi nagoviješteni izraz švicarskog Meyera:

$$Y = K . e^{-CX} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

koji je — kao što vidimo — posve jednostran i nema zapravo nigdje analitičkog maksimuma (prema gore zaobljenog vrška), jer počevši od iznosa $Y = \infty$ (s lijeve strane ordinatne osi, a u smjeru prema nadesno), neprestano i konveksno prema dolje samo pada, a da svejedno nikad strogo ne padne na nulu.

Još nešto prije nego što su u Njemačkoj i Švedskoj došla na svijet spomenuta agregatna proširenja Gaussove funkcije, izveo je Englez Karl Pearson za analitički opis asimetričnih frekvencija, kakove u ovom našem slučaju dolaze u obzir, jednu funkciju, koja je već na prvi pogled logički prihvatljiva, ma da nije baš posve jednostavna. Ako gore, pod (4) i (6) navedenu varijabilnu diferenciju $X - A$ označimo kratko sa ξ, onda ta Pearsonova funkcija (u transkripciji prilagođenoj ovdješnjim potrebama) ima oblik:

$$Y = Y_0 \left(1 + \frac{\xi}{g_1}\right)^{c_1} \left(1 - \frac{\xi}{g_2}\right)^{c_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

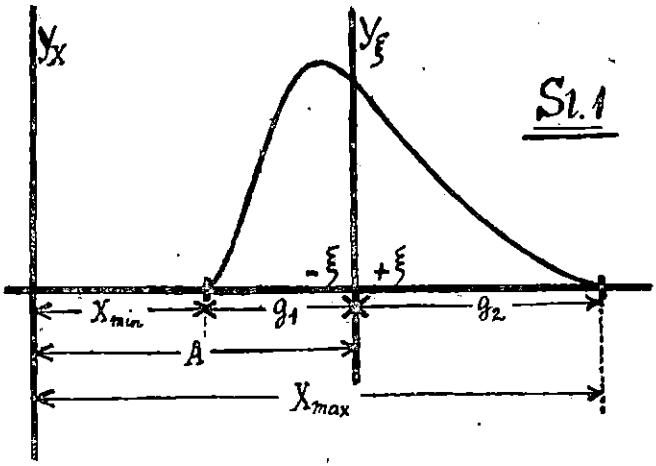
U njemu je, kao što vidimo, sadržano pet parametarskih veličina, koje sve moraju da budu pozitivne. Između njih pripada naročito značenje veličinama g_1 i g_2. Suma ovih veličina označuje naime područje, unutar kojega (prema slici 1) varira X, pa prema tome i

$$\xi = X - A \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

gdje A ima isto značenje kao i u izrazima (4) do (6).

Kao što je vidljivo ne samo iz gornje Pearsonove funkcije nego i iz slike 1, diferencija ξ varira unutar navedenog područja tako, da negativni ξ-iznosi mogu da narastu najviše do primjerene, stvarno moguće granice g_1, a pozitivni iznosi najviše do stvarno moguće granice g_2. Inače bi naime Y moralo da bude ili negativno ili imaginarno, a to je već po samoj

naravi stvari nedopustivo. Na samim spomenutim granicama frekvencijska funkcija (padajući neprestano počevši od izvjesnog maksimuma u smjeru prema obim stranama) pada sasvim na ništicu



Iznosi varijabile ξ mogli bi da se zamisle i izvan spomenutih granica samo u jednom slučaju. To bi bio slučaj, kad bi eksponenti c_1 i c_2 bili u strogom smislu riječi i cijeli i ujedno parni brojevi, što je pak praktički isključeno. A kad i ne bi bilo isključeno, ni onda ξ-iznosi, koji bi eventualno sezali i izvan spomenutih granica, ne mogu zapravo da se ostvare, pošto mi sve računske operacije s pomoću funkcije (9) možemo da udesimo uz potpuno isključenje spomenutih prekomjernih ξ-iznosa.

Izrazi g_1 i g_2 predstavljaju dakle lakše ili teže dostižive, ali svakako neprekoračive granice spomenutih diferencija. U bilo kojem slučaju naših konkretnih opservacija te nam granice nigda doduše ne mogu da budu potpuno poznate, ali o njihovu postojanju unutar iznosâ prema prilikama čak i vrlo umjerenih nema i ne može da bude dvojbe. Pa i točnost njihova opredjeljenja — kod dovoljno opsežnih primjeraka pojedinog kolektiva — sasvim je prihvatljiva. Što je pak glavno, te granice — barem u svim slučajevima, koji za nas ovdje mogu da dođu u obzir — ne mogu nigda i ni izdaleka da segnu do u beskonačnost.

Od eksponenata c_1 i c_2 zavisi kurvitet funkcije t. j. kako se ona dot. njena krivulja na pojedinim mjestima savija i gdje se nalaze pojedine njezine karakteristične točke (maksimum i infleksione točke).

Što se napokon tiče parametra Y_0, on označuje iznos ordinate u slučaju $\xi = 0$. Inače je on, kao što se to lako dade pokazati, funkcionalno zavisan od ostala četiri parametra.

Suponirajmo, da imamo posla s odraslijom jednodobnom sastojinom, u kojoj prsnovisinski promjer varira između

$$\left.\begin{array}{l} X = X_{min} \\ \text{i} \\ X = X_{max} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

u kojoj dakle diferencija ξ varira između ekstremnih iznosa:

$$\left.\begin{array}{l} -\xi_1 = X_{min} - A \\ +\xi_2 = X_{max} - A \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

U tom slučaju izlazi odmah na prvi pogled (sl. 1), da je:

$$\left.\begin{array}{l} g_1 = A - X_{min} \\ g_2 = X_{max} - A \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Za opredjeljenje spomenutih granica potrebno je dakle, da se za dadeni kolektiv pored aritmetičke sredine A opredijeli samo još maksimalni i minimalni X-iznos ili (bolje rečeno) vanjska granica pripadnog mu veličinskog (ovdje kod nas debljinskog) stepena.

Pearson je funkciju (9) prvobitno izveo iz jedne modifikacije asimetričnog binomskog reda. Izveo ju je na način analogan onome, po kojemu je svojedobno Hagen izveo Gaussovu funkciju. No pošto se je taj njegov (Pearsonov) izvod u osnovima pokazao labavim, pošao je pri ponovnom izvodu drugim jednim putem.

Pri onom prvom izvodu[17]) on je pokušao da frekvencije pojedinih članova asimetričnog kolektiva dovede u vezu s uzrocima asimetrije, što mu međutim nije pošlo za rukom. Pri drugom izvodu[18]) on je tu namjeru kao zapravo neizvedivu napustio. No i iz prvog i iz drugog njegovog izvoda izlazi inače nepobitna činjenica, da funkcija (9) predstavlja analitički izraz u pojmovnom pogledu znatno širi od izraza, što ga predstavlja Gaussova funkcija. Da se o tome osvjedočimo, treba u Pearsonovoj funkciji najprije suponirati jednakost $c_1 = c_2 = c$, iz koje automatski slijedi i jednakost $g_1 = g_2 = g$. Uz taj uvjet izlazi iz rečene funkcije simetrična Pearsonova funkcija:

---

[17]) Vidi npr. Czuber: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Leipzig-Wien 1921, str. 21—29.

[18]) Vidi npr. Mises: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Leipzig-Wien 1931, str. 269—273.

$$Y = Y_0 \left(1 - \frac{\xi^2}{g^2}\right)^c \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

gdje, kao što je poznato, parametri c i g stoje u odnosu izravne međusobne zavisnosti, pošto je, kao što se to lako može pokazati,

$$c = \frac{1}{2}\left(\frac{g^2}{\mu^2} - 3\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

gdje μ sa gledišta biometrike naznačuje tzv. disperziju, a sa gledišta teorije izjednačivanja tzv. »srednje-moguću pogrešku pojedinog opažanja«.

Ako se prema tome kod konstantnog μ^2-iznosa granica g pusti da raste do u beskonačnost, onda s obzirom na ovu zavisnost mora do u beskonačnost da naraste i c, tako da (pod uplivom toga dvostruko beskonačnog rastenja) iz funkcije (14) nastaje na poznat egzaktni način Gaussova funkcija. Od ove funkcije naprotiv može da se do funkcije (14) dođe samo putem aproksimacije, što je još i daljnji dokaz u prilog navodu, da je funkcija (9) u pojmovnom pogledu izraz znatno širi od Gaussove funkcije. Ova zapravo i nije drugo, nego jedan posve izuzetni specijalni oblik funkcije (9) t. j. oblik, čija primjena može da bude teoretski fundirana samo pri rješavanju problema čisto astronomskih, dakle problema, kojima pojam veličinâ tako reći beskonačnih nije tuđ. Isto vrijedi i za spomenute, na njoj osnovane agregate.

Vidjesmo, da funkcija (9) svojoj zadaći pri analitičkom opisu ovamo pripadnih frekvencijskih nizova odgovara teoretski potpuno. Na opsežnom ispitivaćem materijalu Američanin Schnur[19]) ispitao je stepen toga odgovaranja eksperimentalnim putem, pa je našao, da frekvencijske krivulje, koje se osnivaju na ovoj funkciji, nadomješćuju (izjednačuju) konkretne, više manje nepravilne raspodjelbene krivulje šumskih sastojina vrlo dobro (»very well«). On je osim toga na istom materijalu ispitao oba spomenuta Charlierova izraza, pa je našao, da se »izraz B« uz dadene frekvencijske krivulje konkretnih sastojina priljubljuje bolje od »izraza A«, ali da ih oba u tom pogledu znatno nadmašuje navedena Pearsonova funkcija.

Ovoliko sam smatrao potrebnim da reknem o svojstvima Pearsonove funkcije i o njenom odnosu prema drugim frekvencijskim funkcijama. Moram još nešto da reknem o me-

[19]) Schnur L.: Diameter distributions for old-field loblolly pine stands in Maryland (Journal of agricultural research 1934, str. 731—742).

todici njene primjene prema obliku, kako ga je razvio sam Pearson i kako se ona općenito shvaća još i danas. O toj metodici ne mogu da se izjavim baš povoljno. Evo zašto.

Rekao sam, da funkcija (9) ima pet parametara, od kojih parametar Y_0 izlazi kao funkcionalno zavisan od ostala četiri. Pri opredjeljivanju ovih četiriju parametara Pearson ih tretira sve na isti način t. j. sve njih smatra on veličinama načelno (prije posebnog njihovog opredjeljenja po njegovu načinu) posve nepoznatima. Prema tome ih sve na (u glavnom) jednak način opredjeljuje iz jednog sistema jednadžaba do izvjesne mjere analognih »normalnim« jednadžbama metode najmanjih kvadrata. Parametri g_1 i g_2 dolaze pri tome u zavisnost od opservacionih rezultata, uvijek više manje nesigurnih s razloga veće ili manje svoje nedostatnosti u reprezentativnom pogledu. Kao posljedica toga javlja se redovito veća ili manja nerealnost (kadšto čak i apsurdnost) iznosa dobivenih na taj način za g_1 i g_2, pa prema tome i za c_1 i c_2. Prvi od ova zadnja dva parametra može po Pearsonovoj metodici u skrajnjem slučaju da dobije čak i negativan predznak, čime funkcija poprima odmah sasvim drugi (ovdje nedopušteni) značaj.

Da bih ove anomalije skopčane s Pearsonovom metodikom bolje razjasnio, uzet ću npr. da imamo posla s jednom ovelikom sastojinom izvjesne vrste drveća, izvjesne starosti, gustoće i stojbinske bonitete. Njeno debljinsko-varijaciono područje u smislu funkcije (9) iznosi $g_1 + g_2$. Ta sastojina nije drugo nego jedan nepotpuni predstavnik cijeloga njoj pripadnoga, a po vaskolikoj kugli zemaljskoj rastrešenoga kolektiva.

O ukupnoj širini debljinsko-varijacionog područja pripadnog cijelome tome kolektivu može se s pravom predmnijevati, da je za izvjestan, možda i sasvim neznatan iznos veća od navedene ukupne širine $(g_1 + g_2)$ unutar svoga nepotpunog predstavnika ili da u najboljem slučaju iznosi upravo toliko, koliko i ta širina. Nikako pak ne može se na logičkoj bazi doći do pomisli, da bi ukupna debljinska širina cijeloga kolektiva mogla (ma i samo neznatno) da bude manja od ukupne debljinske širine nepotpunog njegovog predstavnika. A baš to može da se desi, pa eventualno i u sasvim osjetljivoj mjeri, ako se parametri g_1 i g_2 opredjeljuju na spomenut način t. j. po Pearsonovoj metodici.

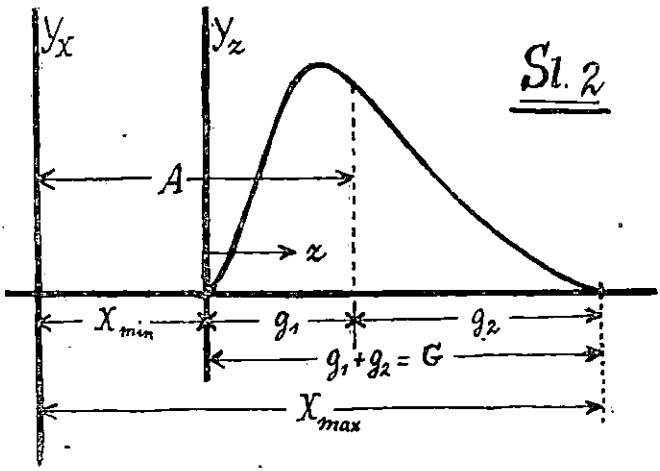
Sasvim osjetljiv takav slučaj s posve vidnom depravacijom Pearsonove izjednadžbene krivulje desio se npr. Wolff v. Wülfingu u spomenutoj njegovoj knjizi (vidi str. 100 i 101 u vezi s figurom 26), čega radi on o prilagođivanju Pearsonove funkcije konkretnom nizu opažanja među ostalim veli: »Prilagođivanje nije baš idealno, ali ipak zadovoljava« (De aanpassing is wel niet ideaal, maar toch bevredigend«).

Schnur je, kao što vidjesmo, o prilagođivanju Pearsonove funkcije dobio bolji dojam, ali bi njegov dojam o tome prilagođivanju jamačno bio još bolji, da pri primjeni te funkcije nije ujedno primjenjivao Pearsonovu metodiku.

Granice g_1 i g_2 treba dakle da se opredjeljuju na način posve drugačiji, nego što je onaj, koji izlazi iz Pearsonove metodike. Koji bi to imao da bude način? Na ovo pitanje odgovorit ću u narednom odsječku, gdje ću ujedno u vezi s time iz Pearsonove funkcije na način sasvim strog izvesti jednu znatno jednostavniju i ujedno svrsishodniju funkciju.

III. NOVI JEDAN OBLIK FREKVENCIJSKE FUNKCIJE (MODIFIKACIJA PEARSONOVE FUNKCIJE)

Na sl. 1, koja grafički predočuje funkciju (9), vidimo dva koordinatna ishodišta. Prvo (lijevo) vrijedi samo za varijabilu X t. j. za prsno-visinske promjere. Njihovi iznosi ne mogu ni u kojem slučaju da se zamisle kao negativni, pa su zato i smješteni samo s desne strane ishodišta (dok naprotiv Gaussova funkcija — kao što je već prije rečeno — dopušta za njih u principu kako pozitivne tako i negativne iznose, što je zapravo besmisleno).



Drugo t. j. desno ishodište vrijedi samo za varijabilu ξ, koja naravski može da bude i pozitivna i negativna. To ishodište mi ćemo sada premjestiti za iznos g_1 na lijevo, pak će ono biti od prvoga udaljeno za iznos X_{min}, koji — kao što se vidi — odgovara lijevoj granici cjelokupnog debljinsko-vari-

jacionog područja unutar dadene sastojine (vidi sl. 2). Ovo premještanje ishodišta znači isto, što i uvođenje nove jedne varijabile putem supstitucione jednadžbe

$$g_1 + \xi = z \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

prema kojoj varijabila z (prsnovisinska debljina za iznos X_{min} umanjena) može da varira samo od 0 do $g_1 + g_2$, može dakle da (jednako kao i varijabila X) izlazeći iz nule zauzima samo pozitivne iznose. Iznos 0 ta nova varijabila dobiva, ako je ξ negativno i ujedno jednako iznosu g_1. Iznos $g_1 + g_2$ ona dobiva, ako je ξ pozitivno i ujedno jednako iznosu g_2. Ako u izraz (16) uvrstimo izraz (10), onda iz njega izlazi:

$$z = X - (A - g_1) \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

a odovud s obzirom na prvi izraz pod (13) izlazi dalje

$$z = X - X_{min} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

otkud je napomenuti karakter varijabile z (karakter njene umanjenosti)vidljiv odmah na prvi pogled. Nova varijabila z giblje se dakle samo između X_{min} i X_{max} (sl. 2). Ako sada izraz

$$\xi = z - g_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

uvrstimo u izraz (9), onda iz njega neposredno izlazi izraz:

$$Y = \frac{Y_0}{g_1^{c_1} g_2^{c_2}} \cdot z^{c_1} \left[(g_1 + g_2) - z \right]^{c_2} \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

dotično dalje izraz:

$$Y = \frac{Y_0 \, (g_1 + g_2)^{c_2}}{g_1^{c_1} \, g_2^{c_2}} \cdot z^{c_1} \left(1 - \frac{z}{g_1 + g_2} \right)^{c_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

koji opet uz supstitucije:

$$\left. \begin{aligned} g_1 + g_2 &= G \\ \frac{Y_0 \, (g_1 + g_2)^{c_2}}{g_1^{c_1} \, g_2^{c_2}} &= K \end{aligned} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

poprima jednostavniji oblik:

$$Y = K \, z^{c_1} \left(1 - \frac{z}{G} \right)^{c_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

Veličina G predstavlja, kao što rekoh, širinu debljinsko-varijacionog područja unutar dadene sastojine. Ona nam je nakon izvršenog klupovanja sastojine za tu sastojinu točno, a za cijeli kolektiv približno poznata. I ova približnost, kao što

prije rekoh, takove je naravi, da se s njome uvijek možemo opravdano da zadovoljimo, pogotovu jer ona nigda ne može da postane apsurdnom t. j. da lokalni G-iznos (koji vrijedi za konkretnu sastojinu) bude veći od generalnoga (koji bi imao da vrijedi za cijeli kolektiv). Mi ćemo stoga i u gornju funkciju uvesti novu varijabilu i to putem jednadžbe:

$$\frac{z}{G} = x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

gdje bi, kao što vidimo, veličina x imala da označuje umanjenu i ujedno relativizovanu debljinu stabala unutar dadene sastojine. Iz jednadžbe (24) obrnutom operacijom izlazi:

$$z = Gx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

Ako sada u izraz (23) uvrstimo ovaj posljednji izraz, dobit ćemo:

$$Y = K\, G^{c_1} x^{c_1} (1 - x)^{c_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

a odovud uz daljnju supstituciju:

$$K\, G^{c_1} = \overline{K} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

izlazi napokon izraz:

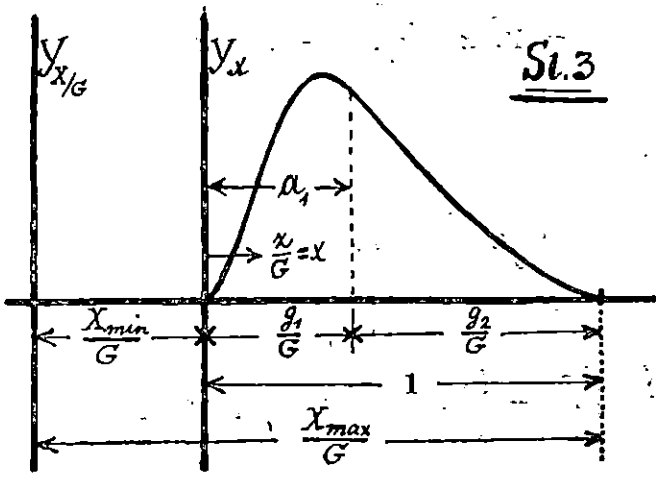
$$Y = \overline{K}\, x^{c_1} (1 - x)^{c_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

predočen grafički na slici 3. Prema njemu nam je apsolutna širina debljinsko-varijacionog područja kako unutar dadene sastojine tako i unutar cijeloga po njoj reprezentiranog kolektiva posve irelevantna. Radi se samo o relativnoj širini toga područja, a ta je uvijek i svuda odredena samo običnom jedinicom (1). Time je ujedno prvobitno suponirana približnost lokalnog debljinsko-varijacionog područja (u upoređenju prema generalnom istoimenom području) eliminirana.

Ova eliminiranost izlazi kao još očitija, ako se — kao što ćemo to u buduće i činiti — cijeli po dadenoj sastojini reprezentirani kolektiv zamišlja sadržanim unutar baš istih onih debljinsko-graničnih iznosa (X_{min} i X_{max}), unutar kojih je sadržana sama ta sastojina. U tom naime slučaju između dadene sastojine i pripadnog joj kolektiva može da se govori o izvjesnoj (većoj ili manjoj) razlici samo u pogledu vertikalnom tj. u pogledu frekvencija pripadnih pojedinim intervalima debljinsko-varijacionog područja, a ne i u pogledu horizontalnom tj. u pogledu širine samoga toga područja.

