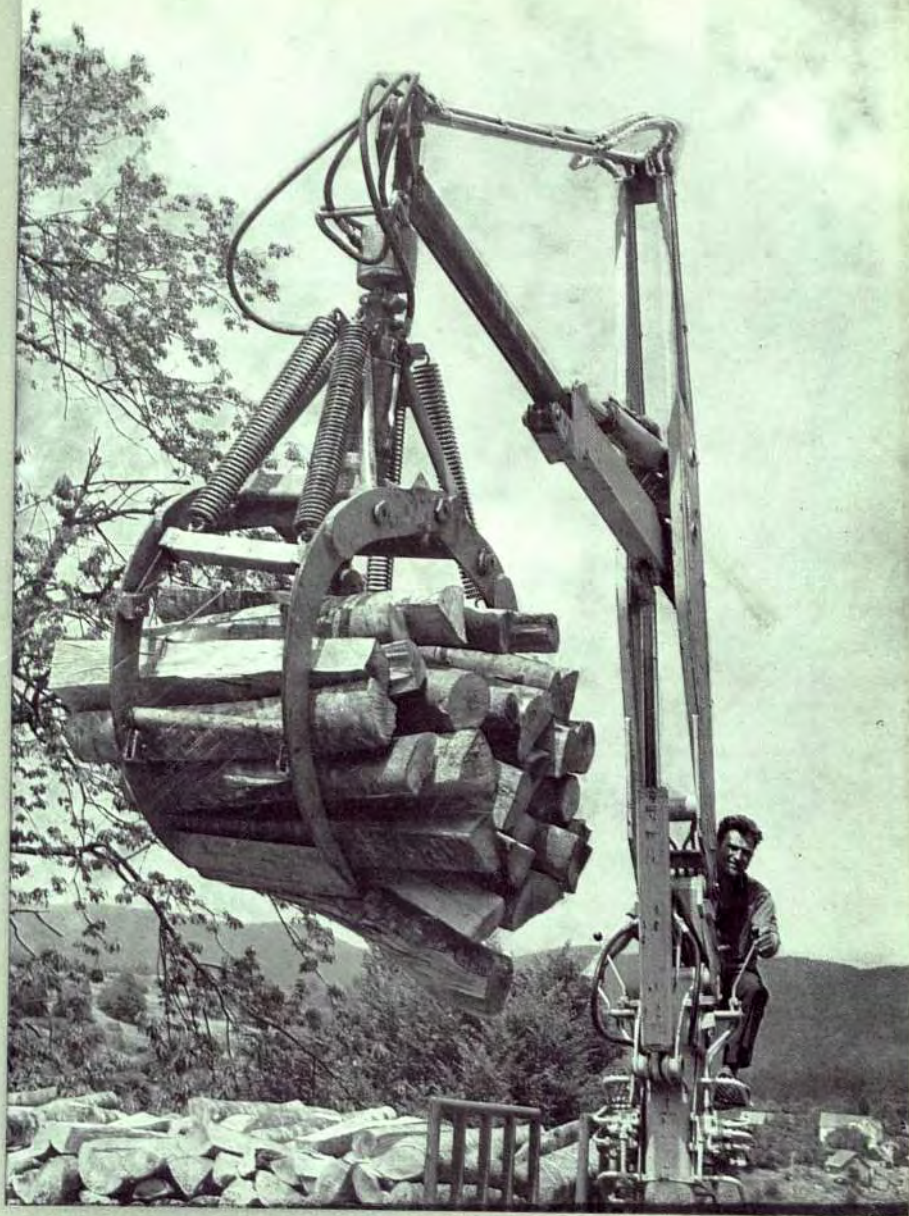


tarina plaćena
otovom

9-10

1973



SUMARSKI LIST

ŠUMARSKI LIST
GLASILO SAVEZA INŽENJERA I TEHNIČARA ŠUMARSTVA
I DRVNE INDUSTRIJE SR HRVATSKE

Redakcijski odbor

Dr Milan Androić, dr Roko Benić, dr Stjepan Bertović, ing. Žarko Hajdin, ing. Josip Peternel, dr Zvonko Potočić, ing. Josip Šafar

Glavni i odgovorni urednik:

Dr Branimir Prpić

RUJAN — LISTOPAD

Tehnički urednik i korektor:

Branka Bađun

UDK 634.0.231:634.0.558:634.0.174.7 *Abies alba*

S. Matić: Prirodno pomlađivanje kao faktor strukture sastojine u šumama jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv.) — Natural regeneration as a factor of stand structure in the forests of Silver Fir with hardfern (*Blechno-Abietetum* Horv.) — La régénération naturelle comme facteur de la structure des peuplements dans la sapinière à biéchno (*Blechno-Abietetum* Horv.) — Natürliche Verjüngung als Faktor des Bestandesstruktur in den Tannenwäldern mit Rippenfarn (*Blechno-Abietetum* Horv.).

UDK 634.0.232.12:634.0.174.7 *Larix europaea*

J. Gračan: Nasljednost nekih svojstava evropskog arša populacije Varaždinsbreg — Inheritance of certain characteristics of European Larch of the Varaždinsbreg population — L'hérédité de certaines caractéristiques du Mélèze d'Europe dans la population de Varaždinsbreg — Vererblichkeit einiger Eigenschaften bei der europäischen Lärche der Population von Varaždinsbreg.

UDK 634.0.48:634.0.174.7 *Pinus strobus*

S. Orlić et al.: Sušenje američkog borovca (*Pinus strobus* L.) u kulturama — Die-back of Eastern White Pine (*Pinus strobus* L.) in cultures — Le dépérissement du Pin Weymouth (*Pinus strobus* L.) en cultures — Das Strobensterben (*Pinus strobus* L.) in den Kulturen.

UDK 634.0.113/114:634.0.223.9(497.13—15)

J. Martinović: Utjecaj tla i reljefa na omjer vrsta drveća u šumi bukve i jele na kršu zapadne Hrvatske — Influence of soil and topography on the proportion of tree species in the Beech/Fir forest in the Karst area of Western Croatia — Influence du sol et du relief sur la proportion des essences dans la forêt de Hêtre et de Sapin dans la région karstique de la Croatie occidentale — Einfluss des Bodens und der Geländeform auf das Baumartenverhältnis im Buchen (Tannenwald im Karstgebiet Westkroatiens).

Aktualna problematika

Stručni skupovi

Strana stručna literatura

Društvene vijesti

In memoriam

Naslovna fotografija

»Hvatač« i »okretač« u radu na utovaru prostornog drva u šumariji Vrbovsko
Snimio: T. Heski

ŠUMARSKI LIST

SAVEZ INŽENJERA I TEHNIČARA ŠUMARSTVA I
DRVNE INDUSTRIJE HRVATSKE

GODIŠTE 97

RUJAN — LISTOPAD

GODINA 1973.

PRIRODNO POMLAĐIVANJE KAO FAKTOR STRUKTURE SASTOJINE U ŠUMAMA JELE S REBRAČOM (BLECHNO-ABIETETUM HORV.)*

Mr SLAVKO MATIĆ, dipl. ing. šum.

Katedra za uzgajanje šuma — Šumarski fakultet u Zagrebu

I UVOD

Šumska zajednica jele s rebračom (*Blechno-Abietetum Horv.*), prema Horvatu, je jedna od najvrednijih zajednica u gospodarskom i prirodno-znanstvenom pogledu. Ona pokriva velike površine na pješčenjačkim podlogama Gorskog Kotara. Te sastojine, koje dolaze na dubljim tlima, uglavnom su viših bonitetnih razreda te otud i njihova velika gospodarska važnost, a naročito s obzirom na drvnu zalihu, prirast i postotak iskorišćenja drvne mase.

Nije ni čudo što su znanstvenici posvetili veliki dio svojih radova baš ovoj zajednici, te su je osvjettili sa skoro svih aspekata šumarske znanosti (Bertović S., Cestar D., Dekanić I., Frančišković S., Horvat I., Hren V., Jovanovac A., Klepac D., Majnarić J., Majnolović P., Miletić Ž., Perc Z., Šafar J., Tregubov V. i dr.) I pored velikih i za šumarsku znanost značajnih radova spomenutih autora, mišljenja smo da problem prirodnog pomlađivanja u cenozi jele s rebračom nije dovoljno rasvijetljen, a naročito su u našoj literaturi nedostatni podaci konkretnih izmjera pomlađivanja, te njegova komparacija s ostalim elementima strukture sastojine. Problem pomlađivanja, u dosadašnjoj dostupnoj literaturi, se uglavnom rješavao na okularnoj ocjeni ponika, pomlatka i mladika, te se dovodio u vezu s temeljnicom i nekim elementima strukture sastojine. Iz tih opažanja su se uglavnom izvodili zaključci o uspjehu pomlađivanja, te donosile preporuke za njegovo poboljšanje.

Mišljenja smo da se prirodnom pomlađivanju u sastojinama jele s rebračom treba posvetiti veća pažnja, tim više što je taj problem svakim danom interesantniji i veći zbog poremećene biološke stabilnosti jelovih sastojina Gorskog Kotara nastale nakon napada jelovog moljca (*Argyresthia*

* Magistarski rad izrađen na Šumarskom fakultetu u Zagrebu i prihvaćen po članovima komisije prof. dr-u I. Dekaniću i prof. dr-u D. Klepcu.

fundella F. l.) i ostalih štetnika i zbog toga masovnog sušenja jelovih stabala. Normalno je da ni zajednica jela s rebračom nije ostala pošteđena od tih napada koji se očituju u poremećenju svih životnih manifestacija jedne sastojine, a među njima i pomlađivanja.

Naš zadatak sastojao se u tome da u cenozi jela s rebračom ustanovimo odnose pomlađivanja i nekih elemenata sastojine, vodeći posebno računa o ovisnosti između pomlađivanja i krošanja stabala.

Istraživanja smo proveli u fakultetskoj šumariji Zalesina u gosp. jed. Belevine na 50 pokusnih ploha smještenih u sistematskom nizu po 25 u Odjelu VII 1b i daljnjih 25 u odjelu VII 1c.

II. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

1. Položaj

Šume fakultetske šumarije Zalesina smjestile su se s desne strane ceste Zagreb—Rijeka (bivša Luizinska cesta) na 130 km od Zagreba. S južne strane omeđene su autocestom, s istočne i zapadne šumama šumarije Skrad i Delnice, a kroz sredinu objekta prolazi željeznička pruga Zagreb—Rijeka (Sl. 1).

Gospodarska jedinica Belevine, u kojoj smo vršili naša istraživanja, nalazi se u neposrednoj blizini sela Zalesina, te zauzima površinu od 271,50 ha (Sl. 2). Smještena je na n. v. od 800 m. Cijela gospodarska jedinica pripada biljnoj zajednici **Blechno-Abietetum Horv.**

2. Povjesni podaci

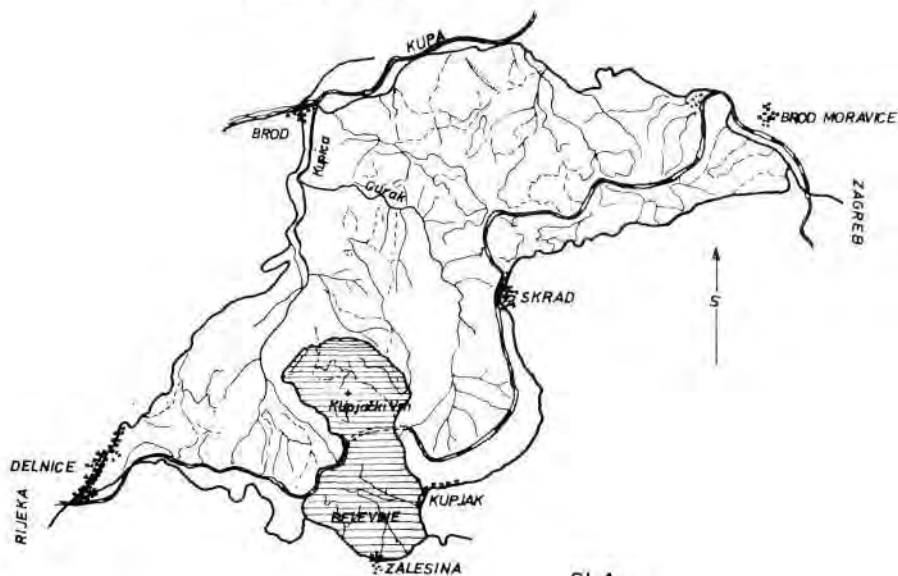
Šume šumarije Zalesina, kao i veliki dio šuma u Gorskom Kotaru pripadale su hrvatskim vlastelinima Zrinskim i Frankopanima. God. 1671., nakon pogibije Zrinskih i Frankopana, te šume potpadaju pod Austrougarsku. Na taj način jedan dio šuma dolazi u posjed mađarskog grofa Batchany-a koji ih 1872. god. prodaje njemačkom knezu Thurn-Taxisu. Knez Thurn-Taxis posjeduje šume na području Zalesine sve do god. 1944., kad su te šume postale općenarodna imovina. Od god. 1949. do 1956. cijelom šumarijom Zalesina, u površini od 2.386,9 ha, upravlja šumarski odjel Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta a od god. 1963. Šumarskom fakultetu ostaje na upravljanje cca jedna četvrtina nekadašnje šumarije Zalesina u površini od cca 500 ha.

Do god. 1803, kad je početa izgradnja Luizinske ceste Rijeka—Delnice—Karlovac, ove šume su praktički bile izvan utjecaja čovjeka. To su bile prašume bukve s manjom primjesom jela (Klepac 1953). Nakon dovršenja ceste 1809. god. počinje intenzivnije iskorišćivanje tih šuma i to uglavnom bukovine, u ono doba gospodarski interesantnije vrste drveća. Bukva se uglavnom koristila za proizvodnju drvenog uglja koji se cestom transportirao u Rijeku, odatle u prekomorske zemlje. Osim toga, postojao je još jedan način iskorišćivanja bukovine, a to je proizvodnja pepela (potaše). Palile su se velike količine bukovog drveta i proizvodio pepeo koji se naročito upotrebljavao pri proizvodnji stakla. Danas imamo u sredini šumskih kompleksa čistine, nazvane pepelarnica, gdje se u prošlosti palila bukovina i proizvodio pepeo.

Sječom bukovih stabala naglo se širi jela i u omjeru smjese preuzima dominaciju nad bukvom, a negdje je skoro i istiskuje. Prema podacima Frančiškovića (1938) i Šafara (1968) evidentno je da se u periodu od 1875. do 1938. god. na području šuma vlastelinstva Thurn-Taxis više sjekla bukva nego jela, a i to da je bukva dominirala u omjeru smjese u tim sastojinama. Osim toga, šumarski stručnjaci su u to vrijeme imali nepovoljan stav prema bukvi, te su je nemilice sjekli forsirajući uvijek i na svakom mjestu četinjače.

PREGLEDNA KARTA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

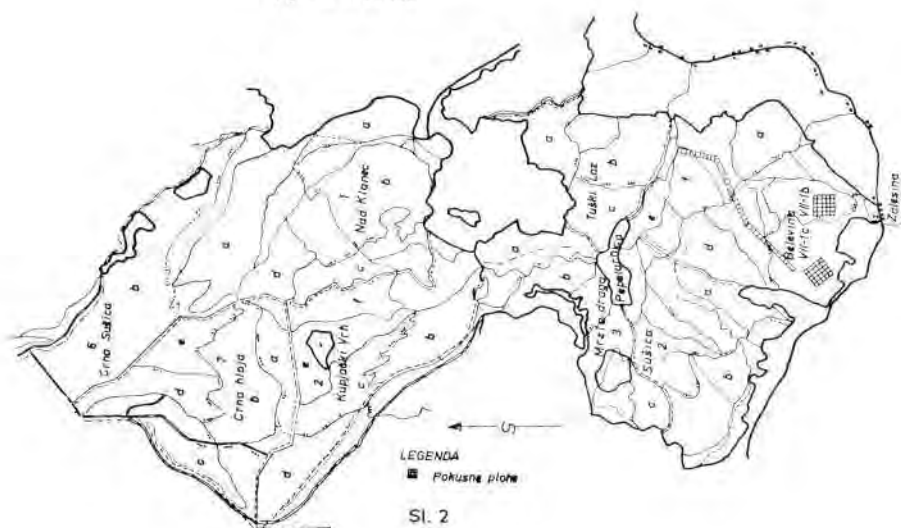
Mjerilo 1:100 000



Sl. 1

FAKULTETSKA ŠUMARIJA ZALESINA

Mjerilo 1:25 000



Sl. 2

Prvo uređivanje šuma na području Zalesine, prema Klepcu 1953, započeto je na kraju prošlog stoljeća. Prva gospodarska osnova sastavljena je 1891. za period od 20 godina. Revizija gosp. osnove obavljena je 1911. s valjanošću do 1930/31. Revizija je obavljena 1926. g. Nakon toga rat je omeo rad na novom uređajnom elaboratu. Nakon rata, odnosno od godine 1950, šume na području Zalesine nalaze se pod direktnom, a jedan period pod indirektnom kontrolom i upravljanjem Sumarskog fakulteta u Zagrebu. Rezultati rada stručnjaka Sumarskog fakulteta danas su očiti jer te šume spadaju među najočuvanije i najljepše na području Gorskog Kotara.

3. Ekološke prilike

3.1. Geomorfološke karakteristike

Šume šumskog kompleksa Zalesina leže na padinama Vodenjaka (923 m), Dedinskog vrha (1061 m), Skradskog vrha (1044 m) i visoravni Kupjak (800 m). Čitavi kompleks, izuzev gosp. jedinice Belevine, nagnut je prema sjeveru. U centru područja izdiže se Kupjački vrh (933 m), a onda se teren strmo ruši prema Kupičkoj i Kupskoj dolini na sjeveru. Šume na cijelom kompleksu su karakteristične po dvije osnovne matične podloge: vapnenoj i dolomitskoj, te pješčenjačkoj i škriljevačkoj. Na vapnenoj i dolomitskoj podlozi razvile su se uglavnom šume bukve i jele (**Fago-Abietetum** Horv.), a na škriljevačkoj i pješčenjačkoj podlozi razvile su se šume jele s rebračom (**Blachno-Abietetum** Horv.).

Gospodarska jedinica Belevine se izdiže na sjevernoj strani Kupjačke visoravni i nagnuta je prema jugozapadu. Reljef je blago valovit s izraženim vododerinama i jarugama. Matični supstrat predstavljaju raznobojni krupno i sitno pješkoviti pješčenjaci paleozojske starosti podložni eroziji. Na ovoj podlozi izviru svi potoci i rječice, te teku dubokim jarugama prema sjeveru gdje utječu u rijeku Kupicu, a s njom dalje u Kupu.

3.2. Klima

Da bismo mogli opisati klimu ovog područja, poslužiti ćemo se podacima dobivenim od Hidrometeorološkog zavoda SRH u Zagrebu. Podaci se odnose na meteorološku stanicu II reda u Zalesini, za razdoblje od 1957—1967. g. Napominjemo da su nedostajali podaci za razdoblje od IX mj. 1962. — VI mj. 1963. god. te smo ih dobili interpolacijom, tamo gdje je to bilo moguće napraviti.

Stanica se nalazi u neposrednoj blizini istraživanog objekta u udaljenosti cca 200 m.

Geografska širina 45° 23' N, geografska duljina 14° 53' E Gr, a nadmorska visina 750 m. Stanica, kao i dobar dio sela Zalesina, smještena je u dolini karakteriziranoj kao mrazištu, što se uostalom može zaključiti s obzirom na makroreljef, šumsku vegetaciju i dobivene meteorološke podatke.

S obzirom da je klima jedan od važnijih ekoloških faktora, koja ima velik utjecaj na pridolazak i razvoj pojedinih šumskih zajednica i vrsta drveća, te utječe na sve životne procese pojedinih vrsta drveća, smatramo da je moramo detaljnije opisati, te u tu svrhu prilažemo tabele br. 1, 2, 3 i 4.

Langov godišnji kišni faktor predstavlja kvocijent srednje godišnje količine oborina (O) u mm i srednje godišnje temperature zraka (T) u °C $KT_g = O/T$.

Prosječni KT_g za period 1957—1967. g. iznosi 213,3 što nam govori da oblast Zalesine prema tom faktoru spada u perhumidnu klimatsku oblast (Tab. 4).

O

De Martoneov indeks ariditeta $I = \frac{O}{T + 10}$ je poboljšao Langov go-

dišnji kišni faktor utoliko, što je omogućio i računanje s mjesecima kojima je srednja temperatura ispod 0°C. Iz tabele 4 vidljivo je da je za promatrani period prosječni De Martonneov indeks 123,9, te da se u promatranom periodu kreće od 108,6—153,1.

Gračanin (1950) proširuje Langovu shemu, uvodi mjesečni kišni faktor, koje predstavlja kvocijent srednje mjesečne oborine i temperature $KF_n = \frac{o}{t}$.

Osim što izražava određeni humiditet klime na osnovu navedene formule, Gračanin još dodaje i oznake toplinskog karaktera klime koja se kreće od nivalne pa do vruće.

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Ukupno/pros.	
O_m	204	166	137	153	158	187	1.015	
$T^{\circ}C$	6,4	11,7	14,7	16,2	16,3	12,2		12,9
KF_m	31,8	14,1	9,3	9,4	9,6	15,3	78,6	
Hum	lh	ph	h	h	h	ph		ph
T.k	uhl	ut	t	t	t	t		t

Humiditet klime u pojedinim mjesecima izražava se ovako :
Kad je KF_m manji

- 3,3, klima je aridna (a)
- 3,3— 5,0 klima je semiaridna (Sa)
- 5,0— 6,6 klima je semihumidna (sh)
- 6,6—13,3 klima je humidna (h)

Toplinski karakter klime ima slijedeće oznake:
Kad je $T^{\circ}C$ ili $t^{\circ}C$ manji od

- 0,5, klima je nivalna (n)
- 0,5— 4 klima je hladna
- 4 — 8 klima je umjereno hladna (uhl)
- 8 —12 klima je umjereno topla (ut)
- 12 —20 klima je topla (t)
- veća od 20 klima je žarka, vruća (v)

Tab. 1

Meteorološka stanica: ZALESINA									
godina	Srednja temperatura zraka u toplijoj polovici godine							Apsolutni minimum u vegetacijskom periodu	
	u mjesecu						°C		
	IV	V	VI	VII	VIII	IX			
	°C							°C	mjesec
1957	6,3	8,1	16,8	16,5	24,7	12,0	14,0	- 2,4	IV
1958	3,8	14,8	14,6	17,7	17,0	12,2	13,3	- 4,8	IV
1959	7,5	11,0	14,3	18,2	15,3	10,9	12,8	- 5,6	IV
1960	5,8	11,2	15,7	15,2	16,6	11,1	12,6	- 6,0	IV
1961	9,9	10,4	15,2	14,9	14,8	12,9	13,0	- 2,1	IV
1962	5,6	10,2	12,1	15,2	16,8	12,1	12,0	- 7,7	V
1963	6,3	10,9	14,8	16,2	16,4	12,9	12,9	- 5,9	IV
1964	6,7	11,1	15,9	16,2	14,7	11,6	12,7	- 11,8	IV
1965	4,6	10,0	14,3	16,1	13,6	12,7	11,8	- 7,0	IV
1966	8,4	10,8	15,3	15,2	14,6	12,6	12,8	- 4,9	IV
1967	4,6	11,4	13,4	17,0	15,2	12,4	12,3	- 10,6	IV
prosjeck	6,4	11,7	14,7	16,2	16,3	12,2	12,9		</

Tab. 2

Meteorološka stanica: ZALESINA									
godina	srednja godišnja temperatura zraka	srednji				apsolutni			
		maksimum najtoplijeg		minimum najhladnijeg		maksimum		minimum	
		mjeseca							
		°C	mjesec	°C	mjesec	°C	mjesec	°C	mjesec
1957	7,4	23,1	VII	-10,9	I	31,2	VII,VIII	-28,6	I
1958	7,8	23,5	VIII	-9,1	I	30,1	VIII	-26,3	I
1959	7,3	23,8	VII	-10,8	II	29,5	VII	-23,2	II
1960	7,9	22,0	VIII	-8,0	I	31,3	VIII	-26,8	I
1961	7,6	22,2	VIII	-7,7	I	30,1	VIII	-24,2	I
1962	6,6	24,1	VIII	-9,9	II	29,3	VIII	-24,9	II
1963	8,1	22,8	VII	-10,6	XII	28,6	VIII	-27,8	XII
1964	6,5	22,4	VII	-13,1	I	27,6	VII	-21,5	I
1965	6,6	22,8	VII	-11,9	I	30,6	VIII	-22,1	II
1966	7,6	21,5	VI	-10,3	I	27,9	VIII	-25,2	I
1967	7,0	23,3	VII	-11,2	I	29,0	VIII	-27,5	I
prosjeck	7,4								

Tab. 3

Meteorološka stanica: ZALESINA								
godina	Srednja relativna vlaga zraka							prosjeck
	godišnja	u toplijoj polovici godine						
		u mjesecu						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
		%						
1957	82	82	83	74	78	78	85	80
1958	80	85	67	76	75	79	86	78
1959	84	80	82	83	74	88	86	82
1960	81	86	77	75	78	72	62	75
1961	81	79	81	80	78	78	78	79
1962	77	77	78	90	80	75	80	80
1963	77	76	78	84	80	79	85	80
1964	81	76	74	78	78	78	80	77
1965	80	81	73	76	70	82	80	77
1966	80	77	76	76	79	81	77	78
1967	78	79	82	76	74	74	82	78
prosjeck	80	79	76	79	76	78	80	78

Tab 4

Meteorološka stanica: ZALESINA										
godina	Količina oborina								Langov kišni faktor	de Martonneov indeks aridnosti
	godišnje	u toplijoj polovici godine								
		u mjesecu								
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	ukupno		
		mm	mm							
1957	1889	210	259	93	175	184	176	1097	255,3	108,6
1958	2091	223	42	163	57	84	110	679	268,1	117,5
1959	2303	200	278	186	56	303	135	1158	315,5	131,1
1960	2661	190	85	191	143	92	342	1043	324,2	143,1
1961	1989	196	133	138	349	93	17	896	261,8	113,0
1962	2076	204	184	105	180	2	187	862	299,4	119,0
1963	2322	204	167	90	121	351	246	1179	267,2	119,6
1964	2013	151	167	90	136	200	167	911	309,6	122,0
1965	2556	266	170	145	204	140	329	1254	387,3	153,1
1966	2212	136	173	170	187	248	101	1015	291,0	125,7
1967	1873	264	128	142	104	57	252	947	267,5	110,2
prosjeak	2179									

Promatrajući mjesečne kišne faktore i toplinski karakter klime za šest toplijih mjeseci u godini, uočava se perhumidni karakter i umjereno hladna klima u mjesecu travnju, te perhumidni karakter i umjereno topla klima u mjesecu svibnju, što nas navodi na zaključak da početak rada vegetacije na tom području kasni, te vegetacijski period ne iznosi šest mjeseci kao u toplijem klimatu.

Klimu jednog područja sačinjavaju više faktora i nemoguće ju je izraziti jednom brojkom. Izraziti klimu jednog područja pomoću formule vrlo dobro je, prema Margetiću (1959), uspjelo Köppenu (1936). Njegova klasifikacija se temelji na statističkim vrijednostima temperature i oborina uključujući i odnos klima i vegetacije. Köppen smatra biljni svijet indikatorom koji reagira na klimu, te je na osnovi toga ograničio klimatske zone. Na osnovi klimatskih formula lako se može karakterizirati klima nekog mjesta.

Zalesina, koja prema Bertoviću (1970) spada u dinarsku varijantu šume bukve s jelom, prema Köppenovoj klasifikaciji spada u područje s klimom Cfsbx" sa slijedećim karakteristikama:

- C — umjereno topla klima, srednja temperatura najhladnijeg mjeseca je između 18° i -2° C.
- fs — nema izrazito suho razdoblje, ali najsuši dio godine je ljeti.
- b — srednja temperatura najtoplijeg mjeseca niža je od 22° C, a najmanje 4 mjeseca temperatura je viša od 10° C.
- x" — u godišnjem hođu oborina pojavljuju se dva maksimuma, proljetni i jesenji.

3.3. Osvrt na tla istraživanog područja

Iz fiziografskih svojstava i analitičkih rezultata pojedinačnih uzoraka na nizu ploha u odjelima VII-1b i VII 1c može se jasno definirati pedotipološka raznolikost ovih tala. Humidna klima i vegetacija četinjača; (Šuma jele s rebračom) zajednički su im pedogenetski čimbenici, uz reljef, koji u makrorazmjerima čini blagi nagib, a u mikrorazmjerima dombaste forme za oba niza ploha. Iz priloženih priloga (Tab. 5, 6, 7, 8 i 9) vidljivo je da je matični supstrat najodlučniji čimbenik koji uvjetuje tipološke razlike u tlu. Ovome se na jednom dijelu ploha u odjelu VII 1c pridružuje dodatna voda koja ubrzava pedogenetske procese iznad osnovnih pedogenetskih čimbenika.

Na pokusnim plohama u odjelu VII 1b analizirana su dva profila tla — »Belevine 1«, — podzol i »Belevine 2«, kiselo smeđe tlo. Oba tipa tla dolaze na šarenom karbonskom (paleozoik) pješčenjaku, kod kojeg se mogu razlikovati krupno pjeskovite do šljunkaste forme od sitno pjeskovitih formi ovih sedimentnih stijenja. Na ovom substratu dolaze u seriji kisela smeđa, smeđa podzolasta tla i podzoli koje je teško kartografski odvojiti jer dolaze u kateni.

Na pokusnim plohama u odjelu VII—1c analizirana su dva profila tla »Belevine 3«, podzol na sličnom matičnom supstratu kao i profil 1 i 2 koji je zbog dodatne vode koja pridonosi s okolnog višeg terena zaglejen i »Belevine 4« — kiselo smeđe tlo razvijeno na šarenom crvenkastoljubičastom glinenom sedimentu.

Tla na plohama u odjelu VII--1b, tj. podzol i kiselo smeđe tlo, te zaglejeni podzol na plohama u odjelu VII—1c — svi razvijeni na paleozojskim pješčanim sedimentima, odlikuju se velikom propusnošću za vodu zbog velikog sadržaja pjeskovitih čestica i malog učešća glinene komponente.

Iz analitičkih podataka za mehanički sastav vidljivo je da su to pjeskovito ilovasta do glinasto ilovasta tla s najvećom količinom glinenih čestica 20,9%, u dubini od 25 do 35 cm profila 3, dok količina pjeskovitih čestica (krupnog i sitnog pijeska zajedno) iznosi između 58,6 do 81,3% po horizontima za ova tla.

Za razliku od podzola i kiselog smeđeg tla na pjeskovitim sedimentima, kiselo smeđe tlo na glinenom sedimentu, profil »Belevine 4«, je znatno težeg teksturnog sastava, s većim učešćem glinene komponente i praha i s manje pjeskovitih čestica. Teksturni sastav ovog tla je laka glina u NA pirofosfatu, odnosno glinasta ilovača do 50 cm, a na dubini od 50 do 60 cm, također, laka glina-tretirano u vodi.

Na osnovu rezultata o vodo-zračnim odnosima ova tla se razlikuju po horizontima unutar pojedinih profila. Površinski humusno akumulativni podhorizont A₁ je vrlo porozan, a kapacitet za vodu velik. Ostali dublji horizonti kod kiselih smeđih tala (profil 2 i 4) su porozni, a i kapacitet za vodu je velik.

Kod podzola (profil 1 i 3) se ove vrijednosti u A₂ podhorizontu naglo smanjuju, tako da je poroznost i kapacitet za vodu malen, a dalje dubinom profila divergiraju ovisno o jačini pakovanja matičnog supstrata, pri čemu najdublji horizonti pokazuju veću kompaktnost u odnosu na površinske horizonte. Kapacitet za zrak je najveći u površinskim horizontima, a velik sadržaj ukupnih pora u cijelom profilu čini ova tla prozračnim staništem.

Momentana vlaga tla, koja je utvrđena u momentu otvaranja pedoloških profila (16. 10. 1969. g.), dosta pravilno slijedi kapacitet za vodu odgovarajućih horizontata, s tim da su vrijednosti za momentanu vlagu redovito niži i kreću se u prosjeku za 10% ispod apsolutnog kapaciteta tla za vodu. Analogno porozitetu i kapacitetu tla za vodu, podhorizonti A₂ podzola sadrže i najmanju količinu momentane vlage.

Tab. 5

MEHANIČKI SASTAV U VODI						
Oznaka profila	Dubina	% čestica				Teksturna oznaka
		2 - 0,2	0,2 - 0,02	0,02 - 0,002	0,002	
Belevine 1	2-8	17,7	46,4	20,5	15,4	Pjescovito glinasta ilovača
	9-17	29,9	42,9	17,7	9,5	Sitno pjescovita ilovača
	25-40	27,9	38,1	19,2	14,8	Sitno pjescovita ilovača
Belevine 2	2-5	16,4	57,4	20,0	6,2	Sitno pjescovita ilovača
	5-27	23,9	43,7	24,2	8,2	Sitno pjescovita ilovača
	35-50	20,7	46,5	23,2	9,6	Sitno pjescovita ilovača
Belevine 3	3-9	16,2	64,5	14,6	4,7	Sitno pjescovita ilovača
	9-14	20,5	55,3	14,8	9,4	Sitno pjescovita ilovača
	25-35	18,7	48,6	4,6	28,1	Pjescovita glina
	55-65	27,7	51,6	11,7	9,0	Sitno pjescovita ilovača
Belevine 4	2-6	7,4	46,3	30,9	15,4	Glinasta ilovača
	6-18	5,3	33,5	42,7	18,5	Glinasta ilovača
	25-35	4,8	32,4	43,6	19,2	Glinasta ilovača
	50-60	2,5	26,8	43,8	26,9	Laka glina

Tab. 6

MEHANIČKI SASTAV U Na-PIROFOSFATU							
Oznaka profila	Dubina	% čestica				Teksturna oznaka	Ss
		2-0,2	0,2-0,02	0,02-0,002	0,002		
Belevine 1	2-8	20,5	40,1	20,2	19,2	glinasta ilovača	20
	9-17	32,8	34,6	22,6	10,0	sitno - krupno pjescovita ilovača	5
	25-40	27,4	31,2	23,5	17,9	glinasta ilovača	17
Belevine 2	2-5	14,9	52,7	18,5	13,9	sitno pjescovita ilovača	55
	5-27	20,9	43,5	16,9	18,7	pjescovito glinasta ilovača	56
	35-50	17,9	46,9	17,9	17,3	pjescovito glinasta ilovača	44
Belevine 3	3-9	12,2	53,8	16,6	17,4	pjescovito glinasta ilovača	73
	9-14	22,5	52,7	14,5	10,3	sitno pjescovita ilovača	9
	25-35	18,9	46,0	14,2	20,9	pjescovito glinasta ilovača	34
	55-65	30,6	50,7	8,5	10,2	sitno pjescovita ilovača	12
Belevine 4	2-6	6,2	28,3	33,0	32,5	laka glina	53
	6-18	5,8	25,6	35,2	33,4	laka glina	45
	25-35	4,8	28,1	37,0	30,1	laka glina	36
	50-60	1,6	16,4	41,2	40,8	laka glina	34

Tab. 7

FIZIKALNA SVOJSTVA							
Oznaka profila	Dubina cm	Specifična težina		P	Kv	Kz	Mv
		Stv	Stp	%			
Belevine 1	2-7	0,24	1,69	85,80	47,84	37,96	32,39
	10-15	1,51	2,56	41,02	27,31	13,71	21,08
	25-30	1,30	2,56	50,00	44,31	5,69	39,55
Belevine 2	2-6	0,29	1,93	84,97	48,19	36,78	30,15
	10-15	1,04	2,42	57,02	53,35	3,67	39,56
	35-40	1,24	2,55	51,37	50,68	0,69	44,27
Belevine 3	3-8	0,55	2,55	78,43	72,86	5,57	62,96
	9-14	1,60	2,37	33,00	32,20	0,80	29,49
	25-30	1,32	2,62	49,70	49,22	0,48	47,18
	55-60	1,70	2,49	31,80	30,83	0,97	29,30
Belevine 4	2-6	0,48	2,03	76,35	59,64	16,71	33,50
	10-15	0,90	2,32	61,30	60,45	0,85	44,70
	25-30	1,32	2,39	44,80	43,70	1,10	39,10
	50-55	1,03	2,54	59,45	56,04	3,41	50,35

Tab. 8

KEMIJSKA SVOJSTVA																
Oznaka profila	Dubina cm	pH		y _i	Adsorpcijski kompleks			V%	humus %	N %	C/N					
		H ₂ O	nKCl		m. e.											
					S	T-S	T									
Belevine 1	2-8	3,7	2,7	232,80	15,48	151,32	166,80	9,28	42,26	1,28	19					
	9-17	4,0	2,9	43,33	0,69	28,16	28,85	2,40	3,39	0,08	25					
	25-40	4,4	3,6	42,00	0,48	27,30	27,78	1,73	1,74	0,08	14					
Belevine 2	2-5	3,8	3,0	175,40	18,46	114,01	132,47	13,94	35,39	1,07	24					
	5-27	4,4	3,6	58,73	3,56	38,17	41,73	8,53	4,85	0,11	26					
	35-50	4,6	3,8	41,20	2,18	26,78	28,96	7,53	2,22	0,06	22					
Belevine 3	3-9	3,9	3,2	122,94	5,69	79,91	85,60	6,65	14,78	0,48	18					
	9-14	4,6	3,4	38,80	0,27	25,22	25,49	1,06	0,6	0,04	10					
	25-35	5,2	3,6	22,85	3,56	14,85	18,41	19,34	0,64	0,05	7					
	55-65	5,9	4,1	3,97	3,46	2,58	6,04	57,28	0,13	0,01	7					
Belevine 4	2-6	4,2	3,3	164,75	6,75	107,09	113,84	5,93	23,17	0,81	17					
	6-18	4,3	3,3	86,90	2,18	56,49	58,57	3,72	6,71	0,16	24					
	25-35	4,5	3,4	61,40	2,18	39,91	42,09	5,18	2,37	0,10	14					
	50-60	4,6	3,6	62,18	2,18	40,42	42,60	5,12	2,07	0,09	13					

Tab. 9

SADRŽAJ FIZIOLOŠKI AKTIVNIH HRANJIVA					
Oznaka profila	Dubina cm	Fiziološki aktivan P_2O_5		Fiziološki aktivan K_2O	
		mg 100g	Ocjena opskrbljenosti	mg 100g	Ocjena opskrbljenosti
Belevine 1	2-8	10,7	Slabo opskrbljeno	23,9	Dobro opskrbljeno
	9-17	0,3	Slabo opskrbljeno	4,2	Slabo opskrbljeno
	25-40	0	Slabo opskrbljeno	4,2	Slabo opskrbljeno
Belevine 2	2-5	8,0	Slabo opskrbljeno	15,6	Srednje opskrbljeno
	5-27	0	Slabo opskrbljeno	6,4	Slabo opskrbljeno
	35-50	0	Slabo opskrbljeno	5,3	Slabo opskrbljeno
Belevine 3	3-9	5,0	Slabo opskrbljeno	15,6	Srednje opskrbljeno
	9-14	0,2	Slabo opskrbljeno	4,2	Slabo opskrbljeno
	25-35	0	Slabo opskrbljeno	8,0	Slabo opskrbljeno
	55-65	0	Slabo opskrbljeno	8,0	Slabo opskrbljeno
Belevine 4	2-6	4,2	Slabo opskrbljeno	18,2	Srednje opskrbljeno
	6-18	0	Slabo opskrbljeno	7,4	Slabo opskrbljeno
	25-35	0	Slabo opskrbljeno	5,3	Slabo opskrbljeno
	50-60	0	Slabo opskrbljeno	8,0	Slabo opskrbljeno

Svi analizirani uzorci tla, čija smo kemijska svojstva analizirali, imaju jako kiselu reakciju. Pri tome je vidljivo da su površinski humusni horizonti u pojedinim profilima najkiseliji i da postoji tendencija smanjivanja kiselosti s dubinom profila. Hidrolitička kiselost je, također, znatna kod svih istraživanih tala i analogno aktivnoj kiselosti smanjuje se s dubinom, s tom razlikom što površinski humusno akumulativni podhorizonti imaju znatno veći Y_1 od ostalih dubljih horizonata. Tako A_1 podhorizont podzola (profil 1 i 3) i A_1 podhorizont kiselog smeđeg tla (profil 2) na karbonskom pješčenjaku imaju 3 do 5 puta veći Y_1 od susjednog dubljeg horizonta u profilu, dok kod kiselog smeđeg tla na glinenom sedimentu (profil 4) ove razlike po dubini profila su umjerenije i odnos između površinskog i podpovršinskog horizonta za Y_1 iznosi manje od 2.

Zasićenost bazama je slaba, te je i humus kiseo. Površinski horizonti profila 1 i 2 imaju nešto veće vrijednosti za stupanj zasićenosti bazama (V^{H_2O}) u odnosu na dublje horizonte, dok su kod profila 3 dublji horizonti bogatiji bazama od površinskih horizonata. Profil 4 pokazuje ujednačene vrijednosti za sumu baza po dubini profila. Po količini humusa ova tla su vrlo jako humozna u površinskim horizontima, a profil 1, 2 i 4 su dosta humozna još i u podpovršinskim horizontima, dok su u dubljim horizontima (40–60 cm) slabo humozna. Kod profila 3—podzola, koji je vlažen dodatnom vodom svi horizonti, osim A_1 su vrlo slabo humozni, što se odražava i na siromaštvu ovih horizonata na ukupnom dušiku.

Opskrbljenost svih ovih tala fiziološki aktivnim hranivima (određenim po A_1 -metodi) je za P_2O_5 po cijeloj dubini profila slaba. S fiziološki aktivnim K_2O dobro do osrednje su opskrbljeni samo površinski horizonti ovih tala, a svi ostali dublji horizonti, također, su slabo opskrbljeni ovim hranivom.

4. Fitocenološki odnosi

Temeljna šumsko-vegetacijska istraživanja u širem okolišu Zalesine proveo je botaničar prof. dr Ivo Horvat.

Na postojećim pokusnim plohama, a povezano na ta istraživanja, izvršili smo detaljna fitocenološka istraživanja u opisanoj asocijaciji **Blechno-Abietetum** Horv. (1938) 1950. Prilikom detaljnih šumsko-vegetacijskih istraživanja služili smo se metodom Braun-Blanqueta (c riško-monpelješko-zagrebačka škola).

Sistematska pripadnost istražene šumske zajednice je sljedeća:

razred	VACCINIO-PICEETEA BR. -BL. 1939.	
red	VACCINIO-PICEETALIA (Pawl. 1928) emend. Br. Bl. 1939.	
sveza	Piceion EXCELSAE Pawl. 1928.	
asocijacija	BLECHNO-ABIETETUM Horv. (1938) 1950.	
subasocijacija	Blechno-Abietetum	Blechno-Abietetum
facijes	hylocomietosum Horv. 50.	typicum Horv. 50.
	—	Vaccinium myrtillus

Zajednica jele s rebračom razvija se u klimazonalnom području bukve i jele, na posebnim staništima, tj. u uvalama ili na blažim slabo ocjeditim padinama viših položaja. Razvija se na debljim ispranim, kiselim tlima, naročito na podlozi sili-kata i pješčenjaka.

Od svojstvenih vrsta asocijacije, koje imaju regionalan karakter, našli smo: **Blechnum spicant**, **Melampyrum vulgatum** f. i **Driopteris oreopteris**, ali one zajednicu vrlo jasno ograničuju prema svim zajednicama u istom pojasu.

Na osnovu fitocenološke tabele sastavili smo b'ološki spektar životnih oblika koji pokazuju slijedeći odnos biljnih vrsta: phanerophyta 18%, hemicyptophyta 52%, chamaephyta 10%, geophyta 18% i therophyta 2%. Takav sastav pokazuje da se ovdje radi o hemi-crypto-fanerofitskoj (52:18%) zajednici sa znatnim učešćem geofita.

Asocijacija se dijeli na slijedeće subasocijacije:

a) Blechno-Abietetum hylocomietosum Horv. 1950.

Razvija se na vlažnim staništima, naročito u manjim uvalama, sa slijedećim diferencijalnim vrstama: **Maianthemum bifolium**, **Carex brizoides**, **Hylocomium loreum** i **Spaghnum girgensohnii**. Subasocijacija se ističe obilnijim pojavljivanjem smreke koja, u sistematskom pogledu, povezuje ove šume sa šumama smreke. U gospodarskom pogledu razlikuju se sastojine ove subasocijacije od slijedeće, zbog oblikovanja grupične strukture i težnje k razvitku u regularnu sastojinu visokog uzgojnog oblika.

b) Blechno-Abietetum typicum Horv. 1950.

Razvijena na suhim, nagnutim i ocjeditim terenima. Subasocijaciju ograničavaju slijedeće diferencijalne vrste: **Galium rotundifolium**, **Solidago virga aurea**, **Mycelis muralis** i **Pteridium aquilinum**. Zbog povoljnih uvjeta pridolazi u toj zajednici vrlo obilno **Vaccinium myrtillus** i tvori u toj šumi poseban facijes. U gospodarskom pogledu razlikuje se od predhodne jer se razvija u stabličnoj strukturi sastojine koja ima dosta gust sklop.

III. METODA RADA

1. Terenski rad

1.1. Pokusne plohe

U odjelima VII-1b i VII-1c gospodarske jedinice Belevine osnovao je 1962. g. prof. dr I. Dekanić pokusne plohe u ukupnoj površini u svakom odjelu od 1 ha, sa zaštitnim pojasom od 30 m, razdjeljene na 25 pokusnih ploha, svaka veličine 400 m² (Dekanić 1963). Plohe su smještene u sistematskom nizu po 5 u svakom bloku, tj. 5 ploha u 5 redova u odjelu VII-1b i isto toliko u odjelu VII-1c, što ukupno iznosi 50 pokusnih ploha na 2 ha površine. Uglovi ploha su trajno obilježeni betonskim stupovima,

a niz od 25 ploha u površini od 1 ha obilježen je prstenovima od uljene crvene boje. Svim stablima, na plohama iznad 3 cm prsnog promjera, je označena prsna visina i isписан broj crvenom uljenom bojom. Te su mi plohe stavljene na raspolaganje za izradu ovog rada.

1.2. Snimanje podataka s pokusnih ploha

U jesen 1962. g. i proljeće 1963. g. prema metodologiji prof. dr. I. Dekanića obavljani su ovi radovi: Izvršena je dendrometrijska izmjera svih stabala na plohama iznad 3 cm p. p. Mjeren je opseg pomoću čelične vrpce i totalna visina stabala pomoću Blume-Leissovog visomjera.

Nakon toga je izvršeno ortogonalno snimanje svih stabala iznad 3 cm prsnog promjera, a nacrtana je i karta u mjerilu 1:200 te se dobio prostorni razmještaj stabala na pokusnim plohama.

Na svim plohama snimljen je sav pomladak i mladik i svrstan u visinske razrede po vrstama drveća. Sav pomladak starosti od 1 god. pa do visine od 25 cm svrstan je u jedan visinski razred, od 26 cm do 75 cm u drugi i tako redom sve do promjera stabla od 3 cm ili ako do visine 376 cm stablo nije postiglo taj promjer, svrstano je u razred iznad 376 cm. Ponik je ustanovljen na svakoj od 50 ploha na površini 4 x 1 m² metodom slučajnih kvadrata, međutim ti podaci nisu korišteni za ovaj rad. Svi naprijed navedeni podaci bili su mi na raspolaganju.

Prema uputstvima prof. dr. I. Dekanića u jesen 1967. g. i proljeće 1968. g. izvršena je druga izmjera na svim pokusnim plohama. Pored izmjere opsega i visina stabala izvršeno je i bušenje svih stabala pomoću Preslerova svrdla radi ustanovljavanja prirasta i komparacije tog prirasta sa prirastom dobivenim pomoću kontrolne metode. Osim toga, izvršeno je i visinsko snimanje pomladka i mladika, te je razvrstano u visinske razrede kao i kod prve izmjere.

Na osnovi navedenih dotadašnjih podataka izmjera, koje sam imao na raspolaganju, izvršili smo klasifikaciju svih stabala u sastojini promjera iznad 3 cm. Stabla su svrstana u tri visinske etaže, tj. stabla I etaže sačinjavaju sva stabla koja svojom visinom dominiraju u sastojini, a krošnje su im osvijetljene odozgo i sa strane. U II etažu spadaju stabla srednjih visina zasjenjene ili djelomično odozgo osvijetljene krošnje. U III etažu spadaju stabla malih visina osvijetljene ili najvećim djelom zasjenjene krošnje.

Pored klasifikacije stabala u sastojini, izvršena je izmjera visina krošanja svih stabala izravno ili pomoću Blume-Leissovog visinomjera.

Snimanje horizontalne projekcije krošanja svih stabala vršili smo u 4 osnovna smjera, u koliko je krošnja imala pravilan oblik ili po potrebi u više smjerova u koliko je krošnja bila asimetrična. Rezultate izmjere nanosili smo direktno na kartu mjerila 1:200 na kojoj je bio ucrtan prostorni razmještaj svih stabala na pokusnim plohama.

U odjelu VII-1b i VII-1c iskopane su 4 pedološke jame, u svakom odjelu po dvije, te su uzeti uzorci u dubini do matičnog supstrata.

Snimanje bilnog pokrova obavljeno je na inicijativu prof. dr. I. Dekanića u ljeto god. 1967, 1968. i 1969. i to na pokusnim plohama 1b, 5b, 13b, 21b i 25b, te na plohama 1c, 5c, 13c, 21c i 25c. Snimanje je izvršeno na cijeloj površini pokusnih ploha.

Mjerenje intenziteta svjetla koje dopire do tla, odnosno do visine od 20 cm iznad tla, izvršili smo pomoću svjetlomjera na 5 mjesta na svakoj od 50 pokusnih ploha. Mjerali smo na uglovima i na sredini plohe. Istovremeno na otvorenom prostoru, izvan sastojine, mjereno je intenzitet svjetla pomoću svjetlomjera. Mjerenje je obavljeno u rujnu 1969. g. sa svjetlomjerima »Luxmetar 0—10.000 LD-4«.

2. Laboratorijski rad

2.1. Obrada podataka s pokusnih ploha

Terenski podaci snimanja prostornog razmještaja svih stabala iznad 3 cm p. p. obavljani su ortogonalnom metodom i nanoseni na kartu u mjerilu 1:200, kako za niz pokusnih ploha u odjelu VII-1b, tako i za plohe u odjelu VII-1c. Podaci o broju stabala, temeljnici, drvenoj masi i prirasti obrađeni su s već uobičajenim i standardnim metodama za god. 1962/63. i 1967/68 (mirovanje vegetacije), tj. za vrijeme od 5 g. Karte kao i podatke terenskih izmjera stabala dao nam je prof. dr I. Dekanić na raspolaganje.

Podaci o izmjeri svjetla u sastojini određeni su u luksima te su komparirani s podacima dobivenim mjerenjem na otvorenom i izraženi u postocima.

Na slikama broj 4, 5, 6 i 7 prikazali smo horizontalnu projekciju krošanja i prostorni raspored prsnog promjera iznad 3 cm na ploham 5b i 25b u odjelu VII-1b, te ploham 5c i 25c u odjelu VII-1c. Na spomenutim slikama možemo dobiti prosječni uvid u vanjski izgled istraživanih sastojina, visinu stabala te zastupljenost po vrstama drveća.

Na osnovu detaljne obrade svih prikupljenih podataka s pokusnih ploha dobili smo numeričke podatke za ove elemente:

- ukupan broj stabala pomladka i mladika
- broj uraslih stabala u pomladak i mladik
- broj izraslih stabala iz pomladka i mladika
- totalnu visinu (dužinu) pomladka i mladika
- visinsku (dužinsku) proizvodnju pomladka i mladika za razdoblje od 5 godina
- horizontalnu projekciju krošanja
- volumen krošanja
- višestruko zastrte krošnje
- koeficijent prekrivanja krošanja
- nezastrtu površinu s krošnjama
- temeljnicu

2.2. Matematičko-statistička obrada podataka

Elemente strukture sastojine izjednačavali smo s elementima pomlađivanja metodom najmanjih kvadrata, te su izračunati i ispisani parametri u linearnoj regresiji $Y = A + Bx$. Radilo se s pojedinačnim podacima. Također su izračunati i ispisani C multiplikatori te pomoću njih izračunate i granice konfidencije.

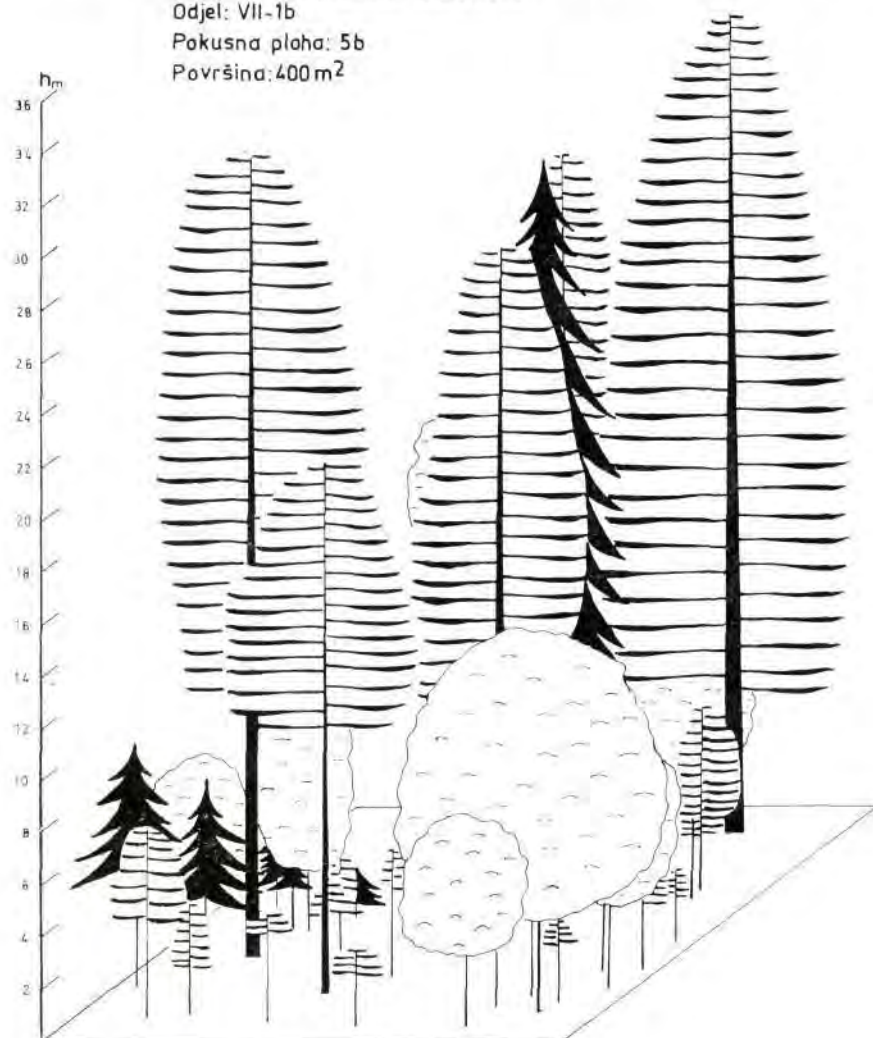
HORIZONTALNA PROJEKCIJA KROŠANJA I PROSTORNI RASPORED STABALA p. pr. > 3 cm.

Gospodarska jedinica: BELEVINE

Odjel: VII-1b

Pokusna plaha: 5b

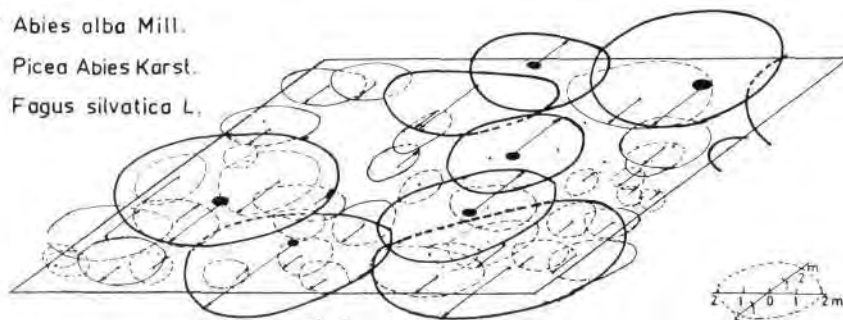
Površina: 400 m²



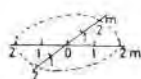
⌘ *Abies alba* Mill.

▲ *Picea Abies* Karst.

○ *Fagus silvatica* L.



Sl. 4



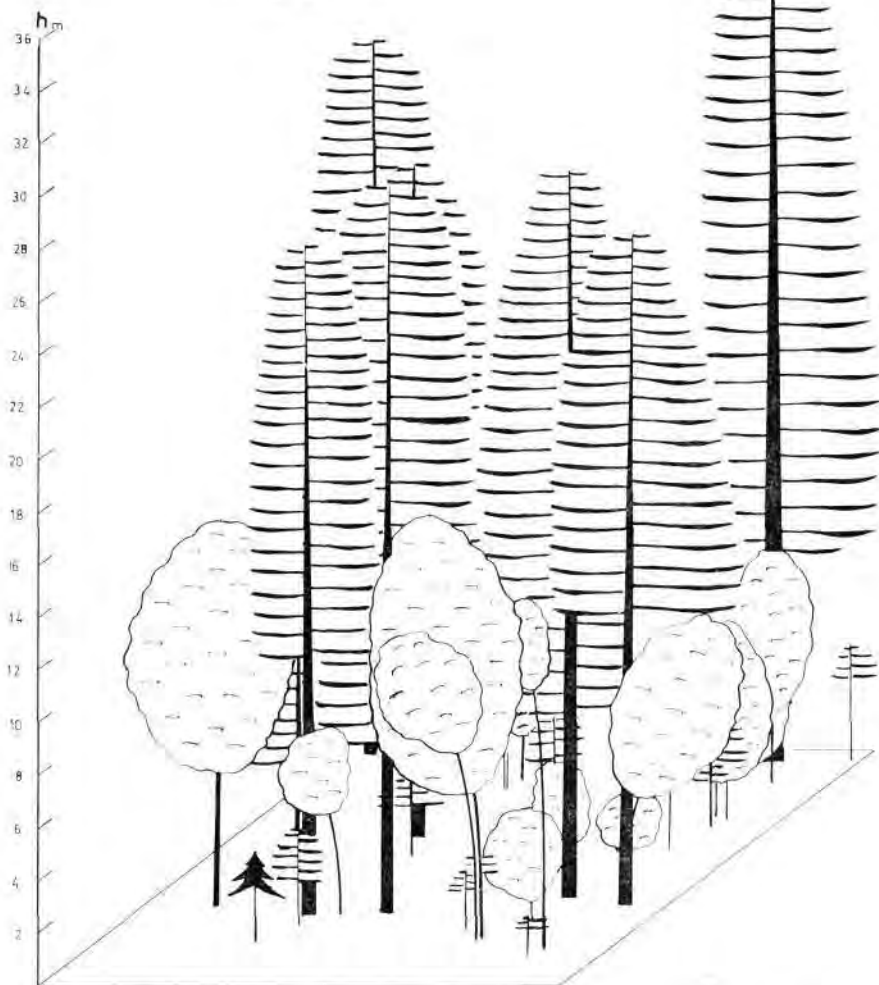
HORIZONTALNA PROJEKCIJA KROŠANJA I PROSTORNI RASPORED STABALA p. pr. > 3 cm

Gospodarska jedinica: BELEVINE

Odjel : VII-1b

Pokusna ploha : 25 b

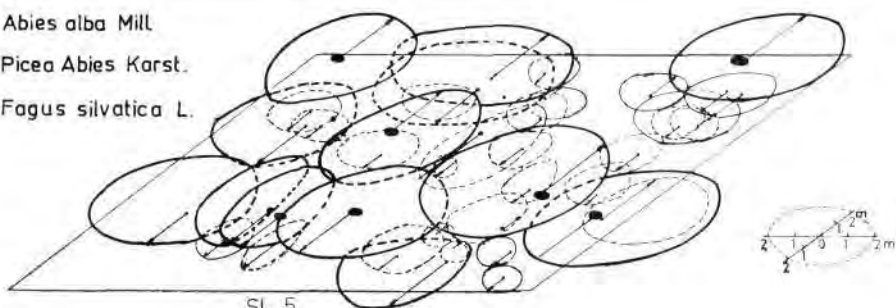
Površina : 400 m²



⌘ Abies alba Mill

▲ Picea Abies Karst.

⊙ Fagus silvatica L.



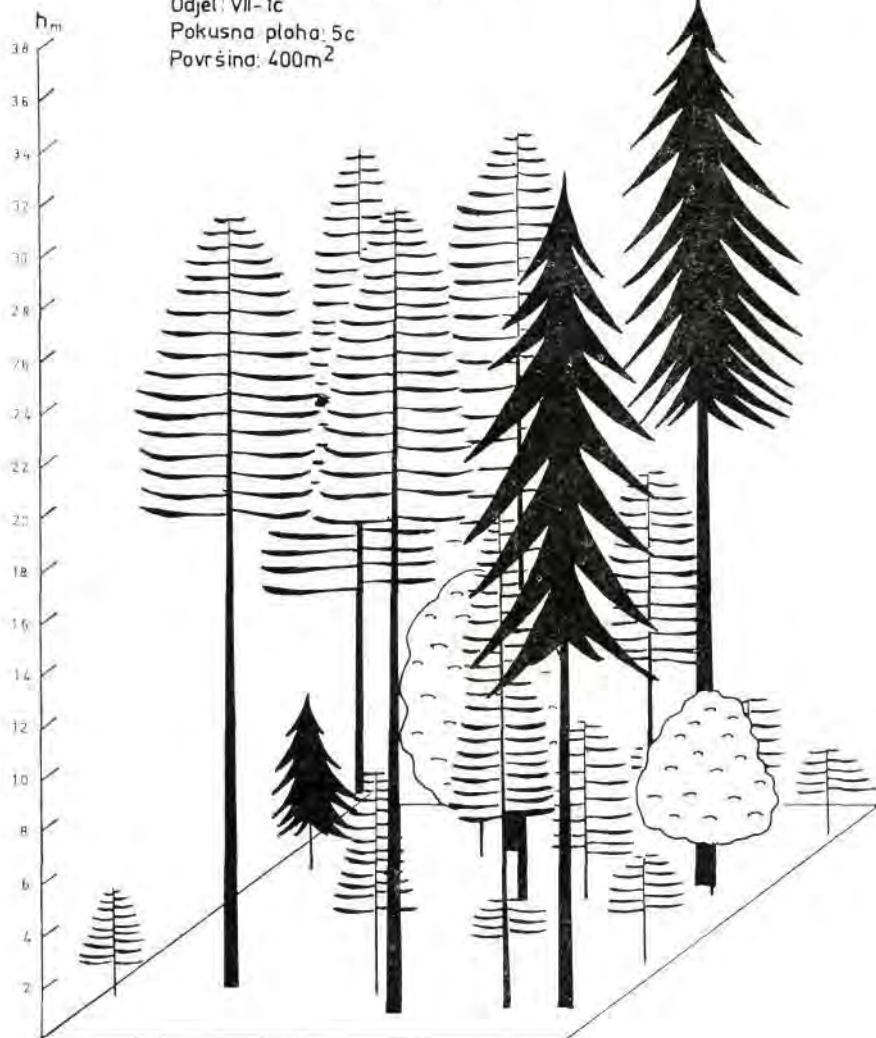
HORIZONTALNA PROJEKCIJA KROŠANJA I PROSTORNI RASPORED STABALA p.pr. > 3cm

Gospodarska jedinica: BELEVINE

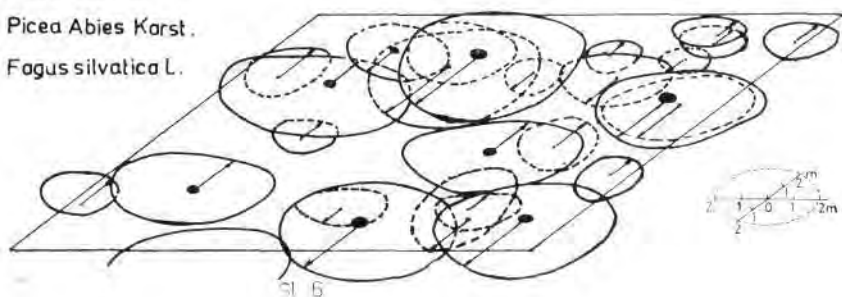
Odjel: VII-1c

Pokusna ploha: 5c

Površina: 400m²



- ⌘ *Abies alba* Mill.
- ▲ *Picea abies* Karst.
- *Fagus sylvatica* L.