Apsolutni iznos te širine postaje na taj način za samu bit ovamo pripadnih problema bezznačajnim i suvišnim, pa je stoga

iz frekvencijske funkcije (u interesu njenog ujednostavnjenja) i mogao da bude posve izlučen.



Nova varijabila (x) može, kao što je malo prije nagovješteno, da se giblje samo između 0 i 1.

Izvodom funkcije (28) broj parametara frekvencijske funkcije smanjen je (kao što vidimo) od pet na tri. Sama funkcija time je učinjena svrsishodnijom i daleko upotrebljivijom od izlazne funkcije (9).

IV. METODIKA PRIMJENE I NJEZIN IZVOD.

1. Izjednačivanje frekvencija i opredjeljivanje strukturnih karakteristika.

Nezavisna varijabila funkcije (28) predstavlja, kao što rekoh, relaciju, koja može da varira samo između 0 i 1. Sad se pita, kako se nepravilna strukturna (frekvencijska) krivulja može s pomoću te funkcije najlakše da izjednači dot. kako možemo da dođemo do najjednostavnijih izraza za što točnije izračunavanje parametara c_1, c_2 i $\overline{K}$.

Da bismo na ovo pitanje dobili odgovor, najprije ćemo pretpostaviti, da s ispravno izjednačenom frekvencijskom krivuljom (recimo s krivuljom predočenom na sl. 3) imamo već posla. Zatim ćemo se uz supoziciju beskonačno velikog broja beskonačno uskih debljinskih stepena povratiti na jednadžbu (2), prema kojoj suma svih stepenskih učestalosti (bez obzira na to, da li su one izjednačene ili neizjednačene, kao i bez obzira na količinu i širinu debljinskih stepena) daje točno iznos

1. U vezi s time mi ćemo funkciju (28) s obje strane izmnožiti sa dx, čime ćemo dobiti izraz za beskonačno malenu učestalost pojedinoga beskonačno uskoga debljinskog stepena t. j. izraz:

$$\eta = Y.dx = \overline{K}\, x^{c_1}(1 - x)^{c_2} dx \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Integracija toga izraza između granica 0 i 1 mora nam u smislu jednadžbe (2) dati točno iznos 1. Imamo dakle jednadžbu:

$$\overline{K}\int_0^1 x^{c_1}.(1 - x)^{c_2}.dx = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (30)$$

čija lijeva strana može da se napiše i u formi:

$$\overline{K}\int_0^1 x^{(c_1+1)-1} \,.\, (1-x)^{(c_2+1)-1} \,.\, dx = \overline{K}.\mathbf{B}(c_1 + 1, c_2 + 1) \,.\, . \quad (31)$$

Ovaj integral (bez koeficijenta $\overline{K}$) poznat je pod imenom »Eulerovog integrala prve vrste« dotično pod imenom »beta-funkcije« (ovdje funkcija sa 1 povećanih argumenata c_1 i c_2). Po poznatom jednom pravilu iz više analize ovdje navedena beta-funkcija stoji sa »gama-funkcijama« istih argumenata u odnosu:[20])

$$\mathbf{B}\,(c_1 + 1, c_2 + 1) = \frac{\Gamma(c_1 + 1).\Gamma(c_2 + 1)}{\Gamma\,(c_1 + c_2 + 2)} \quad . \quad . \quad (32)$$

Prema tome jednadžba (30) može da se napiše i u formi:

$$\overline{K}.\frac{\Gamma\,(c_1 + 1)\,.\,\Gamma(c_2 + 1)}{\Gamma\,(c_1 + c_2 + 2)} = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

a otud za parametar $\overline{K}$ izlazi izraz:

$$\overline{K} = \frac{\Gamma\,(c_1 + c_2 + 2)}{\Gamma\,(c_1 + 1)\,.\,\Gamma\,(c_2 + 1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (34)$$

Kao što dakle vidimo, parametar $\overline{K}$ stoji prema parametrima c_1 i c_2 u odnosu zavisnosti, pa je dakle za konkretizovanje funkcije (28) potrebno samo to, da utvrdimo konkretne iznose za c_1 i c_2, jer $\overline{K}$ može uvijek da se odredi već na temelju samih tih iznosa. Kasnije ćemo vidjeti, da se $\overline{K}$ u slučaju potrebe može računski odrediti i po drugoj jednoj formuli, u kojoj također kao elementi računa dolaze samo parametri c_1 i c_2. Za

[20]) Vidi npr. Czuber: Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung, 2. Band, Leipzig-Berlin 1924, str. 206—208.

sada međutim ostajemo kod prednje formule, koja nam je ujedno potrebna u svrhu izvođenja formulâ za konkretizovanje parametara c_1 i c_2. U tu svrhu, a u analogiji s drugim izrazom pod (3) postavit ćemo najprije izraz za aritmetičku sredinu n-tog stupnja od svih u beskonačnom broju na području između 0 i 1 zamišljivih x-iznosa.[21]) Postavit ćemo dakle izraz:

$$a_n^n = \int_0^1 x^n Y dx = \overline{K} \int_0^1 x^{c_1+n} \cdot (1-x)^{c_2} \cdot dx \quad \ldots \quad (35)$$

koji se prema postupku sadržanom gore pod (31) do (34) može napisati i u formi:

$$a_n^n = \overline{K} . B\,(c_1 + n + 1,\ c_2 + 1) =$$
$$= \frac{\Gamma(c_1 + c_2 + 2) . \Gamma(c_1 + n + 1)}{\Gamma(c_1 + 1) . \Gamma(c_1 + c_2 + n + 2)} \quad \ldots \quad (36)$$

Uvrstimo li sada ovamo iznos $n = 1$, dobit ćemo:

$$a_1 = \frac{\Gamma(c_1 + 2) . \Gamma(c_1 + c_2 + 2)}{\Gamma(c_1 + 1) . \Gamma(c_1 + c_2 + 3)} \quad \ldots \quad (37)$$

Prema daljnjem jednom pravilu o gama-funkcijama (Czuber: na naved. mj., str. 210.) može se ovdje prvi izraz u brojniku i drugi izraz u nazivniku napisati ovako:

$$\left.\begin{aligned} \Gamma\,(c_1 + 2) &= (c_1 + 1) . \Gamma\,(c_1 + 1) \\ \Gamma\,(c_1 + c_2 + 3) &= (c_1 + c_2 + 2) . \Gamma\,(c_1 + c_2 + 2) \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (38)$$

Po uvrštenju tih novih izraza u izraz pod (37) izlazi iz njega kraćenjem konačni izraz:

$$a_1 = \frac{c_1 + 1}{c_1 + c_2 + 2} \quad \ldots \quad (39)$$

Uvrstimo li sada u izraz pod (36) iznos $n = 2$, dobit ćemo:

$$a_2^2 = \frac{\Gamma\,(c_1 + 3) . \Gamma\,(c_1 + c_2 + 2)}{\Gamma\,(c_1 + 1) . \Gamma\,(c_1 + c_2 + 4)} \quad \ldots \quad (40)$$

Prvi izraz u brojniku i drugi izraz u nazivniku možemo sada — primjenjujući šire jedno, onome pod (38) analogno pravilo o gama-funkcijama (Czuber, na nav. mj. str. 210) — napisati ovako:

---

[21]) Za razliku od normalno-apsolutne aritmetičke sredine n-tog stupnja tj. one po formuli (3) označiti ću ovu tj. umanjeno-relativnu aritmetičku sredinu n-tog stupnja oznakom a_n^n.

$$\left.\begin{aligned} \Gamma(c_1+3) &= (c_1+2)(c_1+1).\Gamma(c_1+1) \\ \Gamma(c_1+c_2+4) &= (c_1+c_2+3)(c_1+c_2+2).\Gamma(c_1+c_2+2) \end{aligned}\right\} \quad (41)$$

Uz uvrštenje tih iznosa u formulu (40) izlazi iz nje kraćenjem i s obzirom na formulu (39) konačni izraz:

$$a_2^2 = a_1 \cdot \frac{c_1+2}{c_1+c_2+3} \quad \ldots \quad (42)$$

Time smo dobili egzaktne, a jednostavne izraze za a_1 i a_2^2, s pomoću kojih možemo sad da postavimo dvije jednadžbe s nepoznanicama c_1 i c_2, pošto a_1 i a_2^2 možemo lako da izračunamo na temelju podataka klupovanja. Kako se to računanje izvodi, pokazat ću malo kasnije, a sada ću prijeći na postavljanje spomenutih jednadžaba i na njihovo rješavanje. Iz formula (39) i (42) izlaze jednadžbe:

$$\left.\begin{aligned} \frac{c_1+1}{c_1+c_2+2} &= a_1 \\ \frac{c_1+2}{c_1+c_2+3} &= \frac{a_2^2}{a_1} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (43)$$

iz kojih na način sasvim običajan izlaze za c_1 i c_2 formule:

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= \frac{2a_1^2 - a_2^2(1+a_1)}{a_2^2 - a_1^2} \\ c_2 &= \frac{a_1(1+a_2^2) - 2a_2^2}{a_2^2 - a_1^2} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (44)$$

Za primjenu ovih formula potrebno je, da se još nešto detaljnije orijentiramo o karakteru aritmetičkih sredina a_1 i a_2^2 kao i o njihovom izračunavanju. Izrazi a_1 i a_2^2 prema formulama pod (39) i (42) predstavljaju [kao što to uz uslove $n=1$ i $n=2$ jasno izlazi iz formule pod (35)] teoretske (apstraktne) aritmetičke sredine t. j. prvi predstavlja aritmetičku sredinu prvoga, a drugi aritmetičku sredinu drugoga stupnja od svih x-iznosa, koji prema sl. 3 na području između 0 i 1 mogu uopće da se zamisle. Njima nasuprot stoje praktički (konkretni) oblici tih sredina t. j. oblici:

$$a_1 = \frac{N_1 x_1 + N_2 x_2 + \cdots + N_\nu x_\nu}{N_1 + N_2 + \cdots + N_\nu} \quad \ldots\ldots (45)$$

$$a_2^2 = \frac{N_1 x_1^2 + N_2 x_2^2 + \cdots + N_\nu x_\nu^2}{N_1 + N_2 + \cdots + N_\nu} \quad \ldots\ldots (46)$$

koji se primjenjuju pri razdiobi sastojine u izvjestan konačni broj debljinskih stepena, dakle stepena ne beskonačno uskih, koji se osim toga [u smislu drugoga izraza pod (3)] primjenjuju u vezi s učestalostima još neizjednačenim, što je sve praktički jedino i moguće. Jednostavno se dakle prema dadenim podacima izračunaju najprije stepenski x-iznosi i oni se zajedno s poznatim već (neizjednačenim) N_i-iznosima uvršćuju u formule (45) i (46).

Prema ovome se dakle apstraktni iznosi za a_n^n t. j. oni, koji se po formuli (35) zamišljaju za sasvim pravilnu učestalosnu krivulju, stavljaju u odnos jednakosti s konkretnim iznosima za a_n^n t. j. s iznosima, koji su za dotičnu sastojinu na osnovi nepravilne učestalosne krivulje upravo dadeni, a time se baš i postizava to, da pravilna krivulja mora da prolazi kroz sredinu sistema točaka, koje predstavljaju nepravilnu krivulju.

Ako u formuli (45) prema izrazu pod (24) izvršimo supstitucije:

$$x_1 = \frac{z_1}{G}; \quad \ldots\ldots \quad x_\nu = \frac{z_\nu}{G} \quad \ldots\ldots (47)$$

onda iz nje izlazi:

$$a_1 = \frac{N_1 z_1 + N_2 z_2 + \cdots + N_\nu z_\nu}{G\,(N_1 + N_2 + \cdots + N_\nu)} \quad \ldots\ldots (48)$$

Analognu transformaciju dopušta i formula (46), koja u tom transformiranom obliku glasi:

$$a_2^2 = \frac{N_1 z_1^2 + N_2 z_2^2 + \cdots + N_\nu z_\nu^2}{G^2\,(N_1 + N_2 + \cdots + N_\nu)} \quad \ldots\ldots (49)$$

Da li su u pojedinom dadenom slučaju praktičnije formule (45) i (46) ili pak formule (48) i (49), zavisi o strukturi brojčanog materijala, s kojim po tim formulama ima da se računa. Ako su naime z-iznosi (kao što to obično i jest) sastavljeni od manjeg broja znamenaka (cifara) nego pripadni x-iznosi, onda su formule (48) i (49) praktičnije od formula (45) i (46). Inače je slučaj obrnut.

Ako se sad prema izrazu (18) uzme u obzir, da je

$$\left.\begin{aligned} z_1 &= X_1 - X_{min} \\ z_2 &= X_2 - X_{min} \\ &\cdots\cdots \\ z_\nu &= X_\nu - X_{min} \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (50)$$

pa ako te izraze uvrstimo u formulu (48), onda [s obzirom na izraz (5)] za aritmetičku sredinu a_1 izlazi izraz:

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= \frac{(N_1X_1 + \cdots + N_\nu X_\nu) - X_{min}(N_1 + \cdots + N_\nu)}{G\,(N_1 + N_2 + \cdots + N_\nu)} \\ &= \frac{A - X_{min}}{G} \end{aligned}\right\} \cdots\cdots \quad (51)$$

koji nam na način posve očigledan odaje rodbinsku vezu s normalno-apsolutnom aritmetičkom sredinom A. On naime, kao što je vidljivo, nastaje umanjenjem i relativizacijom normalno-apsolutne aritmetičke sredine, pa mu je stoga i daden naziv umanjeno-relativne aritmetičke sredine.

S obzirom na izraze pod (13) i (22), a u vezi sa slikom 2 izlazi iz zadnjeg izraza napokon izraz:

$$a_1 = \frac{g_1}{g_1 + g_2} \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (52)$$

u kojem nam je g_1 i g_2 poznato, čim smo sastojinu isklupovali i po formuli (5) izračunali srednji promjer (A).

Transformacija formule (49) na bazi izrazâ navedenih pod (50) ne bi imala smisla, jer bi se njome dobio izraz s praktičkom vrijednosti manjom, nego što je praktička vrijednost samoga ovoga izraza.

Iz izraza (52) jasno je vidljivo, da umanjeno-relativna aritmetička sredina prvoga stupnja (a_1) stoji u direktnoj vezi sa smjerom i stupnjem asimetrije učestalosne krivulje. Stavimo li naime u tome izrazu $g_2 = g_1$, što vrijedi za slučaj simetrične krivulje, onda za a_1 izlazi iznos $1/2$, t. j. aritmetička sredina a_1 u tom je slučaju baš jednaka polovici relativne širine cjelokupnog debljinsko-varijacionog područja unutar dadene sastojine. Stavimo li pak $g_2 > g_1$, što vrijedi za slučaj asimetrije škicirane na slikama 1—3, onda je $a_1 < 1/2$. Imamo li pak posla sa slučajem obrnutim ($g_2 < g_1$), onda je $a_1 > 1/2$.

Aritmetička sredina a_1 može dakle da posluži kao pouzdani izražaj smjera i stupnja asimetrije krivuljine.

Asimetrija može da se izrazi i u obliku razlike:

$$r = 2a_1 - 1 = \frac{g_1 - g_2}{g_1 + g_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (53)$$

prema kojoj bi ona, kao što je vidljivo, bila ili negativna ili pozitivna ili baš i nikakova. Negativna bi npr. bila u slučaju raspodjelbenih krivulja prema slikama 1 do 4 i 7, gdje se dakle vrh krivulje (kulminaciona točka) nalazi iznad lijeve polovice sastojinskog debljinsko-varijacionog područja. U slučaju protivnom bila bi pozitivna.

Ovakovo označivanje strukturne asimetrije (t. j. s pomoću predznačenih brojeva dotično s predikatom »pozitivna« ili »negativna«) običajno je doduše u biometrici, no ono za njenu karakterizaciju nije baš i potrebno. Čak mislim, da izražavanje asimetrije razlomcima nepredznačenim t. j. po formuli (52) može mnogima da bude baš i zgodnije od onoga drugoga. Ne vidim stoga razloga, zbog kojega bih formuli (53) mogao da dam neku prednost pred formulom (52), pogotovu jer je ona od formule (52) još i posve zavisna.

Smjer i stupanj asimetrije krivuljine prosuđivat ćemo dakle po formuli (52), a ne po formuli (53). Prema formuli (52) mi možemo s jedne strane da govorimo o »na lijevo usmjerenoj« asimetriji krivuljinoj t. j. kad se vršak izjednačene krivulje nalazi iznad lijeve polovice debljinsko-varijacionog područja ili — što je isto — kad je $a_1 < 1/2$. S druge pak strane možemo da govorimo o »na desno usmjerenoj« asimetriji krivuljinoj t. j. kad se vršak krivulje nalazi iznad desne polovice navedenog područja dotično kad je $a_1 > 1/2$.

Bitnu jednu transformaciju dopuštaju i obje formule pod (44), prema kojima eksponenti c_1 i c_2 zavise samo od aritmetičkih sredina a_1 i a_2^2. U te formule možemo naime da uvrstimo izraze:

$$\left.\begin{aligned} a_2^2 - a_1^2 &= \mu^2 \\ a_2^2 &= a_1^2 + \mu^2 \\ a_1 &= a \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (54)$$

od kojih prvi, kao što ćemo kasnije vidjeti, nije ništa drugo nego kvadrat tako zvane »disperzije« ili (prema engleskoj nomenklaturi) »standardne devijacije«.[21a]) Uz uvjet toga uvrště-

[21a]) Između obične disperzije, pod kojom se razumijeva μ-izraz u formuli (15), i između ove [pod (54) navedene] disperzije postoji izvjesna formalna razlika analogna razlici između aritmetičkih sredina A_1 i a_1. Pod ovom drugom disperzijom razumijevam stoga disperziju »umanjeno-relativnu« za razliku od one prve (obične dot. »normalno-apsolutne«).

nja, prema kojemu bismo ujedno aritmetičku sredinu a_1 jednostavnosti radi od sada označivali samo sa a, formule pod (44) dobivaju oblike:

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= \frac{a^2\,(1-a)}{\mu^2} - (1+a) \\ c_2 &= \frac{a\,(1-a)^2}{\mu^2} - (2-a) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (55)$$

Prema ovim zadnjim formulama eksponenti c_1 i c_2 zavise samo od aritmetičke sredine prvoga stupnja (a) i od disperzije (μ), što je s obzirom na sastav drugoga izraza pod (54) posve i razumljivo. Zavisnost tih eksponenata od aritmetičke sredine a (kod konstantnog μ-iznosa) dosta je komplicirana, ali zavisnost njihova od disperzije (kod konstantnoga a-iznosa) posve je jednostavna i vrlo instruktivna, pošto naime sa rastenjem disperzije oba eksponenta sasvim očito samo padaju — kao i obrnuto.

Iz ovih zadnjih dviju formula, a u vezi s formulama (34) i (28) vidljivo je, da su za oblik izjednačene frekvencijske krivulje mjerodavne samo veličine a i μ. Ona krivulja, na koju utjecajno djeluje a-iznos različit od $1/2$, asimetrična je — i to asimetrična u jednom ili drugom od navedena dva smjera: već prema tome, da li je a veće ili manje od $1/2$. Ona pak krivulja, na koju (kod istoga a-iznosa) utjecajno djeluje manji μ-iznos, u vertikalnom je smjeru »izbočenija« od krivulje sa većim μ-iznosom t. j. vrh joj je viši od vrha one druge krivulje, dok su joj nasuprot obostrani »podnožni dijelovi« (na lijevom i desnom podnožju vrha) niži od podnožnih dijelova one druge krivulje.

Veličine a i μ karakterizuju dakle oblik učestalosne krivulje potpuno. One za tu karakterizaciju (u zajednici naravski) potpuno dostaju već same po sebi t. j. bez ikakove potrebe za još drugim kojim karakterizatornim izrazom. Njima stoga pripada zajednički naziv »strukturnih karakteristika«. Karakteristika a mjerodavna je, kao što vidjesmo, za smjer i stupanj asimetrije krivuljine, karakteristika μ mjerodavna je za njenu vertikalnu izbočenost, pa prema tome i za jače ili slabije njeno savijanje na raznim mjestima duž njenog toka.

Dvije sastojine, koje neprijeporno imaju iste a- i μ-iznose, pripadaju očito jednom te istom strukturnom tipu, pošto im se izjednačene učestalosne krivulje — kao identične — međusobno sasvim pokrivaju.

U biometrici se za karakterizovanje učestalosnih krivulja primjenjuje često tzv. »m o d« t. j. apscisa krivuljinog vrha

(označit ću je ovdje sa $x = m$.)[22]) Za nju na poznat način iz prve derivacije funkcije (28) izlazi izraz:

$$m = \frac{c_1}{c_1 + c_2} \quad \ldots \ldots \quad (56)$$

koji, kao što vidimo, ima oblik analogan obliku izraza (52). »Mod« je prema tome (isto tako kao i aritmetička sredina *a)* podesan za izražavanje smjera i stupnja asimetrije krivuljine. Da li se i njemu može stoga podati svojstvo »strukturne karakteristike«?

U cilju odgovora na ovo pitanje uvrstit ćemo u prednju formulu izraze pod (55). Time ćemo dobiti formulu:

$$m = \frac{a^2 (1 - a) - \mu^2 (1 + a)}{a (1 - a) - 3\mu^2} \quad \ldots \ldots \quad (57)$$

prema kojoj je »mod« zavisan od spomenute dvije strukturne karakteristike. On je dakle (isto tako kao i izjednačena učestalosna krivulja) tek posljedica spomenutih dviju strukturnih karakteristika, pa ne može stoga i sam da nosi to obilježje.

Inače — mora se priznati — »mod« je za izražavanje strukturne asimetrije vrlo podesan. Kod simetričnih krivulja t. j. u slučaju $c_1 = c_2$ formula (56) daje također iznos $1/2$. Kod na lijevo usmjerene asimetrije »mod« je manji od aritmetičke sredine a, u obrnutom pak slučaju on je veći od te sredine, pa time dakle asimetriju krivuljinu izražuje još u jačoj mjeri nego aritmetička sredina a.

Dosadanjom analizom utvrdio sam sve elemente potrebne za izravnu primjenu funkcije (28). Na temelju njih možemo po volji da izračunavamo i izjednačeni Y-iznos za kojugod apscisu unutar navedenog područja. U tu svrhu potrebno je međutim da se opredijele još konkretni iznosi za tri gama-funkcijska izraza iz formule (34). Ako imamo pri ruci bolju kakovu gama-funkcijsku tabelu, onda to opredjeljivanje nije baš skopčano s poteškoćama. Izravna tabela ove vrsti nalazi se u Hayashi-evoj zbirci tabela.[23]) Nemamo li bolje gama-funkcijske tabele pri ruci, onda je stvar ponešto teža.

---

[22]) Izraz »mod« engleskog je porijekla (»the mode« = najčešći primjerak). Frekvencijske krivulje s jednim jedinim maksimumom, pa prema tome i s jednim jedinim »modom« nazivaju se u biometrici monomodalnim (jednomodalnim) krivuljama za razliku od više-modalnih (bimodalnih, trimodalnih itd.) krivulja.

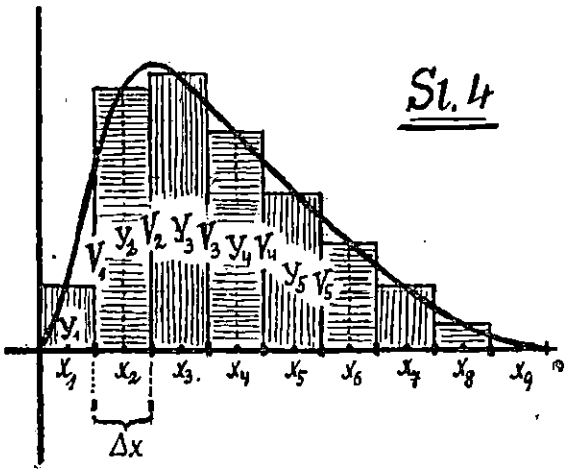
[23]) Keiichi Hayashi: Sieben- und mehrstellige Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen und deren Produkte sowie der Gammafunktion, Berlin 1926, str. 257—265.

Izračunanjem izjednačenih Y-iznosa nijesu nam još dadeni izjednačeni iznosi relativnih stepenskih učestalosti unutar dadene sastojine. Izjednačeni Y-iznosi mogu se samo uz izvjestan uvjet zamisliti kao iznosi, koji se s relativnim stepenskim učestalostima podudaraju tako reći posve. Taj uvjet mogao bi u stvari da bude ispunjen samo u slučaju formule (29) t. j. kad bi debljinski stepeni (u smislu slike 3 uzeti naravski u obzir samo u relativnom pogledu) mogli da budu beskonačno uski. Tako uskima međutim ne mogu oni, kao što znamo, uopće da budu. Njihova širina

$$\Delta x = \frac{1}{\nu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

može iz praktičkih razloga da zauzme samo iznose izričito konačne, pri čem ν (kao što je poznato) naznačuje ukupni broj samih tih stepena. Stoga izjednačeni Y-iznosi, sami za sebe, u stvari ne predstavljaju relativne stepenske učestalosti uopće nigda. Ove učestalosti izlaze iz izjednačenih Y-iznosa na strog način samo putem integracije između granica $x_i - \frac{\Delta x}{2}$ i $x_i + \frac{\Delta x}{2}$. Na način praktičniji, ali više manje približan izlaze one putem multiplikacionih izraza:

$$\left.\begin{aligned} \bar{y}_1 &= Y_1 \,.\, \Delta x \\ \bar{y}_2 &= Y_2 \,.\, \Delta x \\ &\ldots\ldots \\ \bar{y}_\nu &= Y_\nu \,.\, \Delta x \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (59)$$



koji predstavljaju površine pravokutnika škiciranih na sl. 4. Površina pojedinoga od tih pravokutnika može, kao što je

vidljivo, samo sasvim izuzetno da se posve podudara sa zbiljnom površinom zatvorenom između dužine Δx s jedne, između nadstojnog dijela krivulje s druge, te između okomicâ V_l i V_{l+1} s treće strane. Toga radi i imaju relativne stepenske učestalosti prema izrazima pod (59) samo približno značenje. U većini slučajeva međutim ova približnost praktički zadovoljava posvema. Ako ne zadovoljava, onda je — kao što rekoh — potrebno za svaki debljinski stepen izračunati integral:

$$y_l = \overline{K} \int_{x_l - \frac{\Delta x}{2}}^{x_l + \frac{\Delta x}{2}} x^{c_1} (1 - x)^{c_2} dx \quad \cdots\cdots\cdots \quad (60)$$

koji relativnu učestalost pojedinog stepena predstavlja analitički posve strogo. Za prvi (najslabiji) stepen donja granica integracije koincidira naravski s nulom.

Izravno izračunavanje ovoga integrala baš odijeljeno za svaki pojedini debljinski stepen dosta je tegotno s obzirom na okolnost, da je ono izvedivo samo u slučaju, ako taj integral izrazimo u obliku:

$$\frac{y_l}{\overline{K}} = \int_{x_l - \frac{\Delta x}{2}}^{x_l + \frac{\Delta x}{2}} x^{c_1} \left[1 - \binom{c_2}{1} x + \binom{c_2}{2} x^2 - \binom{c_2}{3} x^3 + \cdots \right] dx \quad \cdots \quad (61)$$

Posao se (uz istu točnost rezultata) dade sasvim znatno skratiti, ako se integracija ne izvodi za svaki pojedini stepen odijeljeno, nego ako se nakon izvedene već integracije za prvi stepen izvodi ona za prvi i drugi stepen zajedno, pa zatim za prva tri, a onda za prva četiri stepena zajedno itd., pa ako se nakon toga rezultat integracije za prvi stepen odbije od zajedničkog rezultata za prva dva stepena, a ovaj opet od zajedničkog rezultata za prva tri stepena itd. Na taj način postizava se prednost, da donja granica integracije koincidira uvijek s nulom, čime se sveukupni posao integracije svodi zapravo na polovicu posla, koji bi bio potreban inače.

Kao što je iz dosadanjeg toka razmatranja poznato, širina cijelog debljinsko-varijacionog područja unutar kojegod sastojine određena je iznosom 1. Pošto je ona razdijeljena u toliko jednakih dijelova, koliko u sastojini ima debljinskih stepena, i pošto njih ima svega ν, to na svaki stepen otpada ukupna širina navedena pod (58). Granice integracije bile bi dakle

određene ovako: za prvi stepen iznosile bi one 0 i $\frac{1}{\nu}$, za prva dva stepena zajedno 0 i $\frac{2}{\nu}$, za prva tri stepena zajedno 0 i $\frac{3}{\nu}$..... i napokon za cijelo varijaciono područje 0 i 1. Uz postepeno uvršćivanje ovih granica imali bi dakle pojedini konsekutivni integrali ovaj konačni oblik:

$$\left.\begin{aligned}
\mathscr{J}_1 &= \overline{K}\left(\frac{1}{\nu}\right)^{c_1+1}\cdot\left[\frac{1}{c_1+1}-\frac{\binom{c_2}{1}}{c_1+2}\left(\frac{1}{\nu}\right)+\frac{\binom{c_2}{2}}{c_1+3}\left(\frac{1}{\nu}\right)^2-\frac{\binom{c_2}{3}}{c_1+4}\left(\frac{1}{\nu}\right)^3+\cdots\right]\\
\mathscr{J}_2 &= \overline{K}\left(\frac{2}{\nu}\right)^{c_1+1}\cdot\left[\frac{1}{c_1+1}-\frac{\binom{c_2}{1}}{c_1+2}\left(\frac{2}{\nu}\right)+\frac{\binom{c_2}{2}}{c_1+3}\left(\frac{2}{\nu}\right)^2-\frac{\binom{c_2}{3}}{c_1+4}\left(\frac{2}{\nu}\right)^3+\cdots\right]\\
\mathscr{J}_3 &= \overline{K}\left(\frac{3}{\nu}\right)^{c_1+1}\cdot\left[\frac{1}{c_1+1}-\frac{\binom{c_2}{1}}{c_1+2}\left(\frac{3}{\nu}\right)+\frac{\binom{c_2}{2}}{c_1+3}\left(\frac{3}{\nu}\right)^2-\frac{\binom{c_2}{3}}{c_1+4}\left(\frac{3}{\nu}\right)^3+\cdots\right]\\
&\cdots\cdots\\
\mathscr{J}_\nu &= \overline{K}\cdot\left[\frac{1}{c_1+1}-\frac{\binom{c_2}{1}}{c_1+2}+\frac{\binom{c_2}{2}}{c_1+3}-\frac{\binom{c_2}{3}}{c_1+4}+\cdots\cdots\cdots\right]
\end{aligned}\right\}\quad(62)$$

Prema jednadžbi (30) egzaktna vrijednost ovoga zadnjega integrala ($\mathscr{J}_\nu$) već je određena (= 1). Prema tome bi izgledalo, kao da nije potrebno računati ga. Ne bi zaista bilo potrebno, kad bi podloge računanja uvijek bile dovoljno točne. Točnost konkretnih iznosa za c_1 i c_2, pa prema tome i točnost algebarske sume u uglatoj zagradi stoji potpuno u našim rukama. Nju mi možemo da reguliramo po volji. Za c_1 i c_2 treba samo sa što većom točnosti izračunati dovoljan broj decimala, a u pogledu rečene sume treba samo povećati (do potrebne mjere) broj njenih članova.

Drugačije stoji stvar s konkretnim iznosom za $\overline{K}$, koji se — kao što vidimo — izračunava po formuli (34). Njega mi ne možemo po toj formuli uvijek dobiti s potrebnom oštrinom — s prostog razloga, jer postojeće gamafunkcijske tabele sadrže funkcijske iznose za argumente izražene s manje decimala, nego što bi to za nas ovdje kadšto bilo potrebno. Toga radi — sve i uz uslov da je izraz u uglatoj zagradi zadnjega integrala izračunan s krajnjom točnosti — može se desiti da potpuni računom dobiveni iznos toga integrala ne zadovoljava naše potrebe. Da li zadovoljava ili ne, možemo vidjeti, ako ga pomnožimo s brojem N (ukupnim brojem stabala u sastojini).

Produkt $N.\mathscr{J}_\nu$ mora naime — zaokružen na cijeli broj — da zaista odgovara broju N, a to biva, ako izračunani $\mathscr{J}_\nu$-iznos ima dovoljan broj ispravnih decimala. Nema li, onda nam baš spomenuti karakter zadnjega integrala (t. j. karakter izražen jednadžbom $\mathscr{J}_\nu = 1$) daje mogućnost za ispravak prvobitnoga $\overline{K}$-iznosa. Posredstvom spomenutog karaktera imamo naime formulu:

$$\overline{K} = \frac{1}{\frac{1}{c_1+1} - \frac{\binom{c_2}{1}}{c_1+2} + \frac{\binom{c_2}{2}}{c_1+3} - \frac{\binom{c_2}{3}}{c_1+4} + \cdots\cdots} \quad \cdots\cdots \quad (63)$$

iz koje za $\overline{K}$ izlazi iznos, što ga baš trebamo. Pri izračunavanju integrala navedenih pod (62) treba dakle započeti ne s prvim, nego sa zadnjim. Ako on u navedenom smislu ne zadovoljava, onda nam formula (63) daje odmah mogućnost za ispravak prvobitnoga $\overline{K}$-iznosa. S pomoću novoga $\overline{K}$-iznosa možemo onda ostale integrale računati redom sasvim povoljnim, ali iz praktičkih razloga bolje je da počnemo s predzadnjim, a završimo s prvim integralom. U tom ćemo naime slučaju lakše biti orijentirani o broju članova potrebnih u uglatoj zagradi, jer — kao što vidimo — najviše članova potrebno je u zadnjem, a najmanje u prvom integralu.

Iz onoga, što je rečeno u pasusu nakon izraza (61), slijede za izjednačene relativne učestalosti pojedinih stepena strogi izrazi:

$$\left.\begin{aligned} y_1 &= \mathscr{J}_1 \\ y_2 &= \mathscr{J}_2 - \mathscr{J}_1 \\ y_3 &= \mathscr{J}_3 - \mathscr{J}_2 \\ &\cdots\cdots \\ y_\nu &= \mathscr{J}_\nu - \mathscr{J}_{\nu-1} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots \quad (64)$$

koji pomnoženi sa N daju izjednačene stepenske brojeve stabala.

Općeniti oblik integrala, čijim pojedinim fazama odgovaraju formule pod (62), izgleda ovako:

$$\mathscr{J}_x = \overline{K}\int_0^x x^{c_1}(1-x)^{c_2}dx \quad \cdots\cdots\cdots \quad (65)$$

On se dakle od betafunkcije pod (30) razlikuje samo po karakteru gornje granice (x), koja — kao što se vidi — kontinui-

tetno varira između 0 i 1. Tu se dakle radi o nepotpunoj, inkompletnoj betafunkciji — nepotpunoj s razloga, jer je x manje od 1. Razvijena analogno formulama pod (62) ona ima oblik:

$$\mathscr{J}_x = \overline{K} \cdot x^{c_1+1} \left[\frac{1}{c_1+1} - \frac{\binom{c_2}{1}}{c_1+2} x + \frac{\binom{c_2}{2}}{c_1+3} x^2 - \frac{\binom{c_2}{3}}{c_1+4} x^3 + \dots \right] \quad (66)$$

gdje se, kao što vidimo, x može izraziti kao

$$\left. \begin{array}{l} x = \frac{i}{\nu} \\ \dots\dots i = 1, 2, 3, \dots \nu \end{array} \right\} \quad \dots \quad (67)$$

Uz pomoć izraza pod (63) funkciji $\mathscr{J}_x$ može da se dade i oblik:

$$\mathscr{J}_x = x^{c_1+1} \cdot \frac{\frac{1}{c_1+1} - \frac{\binom{c_2}{1}}{c_1+2} x + \frac{\binom{c_2}{2}}{c_1+3} x^2 - \frac{\binom{c_2}{3}}{c_1+4} x^3 + \dots}{\frac{1}{c_1+1} - \frac{\binom{c_2}{1}}{c_1+2} + \frac{\binom{c_2}{2}}{c_1+3} - \frac{\binom{c_2}{3}}{c_1+4} + \dots\dots} \quad \dots (68)$$

koji se u zavisnosti od primjerenih vrijednosti za argumenat x, te za parametre c_1 i c_2 može eventualno jedamput za svagda tabelirati. To tabeliranje ne bi baš ni bilo osobito teško s obzirom na okolnost, da se članovi nazivnika potpuno podudaraju s koeficijentima pripadnih članova u brojniku, koja okolnost može posao tabeliranja da pospješi veoma mnogo.

S druge strane, a u vezi s formulom (67) ukupni broj specijalnih vrijednosti za x može se već unaprijed (jednom za svagda) odrediti tako, da se naprosto stavi $\nu = 10$, t. j. da se cijelo apscisno područje između 0 i 1 dijeli uvijek samo u 10 jednakih dijelova. Time bi broj relativizovanih debljinskih stepena bio za sve moguće sastojine učinjen jednakim, što bi samo bilo od koristi za komparabilnost sastojina u ovakovim slučajevima.

Sve ovo predviđam naravski samo za slučaj, da bi se brojčano opredjeljivanje navedenih integrala zaista pokazalo primjereno korisnim, što se za sada ne može da predvidi.

Tok izračunanih vrijednosti za pojedine sukcesivne integrale pod (62) može da bude grafički prikazan kontinuitetnom krivuljom, koja se od iznosa $\mathscr{J}_0 = 0$ na razne načine neprestano samo uspinje sve do iznosa $\mathscr{J}_\nu = 1$. U slučaju $c_2 = c_1$ dotično $a_1 = \frac{1}{2}$ ova »krivulja integriranih frekvencija« (ili kraće »zbrojna krivulja«) ima oblik prikazan na sl. 6, gdje točke nalazne po samoj krivulji ili i u najneposrednijem njenom susjedstvu predstavljaju ponešto nepravilnu krivulju, analogno

(putem jednostavnih suma) baziranu na nepravilnoj, a neizjednačenoj i neizvučenoj frekvencijskoj krivulji prema sl. 5.

Izjednačena zbrojna krivulja pokazuje iz lako shvatljivih razloga uvijek bolje podudaranje s osnovnim podacima nego izjednačena krivulja prvobitnih (neintegriranih) frekvencija. Ovdje to bolje podudaranje upada u oči nešto jače, nego što je to u zbilji. Razlog je tome u okolnosti, da su ordinate slike 5 nanešene u mjerilu dvostruko većem nego na slici 6.

Apscisno područje slike 6 seže (kao što vidimo) od 0 do 1, a isto tako i ordinatsko područje. Obostrano varijaciono područje, shvaćeno planimetrijski, ima tu dakle oblik kvadrata sa stranicom, kojoj ukupna dužina iznosi 1. Prikazana, od približno simetričnog sastojinskog primjerka dobivena krivulja na toj slici ima (kao što vidimo) najprije konveksan, a zatim konkavan smjer prema apscisnoj osi. Ona primjereno vijuga oko na desno nagnute diagonale kvadratove. Njena sredina nalazi se baš poprilici u središtu kvadratovu (jer je prema diagonali približno simetrična).

Krivulje integriranih frekvencija, dobivene od frekvencijskih krivulja izrazito asimetričnih imaju naravski drugačiji tok i oblik. U slučaju frekvencijske asimetrije, kao što je npr. ona na sl. 7, krivulja integriranih frekvencija ima oblik prema apscisnoj osi skroz na skroz samo konkavan.

Oblici ovih drugih, integracijom (dotično i sumacijom) dobivenih, dakle deduciranih (sekundarnih) vrsta krivulja stoje — kao što vidimo — u punoj zavisnosti od oblika onih prvih (da reknem »primarnih«) frekvencijskih krivulja. Stoga su one prve za strukturnu karakterizaciju sastojina daleko podesnije: prvo, zato što nam asimetriju predočuju na način najneposredniji; drugo, zato što se u izjednačenom obliku ne moraju čak ni da primjenjuju. Dovoljno je naime, kao što vidjesmo, da se za svaki pojedini slučaj utvrdi konkretni iznos prvostupanjske aritmetičke sredine a, pak onda već po tome iznosu znamo, o kakovoj se asimetriji radi u tome slučaju.

Ako osim toga za svaku u komparaciju uzetu sastojinu utvrdimo još i konkretni iznos disperzije (μ), onda nam je karakter njihovih raspodjelbenih krivulja potpuno fiksiran i odmah vidljiv, pa dakle i komparabilan sve i bez ikakovog grafičkog nanošenja.

2. Ispitivanje reprezentativnosti.

Prednjim izvodima riješena su sva bitna pitanja, koja se odnose na opredjeljivanje konkretnih parametara za našu funkciju, na ustanovljivanje strukturnih karakteristika (arit-

metičke sredine a i disperzije) kao i na izjednačivanje stepenskih frekvencija (relativnih i apsolutnih) s pomoću te funkcije. Sad se još radi o tome, da se za ustanovljene strukturne karakteristike što točnije utvrdi stupanj reprezentativnosti ili — bolje — nesigurnosti dot. pogrešnosti, koja ih tereti s obzirom na veću ili manju prostornu ograničenost isklupovane sastojine dotično s obzirom na njenu nedostatnost u prostornom, pa prema tome i u reprezentativnom pogledu. A ova nedostatnost mora se uzeti u obzir, kadgod strukture raznih sastojina želimo međusobno da uporedimo u cilju utvrđenja, koje od sastojina pripadaju jednom te istom, a koje različitim strukturnim tipovima ili kraće: koje su sastojine »homotipne« (istotipne), a koje »heterotipne« (raznotipne).

Tu sad nastaje pitanje, kolika uopće može da bude pogrešnost rečenih karakteristika radi navedene sastojinske nedostatnosti. U cilju riješenja ovoga pitanja treba da se postavi podesan izraz najprije za s r e d n j e - moguću, a onda za ekstremno-moguću pogrešku kako spomenute aritmetičke sredine tako i disperzije.