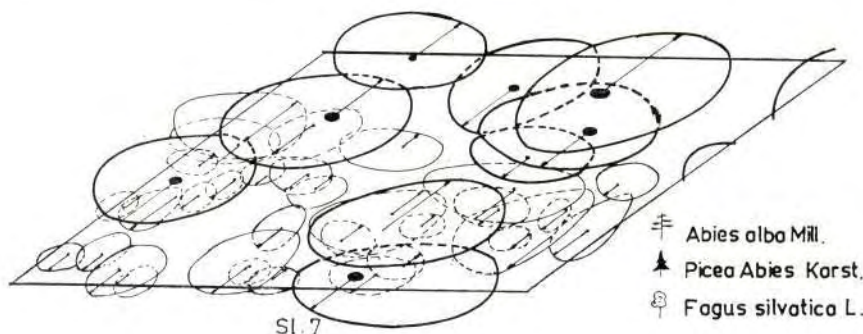
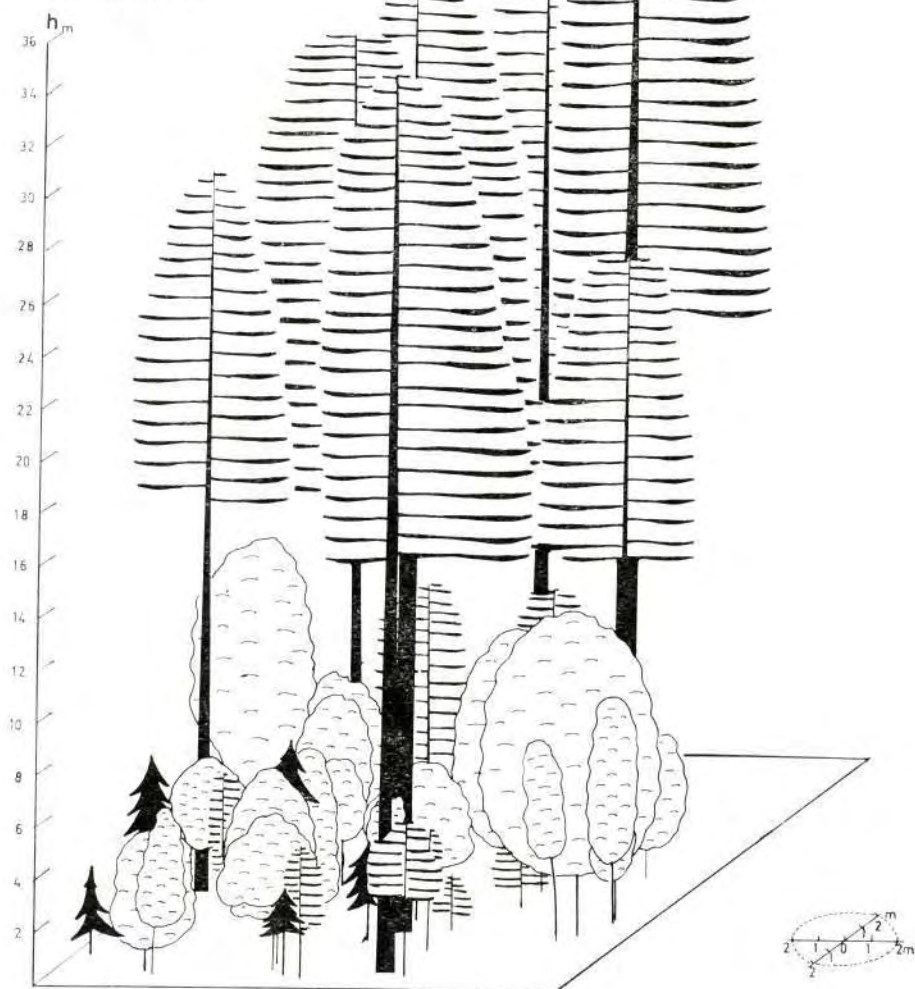
HORIZONTALNA PROJEKCIJA KROŠANJA I PROSTORNI RASPORED STABALA p.pr.>3cm

Gospodarska jedinica: BELEVINE

Odjel: VII- 1c

Pokusna ploha: 25c

Povrsina: 400m²



Za svaku grupu podataka bili su zadani brojevi Q, R i T, gdje je

Q — najmanji x u tabeli

R — najveći x u tabeli

T — pomak za tabeliranje

Izračunata je i ispisana procjena varijance oko linije izjednačenja s^2_{yx} , a iz s^2_{yx} izračunata je standardna griješka procjene s.

Za svaki x između Q i R s pomakom T izračunate su i ispisane 95%-tne granice konfidencije i izjednačena ordinata (GD Y_1 GG).

Da bi se ispitala hipoteza $B = 0$, izvršena je analiza varijance. Uspoređena je varijanca oko linije izjednačenja s varijancom oko hipotetskog modela $Y = A_0$, gdje je $A_0 = \bar{y}$.

Izračunata je i napisana veličina F.

$$F = \frac{\text{razlika sume kvadrata obaju modela}}{\text{srednje kvadratno odstupanje za maksimalni model}}$$

(maksimalni model je $Y = A + Bx$ a hipotetski $Y = A_0$)

Stupnjevi slobode za F su 1 i 48. Tablični F je 4,04 za te stupnjeve slobode sa 5% granica vjerojatnosti i 7,19 za 1% granica vjerojatnosti.

Za sve grupe podataka za koje je izračunati F manji od tabličnog, možemo smatrati da $Y = A + Bx$ nije bolja procjena od $Y = A_0$, možemo dakle smatrati da Y ne ovisi od X.

Izračunate su i ispisane varijance od $\bar{y}$ kao i 95%-tne granice konfidencije za regresiju $Y = \bar{Y}$ (granice za horizontalu).

Za sve slučajeve, kada je izračunati F manji od tabličnog $F_{0,05}$, može se kosi pravac izmijeniti s horizontalnim, odnosno ako je veći od $F_{0,05}$ taj pravac se ne može smatrati horizontalnim.

Račun je izvršen na stroju CAE 90-40, Instituta za matematiku Sveučilišta u Zagrebu. Za sve 192 grupe, koje su se sastojale od 50 parova (x i y), posao na stroju, zajedno s ispisivanjem, je trajao 12 minuta.

IV. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Utjecaj strukture sastojine na elemente pomlađivanja istraživali smo u prebornim sastojinama jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv.) koje se s fitocenološkog gledišta nalaze u dvije subasocijacije i to *Blechno-Abietetum hylocomyetosum* Horv. i *Blechno-Abietetum typicum* Horv. Ove zajednice su se razvile u klimazonalnom području bukve i jele dinarskog područja, na posebnim staništima, sa svim klimatskim karakteristikama tog područja.

Navest ćemo nekoliko karakterističnih klimatskih podataka za koje smatramo da imaju dosta utjecaja na sve elemente koji su vezani na prirodno pomlađivanje i to od cvjetanja stabala, oprašivanja, fruktifikacije, sazrijevanja sjemena, otvaranja i raspadanja češera, propadanja jednog dijela sjemena, klijanja, do razvoja i propadanja ponika, pomladka i mladika.

Na ovom području je zabilježena pojava kasnih mrazeva u lipnju, a ranih u rujnu. Područje Zalesina se nalazi u području s visokom relativnom vlagom zraka. Srednja godišnja vlaga iznosi 80%, a za vrijeme toplijeg dijela godine 78%. To je područje s vrlo velikim količinama oborina (2.179 mm) koje padaju preko cijele godine sa dva izrazita maksimuma i to proljetni i zimski bez sušnog perioda. Maritimni oborinski režim, koji je karakterističan za ovo područje, ukazuje nam na podatak da veći dio oborina padne u hladnijem dijelu godine, dok u toplijem dijelu godine padne 45% oborina.

Snijeg se nalazi na tlu 90 dana, s tim da se u travnju i svibnju zadržava i po 13 dana. Od vjetrova su vrlo česti istočni, zapadni te jugoistočni i jugozapadni. Ovo područje spada u perhumidnu klimatsku oblast.

Tla, na kojima se nalaze ove zajednice, razvila su se na matičnom supstratu, kojeg karakteriziraju raznobojni krupno i sitno pjeskoviti pješčenjaci paleozojske starosti. Ona pripadaju tipu kiselo-smeđih, smeđe podzolastih i podzola. Često puta sva tri tipa tala dolaze u kateni, tj. možemo ih naći u jednom pedološkom profilu. Tla razvijena na paleozojskim pješčanim sedimentima (smeđa podzola i podzoli) se odlikuju velikom propusnošću zbog malog učešća glinenih komponenata i velikog sadržaja pjeskovitih čestica. Kiselo-smeđe zemljište, koje je razvijeno na glinenim sedimentima, je težeg teksturnog sadržaja.

Za sva ova tla možemo reći da im je površinski humusni akumulativni podhorizont (A_1) vrlo porozan, a kapacitet za vodu vrlo velik. Kapacitet za zrak je najveći u površinskim horizontima, a veliki sadržaj ukupnih pora u cijelom profilu čini ova tla prozračnim staništem.

Momentana vlaga je u času mjerenja (mjesec rujan) bila za 10% niža od apsolutnog kapaciteta tla za vodu.

Jako kisela reakcija je zajednička karakteristika svih analiziranih uzoraka.

Do 40 cm dubine ova tla su jako humozna, i bogata dušikom. Opskrbljenost s fiziološki aktivnim P_2O_5 je slaba u cijelom profilu, a s K_2O dobra do osrednja samo u površinskim horizontima.

Prema Miletiću (1950) strukturu u prebornoj šumi shvaćamo u najširem značenju i smatramo da je sastavljena iz svih elemenata koji izgrađuju masu i raspoređuju je u prostoru. Od svih elemenata razmatrali smo i uspoređivali samo one strukturne elemente za koje smatramo da imaju najviše direktnog utjecaja na prirodno pomlađivanje u prebornoj šumi.

Istraživane elemente strukture nam predstavljaju: horizontalne projekcije krošanja svih stabala u sastojini, horizontalna projekcija krošanja stabala I, II i III etaže, koeficijent prekrivanja krošanja, višestruko zastrte krošnje, nezastrta površina u sastojini, volumen krošanja svih stabala u sastojini, volumen krošanja I, II i III etaže i ukupna temeijnica ili kružna ploha u sastojini. Svaki od 12 elemenata strukture sastojine stavljali smo u odnos sa svim elementima pomlađivanja.

Kao pokazatelje pomlađivanja u prebornoj šumi uzeli smo: ukupan broj pomladka i mladika jele, smreke i bukve u sastojini, a posebno broj pomladka i mladika jele, broj pomladka i mladika smreke, broj pomladka bukve, ukupan broj uрасlih stabala u pomladak i mladik jele, smreke i bukve, broj

uraslih stabala jele u pomladak i mladik, broj uraslih stabala smreke u pomladak i mladik, broj izraslih stabala iz pomladaka mladika, ukupna totalna visina (dužina) pomladka i mladika jele, smreke i bukve, totalna visina (dužina) pomladka i mladika jele, totalna visina (dužina) pomladka i mladika smreke, totalna visina (dužina) pomladka i mladika bukve, ukupna visinska (dužinska) proizvodnja jele, smreke i bukve u razdoblju od 5 g., visinska proizvodnja jele u razdoblju od 5 g., visinska (dužinska) proizvodnja smreke u razdoblju od 5 g., visinska (dužinska) proizvodnja bukve u razdoblju od 5 g.

Prema Frančiškoviću (1955) bitna razlika između preborne i regularne sastojine sastoji se u načinu korišćenja svjetla. S obzirom da su krošnje stabala u prebornoj sastojini najvažniji faktor pri korišćenju i reguliranju svjetla, one su veće pa prema tome i lisnata površina je veća nego u regularnoj sastojini. Krošnje stabala i šumsko tlo su glavni čimbenici kod svih životnih manifestacija u prebornoj šumi.

Važnost krošnja se očituje kod fruktifikacije sjemena, asimilacije, pa prema tome i prirasta drvene mase, zastrtosti tla, a kao posljedica toga sprečavanje svjetla i oborina da dopiru u većoj ili manjoj mjeri do tla. Osim toga, krošnje su bitan faktor kod konzervacije vlage bilo u tlu, bilo u zraku, kao i osnovni uvjet za očuvanje i formiranje »sastojinske klime« neophodne za dobru i uspješnu prirodnu regeneraciju u prebornim sastojinama.

Znajući da krošnje spadaju u onaj elemenat strukture sastojine na koje uzgajivač svojim zahvatima može vidno i efikasno djelovati, šumarski stručnjaci su još od doba šumarskih klasika pitanje krošnja postavljali na prvo mjesto, kad su rješavali probleme pomlađivanja, proreda, prinosa, normala itd. Tako i najstarija metoda određivanja prinosa preborne šume po broju stabala (empirijska ili stara francuska metoda — prema Miletiću (1951) ima osnovu u zastrtosti krošnja stabala.

Stupanj zastrtosti tla s krošnjama neposredno utječe na osvjetljenje u sastojini, temperaturu i vlažnost zraka i tla, a to su uvjeti vezani za proces rasta, prirasta i pomlađivanja [Moisev V. i Naumenko Z. (1957)]. Poznato je da se jela dobro prirodno pomlađuje, razvija i održava u vlažnoj i mirnoj sastojinskoj klimi pod zastorom krošnja nadstojnih stabala, te da ne podnosi »vjetar« u šumi koja se stvara naglim otvaranjem i prekidanje sklopa. Sklop utječe posredno na poboljšane uvjete pomlađivanja, jer zadržava veću zračnu vlagu u tlu. Međutim, prevelika zastrtost tla po krošnjama po jedinici površine onemogućava dopiranje do tla i one najminimalnije količine svjetla, koja je neophodna za opstanak ponika pomladka i mladika jele u prebornim sastojinama. Problem je kako odrediti optimalnu veličinu zastrtosti tla krošnjama koja bi stvarala povoljne uvjete za održavanje vlage zraka i tla, a osim toga da bi u tim uvjetima dopiralo do ponika, pomladka i mladika toliko svjetla kod kojeg bi se mladi naraštaj mogao stvarati, razvijati i opstati, odnosno kod kojeg bi postotak mortaliteta ponika, pomladka i mladika bio najmanji.

Pomlađivanje je u prebornoj šumi neprekidan proces koji nesmije izostati. Tamo gdje toga procesa nema, nema niti obnove i u tome slučaju preborno gospodarenje nije moguće. Služeći se uzgojnim zahvatima stvaramo uvjete za pomlađivanje, a prije svega omogućavamo da se pomladak može očuvati i razvijati.

Da bi se proces prirodnog pomlađivanja u prebornoj šumi mogao normalno odvijati pobrinula se priroda, koja u šumskim sastojinama obilno zasijava površine šumskim sjemenom. Milijuni zrelih i za klijanje sposobnih sjemenki dopru u prebornoj sastojini do tla. Međutim, samo mali broj stabala, nastalih od tog sjemena, dočeka svoju sječivu zrelost u sastojini. Velike količine sjemena doprijevši do tla ne dopiju ni proklijati radi različitih štetnih bioloških i abiotskih faktora. Pomanjkanje vlage, nepogodno tlo, korov, razne bolesti, insekti i ptice su osnovni razlozi propadanja i neproklijavanja sjemena.

Proklijale sjemenke se u prvoj godini života nalaze u razvojnem stadiju ponika i taj razvojni stadij je najviše izložen propadanju uslijed pomanjkanja vlage, svjetlosti, niskih temperatura, golomrazice i drugih štetnih faktora.

Pomladak je slijedeći razvojni stadij, a to su biljke od 1 god. starosti pa do momenta formiranja krošnje i debalca, tj. do mladika. On je, također, izložen velikom postotku mortaliteta. Prema našim istraživanjima (Matić, 1972) u sastojini jele s rebračom od ukupnog broja ponika ostane na životu svega 60% trogodišnjeg jelovog pomladka. Prema tome, tek nakon 3 do 5 godina, od uroda u sastojini i nicanju ponika, možemo govoriti o uspjehu prirodnog pomlađivanja.

U razvojnem stadiju mladika ne prestaje proces odumiranja jelovih stabala, međutim, on je relativno manji nego u mlađim razvojnim stadijima. U tom razvojnem stadiju, korjenov sistem i krošnje pojedinih stabalaca su tako razvijene, da se mogu lakše oduprijeti međusobnoj konkurenciji. Sve ono što nije spremno za daljnju borbu u prostoru u tlu i iznad tla propada.

Za stabla u razvojnem stadiju mladika, koja dočekuju dimenzije od 3 cm prsnog promjera, smatramo da su u velikom postotku sigurni od masovnog ugibanja radi međusobne konkurencije i da su se u velikoj mjeri uspjeli izboriti za svoj prostor u sastojini. Na taj nas zaključak navodi saznanje da se ni jedna naša vrsta drveća ne može tako dobro prilagoditi malenoj količini svijetla kao jela.

S obzirom da se stabla jele u razvojnem stadiju pomladka i mladika nalaze u prebornoj šumi, oni su prema Mlinšeku (1968) osuđeni na čekanje da im se pruži povoljna prilika da pređu u bolji položaj u sastojini. Imajući u vidu već navedene sposobnosti jele, ona može u tom stadiju vrlo dugo izdržati te u svakom momentu može iskoristiti priliku da dalje normalno uspijeva.

Međutim, sasvim je drugačija situacija s bukvom i smrekom. Balsiger (1925) navodi da bukva može, kao i smreka, dugo vremena izdržati pod zasjenom nadraslih stabala, ali nema sposobnost da nakon oslobođenja od zasjene popravi svoj zakržljali oblik iz doba zasjene. Smreka ima prednost pred bukvom u izdržljivosti pod zasjenom, no ako je dugo godina u fazi čekanja, te ako je jako zastarčena, nema sposobnost da se regenerira. U nastavku donosimo nekoliko osnovnih podataka o pokusnim plohama u kojima smo vršili istraživanja, kao što su: broj stabala, temeljnica, drvena masa, prirast, bonitet i intenzitet osvjetljenja.

U odjelu VII-1b, gdje se nalazi niz od 25 pokusnih ploha, ukupna drvena masa po hektaru, to jest u čitavom nizu, iznosi 607,01 m³, ukupna temeljnica 47,90 m², a broj stabala 1.236 komada. Podaci se odnose za sva stabla iznad

3 cm prsnog promjera. Da bi se uočile raznolikosti koje vladaju na svih 50 ploha pojedinačno, navodimo neke podatke koje smo dobili preračunavanjem na 1 ha površine.

Najniža i najviša drvena masa na tim pokusnim plohama, u istom odjelu, preračunata na 1 ha, kreće se od 132,50 m³ do 971,00 m³.

Minimalna temeljnica iznosi 14,50 m², a maksimalna 73,75 m². Minimalni broj stabala od 3 cm prsnog promjera pa na više iznosi 750 komada, a maksimalni broj iznosi 2.500 komada.

Prirast drvene mase izračunat kontrolnom metodom za period od 5 g. na čitavom nizu od 25 pokusnih ploha, tj. na 1 ha iznosi 60,92 m³ ili prosječno godišnje 12,18 m³/ha. Prirast izračunat metodom izvrtaka za taj isti period (Meyerova diferencijalna metoda) iznosi 59,58 m³/ha ili prosječno godišnje 11,91 m³/ha.

Ukupna drvena masa na 25 pokusnih ploha ili na 1 ha u odjelu VII-1c iznosi 753,68 m³, temeljnica 54,50 m², a broj stabala 1.070 komada. Najniža i najviša drvena masa na pokusnim plohama u odjelu VII-1c, preračunata na 1 ha, kreće se od 333,75 m³ do 1.150,00 m³. Minimalna temeljnica iznosi 28,00 m²/ha, a maksimalna 82,50 m²/ha. Minimalni broj stabala od tri cm na više iznosi 450, a maksimalni 1.070 komada.

Prirast drvene mase izračunat kontrolnom metodom za period od 5 g. na čitavom nizu od 25 pokusnih ploha, tj. na 1 ha, iznosi 59,69 m³ ili prosječno godišnje 11,94 m³. Prirast, izračunat metodom izvrtaka za taj isti period, iznosi 57,53 m³ ili prosječno godišnje 11,51 m³.

Krivulja distribucije broja stabala na svim pokusnim plohama u oba odjela sastavljena je od dva izrazita dijela, hiperboličnog s lijeve strane i zvonolikog s desne strane krivulje. Takav oblik distribucije broja stabala je tipičan za preborne sastojine grupične strukture.

Disperziona područje na distribuciji broja stabala kreće se od 3 cm do 88 cm prsnog promjera.

Broj dominantnih stabala na pokusnim plohama u odjelu VII-1b iznosi 162 komada, njihov srednji prsni promjer iznosi 56,5 cm, a visina 28,7 metara.

Na plohama u odjelu VII-1c nalazi se 169 dominantnih stabala sa srednjim prsnim promjerom od 60,4 cm i visinom od 33,2 metra. Određujući bonitetni razred svih pokusnih ploha u pojedinim odjelima, kao i svake pokusne plohe pojedinačno, služili smo se srednjim visinama i promjerima dominantnih stabala u sastojini (Klepac, 1962) i tabelama Surić, Pranjić (1966).

U odjelu VII-1b plohe se nalaze na I/II, II, II/III i III bonitetnom razredu, a prosječni bonitetni razred za čitav niz ploha jest II/III. U odjelu VII-1c plohe se nalaze na I, I/II, II, II/III i III bonitetnom razredu. Prosječni bonitetni razred za sve plohe u tom odjelu jest II.

Sastojine, u kojima smo vršili istraživanja, nalaze se na tri tipa tala i to kiselo-smeđe, smeđe-podzlastom i podzolima. Sva tri tipa tala dolaze na relativno malim površinama, izmjenjuju se u redoslijedu pridolaska, a često puta se nalaze i u kateni. S obzirom da je visina dominantnih stabala u sastojini indikator boniteta, a da te sastojine nisu sječene više od 20 godina, možemo iz naprijed navedenog zaključiti da nam se različiti boniteti javljaju na relativno maloj površini pored ostalog i uslijed ekološko različitih tipova

tala na kojima su se razvile te sastojine. U koliko bi se želio detaljnije razraditi ovaj problem bilo bi potrebno istraživanja proširiti na pokusne plohe većih površina.

Rezultati o relativnoj količini svjetla, koja dopire do visine od 20 cm iznad tla na svih 50 pokusnih ploha, izraženi su u postocima od intenziteta osvjetljenja na otvorenom prostoru izvan sastojine. Najniži intenzitet osvjetljenja iznosi 0,675%, najviši 19,57%, te se u tom rasponu kreće postotak osvjetljenja na svih 50 pokusnih ploha. Intenzitet osvjetljenja na otvorenom prostoru, izvan sastojine, iznosi 100%. Podaci su dobiveni kao aritmetičke sredine od 5 mjerenja na svakoj pokusnoj plohi. Mjerenja su vršena u mjesecu rujnu između 11 i 13 sati.

1. Utjecaj horizontalne projekcije krošnje na elemente pomlađivanja

U našim smo istraživanjima ispitali utjecaj horizontalne projekcije krošnja u sastojini jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv.) u odnosu na elemente pomlađivanja. Grafički prikaz tog odnosa na osnovi konkretnih izmjera, kako horizontalne projekcije krošnja tako i samog pomlađivanja, prikazali smo u slikama 8 i 9 na 16 grafikona. Izmjere su vršene na 50 pokusnih ploha, te su priloženi grafikoni rezultati matematičko statističke obrade podataka s tih pokusnih ploha.

Pored grafičkog prikaza odnosa horizontalne projekcije krošnja i elemenata pomlađivanja, gdje smo na apscismi os (x) nanijeli horizontalnu projekciju krošnja na površini od 400 m² u metrima kvadratnim, a na ordinatnu os (y) jedan od elemenata pomlađivanja izračen u komadima ili metrima, još smo iznad svakog grafikona ispisali parametre A i B jednadžbe pravca $Y = A + Bx$, koji je ucrtan zajedno s granicama konfidencije, te izračunatu veličinu F. Tablični F iznosi za 5% granica vjerojatnosti 4,04, a za 1% granica vjerojatnosti 7,19.

Promatrajući 16 grafikona na sl. 8 i 9 možemo zaključiti da skoro bez iznimke postoji visok stupanj ovisnosti između horizontalne projekcije krošnja stabala i elemenata pomlađivanja.

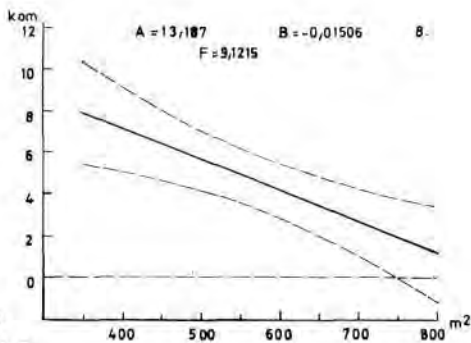
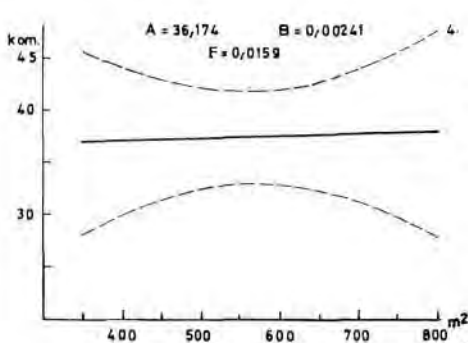
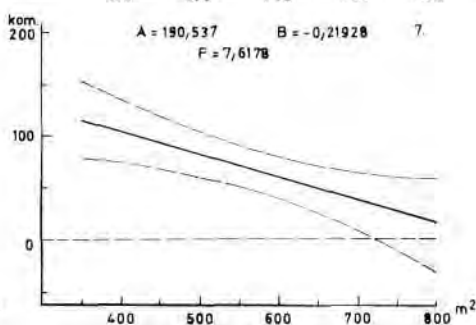
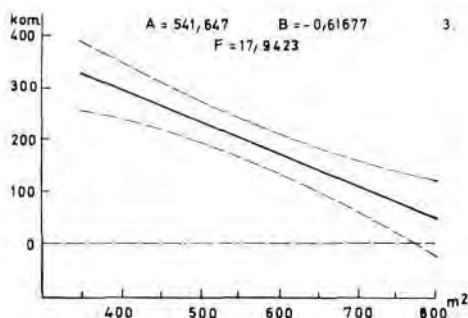
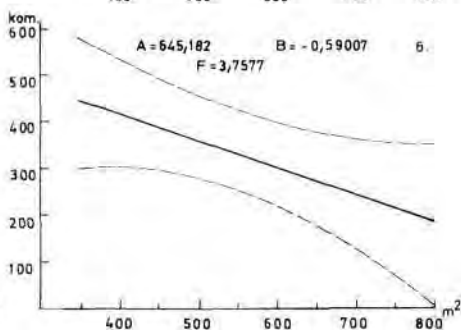
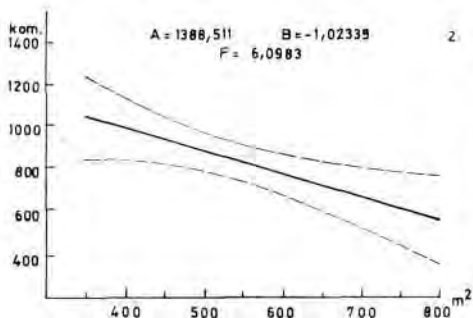
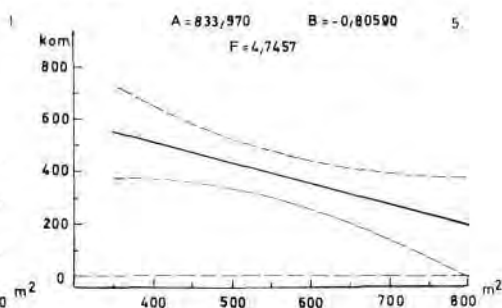
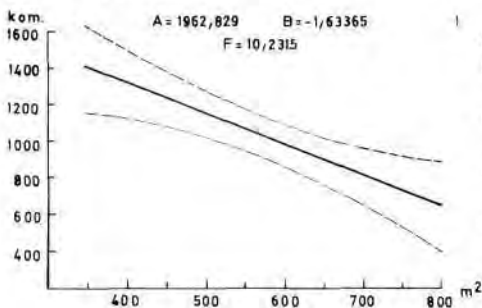
Na grafikonu 1 slike 8 možemo uočiti čvrstu vezu između horizontalne projekcije krošnja i broja pomladka i mladika jele, smreke i bukve. Veza se očituje naglim padom broja pomladka i mladika, povećanjem horizontalne projekcije krošnja, uskim granicama konfidencije te F vrijednošću koja nam kaže da je naš pravac signifikantno različit od horizontalnog pravca kod kojeg je $B = 0$, a $A = \bar{y}$.

Broj pomladka i mladika jele i smreke pokazuje zakonitost u ovisnosti o horizontalnoj projekciji krošnja sl. 8, graf. 2 i 3. Uspoređujući graf. 2 i graf. 3 uočavamo visoku F vrijednost kod smreke ($F = 17,94$) te nešto nižu vrijednost kod jele ($F = 6,09$), koja je još uvijek u 5% granicama vjerojatnosti. Tu dolazi do izražaja veći zahtjev smreke za svjetlom nego jele, te ovisnost njenog pridolaska o zastrtosti tla krošnjama.

Kod bukve na graf. 4 imamo drugu situaciju. Relativno široke granice konfidencije nas upućuju na mali broj uzoraka, a mala F vrijednost na neovisnost broja stabala bukve u pomladku i mladiku o horizontalnoj projekciji krošnja. S obzirom da se bukva u ovim sastojinama nalazi u vrlo ma-

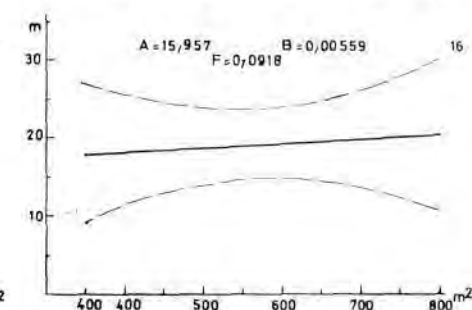
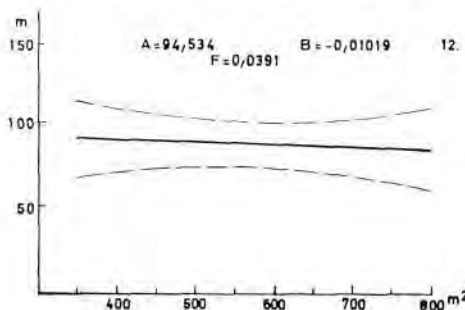
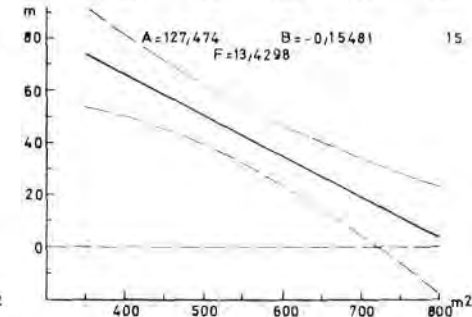
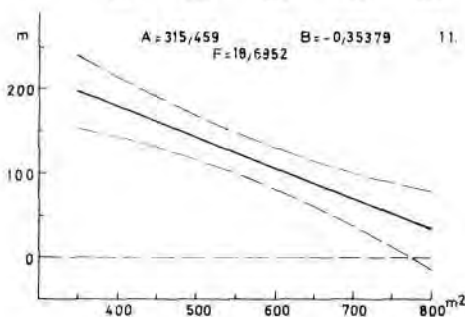
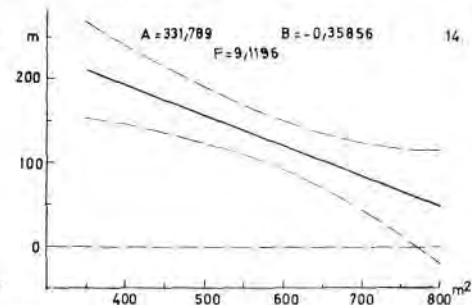
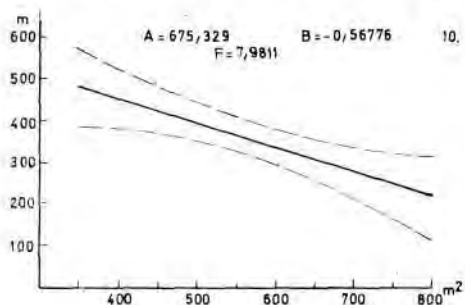
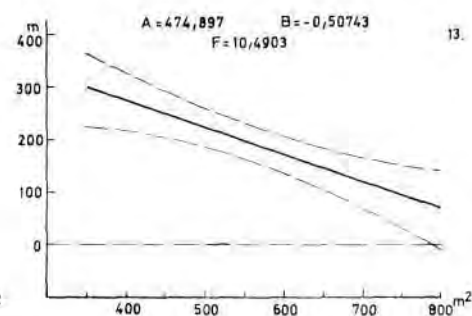
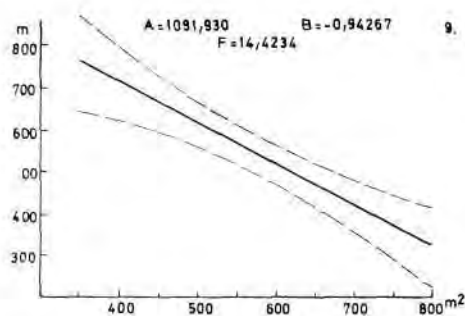
UTJECAJ HORIZONTALNE PROJEKCIJE KROŠANJA NA:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 Ukupan broj pomladaka i mladika | 5 Ukupan broj uralih stabala u pomladak i mladik |
| 2 Broj pomladaka i mladika jele | 6 Broj uralih stabala jele u pomladak i mladik |
| 3 Broj pomladaka i mladika smreke | 7 Broj uralih stabala smreke u pomladak i mladik |
| 4 Broj pomladaka i mladika bukve | 8 Broj izraslih stabala iz pomladaka i mladika |



UTJECAJ HORIZONTALNE PROJEKCIJE KROŠANJA STABALA NA:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 9 Ukupna totalna dužina pomladka i mladika | 13 Ukupna dužinska proizvodnja za 5g. |
| 10 Totalna dužina pomladka i mladika jele | 14 Dužinska proizvodnja jele za 5g. |
| 11 Totalna dužina pomladka i mladika smreke | 15 Dužinska proizvodnja smreke za 5g. |
| 12 Totalna dužina pomladka i mladika bukve | 16 Dužinska proizvodnja bukve za 5g. |



lom postotku, u omjeru smjese ($1-5^{0}_{0}$), to se i odražava na njezin broj stabala u pomladku i mladiku. Situacija na terenu je takva da bukva nadire sve više u pomladak i mladik (slike 4—7), međutim stabla su u većini slučajeva iz panja, djelomično iz sjemena (sjeme donešeno od faune), zasjenjenih širokih krošanja, tako da o kvalitetnom bukovom pomladku i mladiku možemo govoriti samo mjestimično i to tamo gdje se stabla, nastala iz sjemena, nalaze na površini koja im omogućava nesmetan priliv svjetla i nesmetan rast u visini. U svim ostalim slučajevima možemo govoriti o bukvama koje vegetiraju i koje su na izgled indiferentne na manje promjene u intenzitetu zastrtosti tla. Sigurni smo da bi trebali provesti još detaljnija istraživanja o bukvi i njenom reagiranju na zastrtost krošnjama, a isto tako vjerujemo da bi nam veći broj podataka, dao rezultate na osnovi kojih bismo mogli donijeti sigurnije i preciznije zaključke. Sl. 8 graf. 5 nam pokazuje odnos između horizontalne projekcije krošanja i broja uraslih stabala u pomladak i mladik u razdoblju od 5 godina. Podaci nam pokazuju da postoji signifikantna ovisnost između te dvije veličine. F vrijednost je veća od tablične za 5^{0}_{0} granica vjerojatnosti, što nas navodi na zaključak da je veličina y ovisna o veličini x . Na grafikonu 6 je prikazana ovisnost horizontalne projekcije krošanja i broja uraslih stabala jele. S obzirom na granice konfidencije, te na nesignifikantni F , ne možemo tvrditi s vjerojatnošću od 95^{0}_{0} da nam je pravac na grafikonu bolja procjena od pravca $y = A_0$, te možemo smatrati da y ne ovisi od x . Međutim, položaj pravca kojeg smo dobili nas ipak upućuje na izvjesnu zakonitost. Taj odnos na grafikonu 7 kod smreke je čvrst i visokosignifikantan sa 1^{0}_{0} granica vjerojatnosti.

Komparirajući jelu i smreku možemo zaključiti da pomlađivanje jele, tj. priliv novih individua iz ponika u pomladak je manje ovisan o horizontalnoj projekciji krošanja nego što je to slučaj kod smreke. Pored ostalih faktora, koji djeluju na ugibanje ponika i pomladka jele i smreke u prebornim šumama jele s rebračom, faktor horizontalne projekcije krošanja ima veći utjecaj kod smreke nego kod jele. To potvrđuje već navedenu konstataciju o većim zahtjevima na svjetlu smreke od jele.

Na grafikonu br. 8 sl. 8 prikazan je odnos horizontalne projekcije krošanja i broja izraslih stabala iz pomladka i mladika za razdoblje od 5 g., tj. sva stabla koja su u tom razdoblju prešla iznad 3 cm prsnog promjera. Visoka F vrijednost i uske granice konfidencije nas upućuju na zaključak o ovisnosti y od x . Iz toga zaključujemo da broj izraslih stabala iz pomladka i mladika pada povećanjem horizontalne projekcije krošanja u sastojini i obratno. Na slici br. 9, grafikonu 9 imamo prikazan odnos horizontalne projekcije krošanja i ukupne totalne dužine pomladka i mladika. Ovaj element pomlađivanja nam daje još jednu sliku reagiranja pomladka i mladika na horizontalnu projekciju krošanja. Taj odnos obilježavaju visoke F vrijednosti, uska granica konfidencije što nas navodi na zaključke velike ovisnosti y od x -a. Visinski rast i prirast pomladka i mladika je u čvrstoj vezi s horizontalnom projekcijom krošanja stabala.

Na grafikonu 10 iste slike jela pokazuje slične odnose s visokim F vrijednostima, a kod smreke na grafikonu 11, kao heliofilnije vrste od jele, je naročito izražena ovisnost ta dva faktora uz visoki F .

Kod bukve, na grafikonu 12, nismo dobili računsku ovisnost y od x -a, gdje imamo malu vrijednost F . Pravac ipak pokazuje tendenciju pada uz negativni koeficijent smjera.

Odnos ukupne dužinske proizvodnje pomladka i mladika, za razdoblje od 5 g. i horizontalne projekcije krošanja stabala prikazan je na slici br. 9 graf. 13. Veza je čvrsta što nas upućuje na zaključke o smanjenom visinskom prirastu pomladka i mladika povećanom horizontalnom projekcijom krošanja

Jela i smreka, na grafikonu 14 i 15, pokazuju slične tendencije, dok kod bukve, na osnovi grafikona br. 16, ne možemo tu pojavu zapaziti. Tu zapažamo nesigificantni F , široke granice konfidencije i pozitivni koeficijent smjera.

Iz priloženih grafikona se vidi da se na površini od 400 m², koliko iznosi svaka od 50 pokusnih ploha, nalaze horizontalne projekcije različitih visinskih slojeva od 350 m² do maksimalno 800 m².

Maksimalna projekcija krošanja iznosi dvostruko od površine koju zauzima ploha. Teoretski, možemo pretpostaviti da je svaki m² plohe dvostruko prekriven krošnjama stabala.

Na grafikonu broj 1, na plohi koja je pod minimalnim zastorom krošanja od 350 m², imamo 1391 komad pomladka i mladika svih visinskih razreda, a pod zastorom krošanja od 800 m² imamo 656 komada. Znači, dvostrukim povećanjem horizontalne projekcije krošanja imamo dvostruko smanjenje broja pomladka i mladika. Taj odnos važi i za jelu na grafikonu broj 2, dok za smreku na grafikonu broj 3 imamo daleko veće smanjenje broja biljaka pod zastorom krošanja od 800 m². Praktički imamo svega 50 smreka pod maksimalnim zastorom, dok pod minimalnim zastorom imamo 350 komada, tj. 7 puta više.

Ukupan broj uraslih stabala u pomladak u razdoblju od 5 godina kreće se od 552 pod minimalnim zastorom do 189 komada pod maksimalnim zastorom tla s krošnjama (graf. 5). Pod maksimalnim zastorom krošanja urasta nam jedino jela zbog dobrog podnošenja zasjene. Na grafikonu broj 6 možemo vidjeti da nam pod tim uvjetima urasta u sastojinu 200 jela, a na grafikonu broj 7, pod istom zastrtošću, praktički nam smreka i ne dolazi. Isto tako na grafikonu 8 možemo vidjeti da nam pod maksimalnom zastrtošću i nema izrastanja iz pomladka i mladika, tj. u razdoblju od 5 godina ne postižu se dimenzije od 3 cm prsnog promjera u mladiku, dok pod minimalnom zastrtošću izrasta 8 komada iz mladika.

I pored toga što nam se pod maksimalnim zastorom krošanja javlja jedan relativno veći broj pomladka i mladika (graf. 1), uglavnom jele, taj se broj jednim dijelom odnosi na jele koje već dugo godina podnose zasjenu. One uglavnom imaju široku, tanjurastu i plitku krošnju bez vidnog visinskog prirasta. Ostatak od tog broja čine mlada stabalca pomladka starosti od 1 do 5 godina, dakle iz onog dijela pomladka koji podliježe najvećem mortalitetu uslijed pomanjkanja vlage, svijetla i ostalih faktora.

Kao dokaz toj tvrdnji imamo grafikon broj 13, 14, 15 i 16 kod kojih je visinska proizvodnja u razdoblju od 5 godina 4 puta manja pod maksimalnim zastorom krošanja od 800 m² (graf. 13 i 14), dok kod smreke visinske proizvodnje pod tim zastorom praktički i nema, jer ona pod tom zastrtošću skoro i ne dolazi.

1.1. Utjecaj horizontalne projekcije krošanja stabala prve etaže na elemente pomlađivanja

Komparirajući horizontalnu projekciju krošanja stabala prve etaže s elementima pomlađivanja, dobili smo podatke čiji grafički prikaz uz neke numeričke podatke donosimo na slikama 10 i 11.

Na 16 grafikona spomenutih slika možemo uočiti jednu zajedničku i osnovnu karakteristiku, da nam povećanim učešćem krošanja stabala prve etaže raste broj pomladka i mladika, povećava se broj uralih stabala u pomladak i mladik, raste broj izraslih stabala iz pomladka i mladika, povećava se totalna visina pomladka i mladika kao i njegova visinska proizvodnja. Kod svih grafikona, izuzevši grafikon broj 4 koji predstavlja bukvu, imamo pozitivne koeficijente smjera, što nas upućuje na određenu zakonitost o porastu vrijednosti y s porastom x .

Kod grafikona 1, koji predstavlja odnos između horizontalne projekcije krošanja prve etaže i ukupnog broja pomladka i mladika jele, smreke i bukve, F vrijednost je veća od tablične. Kod svih ostalih grafikona F vrijednost je manja od tablične. Bez obzira na tu veličinu, pravci izjednačenja nas upućuju na pojavu odlučujuće uloge krošanja I etaže stabala u sastojini kod prirodnog pomlađivanja u prebornoj šumi. Tu pojavu potkrepljujemo činjenicom da su nam to najviša i najdeblja stabla u sastojini, stabla s najljepšim krošnjama koje rađaju sjemenom i naplođuju tlo ispod svojih krošanja. Radi svojih visina i visoko nasadenih krošanja oni ne igraju presudnu ulogu kod ugibanja i nestajanja ponika i pomladka uslijed slabog priliva svjetla. Zbog svojih visoko nasadenih krošanja i relativno isprekidanog sklopa direktno i difuzno svjetlo u dovoljnim količinama dopire do pomladka i mladika.

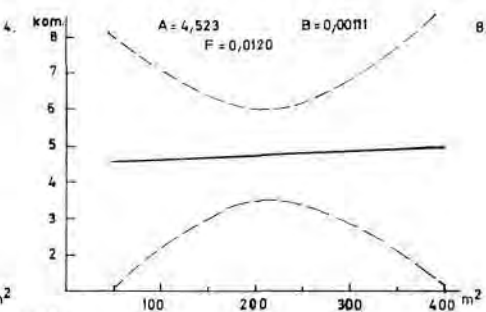
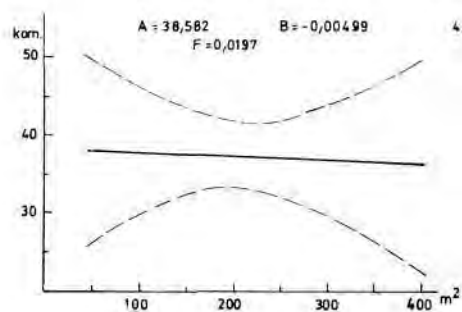
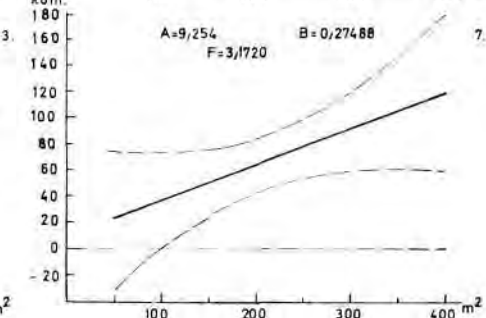
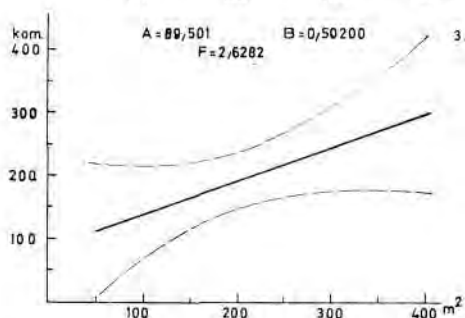
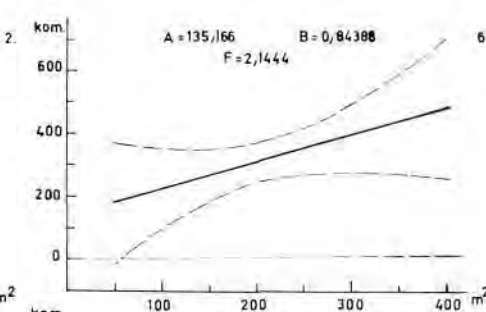
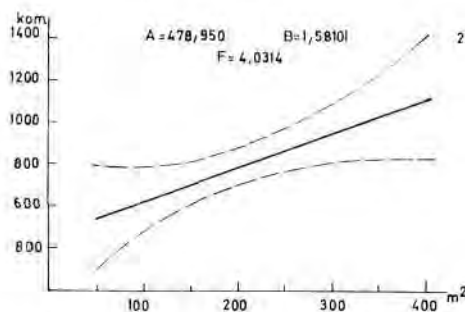
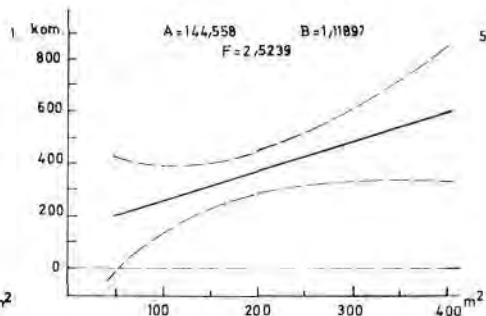
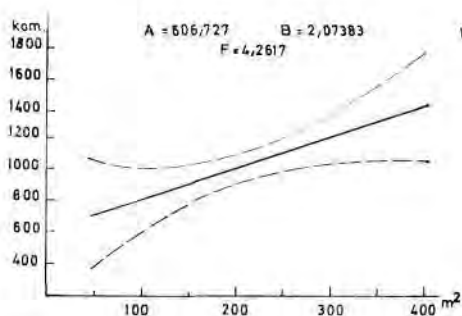
Horizontalne projekcije krošanja stabala I etaže, tj. dominantnih stabala u sastojini kreću se od 50 m^2 do maksimalno 400 m^2 . Znači kod maksimalne zastrtosti tla s krošnjama stabala I etaže imali bi regularnu sastojinu s potpunim neprekinutim sklopom.

Kod maksimalne horizontalne projekcije krošanja od 400 m^2 postoje najbolji uvjeti za pomlađivanje, jer su nam to stabla koja obilno fruktificiraju, visoko su nasadenih krošanja koje omogućavaju dovoljan pristup svijetla na pomladak i mladik, kako direktnog tako i difuznog. Od 710 stabala pomladka i mladika kod zastrtosti od 50 m^2 imamo dvostruko više kod maksimalne zastrtosti od 400 m^2 . (graf. 1). To se odnosi i na pomladak i mladik jele i smreke (graf. 2 i 3).

Iako i jela i smreka povećavaju svoj pridolazak ili uraštanje u pomladak i mladik s povećanim učešćem horizontalne projekcije krošanja I etaže, kod jele imamo 2 puta veće uraštanje kod maksimalne zastrtosti, a kod smreke 5 puta veće uraštanje (graf. 6 i 7). To nas navodi na zaključak da smreki bolje odgovaraju uvjeti koje stvaraju krošnje stabala I etaže nego jeli, odnosno jela se slabije pomlađuje na otvorenim, prozračnim mjestima, a to znači na mjestima s manjom zračnom vlagom i vlagom u tlu. Krošnje stabala I etaže omogućavaju veću prozraku u šumi, što se reflektira na smanjenu vlagu i relativno slabiji pridolazak jele nego smreke. Relativno veća visinska proizvodnja smreke kod jele (graf. 14 i 15) može se objasniti bio-

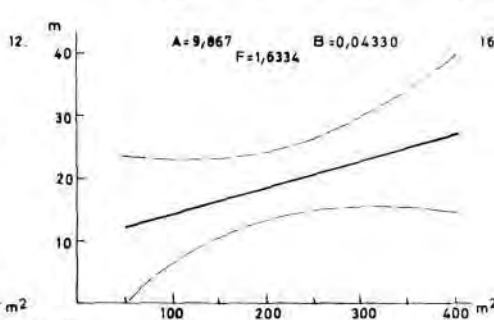
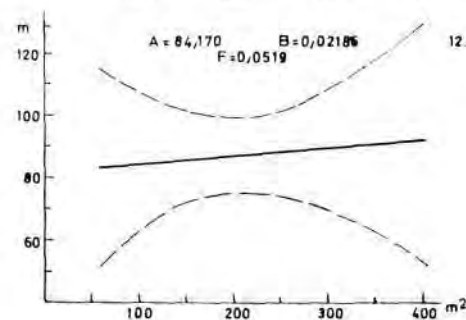
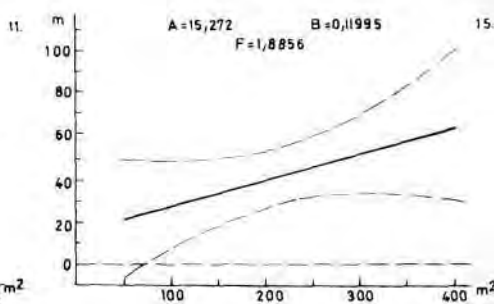
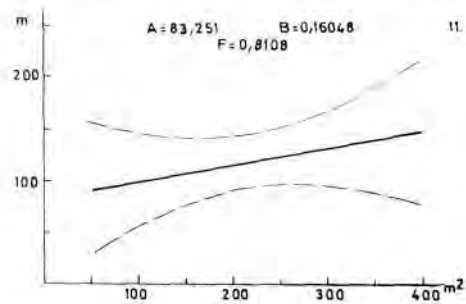
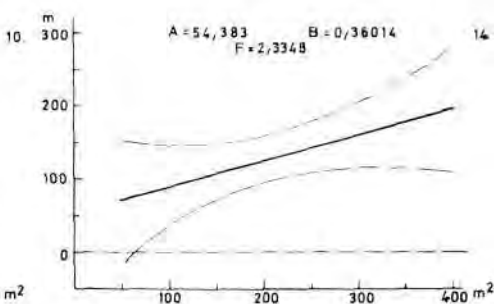
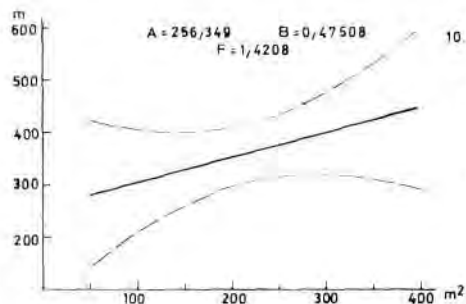
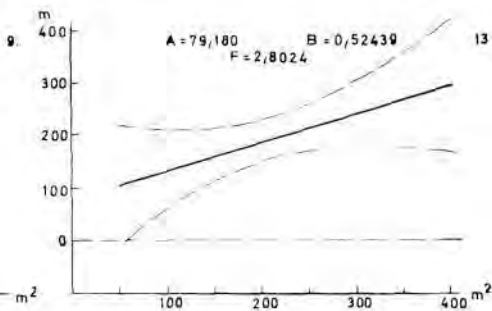
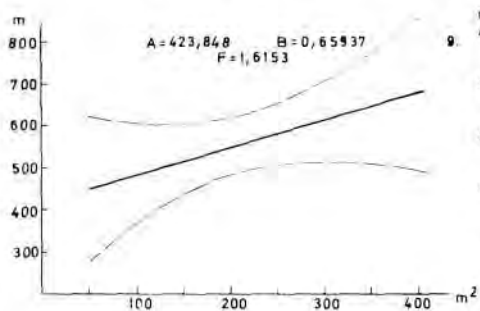
UTJECAJ HORIZONTALNE PROJEKCIJE KROŠANJA PRVE ETAŽE NA:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 Ukupan broj pomladaka i mladika | 5 Ukupan broj uralih stabala u pomladak i mladik |
| 2 Broj pomladaka i mladika jele | 6 Broj uralih stabala jele u pomladak i mladik |
| 3 Broj pomladaka i mladika smreke | 7 Broj uralih stabala smreke u pomladak i mladik |
| 4 Broj pomladaka i mladika bukve | 8 Broj izraslih stabala iz pomladaka i mladika |



UTJECAJ HORIZONTALNE PROJEKCIJE KROŠANJA PRVE ETAŽE NA

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 9 Ukupna totalna dužina pomladka i mladika | 13 Ukupna dužinska proizvodnja za 5g |
| 10 Totalna dužina pomladka i mladika jele | 14 Dužinska proizvodnja jele za 5g |
| 11 Totalna dužina pomladka i mladika smreke | 15 Dužinska proizvodnja smreke za 5g |
| 12 Totalna dužina pomladka i mladika bukve | 16 Dužinska proizvodnja bukve za 5g |



loškim svojstvom smreke da ima osobinu bržeg visinskog rasta nego jela u tom razvojnem stadiju.

1.2. Utjecaj horizontalne projekcije krošanja stabala II etaže na elemente pomlađivanja

Grafički prikaz rezultata odnosa horizontalne projekcije krošanja stabala druge etaže i elemenata pomlađivanja prikazali smo na grafikonima 1—16, slika 12 i 13. Zajednička karakteristika skoro svih pravaca izjednačenja sastoji se u negativnoj vrijednosti koeficijentata smjera, nesignifikantnim F vrijednostima i širokim granicama konfidencije. Izuzevši grafikone gdje se radi o pomladku i mladiku bukve, te grafikon o broju izraslih stabala iz pomladka u mladik, svi ostali grafikonu pokazuju tendenciju da uz povećano učešće horizontalnih projekcija krošanja stabala druge etaže opada ukupan broj pomladka i mladika, ukupan broj uraslih stabala u pomladak i mladik, ukupna totalna dužina pomladka i mladika i ukupna dužinska proizvodnja pomladka i mladika za razdoblje od 5 g. Ta pojava nam se čini normalnom ako imamo na umu da nam stabla II etaže, zbog svoga položaja u sastojini, uskih, relativno slabije osvijetljenih krošanja, tj. njihovo učešće u fruktifikaciji i prirodnom naplođivanju sa sjemenom je neznatno. Osim toga njihove visine su niže, a krošnje im nisu visoko nasađene kao kod stabala I etaže, tako da ponik, pomladak i mladik ispod njih manje dobivaju direktnog i difuznog svjetla.

Horizontalne projekcije krošanja stabala II etaže se kreću od minimalno 25 m² do maksimalno 400 m². Većim učešćem stabala te etaže u sastojini stvaraju se uvjeti koji negativno utječu na pojavu pomladka i mladika. Razlog toj pojavi možemo prije svega tražiti u prostornom položaju tih stabala u sastojini, a kao posljedicu tog smanjenja ili potpuni izostanak fruktifikacije tih stabala, duge nisko nasađene krošnje koje ne propuštaju dovoljno ni direktnog ni difuznog svjetla.

Kod maksimalne zastrtosti tla s krošnjama te etaže oko 2 puta se smanjuje ukupan broj pomladka i mladika jele, smreke i bukve i to od 1226 komada na 658, jele od 960 komada do 498 i smreke od 229 komada na 123 (graf. 1, 2, 3).

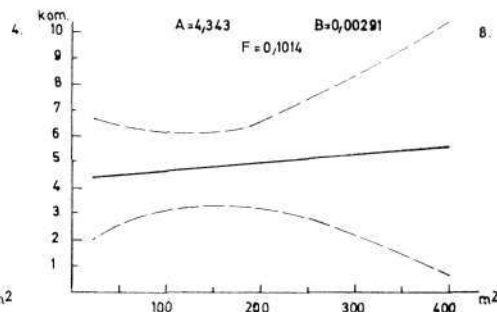
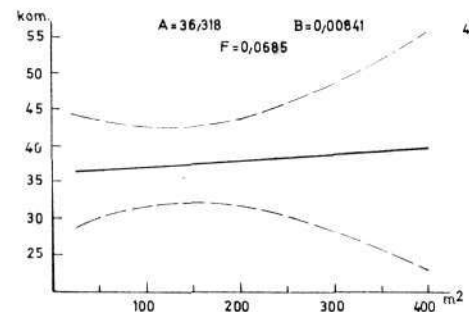
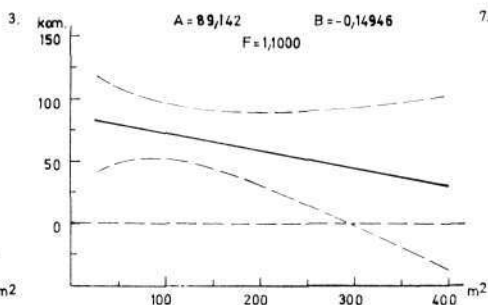
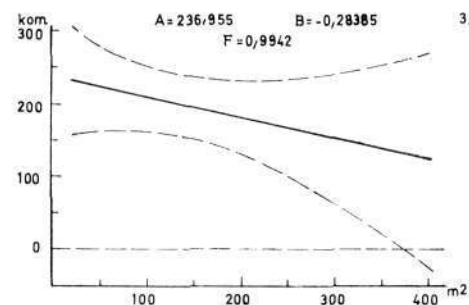
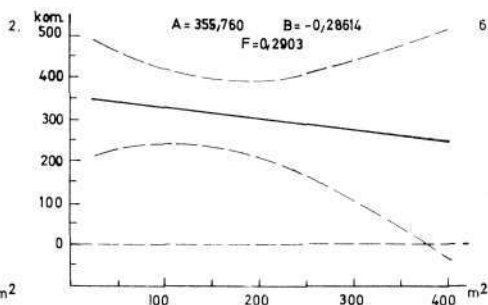
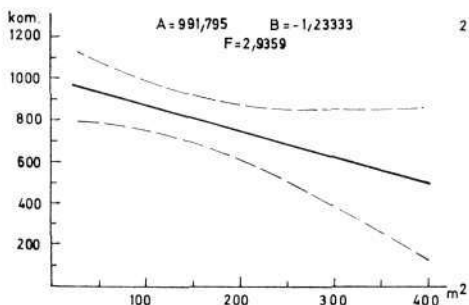
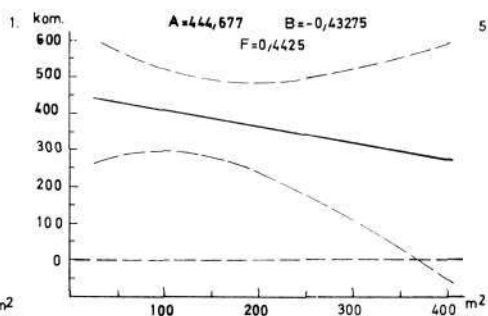
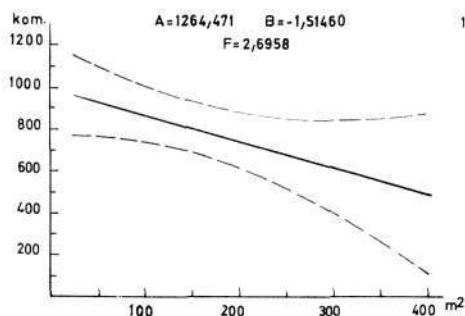
Broj novih individua, koji se stvaraju u sastojini tijekom 5 godina, se smanjuje povećanim učešćem krošanja stabala II etaže i ta pojava više dolazi do izražaja kod smreke kao heliofilnije vrste (od 85 komada na 29 komada) nego kod skijofilnije jele (od 348 komada na 241 komad) (Graf. 6 i 7).

Ukupna visinska proizvodnja tijekom 5 godina je oko 2 puta veća kod minimalne zastrtosti tla s krošnjama II etaže i to kod jele, smreke i bukve se smanjuje od 226 m na 113 m, kod jele od 152 m na 72 m, a kod smreke od 49 m na 21 m.

Približno sličan relativni odnos smanjenja visinske proizvodnje kod jele i smreke objašnjava se većim učešćem novostvorenih individua tijekom 5 godina kod jele, što se reflektira na povećanu dužinsku proizvodnju pomladka i mladika u sastojini.