Formula za s r e d n j e - moguću pogrešku aritmetičke sredine prvoga stupnja poznata je već s izvjesne strane. Poznata je iz teorije najmanjih kvadrata, otkuda je (koliko mi je poznato) bez ikakova obrazlaganja preuzeta i na područje biometrike. U spomenutoj teoriji ona se izvodi na pretpostavci frekvencijske krivulje načelno (više manje) simetrične, dok naprotiv mi ovdje možemo često da imamo posla i s frekvencijskim krivuljama vrlo asimetričnim. Smatram stoga potrebnim, da je posebno izvedem i za ovdješnje naše potrebe, a sve u vezi s činjenicama, koje njenu primjenu u rješavanju ovdješnjih naših problema nedvojbeno opravdavaju.

Mi smo — recimo — u našoj prostorno dosta ograničenoj sastojini izvjesni (ne sasvim opredjeljivi) umanjeno-relativni debljinski tip x približno dobili više manje nedostatnom aritmetičkom sredinom raznih x-iznosa dobivenih na svega N stabala, pri čem smo iznos x_1 dobili svega N_1 puta, iznos x_2 svega N_2 puta, ... iznos x_ν svega N_ν puta [vidi formulu (45)]. Tim »opservacijama« mi smo ujedno dobili izvjesne, s pojedinima od dotičnih x-iznosa povezane »opservacione pogreške« ili ovdje bolje rečeno: izvjesne razlike $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_\nu$ između pojedinih x-iznosa i zbiljnog predstavnika dotičnog tipa.[24])

Te razlike — sve i pored frekvencijske krivulje možda čak i ekstremno asimetrične — nedvojbeno imaju to svojstvo, da su neke od njih pozitivne, a druge negativne, te se prema tome sumiranjem (uzimajuć naravski u obzir i njihove fre-

[24]) Ove razlike nijesu doduše identične sa ξ-iznosima prema formuli (10), ali su im, kao što se o tome lako možemo osvjedočiti, posve analogne. Stoga (u oskudici podesnijih za to znakova) označujem i njih sa ξ.

kvencije) djelomice ukidaju. One bi se u svojoj sumi očito i sasvim ukidale t. j. aritmetička sredina prema formuli (45)[25]) poklapala bi se sa zbiljnim tipom (x) sasvim točno, kad bismo bili u stanju, da u jedinstveni postupak opažanja uzmemo sve na kugli zemaljskoj pod istim uslovima života uzrasle sastojine iste vrste drveća i iste starosti.

Do toga posvemašnjeg ukidanja došlo bi iz jednostavnog razloga, što bi aritmetička sredina, u kojoj bi potpuno sudjelovali svi na kugli zemaljskoj postojeći članovi dotičnog kolektiva (tj. sva dotičnom kolektivu pripadna stabla), morala biti zbiljnim predstavnikom toga kolektiva i što osim toga suma svih odstupanja (razlikâ) od aritmetičke sredine bezuvjetno mora da bude jednaka nuli.

Prema tome je za veći ili manji stupanj međusobnog ukidanja spomenutih »pogrešaka« — bez obzira na stupanj simetrije dot. asimetrije rečene krivulje — mjerodavna samo manja ili veća pogrešnost parcijalnih (lokalnih) frekvencija prema totalnim (generalnim) frekvencijama, koje bi se pokazale, kad bismo u jedinstveni postupak opisivanja strukture mogli da uzmemo sve navedene sastojine sa cijele kugle zemaljske, kad bi dakle broj N sezao tako reći do u beskonačnost. Ovdje se stoga na kraju krajeva radi samo o »pogreškama slučajne naravi«, te smo prema tome ovlašteni da s razlikama $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_v$ postupamo (i praktički i teoretski) tako, kao da se njihove frekvencije načelno ravnaju po zakonu simetričkih frekvencija.

Pri ograničenom broju članova kolektiva formula (45) pokazuje nam, kao što rekoh, približnog predstavnika spomenutog tipa. Za zbiljnog predstavnika toga tipa, koji bi se dobio pri neograničenom broju članova kolektiva, vrijedi (kao što je poznato) formula:

$$x = a + \alpha \quad \ldots\ldots \quad (69)$$

gdje α predstavlja razliku dot. pogrešku približnog predstavnika prema zbiljnom, pa može stoga da bude i pozitivno i negativno. Detaljnija formula zbiljnog predstavnika rezultira odovud, ako se analogno nadopuni i formula (45) tj. ako se u nju analogno uvrste i navedene razlike. Za zbiljnog predstavnika vrijedi dakle u načelu formula:

$$\left.\begin{aligned} a + \alpha &= \frac{N_1(x_1 + \xi_1) + \cdots + N_v(x_v + \xi_v)}{N} \\ &= \frac{[N_i\, x_i] + [N_i\, \xi_i]}{N} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots \quad (70)$$

[25]) Kao što na jednom mjestu već rekoh [vidi zadnji izraz pod (54) i tekst odmah ispod njega], jednostavnosti radi označujem od sada tu sredinu samo sa a.

gdje se, kao što je rečeno, može s pravom očekivati, da su neki ξ-iznosi pozitivni, a drugi negativni. Odovud sad za α t. j. za zbiljnu pogrešku aritmetičke sredine a izlazi izraz:

$$\alpha = \frac{[N_i\ \xi_i]}{N} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (71)$$

Sastav prve formule pod (70) izgleda u prvi mah, kao da je u kontradikciji s onim, što je gore rečeno o samom razlogu, s kojega u ovom našem slučaju pogreška aritmetičke sredine uopće nastaje. Rečeno je, da razlog toj pogreški leži samo u pogrešnosti parcijalnih (lokalnih) frekvencija. Prema tome izgleda, kao da u navedenoj formuli izrazi $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_\nu$ ne bi uopće smjeli da figuriraju, a umjesto njih da bi se (na pripadnim mjestima) trebale da nalaze pogreške navedenih frekvencija. Ako ove frekvencije $\left(\frac{N_1}{N}, \frac{N_2}{N}, \ldots \frac{N_\nu}{N}\right)$ označimo kraće sa $f_1, f_2, \ldots f_\nu$, a njihove pogreške sa $\varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_\nu$, onda u prvi mah izgleda, kao da bi formula, koja ima da označuje zbiljnog predstavnika tipa, trebala da ima samo oblik:

$$\left.\begin{aligned} a + \alpha &= (f_1 + \varphi_1)x_1 + \cdots + (f_\nu + \varphi_\nu)x_\nu \\ &= (f_1x_1 + \cdots + f_\nu x_\nu) + (\varphi_1 x_1 + \cdots + \varphi_\nu x_\nu) \end{aligned}\right\} \quad (72)$$

dok naprotiv formula (70) prema ovom načinu pisanja prima oblik:

$$\left.\begin{aligned} a + \alpha &= f_1(x_1 + \xi_1) + \cdots + f_\nu(x_\nu + \xi_\nu) \\ &= (f_1x_1 + \cdots + f_\nu x_\nu) + (f_1\xi_1 + \cdots + f_\nu\xi_\nu) \end{aligned}\right\} \quad (73)$$

Iz formule (72) izlazila bi dakle za zbiljnu pogrešku aritmetičke sredine formula:

$$\alpha = [\varphi_i x_i] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (74)$$

dok naprotiv iz formule (70) dotično (73) izlazi za tu pogrešku formula:

$$\alpha = [f_i\ \xi_i] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (75)$$

koja se po sastavnim čestima od one pod (74) posve razlikuje. Unatoč ove različnosti obje su ove formule u stvari identične, o čemu se možemo lako uvjeriti. Treba naime samo uzeti u obzir, da svaka promjena u a-iznosu, što je u prvom izrazu pod (73) dot. (70) izazivaju ξ-iznosi, ima za posljedicu primjerenu promjenu u f-iznosima prema prvom izrazu pod (72), da

dakle svakoj promjeni u ξ-iznosima pod (75) dot. (71) odgovara primjerena promjena u φ-iznosima pod (74) i obrnuto.

Sistem razlikâ pod oznakom ξ_l stoji dakle u odnosu zavisnosti od sistema razlikâ pod oznakom φ_l i obrnuto. A pošto ovima posljednjima očito pripada karakter slučajnosti, to ovaj karakter (sve i pored asimetričnosti frekvencijske krivulje) moraju da imaju i razlike onog drugog sistema (pod oznakom ξ_l). Pogotovu mora to da bude još i s obzirom na činjenicu:

1. da se sistem pod oznakom ξ_l u glavnom ne razlikuje znatno od sistema, što ga obrazuju tzv. »prividne opservacione pogreške« t. j. razlike između pojedinih opservacionih rezultata i parcijalnog (lokalnog) iznosa za aritmetičku sredinu a;

2. da je algebarska suma svih tih razlika uvijek i bezuvjetno jednaka nuli.

Zbiljnu pogrešku aritmetičke sredine predstavlja dakle teorétski jednako ispravno i formula (71) i formula (74), pa se sad radi samo o tome, koja se od njih dvije dade iskoristiti i praktički.

Direktno se praktički iskoristiti u ovom našem slučaju ne može od njih nijedna. Formula (74) ne dopušta to iskorišćenje radi nemogućnosti opredjeljenja pojedinih φ-iznosa. Formula (71) ne dopušta to iskorišćenje radi nemogućnosti opredjeljenja pojedinih ξ-iznosa. Mi međutim u pogledu potrebnih nam ξ-iznosa imamo mogućnosti da se — naravski uz primjerenu transformaciju formule (71) — poslužimo s vrlo dobrom zamjenom. To su spomenute već »prividne opservacione pogreške« t. j. razlike između pojedinih opservacionih rezultata i lokalne (parcijalne) aritmetičke sredine. Za φ-iznose naprotiv nije nam moguće naći uopće nikakove zamjene.

Preostaje dakle da za praktičke svrhe vodimo računa samo o formuli (71). No spomenutom svojom transformacijom gubi ona prvobitni svoj karakter t. j. prestaje i nadalje biti formulom za zbiljnu pogrešku aritmetičke sredine, pošto nakon te transformacije dobiva prilično drugačiji karakter. Ona naime po njoj postaje formulom za opredjeljivanje tzv. srednje-moguće pogreške navedene sredine. Za razliku od zbiljne mi ćemo ovu srednje-moguću pogrešku označiti sa $\bar{\alpha}$.

Kao što je poznato, prvi korak u cilju navedene transformacije predstavlja dizanje formule (71) na kvadrat. Time se prema skraćenom, u teoriji pogrešaka običajnom načinu pisanja prethodno dobiva izraz:

$$\alpha^2 = \frac{[N_l^2 \xi_l^2] + 2\,[N_i \xi_l \cdot N_k\, \xi_k]}{N^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (76)$$

Kao što vidimo, lijeva od navedene dvije sume u brojniku sadrži kao sumande samo kvadratne izraze (t. j. produkte jednakih međusobno faktora). Desna pak suma sadrži samo produkte nejednakih međusobno faktora, a ti su produkti obično u znatnoj ili čak i velikoj većini negativni.

Iz lijeve sume sada ćemo sve kvadrate, čijim ispuštanjem nastaje jednostavnija kvadratna suma pod oznakom $[N_i\ \xi_i^2]$, premjestiti u desnu sumu. U ovoj ćemo nakon toga imati produkata i od jednakih i od nejednakih međusobno faktora. Imat ćemo u njoj sumanda i pozitivnih i negativnih, od kojih jedamput mogu više manje da prevladaju jedni, a drugi puta drugi. Nju ćemo kratko označiti sa $[p_{ik}]$. Na taj način iz izraza (76) izlazi izraz:

$$\alpha^2 = \frac{[N_i\ \xi_i^2] + [p_{ik}]}{N^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (77)$$

u kojemu se prva suma može da napiše i u formi:

$$[N_i\ \xi_i^2] = N.\ \mu^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (78)$$

Što se tiče druge sume, njeni se sumandi s obzirom na netom navedeno svoje svojstvo u pravilu više ili manje međusobno ukidaju, a u prosjeku od svih uopće mogućih slučajeva u pogledu njihovih iznosa i predznakâ slobodno je pretpostaviti, da se ukidaju sasvim. Srednje-mogući iznos druge sume predstavlja dakle izraz:

$$[p_{ik}] = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (79)$$

Po uvrštenju ovoga i predzadnjega izraza u izraz (77) izlazi iz njega za kvadrat srednje-moguće pogreške u aritmetičkoj sredini izraz:

$$\bar{\alpha}^2 = \frac{\mu^2}{N} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (80)$$

Prema formuli (78) brojnik ove zadnje formule određen je poznatim izrazom za »srednje moguću pogrešku pojedine opservacije«, t. j. izrazom:

$$\mu^2 = \frac{[N_i\ \xi_i^2]}{N} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (81)$$

koji na poznat način može da se izračuna putem navedenih »prividnih pogrešaka«. U tu je naime svrhu dovoljno, da se u brojniku ove formule suma kvadrata zbiljnih »pojedinačnih pogrešaka« (nepoznatih nam, kao što rekoh) zamijeni

sumom kvadrata spomenutih »p r i v i d n i h pogrešaka«. Ako je ukupni broj opservacija dosta malen (što često biva u primjeni tzv. metode najmanjih kvadrata), onda se — kao što je poznato — nazivnik ove formule mora umanjiti za 1. U biometrici međutim ova potreba načelno otpada, pošto se u njoj principijelno ne operira s malenim N-iznosima, a kod velikih N-iznosa umanjivanje nazivnika za 1 nema na rezultat računanja po prednoj formuli upravo nikakovog stvarnog učinka.

Formula (81) mijenja se dakle u biometrici samo u pogledu brojnika (suma kvadratâ »p r i v i d n i h pogrešaka« umjesto sume kvadrata »z b i l j n i h pogrešaka«). Veličina μ, koju ona predstavlja prema tome izmijenjenom sastavu, nosi u biometrici (kao što rekoh) ujedno naziv »disperzija« tj. mjera za rasipanje pojedinih opservacionih rezultata oko aritmetičke sredine. Stoga, kao što ćemo još vidjeti, za formulu (81) vrijedi posve jednako i prva formula pod (54), koja je s njom posve identična, ali je u primjeni od nje (iz lako shvatljivih razloga) znatno praktičnija.

Glavnu bazu za izvod formule (80) čini, kao što vidimo, ispuštanje drugoga sumanda u formuli (77), a to je iz navedenih razloga i dopušteno, pošto se naime ovdje radi o razlikama (»pogreškama«) tzv. s l u č a j n e prirode.

Ovoliko je bilo potrebno da se ovdje pozabavimo sa s r e d n j e-mogućom pogreškom parcijalne (lokalne) aritmetičke sredine a. Potrebno je to bilo kao priprema za izvod izraza, koji bi imao da vrijedi za e k s t r e m n o-(granično)-moguću pogrešku te veličine. Za taj izvod poslužit će mi kao polazna točka P e a r s o n o v a funkcija (14), u kojoj sada [s obzirom na činjenicu da prema funkciji (28) širina cjelokupnog debljinsko-varijacionog područja iznosi 1] moramo staviti $g = 1/2$, tako da imamo:

$$Y = Y_0 \left(1 - \frac{\xi^2}{\left(\frac{1}{2}\right)^2}\right)^c = Y_0 (1 - 4\xi^2)^c \quad . \quad . \quad (82)$$

U smislu jednadžaba (2) i (30) izlazi s pomoću ovoga funkcijskog izraza jednadžba:

$$2\, Y_0 \int_0^{\frac{1}{2}} (1 - 4\xi^2)^c \, d\xi = 1 \quad . \quad . \quad . \quad (83)$$

Stavimo li u njoj:

$$1 - 4\xi^2 = t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (84)$$

otkud obrnuto izlaze izrazi:

$$\left.\begin{aligned} \xi &= \frac{1}{2}(1-t)^{\frac{1}{2}} \\ d\xi &= -\frac{1}{4}(1-t)^{\frac{1}{2}-1}dt \end{aligned}\right\} \quad \ldots (85)$$

pa uvrstimo li sve ovo gore pod (83), dobit ćemo:

$$-\frac{Y_0}{2}\int_1^0 t^c(1-t)^{\frac{1}{2}-1}dt = \frac{Y_0}{2}\int_0^1 t^c(1-t)^{\frac{1}{2}-1}dt = 1 \quad \ldots (86)$$

Odovud na poznat već način imamo:

$$Y_0 = \frac{2\Gamma(c+\frac{3}{2})}{\Gamma(\frac{1}{2}).\Gamma(c+1)} \quad \ldots (87)$$

Nakon ovoga postavit ćemo teoretski izraz za kvadrat srednje-moguće pogreške μ. On glasi:

$$\mu^2 = 2Y_0\int_0^{\frac{1}{2}} \xi^2(1-4\xi^2)^c.d\xi \quad \ldots (88)$$

Srednje-moguća pogreška prema ovoj formuli može da se označi kao »totalna (generalna)« za razliku od »parcijalne (lokalne)«, za čiji kvadratni iznos vrijedi formula (81).

Primijenimo li i ovdje supstituciju pod (84) zajedno s popratnim izrazima pod (85), dobit ćemo:

$$\mu^2 = \frac{Y_0}{8}\int_0^1 t^c(1-t)^{\frac{3}{2}-1}dt \quad \ldots (89)$$

Odovud pak uz uvrštenje izraza (87) na poznat već način dobivamo:

$$\mu^2 = \frac{1}{4(2c+3)} \quad \ldots (90)$$

tako da za e k s t r e m n i ili bolje g r a n i č n i iznos unutar niza simetrizovanih ξ-iznosa izlazi formula:

$$\mu\sqrt{2c+3} = \frac{1}{2} \quad \ldots (91)$$

Izraz pod korjenom ove jednadžbe lako je opredjeljiv na temelju odnosâ:

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= c_2 = c \\ 2c &= c_1 + c_2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots (92)$$

koji međusobno nipošto ne stoje u protivnosti i gdje se donji izraz lako dade realizovati već na temelju rezultata računanja po formulama pod (44) dotično (55). No mi, kao što se vidi, ne moramo navedeni radikand zapravo ni da opredjeljujemo, jer nam je po formuli (91) ekstremni dot. granični iznos rečenoga niza pogrešaka već poznat. On naime iznosi $\frac{1}{2}$. Treba dakle obje strane jednadžbe (91) samo još izdijeliti sa $\sqrt{N}$, pa da se u analogiji s korjenom formule (80) dobije traženi izraz za graničnu pogrešku aritmetičke sredine a t. j. izraz:

$$\gamma_a = \frac{\mu}{\sqrt{N}} \sqrt{2c + 3} = \frac{1}{2\sqrt{N}} \quad . \quad . \quad . \quad (93)$$

Na temelju prednjega izvoda mi smo došli u mogućnost da u pogledu dviju sastojina (I i II) izreknemo pouzdan sud o tome, da li su one u pogledu asimetrije istovjetne ili nijesu t. j. da li pripadaju jednom te istom ili dvjema različitim asimetrijskim tipovima. Pri tome prosuđivanju dolazi u obzir razlika između njihovih umanjeno-relativnih (prvostupanjskih) aritmetičkih sredina, dakle

$$\Delta_a = a_I - a_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (94)$$

pak se onda pita, da li je ta razlika veća ili manja od ekstremno moguće svoje pogreške ($\gamma_{\Delta a}$). Ako je veća, onda se tu zaista radi o dvjema različitim asimetrijskim tipovima; ako je manja, onda obje sastojine pripadaju jednom te istom asimetrijskom tipu. Treba dakle u tu svrhu samo još da se utvrdi izraz za ekstremno-moguću pogrešku navedene razlike ($\gamma_{\Delta a}$).

Za s r e d n j e-moguću pogrešku te razlike (u kvadratnom obliku) vrijedi, kao što je poznato, izraz:

$$\mu^2_{\Delta a} = \bar{\alpha}^2_I + \bar{\alpha}^2_{II} = \frac{\mu^2_I}{N_I} + \frac{\mu^2_{II}}{N_{II}} \quad . \quad . \quad . \quad (95)$$

Kvadrat srednje-moguće pogreške u d i f e r e n c i j i sastavljen je dakle od kvadrata srednje-moguće pogreške u p r v o j i od kvadrata srednje-moguće pogreške u d r u g o j sastojini. Prema ovoj zadnjoj formuli, a u analogiji s kvadratom formule (93), imali bismo sada izraz:

$$\left.\begin{aligned} \gamma^2_{\Delta a} &= \mu^2_{\Delta a}\left(2c_{I/II} + 3\right) \\ &= \left(\frac{\mu^2_I}{N_I} + \frac{\mu^2_{II}}{N_{II}}\right)\left(2c_{I/II} + 3\right) \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (96)$$

gdje dvoindeksni izraz ($2c_{I/II} + 3$) ima zapravo samo simbo-

ličko značenje, jer se s pomoću njega u smislu jednadžbe (91) mora kako izraz μ_I^2 tako i izraz μ_{II}^2 iz prve zagrade (svaki naravski zasebno) nadopuniti na iznos $\frac{1}{4}$. Prednja formula može se stoga konkretno izraziti ovako:

$$\gamma_{\Delta a}^2 = \frac{\mu_I^2}{N_I}(2c_I + 3) + \frac{\mu_{II}^2}{N_{II}}(2c_{II} + 3) \quad \ldots \quad (97)$$

Odovud pak u analogiji s formulom (95) i u smislu formule (93) izlazi:

$$\gamma_{\Delta a} = \sqrt{\frac{1}{4N_I} + \frac{1}{4N_{II}}} = \sqrt{\gamma_{a_I}^2 + \gamma_{a_{II}}^2} \quad . \quad . \quad (98)$$

Nakon ovoga preostaje mi još da izvedem formulu za ekstremno-moguću pogrešku disperzije, kako bi se za dvije sastojine (I i II), za koje je homotipija u pogledu raspodjelbene asimetrije već utvrđena, moglo prosuditi, da li su ujedno homotipne u pogledu vertikalne izbočenosti. Pri tome prosuđivanju dolazi u obzir razlika između disperzije (μ_I) u prvoj i disperzije (μ_{II}) u drugoj sastojini, dakle:

$$\Delta\mu = \mu_I - \mu_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (99)$$

pak se onda pita, da li je ta razlika veća ili manja od ekstremno moguće svoje pogreške ($\gamma_{\Delta\mu}$). Ako je manja, onda obje sastojine, pošto između njih postoji dvostruka homotipija (t. j. i u pogledu asimetrije i u pogledu vertikalne izbočenosti), pripadaju ujedno jednom te istom strukturnom tipu. Ako je veća, onda pripadnosti jednom te istom strukturnom tipu nema, pošto je za ovu potrebna homotipija u oba navedena pogleda.

Nastaje dakle pitanje, kako može što točnije da se utvrdi ekstremno-moguća pogreška disperzije.

Pristupajući rješavanju ovoga pitanja moram najprije da dokažem, da odnos fiksiran prvim dvjema identitetima pod (54) zaista postoji, jer stavljanje homotipije i heterotipije u zavisnost također od disperzije ima jedino i smisla samo pod tim uvjetom.

Iz formule:

$$\overline{\xi}_i = x_i - a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (100)$$

koja, kao što vidimo, predstavlja pojedinačne razlike između »opservacionih« rezultata (x_i) i umanjeno-relativne aritmetičke sredine prvoga stupnja, izlazi (uz uvjet njenog kvadriranja i izmnoženja s izrazima tipa N_i) sistem jednadžaba:

$$\left.\begin{aligned} N_1\overline{\xi}_1^2 &= N_1x_1^2 - 2a.N_1x_1 + N_1a^2 \\ N_2\overline{\xi}_2^2 &= N_2x_2^2 - 2a.N_2x_2 + N_2a^2 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ N_\nu\overline{\xi}_\nu^2 &= N_\nu x_\nu^2 - 2a.N_\nu x_\nu + N_\nu a^2 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (101)$$

Ako ove jednadžbe zbrojimo i taj zbroj podijelimo sa N, dobit ćemo:

$$\frac{[N_i\overline{\xi}_i^2]}{N} = \frac{[N_ix_i^2]}{N} - 2a\,\frac{[N_ix_i]}{N} + a^2 \quad . \quad . \quad . \quad (102)$$

Slomljeni izrazi s desne strane ove jednadžbe identični su s izrazima pod (45) i (46), pri čem treba držati u vidu, da se aritmetička sredina pod (45) označuje sada samo sa a. Iz primjedaba, kojima je popraćena formula (81), izlazi, da je izraz s lijeve strane ove zadnje jednadžbe identičan s tom formulom pri primjeni njenoj u biometrici. Izraz (102) prima dakle oblik:

$$\left.\begin{aligned} \mu^2 &= a_2^2 - a^2 \\ &= a_2^2 - a_1^2 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (103)$$

identičan s izrazima pod (54), čime je preduzeti dokaz perfektuiran.

Kao što vidjesmo, do formule za e k s t r e m n o - moguću pogrešku a r i t m e t i č k e s r e d i n e mogli smo da dođemo samo putem formule za s r e d n j e - moguću pogrešku te sredine. Isti slučaj postoji i ovdje. Treba dakle najprije da se postavi formula za s r e d n j e - moguću pogrešku disperzije. I u biometrici i u teoriji najmanjih kvadrata ova formula zaista već postoji (biometrika ju je od teorije najmanjih kvadrata jednostavno preuzela u gotovom već obliku). Ali se ta formula osniva na primjeni spomenute G a u s s o v e funkcije, a meni se iz navedenih razloga čini ispravnijim, ako se pri njenom izvođenju pođe od simetrizovanog oblika navedene P e a r s o n o v e funkcije. Ishodna baza međutim, s koje je pri izvodu svoje formule pošla teorija najmanjih kvadrata, može se kao ishodna baza zadržati i ovdje. Ta je baza jasno razložena u W e l l i s c h - evom djelu o teoriji i praksi računa izjednačivanja[26]) i završava se s jednostavnom jednom formulom, koja predstavlja s r e d n j e - m o g u ć u p o g r e š k u [$\mu^{(2)}$] d i s p e r z i j i n o g k v a d r a t a. Ona glasi:

[26]) W e l l i s c h : Theorie und Praxis der Ausgleichungsrechnung, Wien-Leipzig 1909, I. Band, str. 66—70.

$$\mu^{(2)} = \sqrt{\frac{S_{(4)} - S_{(2)}^2}{N}} \quad . \quad . \quad . \quad (104)$$

U njoj N ima značenje ovdje već poznato (ukupni broj opservacija). Oznaka $S_{(2)}$ predstavlja »totalnu« (generalnu) aritmetičku sredinu, zamišljenu obrazovanom od kvadratâ opservacionih pogrešaka. Oznaka $S_{(4)}$ predstavlja »totalnu« aritmetičku sredinu zamišljenu obrazovanom od četvrtih potencija opservacionih pogrešaka. U teoretskim formulama tih aritmetičkih sredina figurira kod Wellisch-a naravski Gaussova funkcija, mjesto koje ću ja ovdje uzeti pod (82) navedenu Pearsonovu funkciju. Stavit ću dakle:

$$\left.\begin{aligned} S_{(2)} &= 2Y_0 \int_0^{\frac{1}{2}} \xi^2 (1 - 4\xi^2)^c \, d\xi \\ S_{(4)} &= 2Y_0 \int_0^{\frac{1}{2}} \xi^4 (1 - 4\xi^2)^c \, d\xi \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (105)$$

Prva od ovih dviju formula identična je, kao što vidimo, s formulom (88), pa prema tome i s formulom (90). Imamo dakle:

$$S_{(2)} = \frac{1}{4(2c + 3)} = \mu^2 \quad . \quad . \quad . \quad (106)$$

Iz druge naprotiv formule na način analogan izvodu formule (90) izlazi:

$$S_{(4)} = \frac{1}{4(2c + 3)} \cdot \frac{3}{4(2c + 5)} \quad . \quad . \quad . \quad (107)$$

Po uvrštenju ovih dvaju izraza u formulu (104) izlazi iz nje konkretizovani oblik te formule tj. izraz:

$$\mu^{(2)} = \frac{2\mu^2}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{c + 1}{2c + 5}} \quad . \quad . \quad . \quad (108)$$

Rekao sam, da ovaj izraz predstavlja srednje-moguću pogrešku disperzijinog kvadrata (μ^2). Sada pak dolazi na red da se istakne, da ova pogreška nikako nije identična s kvadratom disperzijine srednje-moguće pogreške prvoga stupnja, o čemu se možemo lako i uvjeriti. U tu svrhu poslužit ćemo se identitetom

$$\mu_t = \mu \pm \mu_\mu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (109)$$

čija desna strana sadrži disperziju i njenu srednje-moguću pogrešku prvoga stupnja (μ_μ). Kvadriramo li ovaj izraz, dobit ćemo jednadžbeni izraz:

$$\mu_\mu^2 = \mu^2 \pm 2\mu . \mu_\mu + \mu_\mu^2 \quad . \quad . \quad . \qquad (110)$$

čiji je zadnji član s desna — s obzirom na svoju neznatnost prema drugom po redu članu — praktički neutjecajan, pa se stoga može da briše. Ako to učinimo, onda ovaj drugi po redu član, uzet sam za sebe, predstavlja (s točnošću praktički posve dovoljnom) srednje-moguću pogrešku disperzijinog kvadrata tj. prvoga po redu člana s desne strane. On se stoga praktički posve dovoljno podudara sa srednje-mogućom pogreškom prema formuli (108). Ali se on, kao što vidimo, nikako ne podudara sa (od sebe mnogo manjim) trećim članom tj. sa kvadratom disperzijine srednje-moguće pogreške prvoga stupnja. Na njegovu veličinu najvećim dijelom utječe sama disperzija, a tek neznatnim dijelom srednje-moguća njena pogreška, pa nije stoga on ona veličina, koja nam ovdje može praktički da bude potrebna i o čijem se opredjeljenju ovdje može da radi. Ali nam je on koristan i potreban u toliko, što se iz njega u vezi s lako i točno opredjeljivim njegovim izrazom pod (108) može da izvede praktikabilna formula za srednje-moguću pogrešku μ_μ. Treba naime u tu svrhu samo staviti:

$$2\mu . \mu_\mu = \mu^{(2)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (111)$$

pak onda na temelju obrnutog izraza:

$$\mu_\mu = \frac{\mu^{(2)}}{2\mu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (112)$$

a u vezi s formulom (108) imamo formulu, do koje nam je ovdje zapravo jedino i stalo, tj. formulu:

$$\mu_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{c+1}{2c+5}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (113)$$

koja predstavlja srednje-moguću pogrešku same disperzije. U ovoj formuli možemo sada i brojnik i nazivnik pod korjenom da podijelimo sa c. U tom slučaju dobiva ona oblik:

$$\mu_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{1+\frac{1}{c}}{2+\frac{5}{c}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (114)$$

koji uz supoziciju $c = \infty$ poprima jednostavniji, u teoriji najmanjih kvadrata i u biometrici poznati već oblik:

$$\mu_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{2N}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (115)$$

Načelne razloge, zbog kojih ovu jednostavniju formulu ne mogu da adoptiram, već sam istaknuo, a dao bi se u vezi s njima naći još koji.

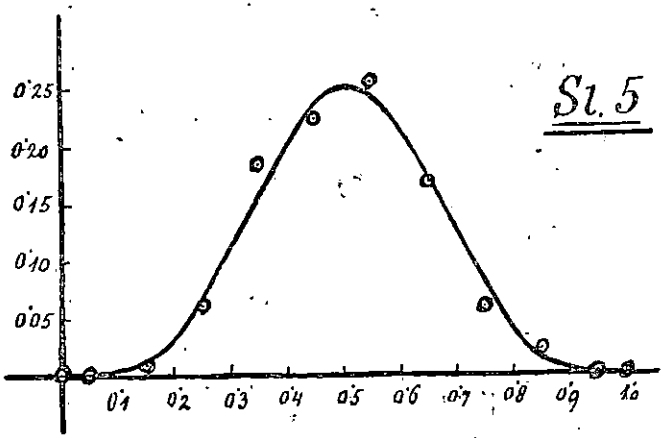
Na temelju formule (113) možemo sad sasvim lako da postavimo formulu za ekstremno-moguću pogrešku disperzije (γ_μ). Za nju u analogiji s formulom (91) vrijedi formula:

$$\gamma_\mu = \mu_\mu \sqrt{2c + 3} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (116)$$

jer — kao što se to lako dade dokazati — za vjerojatnost pojedinih mogućih iznosa disperzije (»srednje-moguće opservacione pogreške« prema nazivu u teoriji pogrešaka) vrijedi posve isti vjerojatnosni zakon kao i za vjerojatnost pojedinačnih opservacionih pogrešaka. Mislim, da to dokazivanje nije ovdje potrebno.

V. DEMONSTRACIJA PRIMJENE

A.) Prelazeći sada na praktičku primjenu funkcije (28) uzimam za primjer najprije debljinsko-varijacioni niz jedne 40—50 godina stare jalševe sastojine, što ga Tjurin na spomenutom mjestu donosi na str. 115. Podaci toga niza sadržani su u drugom i petom stupcu tabele 1. Kao što vidimo, debljinski stepeni toga niza široki su 3 cm, t. j. prvi stepen proteže se od 4·5 do 7·5 sa sredinom 6·0, drugi stepen od 7·5 do 10·5 sa sredinom 9·0 itd., zadnji stepen od 31·5 do 34·5 sa sredinom 33·0.



Sl. 5

Širina cijelog varijacionog područja — u smislu prvog izraza pod (22) i sume izraza pod (13) — iznosi prema tome:

Tabela 1.

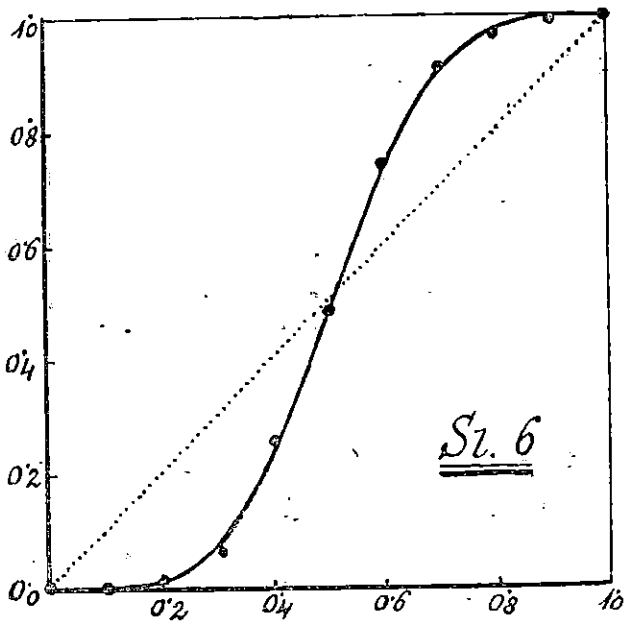
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
i	X_i	$z_i = X_i - X_{min}$	$x_i = \frac{z_i}{G}$	N_i	$\frac{N_i}{N}$	Y_i	$Y_i \cdot \Delta_x$	$\sum Y_i \cdot \Delta^x$	$\sum \frac{N_i}{N}$
	cm								
1	6	1·5	0·05	1	0·001.232	0·001.824	0·000.182	0·000.182	0·001 232
2	9	4·5	0·15	6	0·007.389	0·128.728	0·012.873	0·013.055	0·008.621
3	12	7·5	0·25	48	0·059·113	0·687.225	0·068.723	0·081.778	0 067.734
4	15	10·5	0·35	151	0·185.961	1·611.100	0·161.110	0·242.888	0·253.695
5	18	13·5	0·45	185	0·227.833	2·372.760	0·237 276	0·480.164	0·481.528
6	21	16·5	0·55	209	0·257.389	2·446.080	0 244.608	0·724.772	0·738.917
7	24	19·5	0·65	139	0·171.182	1·769.680	0·176.968	0·901.740	0·910.099
8	27	22·5	0·75	50	0 061.576	0·811.816	0·081.182	0·982.922	0 971.675
9	30	25·5	0·85	18	0·022.167	0·167·464	0·016.746	0·999.668	0·993.842
10	33	28·5	0·95	5	0·006.158	0 002.851	0 000.285	0·999.953	1·000.000
Σ	—	—	—	812	1·000.000	—	0·999.953	—	—

$G = 34'5 - 4'5 = 30'0$. Na mjesto toga apsolutnog iznosa za širinu debljinsko-varijacionog područja uzimamo mi relativan iznos 1. Prema formuli (58) relativna širina svakoga od dotičnih 10 debljinskih stepena iznosi 0'1. Sredine tih stepena nalaze se u stupcu 4.

Iz tih podataka izlaze za a_1 i a_2^2 po formulama (45) i (46) iznosi: $a_1 = 0'507.266$, $a_2^2 = 0'279.175$. Iz njih pak rezultiraju po formulama pod (44) iznosi: $c_1 = 4'293.855$, $c_2 = 4'142.198$. Kao što je vidljivo, oni se jedan od drugoga mnogo ne razlikuju, pa je zato ovaj Tjurinov niz približno simetričan.

Za ekstremnu (graničnu) pogrešku aritmetičke sredine a_1 izlazi po formuli (93) iznos $\pm$ 0'0175. Iz njega je vidljivo:

a) da se diferencija između veličina $a_1 = 0'5073$ i $a_1 = \frac{1}{2} = 0'5000$ može smatrati samo posljedicom omalenog broja u izmjeru uzetih stabala, da se dakle može smatrati samo slučajnom, pošto je mnogo manja od ekstremno moguće pogreške 0'0175;



b) da se ona prema tome može zanemariti smatrajući opravdano, da dotična sastojina spada u skupinu sastojinâ s frekvencijskom krivuljom simetričnom.

Prvobitne t. j. neizjednačene još učestalosti $\left(\frac{N_l}{N}\right)$ za ovu sastojinu navedene su u stupcu 6 iste tabele, izjednačeni Y-

iznosi navedeni su u stupcu 7, a izjednačene, s pomoću njih po formulama pod (59) približno izračunane stepenske učestalosti unesene su u stupac 8. Kao što je vidljivo, suma svih tih učestalosti dovoljno se približuje iznosu 1.

Sl. 5. prikazuje izjednačenu učestalosnu krivulju, dok sistem nespojenih točaka pokraj nje predstavlja neizjednačenu krivulju.

Tabela 2.

1	2	3	4
X_i	N_i		
cm	zasebno		sumarno
0	50	876	926
1	184	3639	3823
2	897	1031	1928
3	1458	163	1621
4	1102	17	1119
5	572	5	577
6	204	—	204
7	89	—	89
8	25	—	25
9	4	—	4
10	4	—	4
11	1	—	1
12	—	—	—
13	—	—	—
14	1	—	1
Σ	—	—	10.322

Analogno izlaganjima povezanima uz formule pod (62), (66) i (67) uvrstio sam u deveti i deseti stupac tabele zbrojeve (sume) prikazane grafički na sl. 6. Slika je, kao što se vidi, u pogledu ordinatâ nacrtana u mjerilu za 100% manjem od mjerila primijenjenog na sl. 5. I to je jedan od dva razloga, radi kojih se točke neizvučene (nepravilne) krivulje pravilnoj krivulji približuju znatno jače nego na sl. 5.

Upoređivanjem tabelinih stupaca 7 i 8 vidimo odmah na prvi pogled, da frekvencijske funkcije same po sebi nijesu drugo nego izrazi, koji s a m o d i r i g i r a j u s m j e r o m izjednačenih frekvencijskih krivulja, a stapaju se s ovima (više manje) tek posredstvom množidbe s konstantnom veličinom Δx.

B.) Kao drugi primjer za demonstraciju primjene uzimam strukturu smrekove jedne sastojine, što ju je negda saksonska pokusna postaja u Tharandtu na površini od 0·277 ha osnovala veoma gustom sjetvom (sjetva u žljebiće = Riefensaat). Prema pokusnom planu tako osnovana sastojina (pokusna sastojina br. II) nije kroz 27 godina kakovim uzgojnim zahvatom bila ni taknuta. Po navršetku starosti od 27 godina bila je isklupovana i istodobno u svrhu prorede podijeljena u glavnu i sporednu sastojinu.

U časopisu pokusne postaje donosi Kunze rezultate toga klupovanja za svaki od ta dva dijela zasebno[27]) U tabeli 2 donosim ih također najprije odijeljeno, a zatim sumarno. Donosim tu ujedno i skalu klupovanja upravo onako, kako je priopćena na spomenutom mjestu.

Tabela 3.

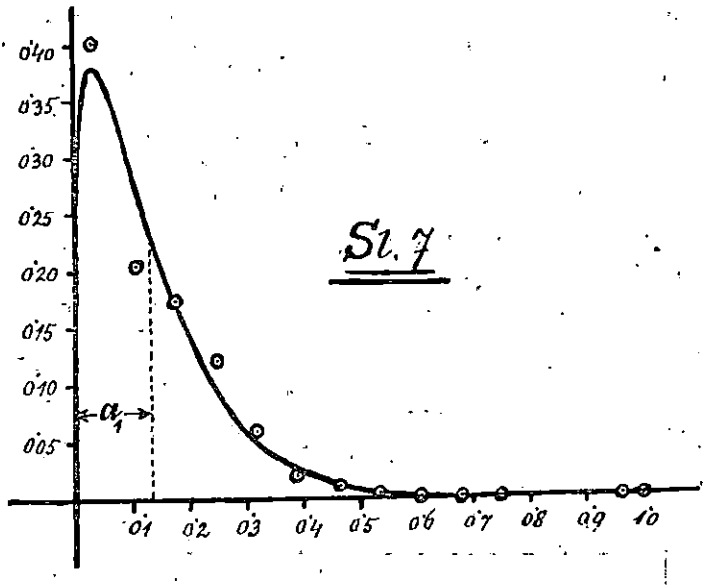
1	2	3	4	5	6
i	z_i cm	$x_i = \frac{z_i}{G}$	N_i	$\frac{N_i}{N}$	$Y_i \cdot \Delta_x$
1	0·5	0·035.714	3823	0·406.875	0·377.279
2	1·5	0·107.143	1928	0·205·194	0·274.762
3	2·5	0·178·571	1621	0·172.520	0·171.300
4	3·5	0·250.—	1119	0·119.098	0·098.100
5	4·5	0·321.429	577	0·061.409	0·051.944
6	5·5	0 392.857	204	0·021.711	0·025.245
7	6·5	0·464 286	89	0·009.472	0·011.084
8	7·5	0·535.714	25	0·002 661	0·004.286
9	8·5	0·607.143	4	0·000.426	0·001.402
10	9·5	0·678.571	4	0·000.426	0·000.364
11	10·5	0·750.—	1	0·000.106	0·000.067
12	11·5	0·821.429	—	—	0·000.007
13	12·5	0·892.857	—	—	0·000.000
14	13·5	0·964.286	1	0·000.106	0·000.000
Σ	—	—	9396	0·999.999	1·015.840

U smislu ovdješnjeg uvodnog izlaganja prva rubrika te tabele ne dolazi ovdje uopće u obzir. Ona se dakle ispušta — uzimajuć naravski u obzir, da ovdje postoji jednocentimetričko zaokružbeno razdjeljenje, koje nas ovlašćuje, da promjere manje od ½ cm ispustimo, kao da ne postoje.