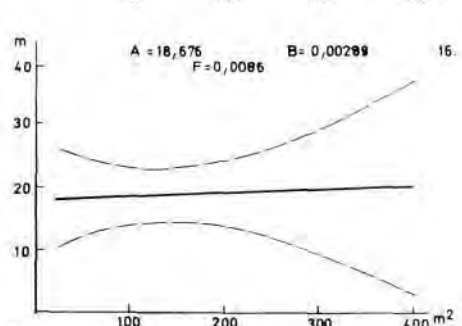
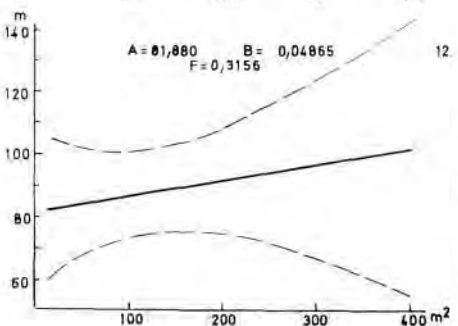
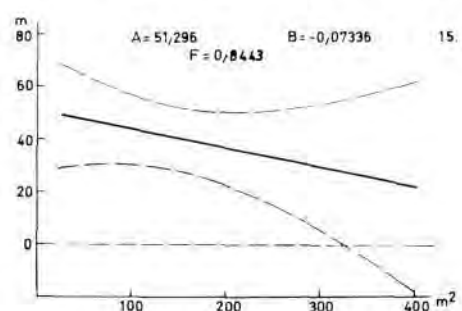
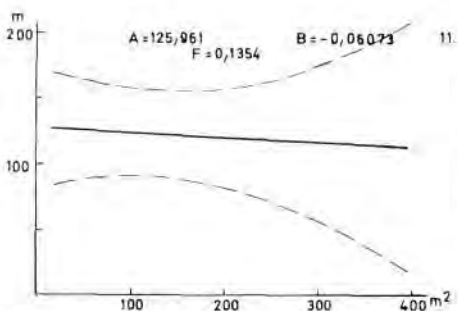
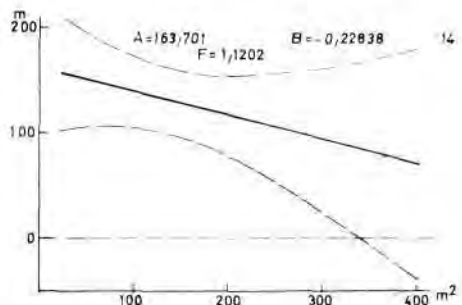
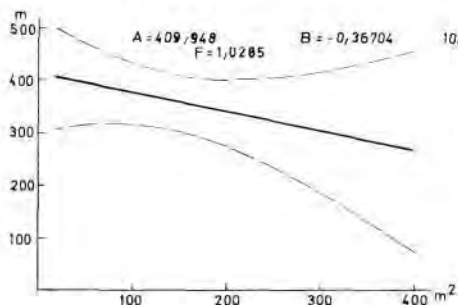
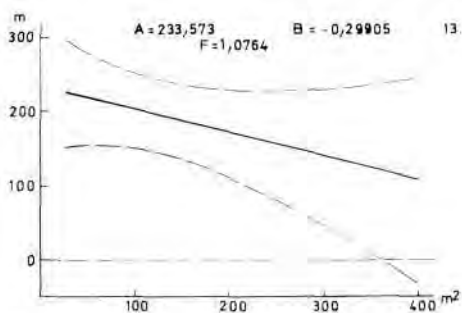
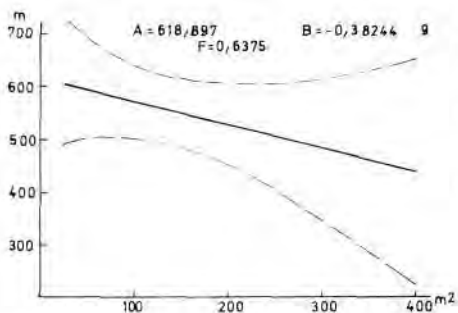
UTJECAJ HORIZONTALNE PROJEKCIJE KROŠANJA STABALA DRUGE ETAŽE NA :

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 Ukupan broj pomladaka i mladika | 5 Ukupan broj uraljih stabala u pomladak i mladik |
| 2 Broj pomladaka i mladika jele | 6 Broj uraljih stabala jele u pomladak i mladik |
| 3 Broj pomladaka i mladika smreke | 7 Broj uraljih stabala smreke u pomladak i mladik |
| 4 Broj pomladaka i mladika bukve | 8 Broj izraslih stabala iz pomladaka i mladika |



UTJECAJ HORIZONTALNE PROJEKCIJE KROŠANJA DRUGE ETAŽE NA.

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 9 Ukupna totalna dužina pomladka i mladika | 13 Ukupna dužinska proizvodnja za 5g |
| 10 Totalna dužina pomladka i mladika jele | 14 Dužinska proizvodnja jele za 5g. |
| 11 Totalna dužina pomladka i mladika smreke | 15 Dužinska proizvodnja smreke za 5g |
| 12 Totalna dužina pomladka i mladika bukve | 16 Dužinska proizvodnja bukve za 5g. |



1.3. Utjecaj horizontalne projekcije krošanja stabala III etaže na elemente pomlađivanja

Utjecaj horizontalne projekcije krošanja stabala III etaže na elemente pomlađivanja prikazali smo na grafikonima 1—16, slika 14 i 15. Na osnovu visokih F vrijednosti, negativnih koeficijenata smjera te relativno uskih granica konfidencije, možemo skoro u svim slučajevima zaključiti da postoje visoko signifikantni odnosi između veličina koje smo ispitivali.

Izuzev grafikona 4, 12 i 16, gdje smo ispitivali odnose horizontalne projekcije krošanja stabala III etaže i bukovog pomladka i mladika, na svim ostalim slučajevima možemo zaključiti da povećano učešće krošanja stabala III etaže negativno utječe na količinu pomladka i mladika u prebornoj sastojini jele s rebračom, tj. s povećanim x vrijednostima smanjuje se y vrijednost. To se naročito dobro uočava na grafikonima 3, 7, 11 i 15 koji se odnose na pomladak i mladik smreke. F vrijednosti u tim slučajevima su veće od tabličnih vrijednosti za 10% granica vjerojatnosti.

U grafikonima 12 i 16 gdje se radi o totalnoj visini bukovog pomladka i mladika te visinskoj proizvodnji bukve u razdoblju od 5 g. nemamo signifikantne F vrijednosti, no negativne vrijednosti koeficijenata smjera nas upućuju na istu zakonitost dokazanu kod jele i smreke.

Vrlo visoke F vrijednosti upućuju nas na čvrstu vezu između horizontalnih projekcija krošanja stabala III etaže i elemenata pomlađivanja. Minimalna zastrtost tla s krošnjama ove etaže iznosi 50 m², a maksimalna 450 m². Tu etažu čine najniža stabla u sastojini od 3 cm prsnog promjera na više. Krošnje tih stabala su uglavnom široke, nisko nasadene, a stabala ima u relativno velikom broju po jedinici površine te u velikoj mjeri onemogućavaju razvoj pomladka i mladika.

Od 1.317 stabalaca pomladka i mladika kod zastrtosti od 50 m² imamo svega 618 kod maksimalne zastrtosti od 450 m² (graf. 1). Jela bolje podnosi zasjenu stabala ove etaže nego smreka, tako da od 981 komada jela pod zastrtošću od 50 m² imamo 551 komad pod zastrtošću od 450 m². Smreke pod zastrtošću od 50 m² ima 301 komad, a pod maksimalnom zastrtošću imamo je 5 puta manje, tj. 62 komada (graf. 2 i 3).

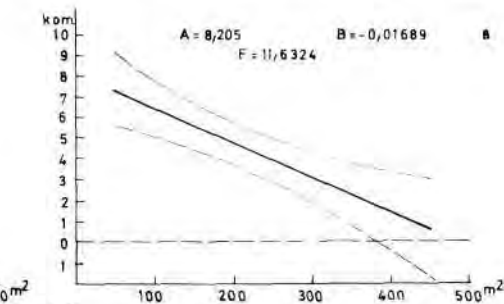
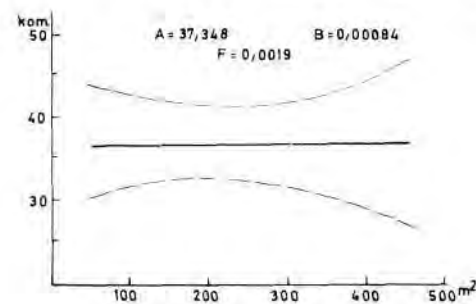
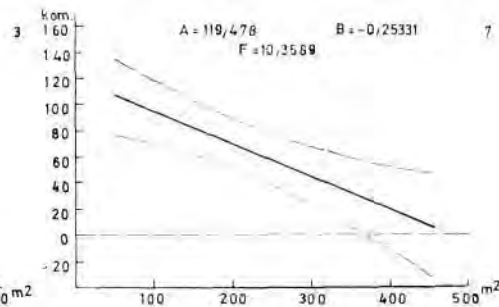
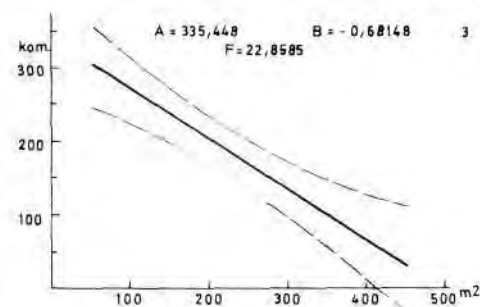
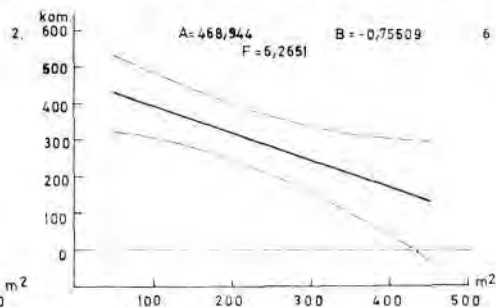
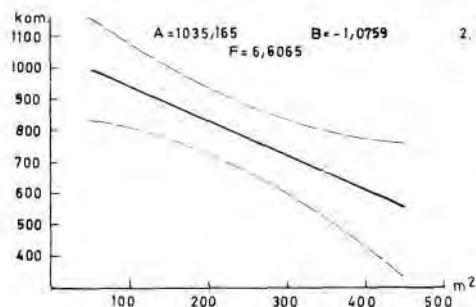
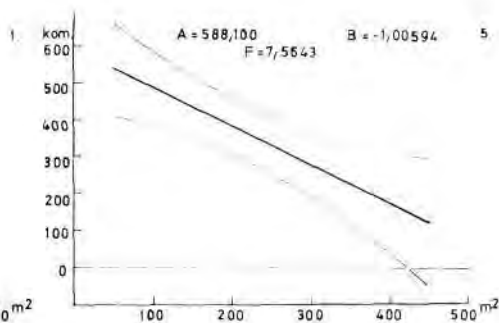
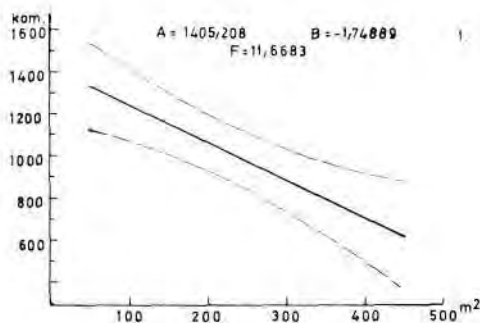
Novostvoreni pomladak u razdoblju od 5 godina se naglo smanjuje povećanjem zastrtosti tla s krošnjama III etaže. Dok kod jele, smreke i bukve smanjenje iznosi oko 4 puta, tj. od 537 komada na 135, kod jele nešto više od 3 puta, tj. od 431 komad do 129 komada, a kod smreke smanjenje iznosi čak 21 put, tj. od 107 komada na 5 komada (graf. 5, 6 i 7).

Visinska proizvodnja jele, smreke i bukve je oko 5,5 puta manja pod maksimalnom zastrtošću krošnjama III etaže, tj. od 279 m padne na 51 m. Kod jele, također, smanjenje iznosi oko 5,5 puta, tj. od 192 m na 34 m. Smanjenje visinske proizvodnje kod smreke iznosi najviše i kreće se od 67 m pod minimalnom zastrtošću do nule pod maksimalnom zastrtošću, tj. pod zastrtošću od 450 m² smreka se praktički i ne pojavljuje, a ako se mjestimično i pojavi, onda ta stabalca samo vegetiraju bez vidnog rasta u visinu.

(Nastavak u slijedećem broju)

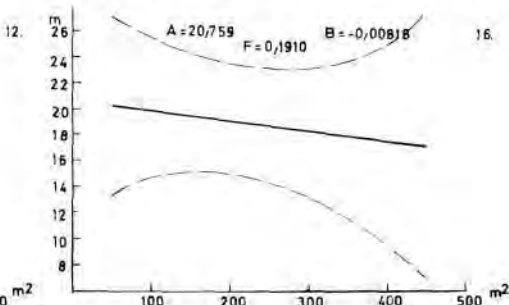
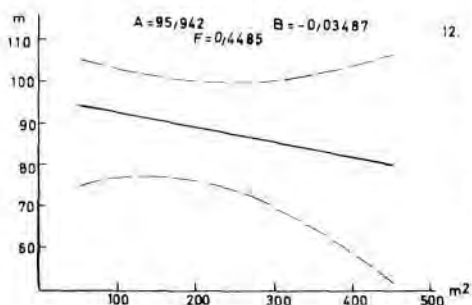
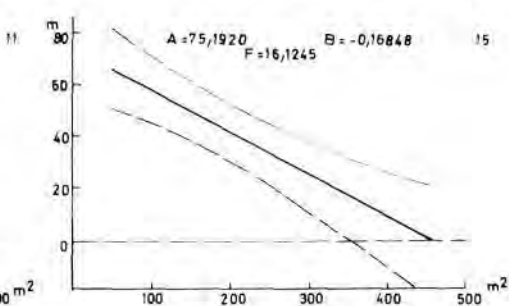
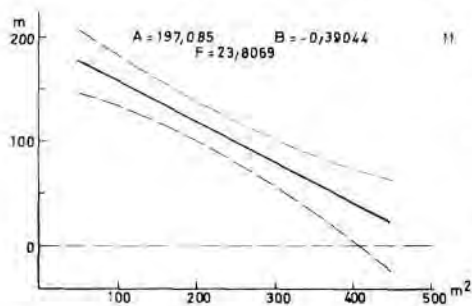
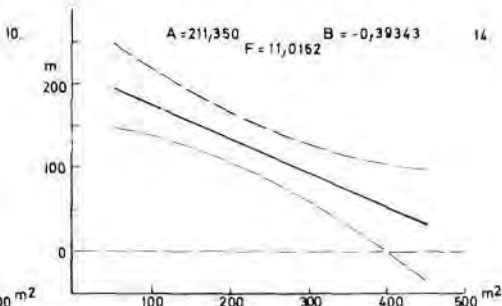
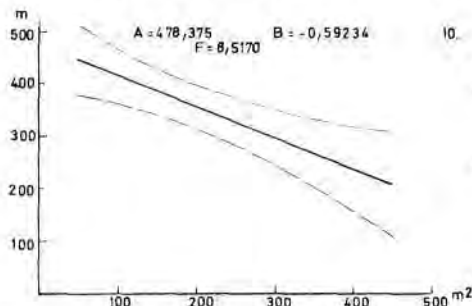
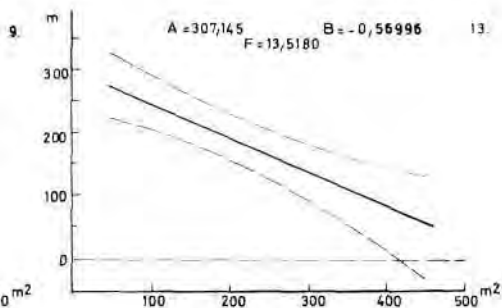
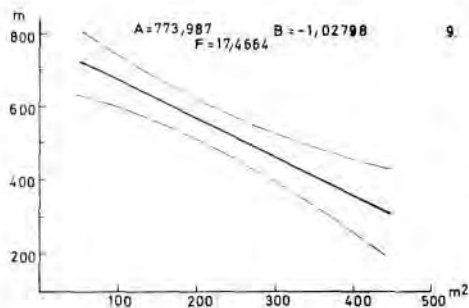
UTJECAJ HORIZONTALNE PROJEKCIJE KROŠANJA STABALA TREĆE ETAŽE NA:

- 1 Ukupan broj pomladaka i mladika
- 2 Broj pomladaka i mladika jele
- 3 Broj pomladaka i mladika smreke
- 4 Broj pomladaka i mladika bukve
- 5 Ukupan broj urednih stabala u pomladak i mladik
- 6 Broj urednih stabala jele u pomladak i mladik
- 7 Broj urednih stabala smreke u pomladak i mladik
- 8 Broj urednih stabala iz pomladaka i mladika



UTJECAJ HORIZONTALNE PROJEKCIJE KROŠANJA STABALA TREĆE ETAŽE NA:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 9 Ukupna totalna dužina pomladka i mladika | 13 Ukupna dužinska proizvodnja za 5g. |
| 10 Totalna dužina pomladka i mladika jele | 14 Dužinska proizvodnja jele za 5g. |
| 11 Totalna dužina pomladka i mladika smreke | 15 Dužinska proizvodnja smreke za 5g. |
| 12 Totalna dužina pomladka i mladika bukve | 16 Dužinska proizvodnja bukve za 5g. |



NASLJEDNOST NEKIH SVOJSTAVA EVROPSKOG ARIŠA POPULACIJE VARAŽDINBREG

Magistarska radnja*

II dio

J. GRAČAN

UVOD

Ideja za računanje nasljednosti pojavljuje se već početkom ovog stoljeća. Nasljednost predstavlja dio ukupne varijance koja se pripisuje djelovanju uslijed prosječnih efekata gena, a to je onaj dio koji određuje stupanj sličnosti među srođnicima (FALCONER, D. S. 1960). Pregled objavljenih radova o nasljednosti dali su mnogi autori, tj. HATTEMER, H. H., (1963); STRICKLAD, R. K. i GODDARD, R. E., (1966); 2 SAKAI, K.-I. i MUKAIDE, H. (1967); WILCOX, J. R., i FARMER, R. E., (1967).

Svako svojstvo je funkcija individualne genetske konstitucije i okoline u kojoj se razvija. Samo fenotipske veličine pojedinih individua mogu se mjeriti. Razdvajanje ukupne fenotipske varijance na aditivnu i ne aditivnu genetsku varijancu i na varijancu okoline je od neobične važnosti, jer je aditivna varijanca dio ukupne genetske varijance koja uglavnom određuje stupanj sličnosti srođnika, te je radi toga glavni determinator karakteristika populacije koje se mogu opažati i mjeriti. Ukupna aditivna varijanca u populaciji je suma aditivnih varijanci svih lokusa pojedinog individua.

Nasljednost je definirana omjerom između aditivne varijance i fenotipske varijance, tj. to je odnos nasljednog dijela varijabilnosti pojedinog svojstva prema ukupnoj varijabilnosti dotičnog svojstva (ZOBEL, B. J. 1961).

Ukupan iznos nasljednosti ovisi o veličini komponenti varijanci, uključujući i komponentu varijance okoline i od promjene bilo koje komponente. Prema definiciji HANSON-a, (1963), nasljednost je regresioni koeficijent koji predstavlja očekivani iznos odnosa između veličine genetske dobiti i selekcionog diferencijala. Od velike je važnosti držati stalno na umu činjenicu da se procijenjena nasljednost može promijeniti samo na određenu populaciju u određeno vrijeme, pod specijalnim uvjetima okoline.

Općenito vrijedi pravilo, što je veća jednoličnost okoline (tlo i dr.) na kojoj je test osnovan, nasljednost je veća u usporedbi s testom koji je osnovan na nejednoličnim uvjetima okoline.

* Istraživanja su financirali bivši Savezni fond za naučni rad SFRJ i Poslovno udruženje šumsko privrednih organizacija Zagreb.

MATERIJAL I METODE

U testu potomstva evropskog ariša koji je 1966 godine osnovan na pokusnom polju »Goić« kraj Jastrebarskog, izvršena je procjena nasljednosti za slijedeće karakteristike: prsni promjer, ukupnu visinu, broj grana na 1 m dužine, promjer najdeblje grane, dužina najdeblje grane, promjer u sredini krošnje, kut insercije grana, pravnost deblaca i postotak preživljavanja. Upotrebljene su tri metode za procjenu nasljednosti, i to:

Metoda analize varijance

Genetske varijance i kovarijance utvrđene su pomoću ustanovljenja srodnika putem načina oplodnje, plana pokusa i presađnjom srodnika u danu okolinu, tj. pokus potomstva na određenoj lokaciji i danim uvjetima okoline.

Osnovni zadatak u bilo kojoj analizi nasljednosti kvantitativnih karakteristika je rasčlanjivanje ukupne fenotipske varijance u genetsku i okolinsku komponentu. Genetska komponenta može se utvrditi upotrebom analize varijance. Statistička preciznost procjene ovisi o postavljenom poljskom ogledu, kao i o veličini aditivne varijance analizirane karakteristike.

Kod procjene varijanci i kovarijanci trebaju postojati određene statističke i genetske pretpostavke. Osnovne statistike pretpostavke za primjenu analize varijance vezane su na upotrebu vrste poljskog pokusa. One služe za utvrđivanje očekivanih vrijednosti srednjih kvadrata (Tabela 1). Za utvrđivanje komponenti — varijanci i kovarijanci potrebno je da postoji tzv. »slučajni efekt model ili »MODEL II« (EISENHART, C. H. 1947). To znači da su efekti uslijed ponavljanja i familija slučajni, da su oni jednakih varijanci, bez uzajamne veze, i da su normalno distribuirani.

Radi genetske interpretacije komponenti varijanci i kovarijanci potrebno je razmotriti slijedeće pretpostavke, koje se odnose na roditeljsku populaciju i potomstvo (STONECYPHER, R. W. et. al. 1964; DUDLEY, W. J. i MOLL, R. H. 1969) a to su: (1) regularno diploidno (Mendel) nasljeđivanje, (2) populacija u linkage ravnoteži, (3) srodnici nisu inbred (nema križanja u srodstvu), (4) srodnici su slučajni članovi non- inbred populacije, (5) srodnici su half — sibs, (6) nema epistazisa, tj. »non — allelic« interakcije, (7) nema materinskih efekata, (8) oplođivanje u populaciji je slučajno (random mating).

Potrebno je kratko prodiskutirati gornje pretpostavke kao i određene efekte koje one izazivaju u genetskoj interpretaciji pokusa i rezultata.

Pretpostavka broj (1) ne zahtijeva nikakvo objašnjenje niti diskusiju.

Pretpostavka broj (2) ne zahtijeva posebnu diskusiju osim što treba reći da nepostojanje linkage ravnoteže uzrokuje veću procjenu nasljednosti (u užem smislu), nego što ona to u stvari jest.

Pretpostavka broj (3) zaslužuje svu potrebnu pažnju budući da je umjetna regeneracija mogla uslijediti iz sjemena s velikim stupnjem srodnosti, odnosno zajedničko porijeklo može voditi do inbred potomstva. Potškoća s inbred potomstvom javlja se u nemogućnosti prenošenja genetske varijabilnosti (genetskih varijanci) iz generacije u generaciju, izuzev ako je frekvencija gena jednaka, ili ako nema dominancije (COCKERHAM,

C. C. 1963). Premda o tome postoji nedovoljno informacija, općenito je mišljenje šumarskih genetičara da većina šumskog drveća nije po prirodi inbred (NAMKOONG, G. 1962). Radi toga pretpostavka broj (4), čini se da ne predstavlja značajnih poteškoća.

Pretpostavka broj (5) je najdiskutabilnija. Nema sumnje da kod šumskog drveća postoji oblik »assortative mating« (pojedina stabla se lakše oplođuju s polenom određenih stabala — biraju se partneri za oplodnju). Takvi assortativni mehanizmi mogli bi biti sinhronizirano vrijeme cvatnje, kao i drugi uzroci polenovog razvoja i konkurencije, a rezultat toga su bliže sredstvo među familijama od pretpostavljenog half — sib srodstva. Nema sumnje da kod slobodnog oprašivanja postoji tzv. full — sib potomstvo. Pod pretpostavkom half — sib procijenjena varijanca između familija (σ^2_f) je jednaka jednoj četvrtini aditivne genetske varijance ($\sigma^2_t = 1/4\sigma^2_A$, $\sigma^2_A = 4\sigma^2_t$), dok bi pod inbreeding — uvjetima procijenjena aditivna varijanca trebala biti nešto niža nego $4\sigma^2_t$, ovisno o stupnju inbreedinga (SMITH, J. W. 1966).

Tabela 1.

Oblik analize varijance za nejednaku veličinu subuzoraka upotrebljen za procjenu komponenti varijanci i nasljednosti u testu potomstva

Izvori varijabilnosti	D.F. ^a	Srednji kvadrat	Očekivanje za srednji kvadrat
Ponavljanje	r-1	M_1	
Familije	f-1	M_2	$\frac{\sigma^2_w}{k} + \sigma^2_{rf} + 4\sigma^2_t$
Familije x			
Ponavljanja	(r-1) (f-1)	M_3	$\frac{\sigma^2_w}{k} + \sigma^2_{rf}$
Unutar redova		M_4	σ^2_w

a

σ^2_w = Varijanca usljed razlika između biljaka unutar reda

σ^2_{rf} = Varijanca usljed interakcije između familija i ponavljanja

σ^2_t = Varijanca usljed razlika familija

k = Harmonijska sredina biljaka po redu

r = Broj ponavljanja

f = Broj familija

M_1 = Srednji kvadrat ponavljanja

M_2 = Srednji kvadrat familija

M_3 = Srednji kvadrat interakcije između familija i ponavljanja

M_4 = Srednji kvadrat između biljaka unutar reda

Postojanje epistazisa (6) rezultira u procjeni veće aditivne varijance (a time i nasljednosti) nego što ona u stvari jest, ali taj je iznos gotovo neznačajan. Epistazis varijanca ima efekat na procjenu kovarijance između srodnika samo ako je velika u odnosu na druge komponente varijance (FALCONER, D. S. 1960).

Pretpostavka broj (7), tj. da se materinski efekti mogu promatrati samo kao zajednički okolinski faktor koji doprinosi sličnosti srodnika je na pr. veličina sjemena majčinskog stabla koja može utjecati na juvenilni rast.

Osma pretpostavka je također predmet za razmatranje. Ona zahtjeva visoku frekvenciju rekombinacije gena, koja možda nije potpuno u skladu s povješću proučavane populacije.

Uzevši u obzir diskutabilnost nekih pretpostavki, treba uzeti s izvjesnom dozom opreznosti genetsku interpretaciju komponenti varijanci i kovarijanci.

Osnovni (početni) plan pokusa bio je potpuno randomizirani blok s 19 familija u 4 ponavljanja i 12 biljaka u redu. Međutim, došlo je do redukcije pojedinih stabala u redovima, a i do redukcije ukupnih redova, što je sve uzrokovalo određene poteškoće u analiziranju podataka kod procjene nasljednosti.

Srednji kvadrati unutar redova izračunati su metodom najmanjih kvadrata bazirajući se na podacima pojedinačnih mjerenja. Srednji kvadrati ponavljanja familija i familije $\times$ ponavljanja dobiveni su analizom varijance na bazi sredina redova (plot mean basis).

Dobiveni kvadrati sredina izjednačeni su s njihovim očekivanjima i tako su izračunate komponente varijance σ^2_f , σ^2_{rf} , σ^2_w (Tabela 1).

Prihvativši prednje pretpostavke, aditivna genetska varijanca (σ^2_A), ukupna fenotipska varijanca (σ^2_P) i nasljednost u užem smislu (h^2) na individualnoj bazi utvrđene su pomoću formula:

$$\sigma^2_f = 1/4\sigma^2_A$$

$$\sigma^2_P = \sigma^2_w + \sigma^2_{rf} + \sigma^2_f$$

$$h^2 = \frac{4\sigma^2_f}{\sigma^2_w + \sigma^2_{rf} + \sigma^2_f}$$

Standardna greška komponenti varijance izračunata je upotrebom ANDERSON i BANCROFT — formule (1952):

$$S. E. (\sigma^2_f) = \sqrt{\frac{2}{C} \left(\sum \frac{V^2_i}{f_i + 2} \right)}$$

gdje je:

$S. E. (\sigma^2_f)$ = Standardna greška komponente varijance

C = Koeficijent komponente varijance

$\sum V_i^2$ = Kvadrat sume srednjih kvadrata uključenih u izračunavanje

f_i = Broj stupnjeva slobode za svaki srednji kvadrat

Regresija jedan roditelj — potomstvo

Regresija jedan roditelj — potomstvo upotrebljena je za procjenu nasljednosti za prsne promjere, visinu i kut insercije grana.

U slobodno oprašenom testu potomstva nasljednost se računa tako da se regresioni koeficijent ($\gg b \ll$) pomnoži sa 2, a koji se dobije po formuli:

$$b = \frac{\text{Cov (OP)}}{\sigma^2_P} = \frac{1/2 \sigma^2_A}{\sigma^2_P} = 1/2 h^2$$

b = Regresioni koeficijent od potomstva na jednog roditelja (majku)

Cov (OP) = Kovarijanca između potomstva (O) i jednog roditelja (P)

σ^2_A = Aditivna genetska varijanca

σ^2_P = Fenotipska varijanca

Iako je ova metoda jednostavna primjena regresije u računanju nasljednosti, različiti uvjeti okoline kod roditelja i potomstva, mogu jako utjecati na točnost procjene nasljednosti. Jedan drugi problem je kako dati jednaku težinu različitom broju potomstva po roditelju. KEMPTHORNE, O. i TANDOM, OB. (1953), su predložili dva načina obračuna. Jedan način je komparirati roditeljsku vrijednost s vrijednosti svakog potomka. Drugi način je izračunati srednju vrijednost za potomstvo svakog roditelja i komparirati taj prosjek s vrijednosti dotičnog roditelja. Prvi način se može upotrijebiti ako nema fenotipske korelacije među potomstvom od istog roditelja. Drugi način se upotrebljava ako je korelacija među potomstvom visoka, odnosno blizu jedan.

U ovom radu izračunate su na osnovu pojedinačnih vrijednosti potomstva prosječne vrijednosti za određeno svojstvo te su regresirane na odgovarajuću vrijednost roditelja.

Standardna greška za procijenjenu nasljednost je vrlo važna za ocjenjivanje preciznosti izračunate nasljednosti.

Za regresiju jedan roditelj — potomstvo ta greška je dvostruka standardna greška za regresioni koeficijent, i može se izračunati po formuli (FALCONER, D. S. 1960):

$$\text{S. E. (} h^2 \text{)} = 2 \sqrt{\frac{1}{N-2} \left(\frac{\sigma^2_y}{\sigma^2_x} - b^2 \right)}$$

S. E. (h^2) = Standardna greška nasljednosti

N = Broj opažanja (parova majki (y) na potomstvo (x) a koji je jednak broju familija u pokusu

σ^2_y = Varijanca y zavisne varijable

σ^2_x = Varijanca x nezavisne varijable

Robertson — Lernerov-ov postupak

Nasljednost za postotak preživljavanja biljaka izračunata je i upotrebom ROBERTSON — LERNER-ovog postupka (1949). Taj metod su tako-

der upotrijebili GODDARD, R. E. i ARNOLD, J. T. (1966), kao i BLAIR, L. R. (1970) u procjenjivanju nasljednosti za postotak otpornosti prema *Cronartium fusiforme* kod *Pinus elliotii* i *P. taeda*.