Ukupno varijaciono područje varijabile X proteže se prema tome od $X = 0·5$ cm do $X = 14·5$ cm; tako da ukupna

[27]) Kunze: Über den Einfluss der Anbaumethode auf den Ertrag der Fichte; Tharandter forstliches Jahrbuch 1889, str. 96 i 103.

njegova širina (G) iznosi 14 cm. Tu se prema tome na prvobitnu skalu razdjeljenja primjenjuje transformacija prema formuli (18), pri čem je $X_{min} = 0'5$ cm. Zatim se uvodi varijabila x prema formuli (24). Stepenski iznosi ovih dviju novih varijabila navedeni su u drugom i trećem stupcu tabele 3. Iz njih je vidljivo, da je ovdje za izračunavanje konkretnih iznosa



Sl. 7

za a_1 i a_2^2 bolje (praktičnije) primijeniti formule (48) i (49) nego formule (45) i (46). Imamo dakle: $a_1 = 0'131, 917, 837, 378$; $a_2^2 = 0'028, 831, 743, 425$. Otud po formulama pod (44) rezultiraju iznosi: $c_1 = 0'189, 814, 141, 474$; $c_2 = 6'829, 543, 773$.

Već je dakle odovud vidljivo, da je strukturna asimetrija dotične pokusne sastojine veoma velika. Računski rezultat formule (56) t. j. iznos $m = 0'027$ pokazuje nam, da se maksimalna ordinata nalazi već iznad prve polovice prvoga stepena.

Stepenske učestalosti izjednačene po formulama pod (59) unesene su u stupac 6. Njihova suma pokazuje nam, da to izjednačenje zadovoljava samo u slučaju, ako sve decimale osim prve smijemo da zanemarimo. Inače to izjednačenje ne zadovoljava. Ovome dosta slabom izjednačenju razlogom je očito samo spomenuti nedostatak gamafunkcijske tabele. Taj se nedostatak pokazao i pri izračunavanju zadnjega integrala pod (62), čega radi primijenjen je nakon toga posredstvom formule (63) opisani posve točni postupak, rezultat kojega je zadovoljio odlično.

Tok neizjednačenih i izjednačenih stepenskih učestalosti prikazan je na sl. 7, koja je konstruisana analogno slici 5.

Po formuli (93) granična pogreška aritmetičke sredine iznosi ovdje ± 0'005.153, pa se prema tome zbiljni x-iznos nalazi negdje između granica x = 0'126.765 i x = 0'137.071.

Gore smo vidjeli, koliko se ovdje eksponenti c_1 i c_2 međusobno razlikuju. U pravilnoj prijeborno j šumi izgleda, da c_1 iznosi još znatno manje, a c_2 još znatno više nego ovdje. Kad bi za takovu šumu c_1 moglo sasvim da padne na nulu, onda bi funkcija (28) na način sasvim mehanički poprimila oblik:

$$Y = \overline{K}\ (1 - x)^{c_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (117)$$

iz kojega bi za »maksimalnu ordinatu« (ali ne i za kulminacionu točku krivuljinu) rezultirao iznos nalazan baš u samoj ordinatnoj osi. I za taj bi dakle, zapravo već posve nemogući slučaj funkcija (28) vrijedila sasvim strogo, ali s time, da bi se u tom slučaju sasvim mehanički reducirala na gornji jednostavniji oblik. Meyer je naprotiv za takav slučaj — od oka, kao što rekoh — postavio funkciju (8), prema kojoj bi Y samo konvergiralo prema nuli, ne dostizavajući ovoga iznosa u strogom smislu riječi nigda.

C.) Na spomenutom već mjestu[28]) donosi Vanselow izvještaj o pokusu, što ga je bavarska pokusna postaja svojedobno

Tabela 4.

1	2	3	4
Redni broj sastojine	Razmak biljaka pri sadnji	Prostor raspoloživ za pojedinu biljku	Ukupna površina sastojine
	m	m²	ha
1	1·1	1·21	0·36
2	1·2	1·44	0·72
3	1·3	1·69	„
4	1·4	1·96	„
5	1·5	2·25	„
6	1·6	2·56	„
7	1·7	2·89	„
8	1 8	3·24	„
9	1·9	3·61	„
10	2·0	4·00	„
11	4·0	16·00	0·67

[28]) Forstwissenschaftliches Centralblatt 1942, str. 23—37, 49—59.

bila izvela sa svrhom, da se ispita utjecaj međusobne udaljenosti posađenih biljaka na razvoj smrekovih sastojina. Tu se radi o 11 pokusnih sastojina osnovanih svojedobno jedna pokraj druge na zemljištu podjednakog položaja i boniteta, koje je prije toga bilo u poljoprivrednoj obradbi. Cijeli taj kompleks sastojina od ukupno circa 8 ha bio je sa svih strana opkoljen ostalom šumom. Dotične sastojine bile su osnovane sadnjom biljaka u kvadratnim razmacima navedenim u priloženoj tabeli 4. Površine tih sastojina navedene su u četvrtom stupcu tabele, dok treći stupac sadrži prostore, koji su prema navedenim kvadratnim razmacima bili za pojedine biljke početno raspoloživi.

Tabela 5.

X_i	REDNI BROJ SASTOJINE:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cm	Brojevi stabala (N_i):										
2	—	2	—	—	1	1	—	4	6	2	—
4	2	2	4	15	6	5	2	12	11	9	—
6	12	16	15	29	15	21	16	16	15	13	—
8	60	80	65	48	30	46	35	29	29	23	3
10	69	107	80	77	61	50	51	29	30	21	10
12	65	93	76	86	55	56	59	47	34	41	7
14	60	86	59	69	65	56	66	49		42	19
16	23	65	51	44	51	41	47	36	44	37	17
18	18	19	32	30	37	31	30	33	33	34	15
20	10	14	14	12	12	14	15	22	17	36	22
22	1	5	9	5	1	5	5	9	16	16	45
24	—	—	2	1	—	4	2	3	2	9	28
26	—	—	—	2	—	—	—	3	2	3	33
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	13
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Σ	320	489	407	418	334	330	328	292	277	288	227

Po osnutku izvedenom na spomenuti način sastojine su kroz 35 godina bile ostavljene da rastu i razvijaju se sasvim slobodno t. j. bez ikakova umješavanja nadležnih organa u njihov život i razvoj. Išlo se za tim, da se po mogućnosti isključi bilo koji drugi upliv na razvoj sastojina osim upliva, što ga na nj vrši razmak biljaka. Od osnutka do postignuća navedene starosti bili su registrirani pojedini važniji događaji, koji su se u sasto-

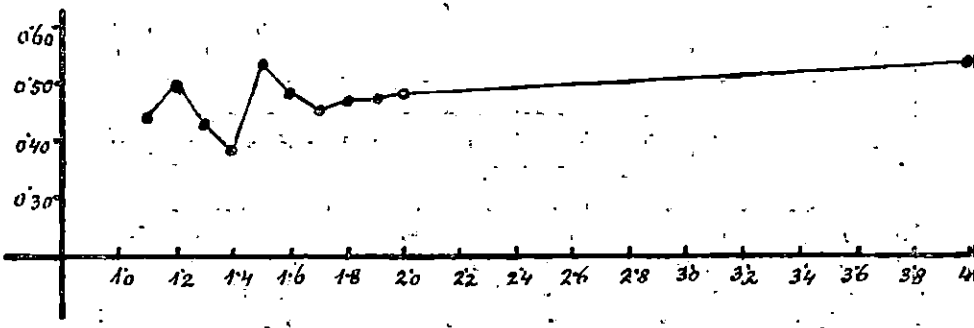
jinama dešavali od strane same prirode. Šumskih šteta od strane ljudi ili stoke nije zapravo uopće bilo, ali je bilo šteta od strane same prirode (mrazova, kukaca, gljiva, divljači) i bilo je — naravski — postepenog, a mjestimice i obilnog mortaliteta radi zasjenjivanja slabijih individua od strane jačih.

Po izmaku starosti od 35 god. sastojine su bile isklupovane s rezultatima navedenim u priloženoj tabeli 5. S pomoću tih podataka dotično s pomoću z_i-iznosa po formuli (18) izračunao sam sada za dotične sastojine iznose aritmetičkih sredina a_1 i unio ih u treći (sa a označeni) stupac tabele 6. Drugi stupac iste tabele sadrži ukupne sastojinske brojeve stabala. U cilju izračunavanja podataka sadržanih u zadnjem stupcu iste tabele morao sam broj stabala za sastojinu broj 1 udvostručiti, pa je u tabelu uvršten taj udvostručeni iznos.

Tabela 6.

Redni broj sastojine	$[N_i]$	a	γ_a^2
1	640	0·441.250	0·000.391
2	489	0·503.904	0·000.511
3	407	0·431.204	0·000 614
4	418	0·378.987	0·000.598
5	334	0·537.017	0·000.748
6	330	0·485.101	0·000.758
7	328	0·456.208	0·000.762
8	292	0·472.866	0·000.856
9	277	0·476.395	0·000.903
10	288	0·487.351	0·000.868
11	227	0·543.714	0·001.101

Sudeći po nekadanjim razmacima biljaka u pojedinima od dotičnih 11 sastojina najmanji a-iznos trebao bi da se nalazi u



Sl. 8

sastojini br. 1; jer je ta sastojina nastala najgušćom sadnjom, pa je i u doba klupovanja imala relativno najveći broj stabala (320 njih na površini za polovicu manjoj od ostalih). Počevši od te sastojine pa u smjeru prema sastojini br. 11 (koja je nastala najrjeđom sadnjom) a-iznos trebao bi da se nalazi u neprekidnom porastu, a to se eto — kao što to pokazuje sl. 8 — ne događa ili samo u neznatnoj mjeri i ujedno s nepravilnostima upravo velikim.

Koji tome može da bude razlog? Prije svega čista slučajnost, poduprta s prevelikom ograničenosti navedenih sastojina dot. s premalenim brojevima njihovih stabala. Pošto su sve one bez izuzetka premalene (pa naravski i njihovi brojevi stabala), to neznatne razlike u samim tim brojevima (i početnim i konačnim) nijesu ovdje mogle da dođu do pravog izražaja, pa nijesu stoga mogle da dadu oštro uočljivog učinka. I zato je pretjeran Vanselow-ljev navod na str. 57 spomenutog izvještaja, gdje veli: »Čak i malene razlike u prostoru raspoloživom pojedinim biljkama odrazuju se jasno na strukturi sastojina i to ne samo do starosti od 35 godina, nego bez dvojbe i preko nje, za cijeli život«.

Glavni možda razlog navedenoj činjenici bio bi u štetama, koje su se u dotičnim sastojinama dešavale prirodnim putem. Čovječjih doduše utjecaja na strukturu tih sastojina (nakon što su one već iznikle) nije bilo, ali se je za taj utjecaj pobrinula sama priroda. I ona je tim svojim utjecajima (dotično njihovom nejednakošću i raznodobnošću u raznim sastojinama) mnogo pobrkala učinke, koji bi se inače možda bili sasvim jasno pokazali kao posljedica gustoće u sadnji.

Rezultati navedenog pokusa mogu u strukturnom pogledu nekako da zadovolje samo u svojim ekstremima, a nipošto i u pojedinostima. Skala u razmacima posađenih biljaka (od decimetra do decimetra) bila je očito daleko preuska.

Na temelju razmatranja povezanih s izrazima pod (82) do (98) razdijelio sam navedene pokusne sastojine najprije u asimetrijske tipove. U tu svrhu poredao sam sastojine ponovno i to ne više po razmacima biljaka pri sadnji, nego po iznosima aritmetičke sredine a počinjući od najmanjeg i završujući s najvećim a-iznosom, ali pridržavajući pritom i nadalje prvobitne redne brojeve sastojina. Nato sam na opisani način najprije ispitao, da li se sastojina br. 4 (t. j. sastojina s najmanjim a-iznosom) može uvrstiti u isti asimetrijski tip sa sastojinom br. 3, koja joj je po a-iznosu najbliža. Rezultati računa po formulama (94) i (98) t. j. iznosi $\Delta_a = 0{\cdot}052$ i $\gamma_{\Delta a} = 0{\cdot}035$ pokazali su, da su to dva očito različita asimetrijska tipa. S obzirom na ovaj rezultat odmah je bilo jasno, da se prva sastojina ne može ni s nikojom drugom od dotičnih 11 sastojina svrstati u jedan te isti tip. Ona je dakle tip sasvim zaseban.

Nakon toga ispitao sam na isti način, da li sastojina br. 3 spada u isti asimetrijski tip s najbližom joj po a-iznosu sastojinom br. 1. U tu svrhu morao sam (kao što rekoh malo prije) ukupni broj stabala ove posljednje sastojine udvostručiti, jer se samo u tom slučaju može ona [radi N-iznosâ prema formuli (98)] uspješno podvrći ovakovom upoređivanju s ostalim sastojinama. Time sam za N dobio broj, koji bi se u toj sastojini poprilici nalazio, kad bi njena površina bila jednaka površinama ostalih sastojina. Račun je za spomenute dvije sastojine pokazao ovo: $\Delta a = 0'010$, $\gamma_{\Delta a} = 0'032$. One dakle pripadaju jednom te istom asimetrijskom tipu.

Sličan rezultat dobiven je i pri ispitivanju, da li ta ista sastojina (br. 3) spada u isti asimetrijski tip sa sastojinom br. 7, koja po a-iznosu slijedi odmah iza spomenute sastojine br. 1. Rezultati računa bili su naime: $\Delta a = 0'025$, $\gamma_{\Delta a} = 0'037$. Naprotiv upoređivanje iste sastojine sa sastojinom br. 8 pokazalo je rezultate $\Delta a = 0'042$ i $\gamma_{\Delta a} = 0'038$, prema kojima se te dvije sastojine ne mogu svrstati u jedan te isti asimetrijski tip. S obzirom na to odmah je bilo jasno, da se spomenuta, druga po redu sastojina (br. 3) ne može svrstati u isti asimetrijski tip niti sa kojom od ostalih šest sastojina.

Slijedeće upoređivanje tj. upoređivanje sastojine br. 1 sa sastojinama najbližih viših a-iznosa pokazalo je, da ta sastojina spada u isti asimetrijski tip sa sastojinama br. 7 i 8. Upoređivanje njeno sa sastojinom br. 9 pokazalo je rezultate $\Delta a = 0'035$ i $\gamma_{\Delta a} = 0'036$, prema kojima je razlika u aritmetičkim sredinama podjednaka sa graničnim iznosom svoje pogreške. Uvršćivanje ovih dviju sastojina u jedan te isti asimetrijski tip ne bi stoga imalo smisla.

Nadalje se pokazalo, da slijedeća po redu sastojina br. 7 spada u isti asimetrijski tip sa sastojinama br. 8, 9, 6 i 10; sastojina br. 8 da spada u isti tip sa sastojinama br. 9, 6, 10 i 2; sastojina br. 9 da spada u isti tip sa sastojinama br. 6, 10 i 2; sastojina br. 6 da spada u isti tip sa sastojinama br. 10 i 2; sastojina br. 10 da spada u isti tip sa sastojinom br. 2; sastojina br. 2 da spada u isti tip sa sastojinom br. 5; napokon sastojina br. 5 da spada u isti tip sa sastojinom br. 11.

Iz svih istotipnih kombinacija, koje su dobivene prednjim upoređivanjima (3-1, 3-7, 1-7, 1-8, 7-8, 7-9, 7-6, 7-10, 8-9, 8-6, 8-10, 8-2, 9-6, 9-10, 9-2, 6-10, 6-2, 10-2, 2-5, 5-11), dadu se sada unazadnim putem točno postaviti i s h o d n e grupe elemenata t. j. grupe, iz kojih dotične kombinacije primjerenim sparivanjem elemenata mogu uopće da nastanu.

Prve tri kombinacije nastaju naime očito primjerenim sparivanjem elemenata ishodne grupe 3-1-7, što znači, da sastojine broj 3, broj 1 i broj 7 pripadaju jednom te istom asimetrij-

skom tipu. Kombinacije 1-7, 1-8, 7-8 izlaze na isti način iz ishodne grupe 1-7-8, što znači, da jednom te istom asimetrijskom tipu pripadaju sastojine broj 1, broj 7 i broj 8. Nadalje kombinacije 7-8, 7-9, 7-6, 7-10, 8-9, 8-6, 8-10, 9-6, 9-10 i 6-10 nastaju na isti način iz elemenata ishodne grupe 7-8-9-6-10, što znači, da jednom te istom tipu pripadaju sastojine br. 7, br. 8, br. 9, br. 6 i br. 10. Kombinacije 8-9, 8-6, 8-10, 8-2, 9-6, 9-10, 9-2, 6-10, 6-2 i 10-2 izlaze na isti način iz ishodne grupe 8-9-6-10-2, što znači, da jednom te istom tipu pripadaju sastojine broj 8, broj 9, broj 6, broj 10 i broj 2. Napokon iz ostatka svih prvobitno navedenih istotipnih kombinacija vidljivo je, da jednom te istom asimetrijskom tipu pripadaju sastojine broj 2 i broj 5, a opet zasebno jednom te istom tipu sastojine broj 5 i broj 11.

Tabela 7.

(Tipovi asimetrijski)

Tip	Redni brojevi pripadnih sastojina	Aritmetička sredina *a*	
		najmanja	najveća
I	4	-0·379	—
II	3, 1, 7	0·431	0·456
III	1, 7, 8	0·441	0·473
IV	7, 8, 9, 6, 10	0·456	0·487
V	8, 9, 6, 10, 2	0·473	0·504
VI	2, 5	0·504	0·537
VII	5, 11	0·537	0·544

Imamo dakle svega sedam asimetrijskih tipova, koji obuhvaćaju po jednu ili i po više sastojina. Oni su zajedno sa svojim *a*-iznosima pregledno poredani (po rastućim *a*-iznosima) u tabeli 7. Kao što vidimo, slijed tih tipova skoro nikako ne teče u analogiji sa slijedom, kojim redni brojevi sastojina teku po gustoći sadnje. Oni osim toga mnogo zahvaćaju jedan u drugi, pošto većina sastojina pripada po dvjema do trima međusobno različitim tipovima.

Sastojine br. 1 i 7 iz tipa II pripadaju, kao što je vidljivo, jednom te istom asimetrijskom tipu unatoč diferencije od 6 dm u razmaku biljaka pri njihovu osnutku. Još je veća ova diferencija između sastojina br. 1 i 8 unutar tipa III, zatim između sastojina br. 2 i 10 unutar tipa V, a da i ne spomenem neprispodobivo veću diferenciju (od 2·5 metra) između sastojina tipa VII. Pa ipak eto sve te distancijske razlike nijesu na strukturni izgled dotičnih sastojina izvele nikakovog vidljivog učinka.

Pošto prijegled asimetrijskih tipova skoro nikako ne potvrđuje spomenutu Vanselow-ljevu tvrdnju, izvršio sam još i svrstavanje strukturnih tipova. Pri tom sam u pogledu svih sastojina jednoga te istoga asimetrijskog tipa ispitao, da li osim toga pripadaju jednom te istom tipu vertikalne izbočenosti krivuljine. A to se, kao što vidjesmo, može da ispita s pomoću razlikâ u disperzijama i s pomoću ekstremno-mogućih njihovih pogrešaka.

Tabela 8.

(Tipovi strukturni)

Tip	Redni brojevi pripadnih sastojina	Aritmetička sredina a		Disperzija (μ)	
		najmanja	najveća	najmanja	najveća
I	4	0·379	—	0·170	—
II	3, 1, 7	0·431	0·456	0·172	0·180
III	1, 7, 8	0·441	0·473	0·172	0·190
IV	7, 8, 9, 6, 10	0·456	0·487	0·177	0·198
V	2, 5	0·504	0·537	0·160	0·172
VI	11	—	0·544	—	0·212

Rezultat ispitivanja sadržan je u tabeli 8. Njime se rezultat, koji izlazi iz tabele 7, u suštini ne mijenja. Tipovi su sada nešto bolje diferencirani, ma da se je sada ukupni njihov broj ponešto smanjio. Sastojina broj 5 sedmoga asimetrijskog tipa ispala je iz tipne zajednice sa sastojinom broj 11, što se je uostalom moglo i očekivati. Unatoč ovome djelomičnom poboljšanju u strukturnoj grupaciji sastojina ima ih još uvijek, koje pripadaju jednom te istom tipu, ma da su im razlike u razmaku biljaka prigodom sadnje iznosile šest, pa i sedam decimetara.

Ako se navedene sastojinske površine mogu za svrhe naučnih ispitivanja smatrati dovoljnima, onda rezultati ispitivanja u pogledu povezanosti između gustoće u sadnji i sastojinske strukture pokazuju, da se razlike u gustoći sadnje odrazuju na strukturni izgled odraslijih sastojina samo vrlo slabo.

Pojedinačni a-iznosi sastojina uvrštenih prema tabeli 8 u strukturni tip IV nalaze se (kao što to vidimo još i iz tabele 6) unutar granica 0·456 i 0·487. Pojedinačni μ-iznosi tih istih sastojina nalaze se unutar granica 0·177 i 0·198.

Ako sve te sastojine kumuliramo brojčano u jednu jedinstvenu sastojinu, onda je dopušteno — pa čak i sasvim nametljivo — očekivanje, da se zajednički a-iznos izračunan za tu, kumulacijom nastalu, jedinstvenu sastojinu nalazi također, ako

ne baš u samoj sredini toga područja, a ono barem negdje unutar njegovih granica. Isto to vrijedi i za nalazište zajedničkog μ-iznosa.

Ovo bi se, kao što rekoh, moralo od toga zajedničkog a-dotično μ-iznosa da očekuje. Jer ako sve kumulirane sastojine prema navedenim indicijima (u koje nemamo razloga da dvojimo) pripadaju jednom te istom strukturnom tipu, onda i jedinstvena sastojina nastala njihovom kumulacijom mora brojčano da pripada istom tome tipu, u koji spada svaka pojedina njena sastavna čest. To je pak moguće samo pod uvjetom da se kako njezin a-iznos tako i njezin μ-iznos nalazi barem unutar navedenih granica.

Osim toga već i sam pojam strukturne tipizacije sastojina zahtijeva sam po sebi brojčanu kumulaciju sastojina pronađenih pripadnima jednom te istom strukturnom tipu. On to zahtijeva iz čisto instinktivnog razloga, koji ide za tim, da se za sve u jedan tip svrstane sastojine (kao za jednu širu biološku zajednicu) strukturne karakteristike utvrde što pouzdanije.

Izračunao sam dakle taj zajednički a- i μ-iznos za cijelu dotičnu kompoziciju od pet kumuliranih sastojina. Dobiveni rezultati ($a=0'442$, $\mu=0'169$) pokazali su, da se nametljivo očekivanje ni u kojem pogledu nije ostvarilo; jer se ovi zadnji iznosi nalaze znatno izvan spomenutih granica. Više manje slični odnosi pokazali su se i u pogledu ostalih tipova prema tabeli 8.

Koji može da bude razlog ovoj disonanciji između rezultata logički nužnih i rezultata zaista ostvarenih? Razlog toj disonanciji dade se uočiti, ako malo pomnije pogledamo formulu (51), koja može da se napiše i u obliku:

$$a = \frac{A - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad \ldots\ldots \quad (118)$$

U vezi s ovim oblikom zamislimo si dvije sastojine (I i II), koje — kod jednako širokih debljinskih stepena — imaju međusobno različite A-iznose (A_I i A_{II}), ali jednake međusobno X_{min} i X_{max} iznose. S obzirom na navedene jednakosti moraju im se podudarati i sve stepenske sredine, tako da između njih dviju postoji razlika samo u brojevima stabala pripadnih pojedinim stepenima dotično i u rasporedu tih brojeva na pojedine stepene. Njihovi A-iznosi moraju u smislu formule (5) da budu sastavljeni ovako:

$$\left.\begin{aligned} A_I &= \frac{(N_1)_I X_1 + (N_2)_I X_2 + \cdots + (N_v)_I X_v}{N_I} \\ A_{II} &= \frac{(N_1)_{II} X_1 + (N_2)_{II} X_2 + \cdots + (N_v)_{II} X_v}{N_{II}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (119)$$

Kumuliramo li te dvije sastojine u jednu jedinstvenu sastojinu, onda u smislu iste formule njezin jedinstveni (zajednički) A-iznos tj.

$$A = \frac{N_1 X_1 + N_2 X_2 + \cdots + N_\nu X_\nu}{N} \quad . \; . \quad (120)$$

s obzirom na identitete:

$$\left.\begin{array}{l} N_1 = (N_1)_I + (N_1)_{II} \\ N_2 = (N_2)_I + (N_2)_{II} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ N_\nu = (N_\nu)_I + (N_\nu)_{II} \\ \hline N = N_I + N_{II} \end{array}\right\} \quad . \; . \; . \quad (121)$$

dobiva oblik:

$$\left.\begin{array}{l} A = \dfrac{[(N_1)_I + (N_1)_{II}]\, X_1 + \cdots + [(N_\nu)_I + (N_\nu)_{II}]\, X_\nu}{N_I + N_{II}} \\ \quad = \dfrac{[(N_1)_I X_1 + \cdots + (N_\nu)_I X_\nu] + [(N_1)_{II} X_1 + \cdots + (N_\nu)_{II} X_\nu]}{N_I + N_{II}} \end{array}\right\} \quad (122)$$

Odovud slijedi dalje izraz:

$$A = \frac{N_I \dfrac{(N_1)_I X_1 + \cdots + (N_\nu)_I X_\nu}{N_I} + N_{II} \dfrac{(N_1)_{II} X_1 + \cdots + (N_\nu)_{II} X_\nu}{N_{II}}}{N_I + N_{II}} \quad (123)$$

ili s obzirom na izraze pod (119) napokon:

$$A = \frac{N_I A_I + N_{II} A_{II}}{N_I + N_{II}} \quad . \; . \; . \; . \quad (124)$$

Jedinstvena sastojina nastala kumulacijom spomenutih dviju sastojina dobiva dakle za A bezuvjetno a r i t m e t i č k u s r e d i n u obaju zasebnih A-iznosa (ponderiranu, kao što vidimo). A pošto je za obje spomenute sastojine međusobno jednak ne samo nazivnik razlomka pod (118) nego i suptrahend brojnika, to i za zajednički a-iznos prema formuli (45) izlazi, da mu struktura mora da bude analogna strukturi formule (124). Njegova formula mora dakle da glasi:

$$a = \frac{N_I a_I + N_{II} a_{II}}{N_I + N_{II}} \quad . \; . \; . \; . \quad (125)$$

Ona se dade izvesti i direktno i to slijedom analognim gornjemu slijedu [počevši od (119) dalje]. Glavnu međutim bazu i

tome izvodu sačinjava suponirana jednakost debljinskih granica X_{min} i X_{max} navedenih u formuli (118).

Ispravnost gornjega prijelaza od formule (124) na formulu (125) dade se još bolje pokazati na ovaj način:

Kod obih sastojina u debljinskom pogledu ograničenih jednim te istim X_{min}- i X_{max}-iznosom sredina a prema formuli (118) zavisi funkcionalno s a m o od sredine A.

Sastojina sa iznosom A_I ima ujedno odgovarajući mu [po formuli (118)] iznos a_I. Sastojina sa iznosom A_{II} ima ujedno odgovarajući mu (po istoj formuli) iznos a_{II}. Prema tome kumulacijom nastala k o m b i n i r a n a sastojina, koja za A ima iznos kombiniran prema formuli (124), ima ujedno i za a izvjestan iznos analogno kombiniran prema toj istoj formuli. Njega dakle strogo predstavlja formula (125).

Time smo ujedno našli razlog spomenutoj disonanciji između rezultata logički zahtijevanih i rezultata zaista ostvarenih. Pri obrazovanju tipova u tabelama 7 i 8 uzimane su naime u obzir samo diferencije Δa i $\Delta \mu$ kao i ekstremno moguće njihove pogreške, a nijesu uzimane u obzir još i navedene d e b l j i n s k e g r a n i c e onih sastojina, koje su pri tome obrazovanju imale da budu svrstane u jedan te isti tip. Iz tabele 5 vidljivo je, da te granice unutar skupine sastojina, koje su prema tabeli 8 pripale jednom te istom tipu, variraju vrlo osjetljivo, pa nije stoga ni čudno, da je između potrebâ i njihovih ostvarenja došlo do tako zamašnih razlika.

Tabela 9.

Tip	Redni brojevi pripadnih sastojina	X_{min}	X_{max}	a			μ		
		cm		pojedinačno		zajedničko	pojedinačno		zajedničko
I	4	3	27	0·379	—	—	0·170	—	—
II	3, 7	3	25	0·431	0·456	0.442	0·177	0·180	0·179
III	1	3	23	0·441	—	—	0·172	—	—
IV	8, 9	1	27	0·473	0·476	0·475	0·190	0·198	0·194
V	6	1	25	0·485	—	—	0·177	—	—
VI	10	1	29	0·487	—	—	0·188	—	—
VII	2, 5	1	23	0·504	0·537	0·517	0·160	0·172	0·166
VIII	11	7	33	—	0·544	—	—	0·212	—

Treba dakle pri obrazovanju strukturnih tipova — pored spomenutih indicija — uzimati u obzir još i d e b l j i n s k e g r a n i c e pojedinih sastojina, i to p r i j e s v a k o g d r u g o g p o s l a, što u ostalom stoji u suglasju i sa principima, na kojima je osnovana funkcija (28).

Uzimajući u ovom našem primjeru u obzir i te granice svrstao sam u priloženoj tabeli 9 navedene Vanselow-ljeve sastojinice konačno u svega 8 strukturnih tipova. Iz tabele je vidljivo, da je poređaj tipova opet izvršen prema rastućim a-iznosima, te da ni u jedan od njih nije palo više od dvije sastojinice.

Kao i iz prijašnjih tako naravski ne izlazi ni iz ove tabele neka naročita veza između slijeda tipova i gustoće biljaka pri sadnji, jer su (kao što već vidjesmo) razlike u toj gustoći bile za ovakovo upoređivanje izrazito premalene.

Sastojine pripale (prema tabeli 9) konačnim tipovima II, IV i VII kumulirao sam ponovno u jedinstvene sastojine dotičnih tipova. Zajednički a-iznosi dobiveni na osnovi toga po formuli (48) stoje (kao što je to vidljivo iz tabele) u strogom suglasju s formulom (125), pa i oni dakle potvrđuju valjanost gornjih izvoda. Oni po redu (izraženi sa šest decimala) iznose:

unutar tipa	II	$a=0^{\circ}442.362$
» »	IV	$a=0^{\circ}474.584$
» »	VII	$a=0^{\circ}517.342$

Rečeno strogo suglasje vrijedi ne samo za njih, nego i za zajedničke a_2^2-iznose izračunane po formuli (49) (kao što se to već unaprijed može i da očekuje). Ono ne vrijedi strogo samo za zajedničke μ^2-iznose, pošto se ovi iznosi na osnovi dobivenih već a_1- i a_2^2-iznosa strogo izračunavaju samo po prvoj formuli pod (54).

Spomenuta ponovna kumuliranja sastojina pripalih pojedinim tipovima izvedena su ovdje zapravo samo iz izvjedljivosti. U zbilji ona za svrhu ustanovljenja zajedničkih a-iznosa uopće nikako nisu potrebna, jer nam formula (125), koja se naravski može proširiti u formulu

$$a = \frac{N_I a_I + N_{II} a_{II} + N_{III} a_{III} + \cdots\cdots}{N_I + N_{II} + N_{III} + \cdots\cdots} \quad \ldots \quad (126)$$

već sama po sebi sigurno daje zajednički a-iznos svih kumuliranima zamišljenih sastojina.

Apriorna primjena spomenutih debljinskih granica pri strukturnoj tipizaciji sastojinâ ne znači dakle za tu tipizaciju nikakovo otešćanje dot. odugovlačenje poslova nego baš obrnuto: ona znači veliko njihovo pospješenje.

Vidjeli smo, da a-iznosi navedenih sastojina izlaze doduše kao posljedica gustoće u sadnji, ali da ta činjenica dolazi do izražaja zapravo samo u neznatnoj mjeri kao i s nepravilnostima upravo velikim. Vidjeli smo, da su ovo skrivili u glavnom razni događaji, koji su se u vremenu proteklom od sadnje desili u dotičnim sastojinama neravnomjerno i to neravnomjerno

kako s obzirom na vrijeme dešavanja tako i s obzirom na intenzivnost dešavanja. Dužina vremena proteklog od sadnje zajedno s neravnomjernošću raznih u njemu svršenih događaja alterirala je dakle uplive sadnih razmaka na *a*-iznose u veoma znatnoj mjeri.

Razmaci biljaka pri sadnji predstavljaju prvobitne stupnjeve u gustoći navedenih sastojina. Kakove su uplive na iskazane *a*-iznose mogli da izvedu kasniji stupnjevi u gustoći tih sastojina?

Od kasnijih stupnjeva poznati su nam iz navedene Vanselow-ljeve radnje samo konačni stupnjevi tj. oni, koji su u sastojinama postojali baš u vremenu njihova klupovanja. Ti stupnjevi gustoće izraženi su ovdje brojevima stabala navedenim u tabeli 6. Poznato je naime, da što veći broj stabala ima sastojina u izvjesnoj starosti i na jednakoj površini, da je ona to gušća, pa joj prema tome *a*-iznos treba načelno da bude manji — kao i obrnuto.

Nanio sam dakle u koordinatnom sustavu *a*-iznose kao ordinate k pripadnim *N*-iznosima kao apscisama. Dobiveni grafikon, čiju reprodukciju ne smatram ovdje baš potrebnom, pokazao je naravski (u navedenom smislu) izvjesnu zavisnost *a*-iznosa od broja stabala u sastojini, ali je i ta zavisnost došla zapravo do slabog izražaja, jer je izuzetaka bilo razmjerno vrlo mnogo i sasvim znatnih.

Razlozi? Očito opet premalene razlike u brojevima stabala (kao posljedice premalenih razlika u razmacima biljaka pri sadnji), pa osim toga premalene sastojinske površine i s njima skopčana preslaba mogućnost za međusobno izjednačenje navedenih neravnomjernosti.

Nakon ovoga sravnio sam međusobno u istom tome pogledu samo sastojine, koje se prema tabeli 9 nalaze unutar istih debljinsko-graničnih iznosa. Sada izuzetaka doduše nije bilo, ali se to može smatrati samo čistim slučajem, pošto su tome sravnjivanju mogla da budu podvrgnuta svega samo tri para *a*-iznosâ.

Uza sve to i dopušten je i biološki vrlo prihvatljiv barem zaključak, da za sastojine jednake starosti i na istoj stojbini, koje se ujedno nalaze unutar istih debljinskih granica, *a*-iznosi (pa prema tome i stupnjevi frekvencijske asimetrije) zavise od ukupnih brojeva stabala svakako u jačoj, ako ne i u mnogo jačoj mjeri nego inače.

Time bih sa demonstracijom primjene mogao da završim — pripominjući ujedno, da se za sada još ne može da omjeri doseg te primjene. Primjena ovoga kao i drugih područja biometrike u šumarstvu zapravo je još u povojima, pa se prema tome još ne može pravo prosuditi, koje bi razmjere mogla ona u njemu eventualno da dosegne.

VI. ZAKLJUČNE PRIPOMENE.

Iz formule (15) obrnutim redom izlazi formula:

$$g^2 = \mu^2 (2c + 3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (127)$$

dotično formula:

$$g = \mu \sqrt{(2c + 3)} \quad . \quad . \quad . \quad (128)$$

u kojoj g predstavlja pozitivnu i negativnu granicu područja, unutar kojega se nalaze pogreške dadenog niza opservacija. I to je ujedno apsolutni iznos jedne i druge granice (apsolutni u tome smislu, što se izražuje dadenom mjerom). Ako se u smislu izlaganja pod točkom III. od funkcije (9) prijeđe na funkciju (28), onda ovoj apsolutnoj granici odgovara relativna granica formulirana pod (91).

Konkretni granični iznosi u smislu ovih formula dadeni su, kao što vidimo, točno i nepromjenljivo odmah po završetku opservacija i po sređenju njihovih rezultata. Tu dakle između formule i zbilje postoji bezuvjetno i strogo suglasje. Nasuprot po omjeru, koji između maksimalne i srednje pogreške izvjesnog niza izvršenih opažanja postoji po Gaussovoj funkciji, izlazi za maksimalni iznos unutar dotičnog niza pogrešaka iznos, koji se rijetko kada pobliže slaže s konkretnim maksimalnim iznosom. Kadšto zna on biti upadno veći, a kadšto upadno manji od konkretnog maksimalnog iznosa, kao što to pokazuju primjeri, što ih u tom pogledu navode Czuber i Charlier.[29])

I kod Pearsona, kao što vidjesmo, može između pojedine stvarne granice unutar dadenog niza opažanja i između odgovarajuće granice izračunane po njegovoj metodi da postoji baš i vrlo upadna, pa čak i apsurdna razlika.

Pearson, kao što rekoh, stavlja granice g_1 i g_2 svoje funkcije (9) u funkcionalnu zavisnost od opservacionih rezultata, koji se s jedne strane sastoje od iznosâ pojedinih opserviranih debljina, a s druge strane od opserviranih frekvencija. Tok ovih (parcijalnih) frekvencija uvijek je — kao što rekoh — više manje iskrivljen prema toku frekvencija pripadnih cjelokupnom kolektivu, a zna kadšto biti baš i mnogo iskrivljen. I nepravilnosti dot. pogrešnosti toga toka znaju kadšto baš i mnogo da nadmašuju pogrešnost opserviranih debljinskih granica.

Čemu onda da se granice opservirane debljinske varijabilnosti, pa prema tome i granice g_1 i g_2 pripadnog joj sistema »pogrešaka« (dakle opservacioni rezultati manje nepouzdani) stavljaju u funkcionalnu zavisnost od opserviranih fre-

[29]) Czuber: Theorie der Beobachtungsfehler, Leipzig 1891, str. 209; Charlier: na naved. mjestu, str. 21.

kvencija, dakle od opservacionih rezultata znatno nepouzdanijih? Zašto da se te granice — skoro potpuno dostignute, a nikako još neprekoračene — ne opredjeljuju same za se t. j. nezavisno od nepouzdanijeg (pogrešnijeg) dijela opservacionih rezultata?

Pa kad se za izjednačivanje učestalosne krivulje osim opserviranih stepenskih frekvencija i osim opserviranih stepenskih sredina upotrebljuju ujedno s r e d i n e s k r a j n j i h dadenih stepena, zašto da se onda za to isto izjednačivanje (u primjerenoj naravski formi) ne primjenjuju ujedno i v a n j s k e g r a n i c e tih skrajnjih stepena t. j. konkretne veličine g_1 i g_2.

Stvarni razlozi traže, da se s tim granicama po izvršenom klupovanju sastojine — jednako kao i s ostalim osnovnim materijalom — postupa kao s veličinama već poznatim, a sve je to pri izvodu funkcije (28) načelno i učinjeno kao — osim toga — i dovoljno obrazloženo.

Veličina G iz funkcije (23) ne može dakle da se smatra veličinom unaprijed nepoznatom, pa je radi toga na opisani način i mogla da bude izlučena iz funkcije. A ovo izlučenje dovelo je, kao što vidjesmo, do velike prednosti, da se sva karakteristična svojstva jednomodalne frekvencijske funkcije mogu bez izuzetka da izraze s pomoću samo dviju numeričkih karakteristika.

Navedeno izlučenje — samo po sebi — dopušta za a p š o l u t n e granične iznose pojedinačnih (opservacionih) »pogrešaka« u principu iznose s a s v i m p o v o l j n e, osim jedino iznosa bezgraničnih (beskonačno velikih), jer se suma svakog para tih granica ($g_1 + g_2$) u r e l a t i v n o m pogledu svodi na j e d a n t e i s t i iznos t. j. na iznos 1. Dalje pak zavisi samo od ukupnog broja opservacija, da li će konkretna frekvencijska krivulja biti više ili manje pravilna dot. nepravilna. Od samog pak karaktera pojedinog strukturnog tipa zavisi nadalje, kako će se i koliko će se frekvencijska krivulja (u izjednačenom svome obliku) savijati na raznim mjestima duž svoga toka.

P e a r s o n o v e granice (uzete kao apriorne nepoznanice) predstavljaju prema tome nepoznanice stvarno nepotrebne i prekobrojne, pa računske operacije skopčane s njihovim izračunavanjem moraju stoga da dovedu do izvjesnog iskrivljenja računskih rezultata.

Prema nalazu pri kraju točke V. kao strukturne karakteristike sastojinâ imale bi pored a- i μ-iznosa da vrijede još i g r a n i c e d e b l j i n s k o - v a r i j a c i o n o g p o d r u č j a unutar dotičnih sastojina.

Rekao sam, da parametri c_1 i c_2 funkcije (28) pri njenoj primjeni na jednomodalne šumske sastojine ne mogu, a da ne budu pozitivni. No ima i kolektivâ s distribucionim (raspodjelbenim) krivuljama posve drugačijim od krivuljâ, koje vrijede za distribuciju stabala u šumskim sastojinama. Funkcija (28) vrijedi strogo i za takove kolektive, u koliko im krivulje u izjednačenom stanju moraju načelno da imaju jedan jedini maksimum dot. minimum i u koliko im se možda varijaciono područje na apscisnoj osi načelno ne proteže do u beskonačnost (od čega ovo zadnje smatram mogućim zapravo samo u slučajevima, za koje načelno vrijedi princip b e z g r a n i č n e slučajnosti, kao što je to npr. pri nekim čisto teoretskim operacijama na području računa vjerojatnosti).