Nasljednost se računa po formuli:

$$h^2 = \frac{\chi^2 - (N-1)}{rN_0}$$

gdje je:

h^2 = Nasljednost

χ^2 = H_i - kvadrati u $2 \times N$ tabeli na osnovu postotka preživljavanja

N = Broj familija

r = Genetsko srodstvo između članova pojedine familije

$$N_0 = \Sigma n_i - \frac{\Sigma n_i^2}{\Sigma n_i} - (N-1)$$

n_i = Broj biljaka u familiji

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Poznavanje nasljednosti za određena svojstva neobično je važno ako se želi postići progres u oplemenjivanju šumskog drveća. Bilo koja procjena nasljednosti za određeno svojstvo može se primijeniti samo za određene uvjete okoline pod kojima je pokus osnovan, i ne može se primijeniti na sastojine, odnosno populacije koje su uzgajane pod drugačijim uvjetima. Utjecaj okoline uvjetovan je i starošću stabala, te radi toga nasljednost procijenjena za mlada stabla nije dovoljna da se može primijeniti kao tzv. »ostvarena nasljednost«, koja pretpostavlja nasljednost kad stabla postignu svoju zrelost (ZOBEL, J. B. 1964). Treba istaći da je stupanj točnosti procijenjene nasljednosti različit, jer je to ovisno i o točnosti kojom su procijenjene genetske varijance (STONECYPHER, R. W. 1966).

Nasljednost u užem smislu na individualnoj bazi bila je procijenjena analizom varijance za sve proučavane karakteristike. Komponente varijance (σ^2_f), njihove standardne greške i procjene nasljednosti sumirane su u Tabeli 3. U odsutnosti zadovoljavajuće formule za standardnu grešku nasljed-

nosti SNYDER, E. B. je (1969) upotrijebio odnos $\frac{S. E. (\sigma^2_f)}{\sigma^2_f}$ kao ocjenu realnosti procjene nasljednosti. Ako je taj odnos veći od 0,50 (odnosno 50%) realnost procijenjene nasljednosti je mala.

Nasljednost visinskog i debljinskog prirasta

Nasljednost za svojstvo visinskog i debljinskog prirasta kod roda *Larix* ispitivao je MATTHEWS, J. D., et. al. (1960). Prema tim istraživanjima nasljednost za visinski prirast u širem smislu u 7×7 nekompletnom dialelu kri-

žanju između klonova japanskog ariša u sjemenskoj plantaži procijenjena je u iznosu od $H^2 = 0,14$; za hibride evropski $\times$ japanski ariš u 9×3 nekompletnom dialel križanju ista nasljednost je procijenjena s $H^2 = 0,08$; dok je kod hibrida japanski $\times$ evropski iznosila $H^2 = 0,14$. Isti istraživači procijenili su i nasljednost u širem smislu za debljine korjenovog vrata za japanski ariš s $H^2 = 0,01$; za hibride japanski $\times$ evropski ariš $H^2 = 0,10$ i za evropski $\times$ japanski ariš $H^2 = 0,01$. Starost ispitivanog materijala iznosila je 2 godine.

CALLAHAM, R. Z. et al., (1961), ustanovili su da je nasljednost u širem smislu za visinski prirast *P. ponderosa* iznosila $h^2 = 0,39$.

SQUILLACE, A. E. et al. (1960), ustanovili su metodom regresije roditelj — potomstvo, da je nasljednost u užem smislu za visinski prirast kod *P. monticola* iznosila od $h^2 = 0,08$ — $0,21$. Starost materijala bila je 4 godine.

STONECYPHER, R. W. je (1966) ustanovio da je nasljednost u užem smislu iznosila $h^2 = 0,18$ na jednom lokalitetu, a na drugom lokalitetu $h^2 = 0,12$. U istom testu nasljednost za dvogodišnji visinski prirast na prvom lokalitetu bila je $h^2 = 0,29$, a na drugom lokalitetu iznosila je $h^2 = 0,41$.

SNYDER, E. B. je (1969) ustanovio da nasljednost u užem smislu za visinski prirast kod *P. palustris* iznosi $h^2 = 0,12$ za pet godina stare biljke i $h^2 = 0,53$ za osam godina stare biljke.

KRSTINIĆ, A. je (1967) ustanovio da je nasljednost u širem smislu kod klonskog testa *Salix alba* za visinski prirast iznosila 73—93%, za prsne promjere, 69—92%. Starost biljaka iznosila je 2 godine (1 + 1). KRSTINIĆ, A. je (1968) ustanovio da je nasljednost u užem smislu za visinski prirast u populaciji Bakovci iznosila 7%, a u populaciji Lipovljani 6,5%.

VIDAKOVIĆ, M. i SIDDIQUI, K. M. (1968), su ustanovili kod Sishama, izračunavanjem regresije jedan roditelj — potomstvo da se nasljednost u užem smislu za visinski prirast kreće od 6,8% do 11,1%, a za prsne promjere od 0,3% do 1,2%. Ovako niske iznose nasljednosti autori objašnjavaju efektima irigacije na rast majčinskih stabala, tehnikom uzgoja takvih kultura, starošću potomstva (svega 2 godine), te testom potomstva koji nije bio osnovan po statističkim principima.

Osim citiranih autora, postoje i radovi drugih autora gdje su prikazani rezultati istraživanja nasljednosti pojedinih karakteristika kod šumskog drveća.

U našim istaživanjima na potomstvu evropskog ariša ustanovili smo relativno nisku nasljednost za visinski i debljinski prirast između familija. Procijenjena nasljednost, u užem smislu, za debljinski prirast kod evropskog ariša kod slobodnog oprašivanja iznosi $h^2 = 0,04$. Međufamilijska komponenta varijance (σ^2_f) iznosi 1,58819 sa standardnom greškom od $\pm 0,360$. Prema SNYDER, E. E. (1969), realnost nasljednosti iznosi 0,23. Nasljednost u užem smislu za visinski prirast procijenjena je u iznosu od $h^2 = 0,16$. Međufamilijska komponenta varijance (σ^2_f) iznosi 259,853 sa standardnom greškom $\pm 4,05$, dok realnost procjene iznosi 0,016.

Ako usporedimo naše rezultate za ova dva svojstva, s radovima iz literature, vidljivo je da se procijenjena nasljednost u užem smislu kod testa potomstva evropskog ariša slaže s procijenjenom nasljednošću u širem smislu koju su dobili MATTHEWS, J. D. et al. (1960). Osim toga, vidljivo je da su apsolutni iznosi nasljednosti nešto niži kod roda *Larix*, nego kod roda *Pinus*.

Tabela 2.

Komponente varijanci njihove standardne greške i procjene nasljednosti za devet karakteristika u 8 godina starom testu potomstva evropskog arša

Karakteristika	σ^2	S. E. (σ^2)	σ^2_{rf}	σ^2_w	h^2	S. E. (σ^2)	
						σ^2_I	
Prsni promjer	1,58819	0,3600	13,41112	148,21966	0,04	0,230	
Visine	259,85300	4,0500	475,46680	5791,68000	0,16	0,016	
Broj grana na 1 dužnom metru ^a	-0,24350	—	8,46490	47,42970	—	—	
Promjer najdeblje grane	0,07950	0,0850	0,03300	4,47640	0,07	1,070	
Dužina najdeblje grane	11,27360	0,7980	4,33270	287,40290	0,15	0,070	
Promjer u sredini krošnje	0,70800	0,3780	4,95440	63,74450	0,04	0,520	
Kut grananja ^b	-0,00245	—	0,02570	0,18570	—	—	
Pravnost	0,11460	0,0720	0,15860	0,97480	0,37	0,620	
Postotak preživljavanja	16,66434	1,4450	—	197,12084	0,31	0,090	
Arcsin — transformacija	0,00917	0,0300	—	0,02424	0,39	3,270	
Kvadratni korijen transformacija	0,05097	0,0830	—	0,65817	0,29	1,630	
Log-transformacija	0,00057	0,0027	—	0,00676	0,29	0,190	

a, b Nasljednost nije utvrđena jer je σ^2_I manja od nule, tj. negativna

c Postotak preživljavanja i njegove transformacije izvršene su na bazi sredina redova te nema σ^2_{rf} komponente varijance

Nasljednost broja grana

Za kompleksne karakteristike oblika krošnje i broja grana nasljednost su procjenjivali mnogi istraživači u toku posljednjih godina. Nasljednost broja grana na jedinicu dužine procjenjivana je kod *Pinus sylvestris* na 19 godina starom materijalu, a iznosila je u užem smislu $h^2 = 0,08$ (NILSSON, B. 1968). Nasljednost za broj grana u pršljenu kod *P. sylvestris* ustanovljena je u iznosima od $h^2 = 0,09-0,56$ (EHRENBERG, C. E. 1963, NILSSON, B. 1968). U testu potomstva iste vrste starom 4, 5 i 6 godina, procijenjena je nasljednost u užem smislu za broj grana na bazi sredina familija za tri različita lokaliteta u SAD, kombinirano za sve tri starosti: lokalitet New Jersey $h^2 = 0,22$; lokalitet Pennsylvania $h^2 = 0,23$; lokalitet New York $h^2 = 0,22$, odnosno prosječno za sva tri lokaliteta $h^2 = 0,25$ (SCHRUM, G. M. i GERHOLD, H. D. 1969).

Kod *P. radiata* u starosti od 14 godina nasljednost u užem smislu ustanovljena je u iznosu od $h^2 = 0,39$ (BANNISTER, M. H. 1966), a kod iste vrste ustanovljena je nasljednost u širem smislu za broj grana iznad 2—2,5 m u starost od 11—13 godina u iznosu od $h^2 = 0,50$ (FIELDING, J. W. 1960).

Kod *Pseudotsuga menziesii*, GAMPBELL, R. K. je (1964) ustanovio da se nasljednost za broj grana kreće od 0,01—0,39.

U radu s *Salix alba* iz populacije Bakovci i Lipovljani, pomoću regresije jedan roditelj — potomstvo, ustanovio je KRSTINIĆ, A. (1968), da je nasljednost broja grana za populaciju Lipovljani iznosila 115% (realno je do 100%), dok za populaciju Bakovci nasljednost nije računata. Autor je zaključio, da je nasljednost broja grana na jedinici dužine kod *Salix alba* pod jačom kontrolom okoline nego nasljeđa.

U našim istraživanjima u testu potomstva evropskog ariša ustanovljena je međufamilijska komponenta varijance manja od nule, te radi toga nasljednost nije računata. Ovdje je interesantno napomenuti da je niska nasljednost broja grana dobivena i kod zelene duglazije, koja nema potpuno pršljenasti smještaj grana, dok borovi koji imaju pršljenasti smještaj grana imaju jače izraženu nasljednost kod toga svojstva. Naši rezultati za ariš, koji se ne razgranjuju pršljenasto, mnogo su bliži rezultatima kod duglazije nego kod borova.

Nasljednost promjera i dužine najdeblje grane

Ove karakteristike bile su također predmet proučavanja u smislu genetske kontrole. Nasljednost za debljine (promjere) grana procjenjivane su za mnoge vrste šumskog drveća. Nasljednost u širem smislu kod 8 godina starog potomstva *P. elliotii* za debljinu grana, procijenjena je u iznosima od $h^2 = 0,31$ i $h^2 = 0,48$ (GANSEL, G. R. 1966).

Nasljednost u užem smislu za promjer grana kod 19 godina starog potomstva *P. sylvestris*, ustanovljena je u iznosima od $h^2 = 0,30$ i $h^2 = 0,26-0,52$ (NILSSON, B. 1968), dok je nasljednost u užem smislu, za promjer grana kod 4 godine starog potomstva kod *P. elliotii*, ustanovljena s $h^2 = 0,18$ (STRICKLAND, R. K. et. al. 1966).

Nasljednost u užem smislu za dužinu grane kod *P. elliotii* u 4 godine starom potomstvu, ustanovljena je u iznosu od $h^2 = 0,13$ (STRICKLAND, R. K. et. al. 1966) i u 9 godina starom potomstvu iste vrste u iznosu od $h^2 =$

0,12—0,48 (SQUILLACE, A. E. et al. 1961). SCHRUM, G. M. i GERHOLD, H. D. su (1969) ustanovili nasljednost u užem smislu na bazi prosječnih vrijednosti familija kombinirano za starosti 4, 5 i 6 godina kako slijedi: New Jersey $h^2 = 0,16$; Pennsylvania $h^2 = 0,31$ i New York $h^2 = 0,35$, odnosno prosječno za tri lokaliteta $h^2 = 0,26$.

U našim istraživanjima ustanovili smo nasljednost promjera najdeblje grane u sredini krošnje u 8 godina starom testu potomstva evropskog ariša u iznosu $h^2 = 0,07$. Međufamilijska komponenta varijance iznosi $(\sigma^2_f) = 0,0795$, s standardnom greškom $\pm 0,085$ odnosno realnost procijenjene komponente je 1,07 što je prema SNYDER, E. B. 1969, dosta nerearno. Dobiveni rezultat još jednom dokazuje da je ova karakteristika mnogo više podložna utjecaju okoline nego genetskoj kontroli. Nasljednost za dužinu najdeblje grane ustanovljena je u iznosu od $h^2 = 0,15$ s međufamilijskom komponentom varijance $(\sigma^2_f) = 11,2736$, sa standardnom greškom $\pm 0,798$, odnosno realnost procijenjene komponente varijance iznosila je 0,07. Ovo je također potvrda od prije poznatim konstatacijama da je dužina grana, slično kao i visinski prirast, pod stožnim genetskim utjecajem.

Nasljednost promjera u sredini krošnje

Nasljednost za promjere u sredini krošnje istraživana je kod 39 godina starog klonskog materijala *Cryptomeria japonica* (TODA, R. 1958) i ustanovljena je $h^2 = 0,61$.

U našim istraživanjima u testu potomstva evropskog ariša procijenjena je nasljednost u užem smislu $h^2 = 0,04$. Isti iznos nasljednosti ustanovljen je i za prsne promjere što dokazuje da su obje nasljednosti procijenjene s jednakom točnošću. Međufamilijska komponenta varijance $(\sigma^2_f) = 0,708$, a standardna greška $\pm 0,378$. Realnost procijenjene komponente iznosi 0,52.

Nasljednost insercije kuta grana

Za ovu karakteristiku ustanovili su mnogi istraživači, kod većeg broja šumskog drveća, da je pod strogom genetskom kontrolom. Tako su na pr. NILSSON, B. (1956), ARNBORG, T. i HADDERS, G. (1957), EHRENBORG, C. E. (1963), ustanovili da je veličina kuta grana kod *P. sylvestris* pod strogom genetskom kontrolom. Ta činjenica potvrđena je kod *P. elliotii* (BARBER, J. C. 1964), *P. monticola* (CAMPBELL, R. K. 1964) i *C. japonica* (TODA, R. 1958).

Nasljednost u širem smislu kuta insercije grana kod *P. sylvestris* za najdužu granu ustanovljena je u iznosu $h^2 = 0,71$ (ARNBORG, T. i HADDERS, G. 1957), a nasljednost u užem smislu, za inserciju kuta grana različito udaljenih od vrha stabla kod iste vrste ustanovljena je s $h^2 = 0,08—0,96$ i to u materijalu starom 10—19 godina (EHRENBORG, C. E. 1963 i NILSSON, B. 1956). Nasljednost u užem smislu, za inserciju kuta grana kod drugog pršljena u četiri godine starom materijalu *P. elliotii*, procijenjena je u iznosu od $h^2 = 0,33$ (STRICKLAND, R. K. et al. 1966).

Uz to što je u mnogim slučajevima dobivena visoka nasljednost za ovo svojstvo, poznato je i to da je ova karakteristika vrlo varijabilna, kod mladih stabala radi utjecaja vanjskih faktora, a osim toga i usljed genetskih raz-

lika između stabala. Ova konstatacija specijalno je dokazana u radovima na provjeravanju potomstva običnog bora (ANBORG, T. i HADDERS, G. 1957, EHRENBORG, C. E. 1963, NILSSON, B. 1956).

Iz navedenog izlaganja može se zaključiti da se nasljednost veličine kuta grana ne može realno procijeniti kod potomstva mlađeg od 10 godina.

Kod proučavanja odnosa roditelj — potomstvo EHRENBORG, C. E. je (1966) ustanovila izvjesne razlike između potomstva i roditelja. Razlog za to može biti klasifikacija tipa veličine kuta grana kod selekcije roditeljskih stabala često netočna usljed težeg mjerenja tog kuta na visokim stablima, dok veličina kuta grana kod potomstva može biti pod jakom genetskom kontrolom.

U testu potomstva na tri različita — lokaliteta i tri različite starosti (4, 5, 6 godina) procijenjena je prosječna vrijednost nasljednosti kuta insercije grane kod *P. sylvestris* u iznosu od $h^2 = 0,26$ (SCHRUM, G. M. i GERHOLD, H. D. 1969). Važno je istaći da je nasljednost varirala i u odnosu na starost i na okolinu.

Na osnovi rezultata, dobivenih u testu potomstva kontroliranog oprašivanja kod *P. radiata*, ustanovio je SHELBOURNE, C. J. A. (1970) vrlo nisku nasljednost u širem smislu kod kuta grana. Osim toga, isti istraživač je ustanovio u radu s klonskim materijalom te vrste da je nasljednost negdje intermedijarna, i na osnovi toga zaključuje da se ne bi mogao postići veliki dobitak selekcijom na tu karakteristiku.

U testu potomstva kod evropskog ariša u našim je istraživanjima ustanovljena međufamilijska komponenta varijance (σ^2_f) manja od nule, odnosno u negativnom iznosu, te nasljednost za veličinu kuta grana u sredini krošnje nije procjenjivana. Ovaj podatak potvrđuje konstataciju da je kod potomstva mlađeg od 10 godina teško procjenjivati nasljednosti odnosno, određivati stupanj genetske kontrole. Ova karakteristika proučavana je i metodom regresije roditelj — potomstvo i ustanovljena je također negativna vrijednost regresivnog koeficijenta »b« odnosno nasljednosti. Sve ovo govori u prilog tome da bi nasljednost veličine kuta grana kod evropskog ariša trebalo procjenjivati na starijim biljkama. Pretpostavljamo da bi donja granica bila između 15 i 20 godina.

Nasljednost pravnosti stabalaca

Nasljednost za pravnost stabala mora se stalno držati na umu, radi toga jer su uglavnom sva stabla svojom genetskom konstitucijom predestinirana da imaju određeni oblik. Utjecaj okoline i uzgojni tretmani mogu samo u nekoj mjeri modificirati oblik, odnosno promijeniti pravnost, koja je u osnovi uzrokovana nasljedem i koja je pod strogom genetskom kontrolom.

Kod *Pinus taeda* u ranoj mladosti je pronađeno da je pravnost pod strogim utjecajem genetske kontrole (PERRY, T. O. 1960). Rezultati na 2-godišnjim biljkama u testu potomstva sugerirali su da su mnogi geni uključeni u kontroli pravnosti stabalca. Na istom testu potomstva, starom 7 godina, koji je koristio PERRY- ustanovili su STRICKLAND, R. K. i GODDARD, R. E. (1966), da je rana procjena nasljednosti za pravnost moguća, i rezultati u oba slučajeva su bili gotovo identični. SHELBOURNE, C. J. A. je (1966) u 5-godina

starom testu potomstva iste vrste ustanovio nasljednost u užem smislu za pravnost od $h^2 = 0,40$.

BURDON, R. D. je (1968) kod 12 godina starog klonskog materijala *P. radiata* ustanovio nasljednost u širem smislu za pravnost u iznosu od $h^2 = 0,31$ do $0,61$.

ŽUFA, L. je 1969 u radu s crnom topolom iz srednjeg Podunavlja, ustanovio izračunavanjem regresije roditelj — potomstvo da je nasljednost za pravnost iznosila $h^2 = 0,22$ — $0,60$, a primjenom analize varijance za half-sib srodstvo u iznosu $h^2 = 0,40$ — $0,98$ i za full-sif $h^2 = 0,50$ — $0,88$. Ovi rezultati također pokazuju da je nasljednost pravnosti debila crne topole pod jakom genetskom kontrolom.

VIDAKOVIĆ, M. i AHSAN, J. (1970), u radu s *Dalbergia sisso*, ustanovili su da je nasljednost dobivena putem regresije roditelj — potomstvo za potomstvo staro jednu godinu sa lokaliteta Pirawala iznosila 42% sa lokaliteta Daphar 65% .

Premda iz radova štampanih u svijetu o nasljednosti pravnosti debila izlazi da postoji velik iznos aditivne genetske varijance za tu karakteristiku, NIKLES, D. G. je (1965) pokazao da u 10 do 30% križanja postoji i specifična sposobnost križanja, odnosno postojanje određenog iznosa dominancije za to svojstvo.

Općenito uzevši za jedno svojstvo kao što je pravnost koje pokazuje intermedijarni do visoki stupanj nasljednosti postoje indikacije, koje su ustanovili oplemenjivači na kulturnom bilju, da se može provesti nekoliko ciklusa tzv. »recurrent selection« ili selekcije za opću sposobnost križanja (GCA) prije nego do smanjenja aditivne genetske varijance, tj. do smanjenja dobiti usljed selekcije. To znači, jednom kad je postignut određeni stupanj pravnosti, taj će se i održati kroz nekoliko generacija prije nego će doći do njegovog smanjenja (SHERBOURNE, C. J. A. 1969). Kod *P. taeda* je ustanovljeno da oplemenjivanjem pravnosti dolazi do smanjenja kompresionog drva u njemu, a dokazan je i visoki stupanj nasljednosti za to svojstvo (SHELBOURNE, C. J. A. i RITCHIE, u štampi).

U našim istraživanjima u potomstvu evropskog ariša ustanovili smo međufamilijsku komponentu varijance za pravnost stabalaca (σ^2_t) u iznosu od $0,1146$, standardna greška te komponente je $\pm 0,072$, a nasljednost u užem smislu u iznosu od $h^2 = 0,37$, realnost je $0,62$. Iznos procijenjene nasljednosti u ovim istraživanjima potvrđuje dosadašnje rezultate za to svojstvo kod drugih vrsta, s time i konstatacije da je ovo svojstvo pod intermedijarnom do visokom genetskom kontrolom.

Nasljednost postotka preživjelosti

U ovim istraživanjima ustanovljena je nasljednost u užem smislu za postotak preživljavanja u iznosu od $h^2 = 0,31$. Međufamilijska komponenta varijance (σ^2_f) iznosi $16,76434$, a standardna greška $\pm 1,445$, dok je realnost procijenjene komponente vrlo visoka $0,09$.

Nasljednost u užem smislu za transformirane podatke, kod postotka preživljavanja, kretala se u iznosima od $0,29$ — $0,39$, dakle uglavnom na istom nivou kao i za netransformirane podatke (Tabela 2).

Primjenom Robertson-Lernerovog postupka, nasljednost u užem smislu za postotak preživljavanja procijenjena je na osnovu formule u iznosu od $h^2 = 0,24$, što se čini realnim. Na osnovu dobivenih rezultata možemo pretpostaviti da je nasljednost u užem smislu procijenjena na bazi analize potomstva točna i da se takav postupak može primijeniti bez transformiranja postotka preživljavanja.

Procjena nasljednosti regresijom jedan roditelj — potomstvo

Nasljednost u užem smislu procijenjena je metodom regresije jedan roditelj — potomstvo za prsne promjere, visinu i kat insercije grana na bazi sredina familija po repeticijama. Iako je već rečeno da je ova metoda vrlo lagana za računanje, ipak se nailazi na određene poteškoće. Neke od njih navedene su ranije. Ovdje je potrebno istaći da se nasljednost procijenjena ovim načinom treba primijeniti samo u onom području gdje rastu roditeljska stabla (sastojine u prirodi) a ne gdje raste potomstvo.

Nasljednost za prsne promjere regresijom roditelj — potomstvo izražena je dvostrukim regresionim koeficijentom »b«. Kako je ovaj negativan, to i nasljednost nije procjenjivana. Za visinski prirast regresioni koeficijent iznosi $b = 0,098$ odnosno nasljednost $h^2 = 0,196$. Regresioni koeficijent »b« kod kuta insercije grana je manji od nule, tj. negativan, te nasljednost nije procjenjivana. Podaci o regresionim koeficijentima, standardnim greškama i nasljednosti u užem smislu navedeni su u Tabeli 3.

Veći iznosi nasljednosti dobiveni na bazi analize varijance u potomstvu lako se mogu objasniti. Stanišne prilike i uvjeti rasta potomstva osnovanog u ponavljanjima uglavnom su uniformni, te je radi toga odnos aditivne varijance prema ukupnoj fenotipskoj varijanci veći, s tim je veća i nasljednost. Ti iznosi nasljednosti mogu se primijeniti samo u uvjetima u kojima se uzgaja potomstvo.

Tabela 3.

Nasljednost u užem smislu procijenjena metodom regresije jedan roditelj — potomstvo u testu potomstva evropskog ariša

Svojstvo	Nasljednost (h^2) ¹ iz regresije jedan roditelj — potomstvo	Nasljednost (h^2) iz analize varijance u potomstvu
Prsni promjeri	NC	0,04
Visine ²	0,196	0,17
Kut insercije grana	NC	NC

¹ = Regresija roditelj — potomstvo predstavlja tzv. regresioni koeficijent »b«. U slobodno oprašenom testu potomstva (half-sib) dvostruki iznos tog koeficijenta čini nasljednost u užem smislu ($h^2 = 2b$) NC = regresioni koeficijent b negativan, nasljednost nije računata

² = Regresioni koeficijent $b = 0,098$; $h^2 = 2b = 0,196$.

ZAKLJUČAK

Rezultati o procjeni nasljednosti u užem smislu u testu potomstva evropskog ariša za sve proučavane karakteristike, dobiveni analizom varijance i regresijom jedan roditelj — potomstvo pokazali su da je:

— Visinski prirast pod strožom genetskom kontrolom od debljinskog, odnosno debljinski prirast je pod jačim utjecajem okoline nego nasljeđa. Odnos aditivne genetske varijance prema ukupnoj varijanci znatno je veći kod visinskog, nego debljinskog prirasta. Nasljednost za karakteristike debljinskog prirasta (prsni promjeri i promjeri u sredini krošnje) iznosi $h^2 = 0,04$; dok za visine $h^2 = 0,16$; regresijom jedan roditelj — potomstvo, nasljednost za visine je $h^2 = 0,196$ ($h^2 = 2b$).

— Iznosi nasljednosti za karakteristike rasta i prirasta u ovim istraživanjima se gotovo slažu s iznosima nasljednosti u širem smislu koje su dobili MATTHEWS, J. D., et al. (1960) u radu s arišem, a nešto su manji nego kod roda *Pinus*.

— Iznosi nasljednosti za karakteristike grana i krošnje u nekim slučajevima slažu se s iznosima dobivenim u radovima s drugim vrstama. Za broj grana na 1 m dužine ustanovljena je međufamilijska komponenta varijance (σ^2_f) manja od nule, tj. negativna, pa nasljednost nije procjenjivana. Nasljednost za promjer najdeblje grane iznosi $h^2 = 0,07$, a za dužinu najdeblje grane $h^2 = 0,15$.

— Kod mlađeg potomstva (ispod 10 godina) teško je procjenjivati nasljednost za kut insercije grana i pored toga što je dokazano da je ovo svojstvo pod dosta jakom genetskom kontrolom. Ova karakteristika je kod mladih stabala jako varijabilna radi jakog utjecaja vanjskih faktora i uslijed genetskih razlika između stabala. Ovu konstataciju potvrđuju kako radovi s običnim borom, tako i naša istraživanja. Nasljednost nije procijenjena, jer je međufamilijska komponenta varijance (σ^2_f) manja od nule, tj. negativna.

— Iznos nasljednosti za pravost debla ($h^2 = 0,37$) u testu potomstva evropskog ariša potvrđuje da je ovo svojstvo pod intermedijarnom do strogom genetskom kontrolom.

— Iznosi nasljednosti za postotak preživljavanja gotovo identičan kako s iznosima dobivenim primjenom transformiranih podataka ($h^2 = 0,29$ — $0,39$), tako i s iznosom dobivenim primjenom Robertson-Lernerovog postupka ($h^2 = 0,29$).

— Iznosi nasljednosti dobiveni na bazi analize varijance u potomstvu vjerojatno su veći od realnih. To se objašnjava time što je test osnovan na jednom lokalitetu gdje su stanišne prilike i uvjeti rasta potomstva uglavnom uniformni, te je radi toga odnos aditivne genetske varijance prema ukupnoj fenotipskoj varijanci veći, a time je veća i nasljednost. Radi toga i eventualno računata genetska dobit bila bi veća. Rezultati dobiveni regresijom jedan roditelj — potomstvo također zaslužuju pažnju, budući da su potomstvo i roditelji uzgajani u različitim uvjetima i različite su starosti.

LITERATURA

1. Anderson, R. L., and Bancroft, T. A. (1952): Statistical Theory in Research, McGraw — Hill Book Company, Inc. New York.

2. Arnborg, T. and Hadders, G (1957): Studies of some forestry qualities in clones of *Pinus sylvestris*. Acta Horti Gotoburgensis 21: 125—157.
3. Bannister, M. H. (1966): The improvement of *Pinus radiata*. Characteristics of *Pinus radiata*, their properties, heritability, limitations and prospects for improvement. N. Z. For. Inst. Symp. No. 6: 25—26.
4. Barber, J. C. (1964): Inherent variation among slash pine progenies at the Ida Cason Callaway Foundation. — U. S. Forest Service Res. Paper SE-10, Southeast Forest Expt. Sta., Asheville, N. C. 90 pp.
5. Blair, L. R. (1970): Quantitative inheritance of resistance to fusiform rust in loblolly pine Ph. D. Thesis, Dept. of Forest Management, N. C. State University, Raleigh.
6. Burdon, R. D. (1968): Clonal replication trial in *Pinus radita* Extr. from Rep. For. Res. Inst. N. Z. Forest Service, 19—20.
7. Callaham, R. Z. and Hasel, A. A. (1961): *Pinus ponderosa* height growth of wind pollinated progenies. Silvae Gen. 10: 33—42.
8. Campbell, R. K. (1964): Recommended traits to be improved in a breeding program for Douglas-Fir. — Veyerhauser Comp. Forest Note 58: 1—19 pp.
9. Cockerham, C. C. (1963): Estimation of genetic variances. Statistical Genetics and Plant Breeding. NAS-NRC 982. 53—94.
10. Dudley, W. J. and R. H. Moll (1969): Interpretation and use of estimates of heritability and genetics variances in plant breeding. Crop Science 9: 257—261.
11. Ehrenberg, C. E. (1963): Genetics Variation in progeny test of Scots pine. Stud. For. Suec. 10.
12. Eisenhart, C. H. (1947): The assumptions underlying the analysis of variance. Biometrics 3: 1—21.
13. Ehrenberg, C. E. (1966): Parent-progeny relationships in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Ibid. 40, 1—45 pp.
14. Falconer, D. S. (1960): Introduction to quantitative genetics. The Ronald Press Co. New York.
15. Fielding, J. W. (1960): Branching and flowering characteristics of Monterey pine. For. and Timb. Bureau. Canberra. Bul. 37.
16. Gansel, C. R. (1966): Inheritance of stem and branch characters in Slash pine in relation to gum yield. Proc. Eighth South Conf. on Forest Tree Improv. Savannah, Ga 63—62.
17. Goddard, R. E. and J. T. Arnold (1966): Screening select slash pines for resistance to fusiform rust by artificial inoculation, 431—435. In H. D. Gerhold, E. J. Schreiner, R. E. McDermott, and J. A. Winieski (Eds.), Breeding Pest-Resistant Trees. Pergamon Press, New York.
18. Hanson, W. D. (1963): Heritability (in Statistical Genetics and Plant Breeding). Edited by Hanson, W. D. and Robinson, H. F. National Academy of Sciences — National Research Council Publication 982, Wash., D. C. 125—140.
19. Hattemer, H. H. (1963): Estimates of heritability published in forest breeding research. World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement. Stockholm, Ang. 23—30.
20. Kempthorne, O. and O. B. Tandon (1953): The estimation of heritability by regression of offspring on parent. Biometrics 9: 90—100.
21. Krstinić, A. (1967): Procjena stupnja nasljednosti, visina i promjera za bijelu vrbu (*Salix alba* L.) izračunata iz klonskog testa kod starosti biljaka 1/1. Šum. list 91 (1/2): 48—53.
22. Krstinić, A. (1967-A): Varijabilnost i nasljednost boje izbojaka kod bijele vrbe (*Salix alba* L.) populacija Bakovci i Lipovljani. Šum. list 91 (5/6): 205—223.
23. Krstinić, A. (1968): Varijabilnost i nasljednost visina i boja grana kod bijele vrbe (*Salix alba* L.) populacija Bakovci i Lipovljani. Šum. list 92 (1/2): 27—48.
24. Matthews, J. D., A. F. Mitchell, and R. Howel (1960): The analysis of a diallel crosses in larch. Proc. 5th World Forestry Congress, 2: 818—824.
25. Namkoong, G. (1962): Estimating additive genetic variance with reference to forest trees. Unpublished proposition. N. C. State University, Raleigh.
26. Nikles, D. G. (1965): Progeny tests in slash pine. (*Pinus elliottii*, Engelm.). In Queensland, Australia. — Proc. 8th South. Conf. Forest Tree — Improvement, Sponsored publ. 24, Macon, Georgia, 112—121.

27. Nilsson, B. (1956): Kvalitets, och productionsförhållanden i ett klonförsö av tall., Svenska Skogsvårdsfören. Tidskr. 54: 61—74.
28. Nilsson, B. (1968): Studies on the genetical variation of some quality characters in Scots pine (*Pinus sylvestris*). Dept. Forest Genet., Royal College of Forestry, Res. Notes 3: 1—117.
29. Pery, T. O. (1960): The inheritance of crooked stem form in loblolly, pine (*Pinus taeda* L.) Jour. Forestry 58 (2): 943—947.
30. Robertson, A. and I. M. Lerner (1949): The heritability of all or none traits: Variability of poultry. Genetics 34: 385—411.
31. Sakai, K.-I., and H. Mukaide (1967): Estimation of genetic, environmental, and competition variances in standing trees. Silvae Gent. 16: 149—152.
32. Schrum, G. M. und H. D. Gerhold (1969): Heritability estimates for Scotch pine. Proc. IUFRO, Section 22, 2nd Meeting of Working Group on Quantitative Genetics, Raleigh, 87—89.
33. Shelbourne, C. J. A. (1966): Studies on the inheritance and relationships of bole straightness and compression wood in Southern pines. Ph. D. Thesis, Department of Forest Management, N. C. State Univ. Raleigh.
34. Shelbourne, C. J. A. (1969): Breeding for stem straightness in Conifers. Pop. for Sect. II B 2nd World Consultation on Forest Tree Breeding, Washington, D. C.
35. Shelbourne, C. J. A., B. J. Zobel, and R. W. Stonecypher (1969): The inheritance of compression wood and its genetic and phenotypic correlations with six other traits in five-year old loblolly pine. Silvae Gen. 16 (2): 41—51.
36. Shelbourne, C. J. A. (1970): Genetic improvement in different tree characters of Radiata pine and consequences for silviculture and utilization. Paper presented to the FRI Symposium No. 12, 16 pp.
37. Smith, J. W. (1966): The heritability of the fiber characteristics and its applications to wood quality improvement in forest trees. Silvae Gen. 16 (2): 41—51.
38. Snyder, E. B. (1969): Parental selection versus half-sib family selection of longleaf pine. Proceedings of the tenth Southern Conference on Forest Tree Improvement, Houston, Texas, 84—88.
39. Squillace, A. E. and R. T. Bingham (1960): Heritability of Juvenile Growth Rate in Western White Pine. Abstr. of semi — formal research papers in forest Genetics Proc. Soc. Americ. For. 1959.
40. Squillace, A. E. and K. W. Dorman (1961): Selective breeding of slash pine for high — oleoresin and other characters. Recent Advan. Botany, Univ. of Toronto Press, 1616—1621.
41. Stonecypher, R. W., F. C. Cech, and B. J. Zobel (1964): Inheritance of specific gravity in two- and three-year-old seedlings of loblolly pine. Tappi 47 (7): 405—407.
42. Stonecypher, R. W. (1966): The loblolly pine heritability Study. Ph. D. Thesis, North Carolina State University, Raleigh.
43. Strickland, R. K. and R. E. Goddard (1966): Inheritance of branching and crown characteristics in slash pine. Proc. Eighth South. Conf. on Forest Tree Import. Savannah, Ga. 57—63.
44. Toda, R. (1958): Variation and heritability of some quantitative characters in Cryptomeria. Silvae Genetica 7 (3): 87—93.
45. Vidaković, M. and K. M. Siddiqui (1968): Heritability of height and diameter growth in Shisham (*Dalbergia sissoo* Roxb.) using one parent progeny test. Pak. J. For. 18 (1): 75—94.
46. Vidaković, M. and J. Ahsan (1970): The Inheritance of crooked bole in Shisham (*Dalbergia sissoo* Roxb.) Silvae Genetica 19 (2/3): 94—98.
47. Wilcox, J. R. and R. E. Farmer (1967): Variation and inheritance of juvenile characters of Eastern Cottonwood. Silvae Gent. 16: 162—165.
48. Zobel, B. J. (1961): Inheritance of wood properties in conifers. Silvae Genetica 10 (3): 65—70.
49. Zobel, B. J. (1964): Breeding for wood properties in forest trees. Unasylva 18 (1): 89—103.
50. Žufu, L. (1969): Varijabilnost i naslednost pravnosti stabla crne topole Srednjeg Podunavlja. Radovi Instituta za topolarstvo, Novi Sad, Vol. 3: 197 pp.

Summary

Heritability of certain characteristics of European Larch of the Varaždinbreg population

Part II

The results of an estimate of the narrow sense heritability in a progeny test of European Larch for all studied characteristics obtained through variance analysis and one parent-progeny regression demonstrated that:

- The height increment is under a stronger genetic control than the diameter increment, while the latter is under influence of environment than of heredity. The ratio of additive genetic variance to total variance is greater in the height increment than in the diameter increment. The heritability for the characteristics of the diameter increment (diameters at breast height and diameters at mid-crown) amounts to $h^2 = 0.04$, while for the heights to $h^2 = 0.16$; through one parent-progeny regression the heritability for the heights is $h^2 = 0.196$ ($h^2 = 2b$).
- The amounts of heritability for the characteristics of the growth and increment almost coincide with the amounts of heritability in a broader sense, which were obtained by Matthews J. D. et al. (1960) when working with Larch, while they are somewhat smaller in the *Pinus* genus.
- The amounts of heritability for the characteristics of branches and crown in some cases do not agree with the amounts obtained in works with other species. For the number of branches per 1 m of length an interfamilial component of variance (σ_f^2) is less than zero, i. e. a negative one was established, so the heritability was not estimated. The heritability for the diameter of the stoutest branch amounts to $h^2 = 0.07$, and for the length of the stoutest branch to $h^2 = 0.15$.
- in younger progenies (below ten years) it is difficult to estimate the heritability for the branch insertion angle in spite of that it was proved that this characteristic is under a fairly strong genetic control. This characteristic in young trees is very variable because of the strong influence of external factors and because of the genetic differences between trees. This finding is confirmed by the works with Scots Pine and by the author's own investigations. The heritability was not estimated, because the interfamilial component of variance (σ_f^2) was less than zero, i. e. a negative one.
- The amount of heritability for the stem straightness ($h^2 = 0.37$) in the progeny test of European Larch corroborates that this property is under an intermediary to strong genetic control.
- The amounts of heritability for the percentage of survival are almost as identical with the amount obtained by applying transformed data ($h^2 = 0.29-0.39$), as with the amount obtained by applying the Robertson-Lerner's procedure ($h^2 = 0.29$).
- The amounts of heritability obtained on the basis of the analysis of variance in the progeny are probably greater than the actual ones. This is explained by the fact that the test was established in a locality, where the site situation and conditions for the growth of progeny were mainly uniform, which is the reason why the relation of the additive genetic variance to the total phenotypic variance is greater and thus also the heritability greater. Therefore, if computed, the genetic gain would be greater. The results obtained through the one parent-progeny regression also deserve attention because the progeny and parents were grown in different conditions and are of different ages.

SUŠENJE AMERIČKOG BOROVCA (PINUS STROBUS L.) U KULTURAMA

S. Orlić, M. Harapin, M. Halambek, B. Mayer
Jugoslavenski institut za četinjače — Jastrebarsko

1. UVOD¹

Počam od 1960. god. u SR Hrvatskoj započet je intenzivniji rad na obogaćivanju šumskog fonda unošenjem i proširenjem areala četinjača. U proteklom razdoblju podignute su hiljade hektara kultura različitih po sastavu i načinu uzgoja. Američki borovac, uz smreku, obični i crni bor, je jedna od najzastupljenijih vrsta u novoosnovanim nasadima.

Unatrag nekoliko godina zapaženo je grupimično i pojedinačno sušenje borovca u podignutim kulturama. Grupimično sušenje je intenzivnije u čistim kulturama borovca, a pojedinačno u mješovitom sastavu s drugim vrstama. Ta pojava poprima masovniji karakter samo na nekim lokalitetima. Zbog toga su izabrana tri reprezentativna objekta, koja su karakteristična za šire područje u kojem se podižu kulture borovca.

Prvi lokalitet »Izimje« na području Šumarije Jastrebarsko osnovan je kao plantaža u jesen 1962. god. Prije sadnje površina je izorana na 50 cm dubine, provedeno je rigolanje i podignuti su rabati za sadnju biljaka. Osnovni razmak sadnje bio je 5,0x2,5 m. Sadnice su bile stare 2+2. U proljeće 1969. god. izvršeno je obrezivanje donjih grana do prosječne visine od 1,1 m.

Drugi lokalitet »Velika buna« na području Šumarije Velika Gorica, osnovan je kao plantaža u jesen 1965. godine. Osnovni razmak bio je 4,0x4,0 m. Starost biljaka bila je 2+2. U jesen 1972. god. obrezane su grane u pet donjih pršljenova do prosječne visine 1,5 m.

Treći lokalitet »Dugave« nalazi se na području Šumarije Bjelovar. Rad na podizanju ovog objekta započet je 1964. god. Borovac je unošen pod razređen sklop grabove penjače. Grabov zastor uklonjen je kroz tri godine nakon sadnje. Prosječni razmak sadnje bio je 2,0x2,0 m. Biljke su stare 2+0. Nakon sadnje u kulturi su vršene redovne mjere njege.

Na sva tri lokaliteta intenzitet sušenja je podjednak i simptomi su isti. Na potpuno vitalnim borovčevim stablima prvi znakovi sušenja su venjenje iglica u čitavoj krošnji. Iglice postaju svjetlo žute, zatim crveno-smeđe boje i ne otpadaju. Podjednako se suše manje vitalna i najvitalnija sta-

¹ Ova istraživanja financiraju: Republički savjet za naučni rad i Poslovno udruženje šum.-privr. organizacija, a sufinanciraju Šum. gospodarstva Bjelovar, Karlovac i Zagreb.

bla, dakle ona koja imaju najmanji i najveći godišnji prirast. Navedena pojava najčešće biva u krugovima, rjeđe pojedinačno, a karakteristično je da obuhvaća neki određeni dio lokaliteta. Intenzivnije sušenje počinje najčešće na donjem vlažnijem dijelu padine ili na mikrodepresijama.

2. METODA RADA

Na svakom gore navedenom lokalitetu izlučene su primjerne plohe, na kojima se vrše detaljna istraživanja. Otvoreni su pedološki profili — uzeti uzorci tla za laboratorijske analize i izvršena druga terenska opažanja. Nakon toga su izlučena u neposrednoj blizini profila po 2 primjerna stabla (jedno suho i jedno zdravo). Ta stabla su posječena i analizirana. Posebna pažnja posvećena je izučavanju razvijenosti njihovog korjenovog sistema. U tu svrhu primjenjen je metod »skeleta« (3), koji omogućava da se istraži razvijenost korjenovog sistema i njegov raspored u tlu.

Registrirana je pojava i intenzitet napada biljnih bolesti i štetne entomofaune. Izvršena je klasifikacija vitalnosti pojedinih stabala na primjernim plohama unutar izabраних objekata. Stabla su svrstana u četiri kategorije od zdravih do posušenih. Procjena je izvršena okularno prema vanjskim simptomima, koji se manifestiraju u venjenju i promjeni boje iglica. Opažanja su vršena jednom mjesečno u toku vegetacije. Sakupljeni su uzorci parazita i oštećenog materijala radi laboratorijske obrade i determinacije.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Pedološke karakteristike

Lokalitet »Gornje Izimje«. Kultura je osnovana na sjeveroistočnom rubu pleistocenske terase s nagibom 5—8°. Tlo na sredini padine determinirano je kao rigolani obrončani pseudoglej kod kojeg prevladava u toku vegetacionog perioda režim vlažnosti s tzv. vlažnom, ekološki povoljnom fazom, dok se u jesensko-zimsko-proljetnom periodu gotovo isključivo javlja nepovoljna tzv. mokra faza. Do tog zaključka dovelo je višegodišnje praćenje dinamike vlage na istom lokalitetu koje se provodi izvan okvira ovog zadatka.

Rigolani je horizont (0—45 cm/50 cm) dobro homogeniziran i dosta povoljan za zakorjenjavanje za razliku od nižeg zbijenog i nepropusnog Bg horizonta iako su oba glinasto-ilovastog teksturnog sastava.

Na kraćem podnožnom pojasu padine mokra faza je česta u toku vegetacionog perioda.

Analize kemijski svojstava ukazuju na jako kiselu i kiselu reakciju u vodi, slabu opskrbljenost s fiziološki aktivnim (AL) fosforom i kalijem uz izuzetak površinskog sloja (0—20 cm) u kojem je utvrđena srednja opskrbljenost s kalijem. Tlo je nadalje slabo humozno, a sadržaj dušika opada s dubinom od dobre opskrbljenosti (0—20 cm), umjerene (20—45 cm) do siromašne.

Tabela 1

Kemijska svojstva i mehanički sastav tla

Lokalitet	Dubina u cm	pH	mg/100 g tla				C:N	Mehanički sastav tla u Na-pirofosfatu			Teksturna oznaka	
			H ₂ O	n-KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	Humus %	Dušik %	2,0—0,2	0,2—0,02	0,02—0,002	
Velika Buna Š. g. Zagreb	0—22	5,5	5,5	3,9	4,8	8,2	0,9	0,07	0,5	32,8	49,0	17,7 Praškasto glin. il.
	25—40	6,5	4,7	0,2	5,4	1,7	0,10	9,8	2,0	49,4	39,6	9,0 Ilovača
	50—80	6,2	3,7	1,0	6,7				0,1	44,1	36,3	19,5 Glinasta ilovača
	0—25	5,9	4,2	2,2	6,3	1,5	0,10	9,0	1,0	46,2	37,8	15,0 Glinasta ilovača
Dugave Š. g. Bjelovar	0—23	5,1	4,0	5,4	16,2	9,1	0,36	14,6	1,4	61,0	28,1	9,5 Ilovača
	23—20	5,0	3,5	6,5	5,7	1,1	0,07	9,4	0,2	53,1	36,1	10,6 Ilovača
	25—50	5,5	3,7	11,2	5,9	0,3	0,03	6,7	0,1	52,2	36,4	11,3 Ilovača
	65—95	6,0	3,9	10,8	6,3				0,2	48,0	39,7	12,1 Ilovača
Izimje G. borovac Š. g. Karlovac	0—20	5,1	3,9	0,9	6,7	2,7	0,13	11,9	2,3	30,4	44,2	23,1 Glinasta ilovača
	25—45	5,2	3,7	0,5	4,4	1,4	0,07	11,2	0,4	38,4	41,8	19,4 Glinasta ilovača
	50—70	5,4	3,8	0,3	3,9	0,5	0,04	7,7	1,0	34,0	42,0	23,0 Glinasta ilovača

Lokalitet »Velika buna«. Na ovom lokalitetu, također, je determiniran rigolani obrončani pseudoglej na pleistocenskoj terasi slabo nagnutoj prema sjeveroistoku (2—4°). Značajan je tanjurasti mikoreljef koji dosta utječe na preraspodjelu oborina i vlagu u tlu. Tekstura je ilovasta do glinasto-ilovasta. Osnovne kemijske karakteristike ogledaju se u kiseloj i slabo kiseloj reakciji tla u vodi, slaboj opskrbljenosti s fiziološki aktivnim fosforom i kalijem po čitavom profilu, osim površinskog sloja (0—20 cm) srednje opskrbljenog s kalijem, te slaboj i vrlo slaboj humoznosti. Obradom tla, koja je prethodila osnivanju kulture, izvršeno je dosta neujednačeno miješanje horizonata do 45 cm.

Profil je po svojim fiziografskim svojstvima srodan onom na lokalitetu »Gornje Izimje«. Međutim, manja nagnutost terena uvjetuje ovdje pojačano stagniranje površinske vode u tlu, osobito u mikrodepresijama. Iako za lokalitet »Velika buna« ne raspolažemo s rezultatima praćenja dinamike vlažnosti tla, ipak se na temelju istraživanja provedenih na sličnim lokalitetima može zaključiti, da je trajanje mokre faze u toku godine produženo i u dio vegetacionog perioda na račun vlažne faze, naročito u mikrodepresijama.

Lokalitet »Dugave«. Površina pod kulturama američkog borovca leži na istočnoj strani blago nagnutog (4—6°) obronka izgrađenog iz beskarbonatnog posmeđenog prapora povrh kojeg se razvilo lesivirano (luvisol) vrlo slabo površinski oglejeno tlo. Profil je po dubini slabo teksturno diferenciran (ilovača). Reakcija tla u vodi postepeno raste s porastom dubine od jako kisele do slabo kisele (na 100 cm). Opskrbljenost s fiziološki aktivnim fosforom je srednja i dobra, a s f. a. kalijem slaba do dobra. Značajnije količine organske tvari nalaze se samo u tankom površinskom horizontu (0—2/3 cm).

Tlo je porozno, ima dobre vodno-zračne odnose, što uz ostala svojstva tvori povoljnu edafsko-ekološku sredinu ne samo za korijenje šumskog drveća, već i za poljoprivredne kulture.

Na istom lokalitetu otvorena su još dva pedološka poluprofila na donjoj trećini padine za razliku od opisanog glavnog profila koji reprezentira gornju trećinu. U njima je utvrđeno lesivirano jako površinski oglejeno tlo.

3.2. Analiza primjernih stabala

Za početak, u izučavanju problematike u vezi sa sušenjem američkog borovca u kulturama na spomenutim lokalitetima smatrali smo za potrebno da ispitamo: Da li postoje određene razlike u razvijenosti nadzemnog ili podzemnog dijela između zdravih i suhih stabala?

Na primjernim stablima mjereno je prsni promjer i godišnji visinski prirast. Numerički podaci navedeni su u tabeli 2. Iz njih se zapaža, da je starost biljaka odnosno kulture bila različita po objektima, jer je kod osnivanja korišten sadni materijal različit po starosti i načinu uzgoja (školovalan i neškolovalan).

Iz navedenih podataka ne može se uočiti značajnija razlika među zdravim i suhim primjercima. Dapače, pokazalo se da je prosječni visinski prirast bio nešto veći kod suhih primjeraka. To nam govori da su se stabla iza sadnje pa do momenta sušenja podjednako razvijala, odnosno, da je faktor koji je prouzrokovao njihovo sušenje djelovao vrlo naglo.

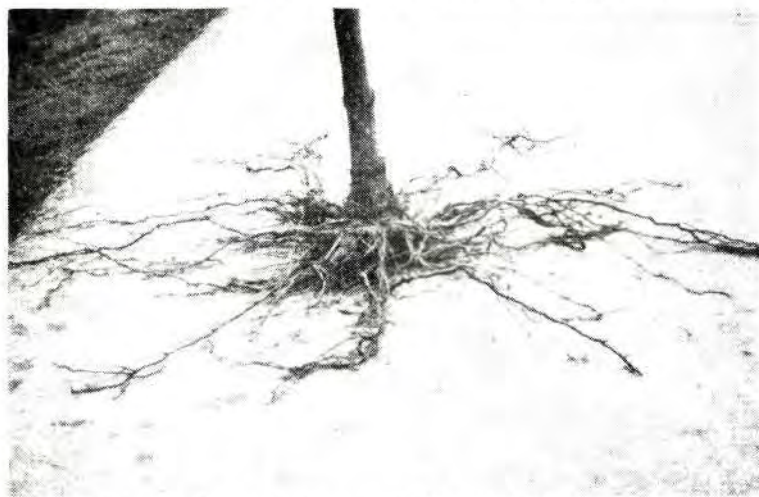
U baznom pršljenu krošnje registriran je broj grana, njihova debljina (na 10 cm od debla) i dužina. Na osnovu prosječne dužine grana i dubine krošnje izračunata je projekcija odnosno volumen krošnje. Ako analiziramo dobi-vene rezultate, u prosjeku za zdrava odnosno suha stabla, vidimo da razlike nisu značajne. Sto više, suhi primjerci na lokalitetu V. Buna i Dugave su se u prošlosti intenzivnije razvijali od zdravih. Iz tih razloga nismo se upuštali u detaljnije analize debla i krošnje. Našu pažnju usmjerili smo ka analizi korjenovog sistema

Korjenov sistem šumskog drveća rijetko ima onaj značaj koji se pridaje deblu i krošnji, kako u praktičnom tako i u znanstvenom radu. Razloga za to ima više. Međutim, moramo znati da mnogi neuspjesi u radu na podizanju kultura, i u stagnaciji rasta stabala i sastojina, imaju svoje uzroke u slabom razvoju ili oštećivanju njihovog korjenovog sistema. Istovremeno treba naglasiti, da su mlade biljke uvijek više osjetljive na razne ekstreme (preveliku vlagu, sušu, hladnoću, vrućinu i dr.) nego odrasla (zrela) stabla.

U analizi korjenovog sistema primjenili smo, kako smo to u uvodu istakli, metod skeleta (3). Kod toga smo se ograničili na dvije osnovne karakteristike korjena: dubinu zakorjenjavanja i horizontalnu rasprostranjenost.

Prosječna dubina zakorjenjavanja bila je nešto veća kod suhih nego kod zdravih primjeraka. Ni u jednom slučaju nismo registrirali žilu srčanicu. Glavni korjen, na navedenoj dubini, se završavao s jače ili slabije izraženim zadebljanjem (»peta«), iz kojeg je izbijao veći broj sitnijeg postranog korjenja. Prema tome, što se tiče razvijenosti glavnog korjena u dubinu nije bilo značajnije razlike između zdravih i suhih primjeraka. Naprotiv, u prosjeku, ta dubina bila je nešto veća kod suhih stabala.

Općenito možemo primjetiti, da je kod svih analiziranih stabala na sva tri lokaliteta dubina zakorjenjavanja bila mala i da je glavnina postranog korjenja razvijena u plitkom površinskom sloju tla (5—20 cm). Na sl. 1 prikazan je korjenov sistem iskopanog suhog stabla s lokaliteta »Velika buna«, položen na asfaltni put. Očito je da je on izrazito »tanjurast«.



Sl. 1. Korjenov sistem suhog primjernog stabla s lokaliteta »V. Buna«, položen na asfaltnu podlogu (Orig.).

Tabela 2

Red. br.	Podatak	Zdravi primjerci			Suhi primjerci		
		»Gornje Izimje«	»Velika Buna«	»Dugave«	»Gornje Izimje«	»Velika Buna«	»Dugave«
a) Deblo i krošnja							
1. Starost biljaka (kulture)	(god.)	12(8)	11(7)	10(8)	12(8)	11(7)	10(8)
2. Totalna visina stabla	(cm)	646	362	279	683	529	334
3. Prsni promjer stabla	(mm)	128	57	27	113	61	32
4. Prosječni visinski prirast	(cm)	54	33	28	57	48	33
5. Broj grana u baznom pršljenju krošnje		10	7	7	9	6	4
6. Prosječna dužina grana	(cm)	217	81	54	160	123	64
7. Prosječna debljina grana	(mm)	—	11	7	—	17	8
8. Projekcija krošnje	(m ²)	14,8	2,1	0,9	8,2	4,6	1,3
9. Volumen krošnje	(m ³)	26,2	1,3	0,8	15,7	6,4	1,4
b) Korjenov sistem							
10. Dubina zakorjenjavanja	(cm)	33	20	20	45	20	25
11. Zona rasprostiranja postranog korjenja u tlu	(cm)	5—20	5—15	5—10	5—20	5—10	5—15
12. Broj postranih žila		2	7	6	5	8	6
13. Prosječna dužina žila	(cm)	278	161	83	256	134	81
		(270—286)	(130—190)	(60—100)	(200—290)	(115—165)	(55—95)
14. Površina angažiranog tla	(m ²)	23,8	8,1	2,1	11,3	5,6	2,0
15. Volumen angažiranog tla	(m ³)	7,8	1,6	0,4	3,3	1,1	0,5
c) Relativni odnosi (%)							
16. Površina angažiranog tla/prosjek krošnje (14/8)		160	386	233	259	122	154
17. Volumen angažiranog tla/volumen krošnje (15/9)		29	133	50	67	17	36

Iz literature nam je poznato (8) da je rast korjena u dubinu u direktnom odnosu prema teksturi tla i vlazi u tlu. Gardner i Danielson (5) su utvrdili da optimalan prozrak tla i optimalan sadržaj vode u zoni korjena povećavaju sposobnost penetracije korjena. Korjen treba zrak (kisik) isto kao i vodu, i ne može obavljati svoje funkcije normalno u tlu konstantno prezasićenom vodom. Lyr i Hoffmann (5) kažu da se u tlima s visokim nivoom podzemne vode razvija »površinski« ili »tanjurasti« korjenov sistem, ne samo kod vrsta koje imaju prirodnu tendenciju formiranja takvog korjena (smreka), nego i većine drugih vrsta. Isti autori navode, da povećanje sadržaja vlage u tlu iznad 40% sprečava daljnji razvoj korjena. Ovim ne želimo reći da je povećana vlažnost na spomenutim mikrostaništima glavni uzrok sušenja američkog borovca, jer bi u tom slučaju problem bio dosta jednostavan, ali želimo naglasiti da su stabla na takvim mikrostaništima više izložena propadanju od drugih.

Dužina postranog korjenja kretala se od 55 do 290 cm. Ona je bila veća u prosjeku za oko 10% kod zdravih primjeraka. Međutim, u cjelini može se reći, da ni razvijenost postranog korjenja nije zadovoljavajuća. Niti u jednom slučaju najduži postrani korjen nije prelazio 50% vrijednosti totalne visine stabla. Radi ilustracije, u SAD su utvrdili napr. kod *P. taeda* (8), da je najduži postrani korjen za 1,5 puta duži od totalne visine stabla.

Na bazi prosječne dužine postranog korjenja izračunata je maksimalna površina angažiranog tla (1). Kod zdravih primjeraka ona je u prosjeku bila veća za 20%. Taj podatak je dosta indikativan, pa smo postojeću razliku testirali »t« testom. Međutim, ona nije bila signifikantna na nivou 5% i ne možemo govoriti o dvije skupine individua. Ne smijemo zaboraviti da je broj analiziranih stabala bio mali (svega 3). Zato ova istraživanja treba proširiti u tom pravcu.

U posljednjem dijelu tabele 2, prikazali smo relativne odnose između angažirane površine tla i projekcije krošnje i njihove volumne odnose. Očita je prednost na strani zdravih stabala (odnos je 2,59:1 kod zdravih i 1,75:1 kod suhih). Teško je reći da li je taj odnos dobar ili ne, jer nismo mogli naći sličan podatak u literaturi, gdje se radi o kulturi četinjača. Našli smo sličan podatak za prirodne sastojine listača (8), a omjer je bio 4,5:1 (kretao se od 3,4:1 do 6,6:1).

Mi se za početak nismo upuštali u detaljniju analizu fiziološki aktivnog dijela korjena pa će se u tom pravcu vršiti naša daljnja istraživanja.

3.3 Biljne bolesti i štetnici

Mednjača [*Armillaria mellea* (Vahl.) Quel.] determinirana je na lokalitetima »Velika buna« i »Dugave«. U »Velikoj buni« od 23 pregledana korjenova sistema, potpuno i djelomično posušenih stabala, mednjača je nađena na 5 stabala. U »Dugavama« je registriran jači napad, jer je od 25 pregledanih stabala mednjača napala 11. U kulturi »Gornje Izimje« na 27 posušenih stabala nije konstatirana mednjača. Napad mednjače većeg ili manjeg intenziteta konstatiran je i u ostalim kulturama američkog borovca u Hrvatskoj.

Osip iglica borovca (*Hypoderma desmasierii* Duby) izaziva nekrotično žučenje i opadanje iglica. Spomenuto oboljenje nađeno je jedino na objektu

»Velika buna« i na drugim lokalitetima u Hrvatskoj, ali nema veliki značaj za borovac, jer ne dovodi do potpune defolijacije.

Upala kore (*Cronartium ribicola* Fischer) predstavlja najopasnije poznato oboljenje američkog borovca u području njegovog prirodnog rasprostranjenja u SAD. Područje Zelendvora kraj Varaždina je u Hrvatskoj jedini poznati lokalitet gdje je to oboljenje jače prošireno i gdje se manifestiraju svi njegovi oblici razvoja, kao što su nekroze u obliku rakastih tvorevina i plodna tijela (ecidije). Pojedinačan napad upale kore konstatiran je u 1972. g. prvi puta na tri lokaliteta na području Karlovca (Metla, Drenovac i Donje Izimje). Na naprijed spomenutim istraživanim objektima to oboljenje nije nađeno, niti se moglo ustanoviti laboratorijskom obradom uzoraka koji su sakupljeni, a pokazivali su simptome nekroze u bazalnom dijelu debla.

Na uzorcima materijala izoliran je u laboratoriju veći broj gljivičnih organizama, za koje se nije moglo utvrditi da su uzročnici sušenja jer su to saprofiti za koje se pretpostavlja da fakultativno mogu djelovati kao paraziti. Postoje indikacije prema kojima bi uzročnik sušenja moglo biti gljivično oboljenje koje izaziva *Verticicladiella* spp. (2), izolirana na uzorcima iz »Gornjeg Izimja« i »Velike bune«.

Uš borovca (*Pineus strobi* Htg) pripada hermesima, ali ne stvara gale. Ispod bijelih, kao vatom posutih tvorevina na deblu i pršljenovima grana, a često i na izbojcima, nalaze se kolonije ušiju. Kod jačeg napada može doći do venjenja iglica i izbojaka. Ovaj štetnik je u većoj ili manjoj mjeri prisutan u svim borovčevim kulturama, kao i na spomenutim lokalitetima, ali unatoč toga ne predstavlja ozbiljniju opasnost za borovac.

Pipe (*Hylobius abietis* L., *Pissodes pini* L.) su nađene na fiziološki oslabljenim stablima na sva tri objekta. Iako je njihova prisutnost bila značajnija na posušenim stablima u »Gornjem Izimju«, »Dugavama« i »Velikoj buni«, kao i u nekim drugim kulturama, pipe dolaze kao sekundarni štetnici.