Pri primjeni navedene funkcije na takove drugačije kolektive — uz izuzetak slučajeva navedenih u prednjoj zagradi — pokazalo bi se samo to, da ona od slučaja do slučaja na razne načine mijenja svoje parametre c_1 i c_2: da joj — recimo — u jednom slučaju parametar c_1 ili c_2 pada praktički sasvim na nulu, u drugom slučaju da jedan ili drugi od njih ili baš i oba dobivaju vrijednosti negativne.

Što se tiče bimodalnih, pa eventualno još i višemodalnih kolektiva, na njih naravski ne može funkcija (28) da bude izravno primijenjena. Ali je poznato, da se takovi složeni kolektivi u glavnom lako dadu raščlaniti u jednostavne (jednomodalne) kolektive, čijom su miscijom oni i nastali, pa se onda rečena funkcija može nesmetano da primijeni na svaki od tih separiranih kolektiva zasebno.

RÉSUMÉ

Le présent travail se fait le but de développer une méthode simple et précise de la description analytique des courbes distributives (courbes des fréquences) comme le sont les courbes représentant la structure diamétrique de nos peuplements plus ou moins réguliers et n'ayant, par conséquent, qu'un seul sommet (point culminant). Il se base sur la fonction des frequences de K a r l P e a r s o n, transcrite ici — avec d'autres caractères — sous No (9) et contenant, en déhors de la variable ξ, cinque grandeurs paramétriques. D'entre celles-ci un rôle spécial appartient, comme on le sait, aux paramètres-limites g_1 et g_2.

Il est de même connu que la variable ξ est définie par la formule subtractive (10) dans laquelle (à ne parler que de nos peuplements susdits) X symbolise la variabilité du diamètre à hauteur d'homme dans le peuplement donné, A étant la mo-

yenne arithmétique de tous ces diamètres. Sa formule détaillée est donnée sous (5) où les symboles X_1, X_2 . . . . . X_ν représentent les milieux des catégories de diamètre (des intervalles d'épaisseur) et où les N_1, N_2 . . . . . N_ν sont les nombres d'arbres appartenant à ces catégories.

La fonction (9) est esquissée graphiquement dans la figure 1 (Sl. 1). A ses paramètres-limites l'auteur attribue la qualité des grandeurs données puisque — l'inventaire (le comptage) du peuplement une fois terminé — elles nous sont en fait connues (de façon naturellement indirecte).

Cette fonction, l'auteur la fait deux fois convenablement transformer. A ce but il introduit d'abord, d'après les expressions (16) à (18), la variable z, c'est-à-dire la différence entre le diamètre courant et entre sa valeur la plus basse (l'inférieure limite de la catégorie de diamètre la plus faible). Par cette substitution il obtient successivement l'expression (23) ne contenant que quatre grandeurs paramétriques, deux d'entre lesquelles étant caractérisées sous (22).

Comme on le voit de la fig. 2, la grandeur G représente la différence entre l'épaisseur la plus grande (la supérieure limite du correspondant intervalle d'épaisseur) et entre l'épaisseur la plus faible des arbres composant le peuplement. Après la terminaison du comptage elle nous est donc de même connue — ce qui nous donne le droit de faire une nouvelle substitution, cette fois-ci au moyen de l'expression (24), c'est-à-dire au moyen de la relativisation du diamètre courant déjà diminué par la soustraction sous (18). Cela fait, on obtient successivement la fonction (28) représentée graphiquement par la fig. 3 et ne contenant que trois seuls paramètres.

D'après cette dernière fonction, le total absolu de la différence entre les extrêmes degrés d'épaisseur dans le peuplement donné parait parfaitement sans importance. Il ne s'agit plus que du total relatif de la différence mentionnée et celui-ci est partout déterminé par la simple unité (1). La nouvelle variable x ne peut donc varier qu'entre 0 et 1. Ses exposants c_1 et c_2 réglent la courbure de la courbe dirigée par la fonction.

La détermination de ces paramètres se fait d'après les formules sous (44) contenant les grandeurs a_1 et a_2^2 qui — de leur coté — sont représentées par les formules (45) et (46). Comme on le voit, ce ne sont que des nouvelles moyennes arithmétiques, mais composées des valeurs à la fois diminuées et relativisées — ce qui nous fait autorisés à leur donner le nom des moyennes »diminutivement-relatives« à contre-pied de la moyenne sous (5) qui peut porter le nom de moyenne »normalement-absolue«.

Le parametre $\overline{K}$ se détermine d'après la formule (34) composée de trois formes spéciales de la »fonction gamma« (intégrale eulérienne de seconde espèce). A defaut d'une exacte tabelle pour l'extraction des valeurs concrètes de la fonction gamma on peut le même paramètre calculer exactement d'après la formule (63).

Nous en avons toutes les données nécessaires pour la détermination — d'un coté — des valeurs compensées de notre fonction (28) et — d'autre coté — des valeurs compensées des fréquences elles-mêmes. Les méthodes de cette détermination sont théoriquement développées et pratiquement décrites dans le texte accompagnant les formules (58) à (64). Mais cela n'est que le but plus ou moins accessoir de cette étude.

Dans la formule (45) nous pouvons au moyen de l'expression (24) faire des substitutions marquées sous (47). Il en résulte la formule (48). Dans cette formule nous pouvons au moyen de la différence sous (18) introduire les expressions sous (50) et nous obtenons la seconde formule sous (51). De cette dernière enfin et ayant en vue les expressions sous (13) et (22), nous obtenons la formule (52) qui nous montre ad oculos un fait très caractéristique, c'est-à-dire que la moyenne diminutivement-relative a_1 se trouve dans une connexité très étroite avec le sens et avec le degré de l' asymétrie de la courbe des fréquences. Car, si nous posons $g_2 = g_1$, ce qui vaut exactement dans le cas d'une courbe parfaitement symétrique, nous obtenons pour a_1 la valeur $\frac{1}{2}$. Si nous posons $g_2 > g_1$, ce qui vaut dans le cas d'une asymétrie marquée par les figures 1—3, nous obtenons $a_1 < \frac{1}{2}$. Si, par contre, nous posons $g_2 < g_1$, ce qui vaut dans le cas d'une asymétrie contraire, nous obtenons $a_1 > \frac{1}{2}$.

Cette moyenne se déterminant, comme on le voit, d'une manière bien aisée, peut donc, par seule elle-même, nous rendre service comme une mesure infaillible du sens et du degré de l'asymétrie de la courbe des fréquences.

Les deux moyennes a_1 et a_2^2 déterminant les paramètres c_1, c_2 et $\overline{K}$ [ce dernier par l'intermédiaire de la formule (34)] déterminent par conséquent tout le cours de la courbe fréquencière et suffisent ainsi par seules elles-mêmes pour la caractérisation complète de la courbe. Mais elles déterminent à la fois, au moyen de la première formule sous (54), la »standard deviation« (»dispersion«) que nous marquons ici par μ. La moyenne a_2^2 peut donc à l'aide de la seconde formule sous (54) être exprimée au moyen de la moyenne a_1 et de la dispersion μ.

Ces deux grandeurs dernières, introduites dans les formules sous (44), nous donnent les formules sous (55) exprimant les paramètres c_1 et c_2 en dépendence de la moyenne $a_1(=a)$

et de la dispersion. C'est surtout la dépendence vis-à-vis de la dispersion qui en est exprimée tout évidemment. Plus grande la valeur de la dispersion, plus petites les valeurs des paramètres et vice versa.

Du domaine de la théorie des moindres carrés il est connu que la valeur de μ est significative de la hauteur du sommet de la courbe des probabilités des erreurs. Plus grande la valeur de μ, plus petite la hauteur du sommet et vive versa.

Ainsi nous pouvons dire: la moyenne a_1 caractérise infailliblement l'asymétrie de la courbe structurelle, la dispersion caractérise — de même infailliblement — la hauteur du sommet de la même courbe. L'une et l'autre ensemble caractérisent la courbure sur des divers endroits de la courbe. Ces deux expressions peuvent donc porter le nom des »caractéristiques structurelles« des peuplements.

Si nous les connaissons, nous sommes en état de déterminer d'une façon simple et sûre, si un peuplement de la structure monomodale peut être considéré comme un type structurel isolé ou s'il — ensemble avec d'autres peuplements de ladite sorte — doit être groupé à un type commun. Il ne faut, à ce but, que de trouver, d'un coté, les différences entre les respectives caractéristiques structurelles des peuplements en comparaison et, d' autre coté, les erreurs les plus hautes possible (les erreurs-limites) de ces-mêmes différences.

La comparaison des différences avec leurs erreurs-limites donne à la question, s'il s'agit ici d'une homotypie ou d'une hétérotypie structurelle des peuplements, une sûre réponse. Deux peuplements appartiennent tout évidemment à un même type structurel, si les dites différences dépassent leurs erreurs-limites et vice versa.

Aux erreurs-limites des dites différences on arrive, comme c'est connu, en passant par les carrés des erreurs-limites des dites caractéristiques.

La formule de l'erreur-limite de la moyenne a_1, nous ne la déduisons pas de la loi de Gauss (comme c'est usuel dans la théorie des moindres carrés), mais de la loi symétrisée de Pearson, présentée ici sous (82) où l'argument ξ est différent de celui sous (9) par ce qu'il — cette fois — ne peut varier qu'entre les limites $(-1/2)$ et $(+1/2)$.

En partant de cette fonction nous obtenons pour l'erreur-limite de ladite moyenne l'expression (93) où N symbolise le nombre total des arbres composant le peuplement. De cette expression il résulte pour l'erreur-limite de la différence entre les correspondantes valeurs de a_1 $(=a)$ la formule (98) où les chiffres I et II symbolisent les deux peuplements en comparaison.

De la même manière on compare les deux dispersions μ_I et μ_{II}, d'ordinaire plus ou moins défectueuses elles-mêmes aussi: à cause de la représentativité des peuplements plus ou moins restreinte par suite d'un nombre unsuffisant des arbres dans chaque peuplement en comparaison.

C'est aussi l'erreur-limite de la dispersion que nous déduisons ici non pas de la loi de Gauss, mais de ladite loi de Pearson. Sous (116) nous donnons sa formule finale où c signifie la moyenne arithmétique de deux (déjà mentionnés) exposants c_1 et c_2, cependant que le symbole μ_μ représente l'erreur moyenne de la dispersion. Sa formule détaillée se trouve sous (114).

On peut ici tenir compte de deux formes de l'homotypie. Ce sont: 1. l'homotypie seulement à l'égard du degré de l'asymétrie de la courbe distributive (tout court: l'homotypie partielle), jugée d'après la première caractéristique a_1 $(=a)$ seule; 2. l'homotypie, au surplus, à l'égard de la hauteur du sommet de la courbe (court: l'homotypie totale).

Ce n'est que dans le cas de l'homotypie totale qu'on peut parler d'une »homotypie structurelle« proprement dite.

Comme nous le vîmes, pour la caractérisation des courbes fréquencières monomodales les deux caractéristiques a et μ suffisent théoriquement d'une manière complète et par seules elles-mêmes. Si, par contre, il s'agit de la pratique du groupement de plusieurs peuplements à un type structurel commun, on doit (comme nous le vîmes aussi) consulter à cet égard encore les différences Δ_a et Δ_μ ensemble avec leurs erreurs-limites.

En dehors de ces différences et leurs erreurs-limites nous nécessitons parfois à ce but encore un autre indice. Ce »parfois« devient valable quand il s'agit non seulement du pur problème de l'appartenance de plusieurs peuplements à un type commun, mais quand c'est surtout la valeur de a commune pour toute la composition des peuplements ainsi groupés qui nous intéresse.

Dans ce cas nous ne devons à un type commun grouper que des peuplements uniformes à l'égard des limites de la grosseur des arbres. Cela veut dire qu'il nous sont, dans ce cas, pour la caractérisation structurelle des peuplements nécessaires encore les limites diamétriques (X_{min} et X_{max}) des peuplements.

La nécessité susdite n'exige aucune augmentation des travaux de typisation. Par contre, comme l'auteur le démontre en détail, elle les abrège très considérablement et sans aucunes conséquences non souhaitées.

La formation de deux formes mentionnées des types structurels, l'auteur la montre sur le matériel de prof. Vanselow (Munich), cependant que les figures 5 et 7 montrent les résultats de la compensation de deux courbes fréquencières concrètes: la première (presque symétrique) provenant du matériel de prof. Tjurin (Moscou), l'autre — extrêmement asymétrique — provenant du matériel de prof. Kunze (Tharandt). Les respectives courbes originales sont marquées par des points se trouvant le long des courbes tracées.

Nous avons dit auparavant que nous attribuons aux paramètres-limites de la fonction de Pearson la qualité des grandeurs données. Cela contrevient à la pratique de Pearson qui leur attribue la qualité des grandeurs précédemment inconnues et qui, par conséquent, pour le peuplement donné devraient être déterminées de manière (au fond) semblable à celle pour la détermination des paramètres c_1 et c_2, donc au moyen des calculations compensatives.

Le matériel fondamental pour ces calculations représentent, comme on le sait, les milieux des intervalles d'épaisseur en communauté avec leurs fréquences relatives. Cela veut dire: sur la base d'un matériel plus ou moins restreint, incomplet et défectueux Pearson calcule pour ses paramètres-limites les valeurs compensées qui, à cause de ladite défectuosité, sont nécessairement et parfois tout évidemment illusoires. Pourquoi donc les déduire des résultats de la calculation compensative, quand pour chaque série donnée des observations existent déjà certaines limites concrètes, justement (ou presque) atteintes et pas dépassées.

En présence du fait que pour la compensation de la courbe des fréquences on utilise les milieux des intervalles extrêmes, il n'existe de raison pour ne pas utiliser à cette même action également les extérieures limites de ces mêmes intervalles (dans la forme convenable naturellement). Donc, la réalité exige que nous les traitions comme tout l'autre matériel fondamental, c'est-à-dire comme des grandeurs données — ce qui est à l'occasion du développement de la fonction (28) justement fait.

Pour le traitement des paramètres-limites en qualité des grandeurs données et invariables il existe encore une autre justification qui — brièvement — peut être expliquée comme suit:

Le peuplement donné est un représentant de la collectivité (disséminée sur le globe entier) de tous les peuplements de la même essence, du même âge, de la même densité et situés — au surplus — non seulement sous des mêmes conditions de station, mais aussi entre les mêmes limites d'épaisseur.

Sous cet angle de vue on ne prend en considération comparative que les peuplements également limités en épaisseur ce qui — aussi — peut servir comme un des signes que ces-mêmes peuplements ont vécu sous des conditions de vie semblables.

La grandeur G de la fonction (23) ne peut donc être considérée comme grandeur précédemment inconnue et c'est pourquoi elle put être éliminée de la fonction. Cette élimination amena, comme nous le vîmes, au grand avantage que toutes les propriétés d'une courbe monomodale des fréquences peuvent précisément être exprimées par deux seuls nombres: celui de la moyenne a_1 et celui de la dispersion.

Par soi-même, ladite élimination admet en principe pour les limites absolues des erreurs les limites n'importe quelles (excepté uniquement les limites infinies), car la somme de chaque pair de ces-mêmes limites $(g_1 + g_2)$ se réduit du point de vue relatif à une même totalité, c'est-à-dire à la totalité 1. Ensuite, il ne dépend que du nombre total des observations et — au surplus — du caractère intrinsèque du type structurel, si la concrète courbe des fréquences aura plus ou moins de régularité, si son tracé (en état compensé) sera çà et là plus ou moins courbé et de quelle manière.

Les mentionnées limites, prises précédemment comme inconnues, représentent donc des inconnues superflues et — par conséquent — nuisibles. Leur détermination calculative doit conduire à un résultat plus ou moins faux et fictif.

LITTÉRATURE CITÉE

I. Au sujet des conditions pour l'apparition des courbes fréquencières bimodales:

1. Miletić: Istraživanja o strukturi bukovih sastojina.... (Recherches sur la structure des peuplements de hêtre....), Šumarski List (Revue Forestière) 1930; 2. Johannsen: Elemente der exakten Erblichkeitslehre, Jena 1926.

II. Au sujet de la construction graphique des courbes monomodales (compensées ou non, compensées graphiquement ou calculativement):

1. Schuberg: Aus deutschen Forsten I. Die Weisstanne, Tübingen 1888; 2. Guttenberg: Die Aufstellung von Holzmassen- und Geldertragstafeln auf Grundlage von Stammanalysen, Oesterreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen 1896; 3. Flury: Einfluss verschiedener Durchforstungsgrade auf Zuwachs und Form der Fichte und Buche (Mitteilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Band VII, 1903.); 4. Cajanus: Über die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände (Acta Forestalia Fennica 3, Helsingfors 1914.); 5. Ilvessalo: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Wald-

typen, Acta Forestalia Fennica 15, Helsingfors 1920; 6. Lönnroth: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, Acta Forestalia Fennica 30, Helsinki 1926; 7. Paczoski: Die biologische Struktur des Waldes, Sylwan 1928; 8. W. H. Meyer: Rates of growth of immature Douglas fir .... on permanent sample plots, Journal of agricultural research 1928; 9. Paczoski: Die Wälder Bosniens, Sylwan 1929; 10. Jedlinski: Formation de la structure du peuplement sous l'influence d'âge et des circonstances écologiques, Warszawa 1929; 11. Miletić: l. c.; 12. Schmied: Über den Einfluss .... der Durchforstungen auf die Höhen- und Stärkenentwicklung in jüngeren Buchenbeständen (Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1930.); 13. Jedlinski: Recherches preliminaires aux tables de volume et d'accroissement des peuplements du pin sylvestre en Pologne (dans le Travail Collectif sous l'inscription »Recherches sur les particularités de la structure, du développement et de l'accroissement des peuplements du pin en Pologne, Warszawa 1932.«); 14. Borkowski-Antosiewicz: Essai de la classification des stations des peuplements du pin sylvestre en Pologne à l'aide des courbes des repartitions des grosseurs prises en valeurs absolues (dans le même Travail Collectif); 15. Olszanski: L'allure normale du développement de peuplement final exploitable et la selection des arbres dans les peuplements normaux (dans le même T. C.); 16. Jezierski: La structure de l'accroissement d'épaisseur dans le peuplement du pin sylvestre et l'influence du gemmage (dans le même T. C.); 17. Pilat: Einiges über die Struktur der Fichtenbestände in den Ostkarpathen, Sylvan 1932.; 18. Kovács: Über die Gesetzmässigkeit der Stammverteilungen gleichaltriger Waldbestände nach der Brusthöhenstärke und über ihre praktische Verwendbarkeit (Erdészeti Kisérletek 1934.); 19. Tjurin: Lesnaja taksacija, Moskva 1938.; 20. Kopřiva: Die Durchforstungen in Bezug zu den biometrischen Methoden (Lesnická Práce 1942.); 21. Vanselow: Einfluss des Pflanzverbandes auf die Entwicklung reiner Fichtenbestände (Forstwissenschaftliches Centralblatt 1942.); 22. Bruce-Schumacher: Forest mensuration, New York and London 1942.

III. Au sujet de la théorie de description analytique des séries fréquenciéres, de même qu'au sujet des fondements analytiques:

1. Czuber: Theorie der Beobachtungsfehler, Leipzig 1891.; 2. Fechner: Kollektivmasslehre, Leipzig 1897.; 3. Lipps: Theorie der Collektivgegenstände, Leipzig 1902.; 4. Bruns: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmasslehre, Leipzig—Berlin 1906.; 5. Mises: Über die Grundbegriffe der Kollektivmasslehre (Jahresbericht der deutschen Mathematikervereinigung 1912.); 6. Cajanus: l. c.; 7. Czuber: Wahrscheinlichkeitsrechnung .... Leipzig—Berlin 1921.; 8. Hohenadl: Neue Grundlagen der Holzmessung (Forstwissenschaftliches Centralblatt 1922.); 9. Czuber: Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung: 1. Band, Berlin—Leipzig 1922., 2. Band, Berlin—Leipzig 1924.; 10. Hayashi: Sieben- und mehrstellige Tafeln der .... Gammafunktion, Berlin 1926.; 11. Wolff v. Wülfing: Over statistische Methoden en hare Toepassing op het Meten van Gemeenschappen, Buitenzorg 1927.; 12. Meyer H. W.: Diameter distribution series in evenaged forest stands, New Haven 1930.; 13. Mises: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Leipzig—Wien 1931.; 14. Charlier: Über die Grundzüge der mathematischen Statistik, Lund 1931.; 15. Meyer: Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes (Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 1933.); 16. Schnur L.: Diameter distributions for oldfield loblolly pine stands in Maryland, Journal of agricultural research 1934.; 17. Wellisch: Theorie und Praxis der Ausgleichungsrechnung, Wien—Leipzig 1909.

IV. Au sujet des sources pour les exemplifications:

1. Tjurin: l. c.; 2. Kunze: Über den Einfluss der Anbaumethode auf den Ertrag der Fichte (Tharandter forstliches Jahrbuch 1889.); 3. Vanselow: l. c.

PAGINACIJA SLIKA.

Ispravci — Errata

strana:	redak:	namjesto:	metni:
11	18	Visocki [18]	Visocki [19]
16	31	Holzeerziehung	Holzerziehung
16	32	forstliher	forstlicher
157	4	leucordenis	leucodermis