Potkornjaci (*Pityogenes bidentatus* Hbst., *P. bistridentatus* Eich, *P. chalcographus* L., *P. quadridens* Hart., *Orthotomicus suturalis* Gyll., *Blastophagus piniperda* L., *Pityophthorus pityographus* Ratz.) su veoma česti na borovcu. Kada borovac fiziološki oslabi dolazi do masovnog napada navedenih vrsta. Potkornjaci su najprije napadali ona stabla, koja su prema našoj skali vitalnosti pokazivala jedva uočljive simptome smanjenog vitaliteta. Oni su dakle bili prvi sigurni indikatori sušenja i ugibanja borovca koje je izazvano nekim drugim biotskim ili abiotskim faktorom.

Borov smolar (*Dioryctria splendidiella* H. S.) je novi i manje poznati štetni borovac u nas. Moramo odmah naglasiti, da je to tipični primarni štetnik, jer napada isključivo vitalna, a ne suha stabla. U »Gornjem Izimju« je nađeno 21 napadnuto stablo, u »Velikoj buni« 16, dok ga na lokalitetu »Dugave« nismo našli. Gusjenice ovog opasnog štetnika buše hodnike ispod kore, najčešće u pršljenovima grana, iako smo ga veoma često nalazili i pri bazi debla. Od štetne entomofaune, koja dolazi na borovcu, borov smolar je najopasniji štetnik.

Borova pl

niku veoma velika i to je najvjerojatnije razlog da na ovom lokalitetu ne dolazi do prenamnoženja i veće defolijacije. U »Velikoj buni«, »Dugavama« borova pilotka nije nađena.



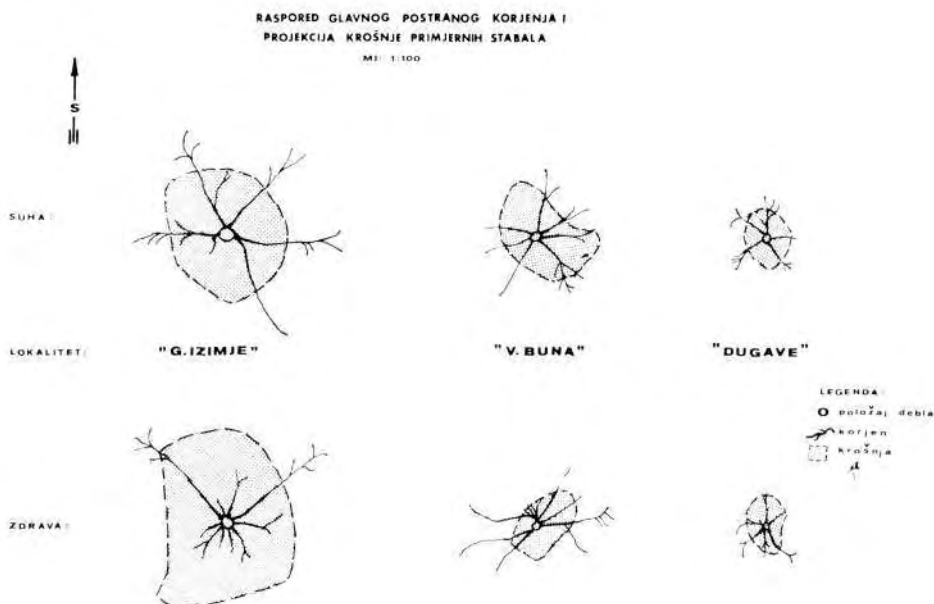
Sl. 2. Jaki napad borova smolara (*Dioryctria splendidella* H. S.) (Orig.).

4. ZAKLJUČCI

Treba naglasiti da su naprijed izneseni podaci, rezultat prvih istraživanja, nedovoljni za donošenje zaključaka o uzroku sušenja američkog borovca u nas.

Na osnovu pedoloških istraživanja utvrđeno je, da se sušenje američkog borovca javlja kako na rigolanim pseudoglejima sa još uvijek nepovoljnim vodno-zračno-toplotnim režimom (»Gornje Izimje« i »Velika buna«) tako i na lesiviranim, površinski slabo oglejenim tlima na posmeđenom izluženom praporu (»Dugave«), koja karakteriziraju dobre fizikalne osobine naslijeđene od matičnog supstrata. Sušenje je utvrđeno na prethodno obrađenim tlima

(pseudogleji) i tlima u prirodnom stanju (lesivirana tla). Na intenzitet sušenja utječe mikro i mezo reljef terena, koji vrši preraspodjelu oborinske i bočne vode. Ocjeditija mjesta, kao gornja trećina i sredina padina te lokalna mikro i mezo uzvišenja terasa zahvaćena su slabijim intenzitetom sušenja od donje vlažnije trećine podnožja ili mikro i mezo uvala na terasama.



Provedene analize primjernih stabala pokazale su, da nije bilo značajnijih razlika između zdravih i suhih primjeraka u nadzemnom dijelu. Nema signifikantne razlike u dubini zakorjenjavanja između zdravih i posušenih stabala. Na bazi prosječne dužine postranog korjenja konstatirano je da je površina angažiranog tla kod zdravih primjeraka u odnosu na suhe veća za 20%. Odnos između površine angažiranog tla i projekcije krošnje je kod zdravih primjeraka 2,59:1, a kod suhih 1,75:1.

Gljivična oboljenja i štetna entomofauna, koja mogu imati primarni i sekundarni značaj, u nepovoljnim stanišnim uvjetima mogu biti uzrokom sušenja američkog borovca.

Nastavak ovih istraživanja treba pokazati koji od biotskih i abiotskih faktora ima primarnu ulogu ili koji kompleks navedenih faktora dovodi do fiziološkog slabljenja, odnosno masovnog sušenja američkog borovca.

LITERATURA

1. Hannah, R. P. (1972): Yellow Birch Root Occupancy Related to Stump and Breast Height Diameters (Separat).
2. Kendrick, W. B. (1962): Leptographium Complex, Canadian Journal of Botany, Vol. 40, 771—797.
3. Kolesnikov, V. A. (1972): Metodi izučenija kornevoj sistemi drevesnih rastenij, Moskva.

4. Lyford, W. H., and Brayton, W. F. (1964): Development of the Root System of *Acer Rubrum* L., Harvard Forest Paper No 10.
5. Lyr, H. and Hoffmann, G. (1967): Growth Rates and Growth Periodicity of Tree Roots, Inter. Review of Forestry, Vol. 2.
6. Martinović, J. (1965): O iskorištavanju ilineriziranih tala za uzgoj četinjača na bujadarskom području, Sum. list br. 7/8.
7. Schwerdtfeger, F. (1970): Die Waldkreinkheiten Paul Parey.
8. Stout, B. (1956): Studies of the Root Systems of Deciduous Trees, Harvard Black Rock Forest, Bulletin No. 15.
9. Škorić, A. (1963): Pedološka karakterizacija i mjere popravka tla pašnjačkih površina u Jastrebarskom, Dokumentacija Jug. instituta za četinjače Jastrebarsko.

Summary

Die-back of Eastern White Pine (*PINUS STROBUS* L) in cultures

The Eastern White Pine along with Spruce, Scots Pine and European Black Pine is the most represented species in Croatia's coniferous cultures. Several years ago was noticed its group- and stemwise dying away. It is more intensive in pure stands than in mixed ones. For the purpose of studying this problem three characteristic localities, viz. Gornje Izimje, Velika Buna and Dugave, were selected. In all three localities the intensity of die-back was equal and symptoms the same. The needles become light yellow, thereafter reddish-brown and do not fall off. This phenomenon appears most often in circles and usually begins at the lower more humid part of the slope or microdepression.

In each of the selected localities was laid out one sample plot for the following-up of the intensity of die-back and performing other investigations. The author's initial investigations were directed towards the definition of soil conditions on experimental plots, to the search for differences in the development of aboveground and underground parts between the healthy and dead standing trees, to the recording of appearance and intensity of the attack of diseases and of noxious entomofauna. The results achieved are presented in this paper.

On the basis of the soil investigations in the localities of Gornje Izimje and Velika Buna a trench-ploughed slope pseudogley was determined, while in the locality of Dugava a very weakly superficially gleyed lessivé soil. The intensity of die-back is influenced by the micro- and mesorelief of terrain which perform a redistribution of precipitation and lateral waters. The performed analyses of sample trees demonstrated that there were no significant differences between the healthy and dead standing specimens in the aboveground part, and no significant differences in the rooting depth either. On the basis of the average length of the lateral roots the author established that the area of engaged soil in healthy specimens in relation to that of the dead standing ones is by 20% larger. The ratio of the area of engaged soil to crown projection in healthy specimens is 2.59:1, and in the dead standing ones 1.75:1. The fungal diseases honey fungus (*Armillaria mellea* Vahl.), needle-cast fungi (*Hypodermia desmazierii* Duby), *Verticicladiella* spp. and the noxious entomofauna White Pine bark aphid (*Pineus strobi* Htg.), Pine weevils (*Hylobius abietis* L., *Pissodes pini* L.), bark beetles (*Pityogenes bidentatus</*

UTJECAJ TLA I RELJEFA NA OMJER VRSTA DRVEĆA U ŠUMI BUKVE I JELE NA KRŠU ZAPADNE HRVATSKE

Dr mr JAKOB MARTINOVIĆ

UVOD I ZADATAK ISTRAŽIVANJA

Omjer vrsta drveća u šumi bukve i jele (*Fagetum croat. abietetosum* Ht.) na našem kršu ima veliku ekonomsku važnost. Jela spram bukve ima veći prirast i daje prema tržišnim cijenama vrijednije šumske sortimente. Stoga su šumari od davnine bili veoma zainteresirani može li se, koliko i kako, u tim šumama mijenjati omjer vrsta drveća u pravcu povećanja učešća četinjača, u prvom redu autohtonih vrsta jele i smreke. I tu su se susreli s pitanjem koji sve prirodni faktori djeluju — povoljno ili nepovoljno — na putu k ostvarenju toga cilja.

O problemu se pisalo prema KAUDERSU (1959) pred više od 200 godina. Prema stalnom šumskom redu na području karlovačkog Generaliteta što ga je sastavio FRANZONI, a godine 1765. odobrilo Dvorsko ratno vijeće *»mora se nastojati da se iz šuma okrenutih prema moru ukloni bukva i da se ondje odgaja hrast, smreka, jela i bor«* Od tada je problem prisutan u velikom broju gospodarskih osnova koje uređuju gospodarenje u šumama bukve i jele. S tim u vezi zanimljivo je i za jedno dugo razdoblje karakteristično ono što je o izboru vrsta drveća i smjese pisao naš poznati stručnjak S. ŠURIĆ (1931) . . . *»Sadanje vrsti drveća bukva, jela, smrča su autohtone, dakle potpuno odgovaraju zahtjevima staništa i klime. Sa uzgojnog gledišta ne bi trebalo želiti ni u vrsti drveta ni u omjeru smjese nikakove promjene, jer nešto bolje nego je priroda stvorila ne može čovjek naći«*. Ali i njega sile na razmišljanje ekonomski pokazatelji pa nastavlja *»Sa gledišta rentabilnosti poželjno je da se sadanji omjer bukve i jele promjeni u korist jele. U kojem omjeru treba da budu ove vrste zastupane neda se propisati nego gospod*

tori«. Prosječno na čitavom području Dinarida u toku posljednjih 100—200 godina razvio se jak proces proširivanja bukve i smanjenja učešća jele i smreke. Taj je proces »ekonomski štetan pa ga je potrebno lokalizirati i uopće zaustaviti«.

O poziciji bukve u zajednici bukve i jele CESTAR i HREN (1971) su mišljenja da je bukva u spomenutoj zajednici »sekundarna vrsta i njezina je uloga više biološka, a manje proizvodna. Sastojinski oblik, cilj i smjernice gospodarenja podređene su osnovnoj proizvodnoj vrsti: jeli (smreki)«. Najpovoljniji omjer smjese je po tim autorima 70⁰/₀ četinjača i 30⁰/₀ bukve.

Ukratko, oskudna su naša znanja o tome kako djeluju mnogi prirodni faktori na smjesu vrsta drveća u arealu bukve i jele. Vrlo se malo zna kako na omjer vrsta drveća utječu svojstva tla, jer se u tom pravcu nisu ni proizvodila znanstvena istraživanja.

Da se osobno zainteresiramo opisanom problematikom išle su na ruku dvije okolnosti. Prvo, u toku mojih pedoloških istraživanja na kršu Hrvatske prikupio sam posljednjih godina velik broj informacija o svojstvima šumskih tala pa i onih koji daju osnovu da se raspravlja o ovom problemu. Drugo, problem zanima širok krug stručnjaka. Najviše su me potakle na rad diskusije koje sam o tome imao sa drugovima u Šumskom gospodarstvu Gospić (N. Maričić, Z. Bunjevčević, I. Božičević i drugi). Te su diskusije potvrdile moje uvjerenje da se radi o krupnom ekološko-biološkom problemu od izuzetne gospodarske važnosti i da ekološka pedologija ima izgleda da mnogo doprinese njegovu rješavanju. Dakako, da se to ostvari predstoji još dug period istraživanja.

U ovoj raspravi, koja nas tek uvodi u problem, pokušao sam primjenom naučnog metoda ispitati hipotezu da omjer vrsta drveća, tj. odnos listača i četinjača u šumama bukve i jele zavisi od svojstava tla i reljefa, pod dalje opisanim uvjetima jednog pokušaja.

II. MATERIJAL I METOD RADA

- a)

b) Analizom su obuhvaćeni ovi faktori staništa i sastojina:

- postotni sadržaj humusa u A_1 horizontu tla (C)
- odnos organskog ugljika i ukupnog dušika u A_1 horizontu tla (C/N)
- reakcija tla u H_2O u A_1 horizontu tla (pH)
- postotni sadržaj gline u A_1 horizontu (Gl.)
- dubina humusno akumulativnog horizonta u cm (dA_1)
- ukupna dubina tla u cm (dT)
- nadmorska visina tla u metrima (nv)
- ekspozicija tla (E). Od sjevera preko istoka i zapada prema jugu raste numeričko obilježje ekspozicije od 0—60
- inklinacija u stupnjevima (I)
- zastrtost tla krošnjama, izražena u postotku zastrte površine (Z)
- omjer vrsta drveća izražen postotkom drvne mase listaća (OVD)
- drvna masa sastojina izražena u m^3/ha (M)

Analizom obuhvaćena svojstva tla su, prema onome što se u pedologiji Krša zna (GRACANIN M. 1951, ĆIRIĆ 1962), vrlo značajni faktori njegove proizvodne sposobnosti. Statistički opis svih istraživanih varijabli predložen je u tabeli 1.

Tabela 1.
Srednje vrijednosti i standardne devijacije ulaznih podataka

Varijabla	Kombinacija podataka smeđe tlo na vapnencu n = 125		Kombinacija podataka ilimerizirano tlo na vapnencu n = 82	
	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
C	7,0	2,1	5,4	2,4
C/N	14,5	1,9	14,8	2,2
pH	5,5	0,6	5,2	0,5
Gl.	32,9	6,6	28,0	8,2
dT	41,7	8,7	61,3	17,0
dA_1	9,6	1,3	6,5	1,9
n. v.	962,2	255,0	844,0	219,1

matricom koja ima n kolona (varijabli) i m redova (numerička obilježja varijabli na primjernim objektima). Primjenom pravila linearne algebre transformira se taj nestrukturirani i ne uređeni sistem na parametarski sistem faktora odnosno hipoteza o povezanosti, bliskosti i srodnosti varijabli. U našem primjeru provedena je transformacija 12 statistički povezanih varijabli u 4 do 5 međusobno nepovezanih varijabli-vektora koji reproduciraju isti broj faktora. Svaki faktor predstavlja neku kombinaciju ispitivanih varijabli, koje su u međusobnom srodstvu (zavisnosti). Mjeru tog srodstva i povezanosti daju kordinate (težine, ladunzi) varijabli. Kao značajne uzete su kordinate (ladunzi) sa apsolutnom vrijednošću većom od 0.30, a evidentirane su i one sa vrijednošću većom od 0.20. Sa porastom vrijednosti ladunga varijable raste njezin značaj u funkcionalnoj strukturi faktora i varijabla pokazuje veći stepen bliskosti i povezanosti sa faktorom, tj. sa ostalim varijablama u faktoru. Uz određene uvjete suma kvadrata svih ladunga jedne varijable je 1,0. Suma kvadrata ladunga jedne varijable u svim obuhvaćenim faktorima označava se kao komunalitet (h_i^2). Komunalitet predstavlja dio vrijednosti varijance jedne varijable koji je sa obuhvaćenim faktorima objašnjen. Komunaliteti varijabli mogu imati vrijednosti između 0 (nema objašnjenja) i 1 (potpuno objašnjenje).

U ovom istraživanju provedena je faktorska analiza posebno za svaki tip tla.

Matematički model faktorske analize preuzet je iz priručnika »Mathematical methods for digital computerst«, Edited by A. Ralston and H. S. Wilf, John Wiley and Sons, New York 1962, Chapter Z., i realiziran je u Računskom centru Zagreb na IBM računar, sistem 1360, model 30. Rad je obavio programer ing. Ivica Scheicher pa mu se i ovom prilikom zahvaljujem na uloženom trudu.

d) U uvjetima istraživanja sadržana je i pretpostavka da na ispitivanom materijalu antropogenim utjecajima nije značajno izmijenjen omjer vrsta drveća. Ta je pretpostavka potvrđena i provjerena raspoloživim podacima o realizaciji etata u dovoljno velikom broju šumskogospodarskih odjela i jedinica. U provjeri ove pretpostavke kao i ocjeni problema pomogao mi je svojim bogatim znanjem i iskustvom poštovani

- a) U kombinaciji podataka ilimerizirano tlo, varijabilnost OVD objašnjava se u 2 i 3 faktoru. Faktor a_2 objašnjava 7,8% varijance OVD, faktor a_3 72,2% ili ukupno 80%. Faktori 1 i 4 ne objašnjavaju varijancu OVD pa su kao neplodni ispušteni. U konstrukciji faktora a_2 koji objašnjava 7,8% varijance OVD nalaze se: pH vrijednost, % gline, dubina A_1 horizonta, zastrtost tla i drvena masa. U faktoru a_3 koji objašnjava 72,2% varijance OVD nalaze se postotni sadržaj humusa, % gline, nadmorska visina, ekspozicija te zastrtost tla krošnjama.
- b) U kombinaciji podataka smeđe tlo varijanca OVD objašnjava se u drugom (a_2), trećem (a_3) i petom (a_5) faktoru, dok su neplodni 1 i 4 faktor. U konstrukciji a_2 faktora koji objašnjava 38,4% varijance OVD nalaze se: dubina A_1 horizonta tla, ekspozicija i drvena masa. U faktoru a_3 koji objašnjava 29,2% varijance OVD nalaze se: % humusa, nadmorska visina, ekspozicija, inklinacija i zastrtost tla krošnjama. Faktor a_5 objašnjava najmanji dio varijance OVD (9%) i u njemu se nalaze varijable: % humusa, C/N odnos pH vrijednost, % gline, dubina A_1 horizonta i ekspozicija.

Tabela 2

Faktorska struktura omjera listača i četinjača u šumama na smeđem i ilimeriziranom tlu krša zapadne Hrvatske

Kombinacija podataka: ILIMERIZIRANO TLO n = 82			Kombinacija podataka: SMEĐE TLO n = 125		
$\bar{X} = 54,2\%$ bukve			$\bar{X} = 63,4\%$ bukve		
OZNAKA FAKTORA VARIJABLA	(a_2)	(a_3)	(a_2)	(a_3)	(a_5)
C u %		0,21		0,32	0,24
C/N					0,81
pH	0,79				—0,21

a) Kombinacija podataka smeđe tlo na vapnencu

a_2 38,4 %	a_3 29,2 %	a_5 9 %	u 23,4 %
h_i^2			u_i^2

b) Kombinacija podataka ilimerizirano tlo na vapnencu

a_2 7,8 %	a_3 72,2 %	u 20 %
h_i^2		u_i^2

Sl. 1. Podjela varijance omjera vrste drveća (izražen postotnim sadržajem bukve) na faktore

Oznake:

a_n broj faktora u tabeli 2

h_i^2 komunalitet (objašnjeni dio varijance) varijable

u_i^2 neprotumačen dio varijance (Einzelvarianz)

c) Utvrđene veze imaju ovaj smjer i značenje:

- Sa porastom postotka humusa, gline, pH vrijednosti i dubine A_1 horizonta raste učešće bukve u smjesi drveća. Veza između C/N odnosa i OVD javlja se samo jedanput i pokazuje da užem C/N odnosu odgovara veće učešće bukve. Ukupna dubina tla nije u vezi sa OVD. Sve to vrijedi za oba tipa tla.
- Povećanje nadmorske visine utječe na povećanje učešća bukve u smjesi drveća na smeđem i ilimeriziranom tlu. Kod ilimeriziranog tla odnos ekspozicije i OVD pokazuje da tla izloženija sjeveru imaju veće učešće bukve. Kod smeđeg tla ekspozicija u faktorima ima različit predznak veza. Jača veza ima pozitivan predznak, što znači da sjevernije ekspozicije (preko istoka i zapada) imaju veće učešće buk

na OVD, već obratno. Prema tome, statistički ustanovljene veze između zastrtosti tla i drvne mase sastojina i OVD nisu svjedočanstvo o uzrocima varijabilnosti OVD. Ako i postoji interakcija tih faktora, prevađa je uzroka na strani OVD.

ZAKLJUČAK

U ovoj raspravi analiziran je utjecaj tla i reljefa na omjer vrsta drveća. Istraživanjem su obuhvaćena smeđa i ilimerizirana tla na vapnencima u području Gorskog Kotara, Velike i Male Kapele te dijela Velebita. U specifikaciji modela su bila uključena i dva sastojinska faktora: zastrtost tla i drvna masa sastojina.

Na temelju predloženih podataka u tekstu i tabelama može se zaključiti ovo:

1. Ortogonalna faktorska analiza konstatirala je velik stupanj povezanosti ispitivanih svojstava tla, reljefa i sastojina sa omjerom vrsta drveća.
2. Sve utvrđene veze (tabela 2) nisu istinito svjedočanstvo o uzrocima varijabilnosti omjera vrsta drveća. Drvna masa sastojina i zastrtost tla krošnjama posljedice su a ne uzroci varijabilnosti omjera vrsta drveća. Stanje organske materije tla može biti uzrok ali i posljedica varijabilnosti omjera vrsta drveća.
3. U istraživanim uvjetima (tabela 1) na ilimeriziranom tlu na vapnencu na omjer vrsta drveća značajno ne utječu nadmorska visina i ekspozicija (vrijednosti λ $< 0,30$). Veza između inklinacije i OVD nije utvrđena. Na smeđem tlu s porastom nadmorske visine i sa smanjenjem inklinacije povećava se učešće bukve u smjesi drveća.
4. Dubina tla kod oba tipa nema utjecaja na omjer vrsta drveća. Veći sadržaj humusa u tlu, uži C/N odnos, viša pH vrijednost i dublji A_1 horizont prati veće učešće bukve u omjeru vrsta drveća. Veći sadržaj gline u A_1 horizontu ilimeriziranog tla pogoduje povećanju učešća bukve u smjesi drveća.

Navedeni zaključci u točkama 1—4 imaju veliku važnost

3. Kauders, A. (1959): Hrvatska, povijest šumarstva, Šumarska enciklopedija, str. 561.
4. Martinović, J. (1972): Zavisnost stepena humizacije od stanišnih uslova u šumskim tlima na Karstu Zapadne Hrvatske. Disertacija.
5. Šafar, J. (1965): Pojave proširivanja bukve na Dinaridima Hrvatske. Separat.
6. Šurić, S. (1931): Privredni plan gospodarske jedinice Plješivica, Dokumentacija šumskog gospodarstva Gospić.
7. Überla, K. (19688): Faktorenanalyse. Berlin.

Summary

INFLUENCE OF SOIL AND TOPOGRAPHY ON THE PROPORTION OF TREE SPECIES IN THE BEECH/FIR FOREST IN THE KARST AREA OF WESTERN CROATIA

By applying the orthogonal factorial analysis was investigated in a trial the effect of the soil and topography on the proportion of tree species in the Beech/Fir forest (*Fagetum croaticum abietetosum* Horv.). The investigation included 125 sample plots on brown soil on limestones and 82 sample plots on lessivé soil on limestones. The matrix of input data contained: the depth of A₁ Horizon, % of humus, C/N ratio, pH in H₂O and % of clay — all in A₁ Horizon, total depth of soil, altitude, aspect (values of characteristics increase from N over E and W towards S), slope, shading of the soil by crowns in % of the shaded area, proportion of tree species by volume of stems and the growing-stock volume expressed in m³/ha (Tab. 1).

The results presented in Tab. 2 and Fig. 1 were achieved by the model of the orthogonal factorial analysis (taken from the textbook: Mathematical methods for digital computers, chapter 7, New York 1962). The author cautions that all the established links are not a testimony of the causes of the variability of the species proportion. This refers especially to the shading of the soil by crowns and the growing-stock volume. It proved necessary to continue investigations and to process a greater number of matrices of input data. Although it is not yet possible to draw a conclusion regarding the main question, the results obtained may help in planning forest production.

NAŠA TERMINOLOGIJA NE PRATI TEHNIČKI RAZVITAK U ŠUMARSTVU

Nagli razvitak tehnologije i uvođenje u proizvodnju novih strojeva i uređaja izgleda ide brže od terminologije koja bi je trebala paralelno pratiti. Ovo zaostajanje terminologije u praksi uzrokuje česte nesporazume, a postoji opasnost da se udomaće strani nazivi uvezeni sa novom tehnologijom.



»Hvatač« i »okretač« u radu na utovaru prostornog drva u Šumariji Vrbovsko

Obzirom da naši lingvisti nisu upoznati sa tom problematikom, ostaje na nama šumarima da se angažiramo na rješavanju tih pitanja.

Šumarija Vrbovsko još je 1968. godine dobavila i uvela u rad hidraulične dizalice montirane na kamionima koji imaju, umjesto do tada upotrebljavanog čeličnog užeta, hidraulične naprave sa kojima se čvrsto zahvaća trupac i okrećući u horizontalnoj ravnini podešava da se može što bolje namjestiti na kamionu i formirati tovar. Do sada, dakle već punih pet godina, ove naprave još nemaju stručni naziv na hrvatskom jeziku te se u praksi čuju različiti nazivi. Od tih naziva najčešće je u upotrebi njemački naziv »greifer« i »rotator«. Iz tih imena proizlazi funkcija pojedine naprave: »greifer« od riječi greifen (hvatati, grabiti, uloviti) jasno kazuje da ta naprava »hvata« trupac i držeći ga dizalica diže. »Rotator« od riječi die Rotation (kružno gibanje, vrtnja u krugu) govori da ta naprava okrećući trupac u krugu, može po želji dizalicom namjestiti na kamion i formirati tovar.

Na slovenskom jeziku dr Krivec ove naprave naziva »hidravlične čeljusti« i »vrtljiva glava«.

Aдекватni naziv na hrvatskom jeziku mogli bi najstručnije dati jezičari, no u praksi kod nas se pojavio i primjenjuje naziv: »hvatač« i »okretač«. Iz ovih naziva proizlazi funkcija pojedine naprave, no koliko je to ispravno i u duhu hrvatskog jezika trebali bi naši jezičari dati ocjenu i mišljenje.

Želja mi je da ovim napisom potaknem rješavanje i onih pitanja koja se obično zanemare, smatrajući ih nevažnim. U dosadašnjoj praksi mi smo vrlo brzo prihvaćali nova tehnička sredstva i tehnologiju, no na žalost s njom i stranu terminologiju koja se i danas u praksi mnogo upotrebljava, iako imamo za njih mnogo lijepih i čistih naših izraza koji su nam jasni i prihvatljivi, napose u fazi učenja i školovanja. Da se nebi ukorijenili i u šumarstvu ovi i drugi nama strani i nerazumljivi nazivi najdjelotvornije ih je u početku zamijeniti našim domaćim.

POSJET SAJMU ŠUMARSKE OPREME U JÖNKÖPINGU (ŠVEDSKA) S OSVRTOM NA STANJE U NAS

I. UVOD

Od 31. 05 — 7. 06. o.g. održan je sajam šumarske opreme u mjestu Jönköping (Švedska), pod nazivom ELMIA 73. To je tradicionalni šumarski sajam, koji se održava svake dvije godine, sa zadatkom prikazivanja sadašnjih dostignuća u razvoju šumarske opreme, kao i usmjeravanja daljnjeg pravca razvoja.

Velika pažnja koju Švedska polaže u šumarstvo i prateću prerađivačku industriju odrazila se i na Sajmu, za kojeg se tvrdi da spada u red najvećih i najcjelovitijih sajmova te vrste u svijetu.

Osim skandinavskih proizvođača opreme moglo se je uočiti firme iz Amerike, Azije i Evrope.

U sklopu sajma održano je više predavanja i simpozija, koji su uglavnom tretirali problem sječe i privlačenja. Predavači su bili profesori i naučni radnici iz više zemalja.

Najznačajnije teme su bile: »TEHNIKA SJEČE U NEKIM VAŽNIM ŠUMARSKIM ZEMLJAMA«, u kojoj je uvodni govornik bio prof. TOM BJERKLUND, UNIVERZITET NEW BRUNSWICK FREDERICTON, KANADA, te »PRORJEDA U ŠUMARSTVU BUDUĆNOSTI«, u kojoj je učestvovalo više stručnjaka iz Švedske, Finske i Njemačke.

2. NEKE VAŽNIJE INFORMACIJE O ŠUMARSTVU ŠVEDSKE

(prema podacima iz 1970. g.)

— Površina šuma	22,8 milijuna ha
— Dr	

Metoda privlačenja drvne mase:

ekipažama	cca 69 ⁰ / ₀
poljoprivrednim traktorima	cca 14 ⁰ / ₀
traktori sa vitlima i zglobnim traktorima	cca 11 ⁰ / ₀
konjima	cca 6 ⁰ / ₀

— Otvorenost šuma: 7 km cesta/1000 ha

— Struktura vlasništva:

privatne šume	51 ⁰ / ₀
šume kompanija	25 ⁰ / ₀
državne šume	20 ⁰ / ₀
crkvene šume	4 ⁰ / ₀

Učešće šumarstva u nacionalnom produktu Švedske 16⁰/₀

Učešće šumarstva i drvne industrije u izvozu Švedske 20⁰/₀

3. SAJAM ŠUMARSKE OPREME

Na sajmu je bila izložena slijedeća oprema:

- motorne pile
- strojevi za obaranje, kresanje, trupljenje i sortiranje
- oprema za privlačenje
- oprema za utovar i transport

3.1 Motorne pile

Švedska je zemlja u kojoj se računa da radi oko 80.000 motornih pila. Zbog toga je veoma veliki broj proizvođača iz Skandinavije i ostalih zemalja izlagao svoje tip



Sl. 1. PROCESSOR — stroj za obaranje, kresanje, trupljenje i sortiranje

Može se očekivati da će jaz između Evrope i Kanade, u pogledu načina sječe i izvlačenja drvne mase, biti produbljen. Naime dobar dio Evrope — posebno Švedska — orijentirao se na sortimentnu izradu u šumi, koju obavlja sjekač motornom pilom. Na takav način sječe nadovezuje se primjena ekipaža i nekih drugih strojeva u privlačenju u prorjednim i dovršnim (čistim) sječama. Zglobnim traktorima u toj tehnologiji nema mjesta, pa njihov broj opada.

Kanada pak za obaranje stabala uvodi teške strojeve, deblovinu izvlači zglobnim traktorima, a krojenje i doradu obavlja na stovarištu. Sjekač — u klasičnom smislu — je u toj tehnologiji ispušten.

3.3 Oprema za privlačenje drvne mase

Na Sajmu je bio izložen veliki broj različitih tipova ekipaža, zatim vitla, dok je zglobnih traktora iz već spomenutog razloga bilo veoma malo.

Male ekipaže su rađene prvenstveno za pokriće farmerskih potreba (većina šuma je u privatnom vlasništvu). To je oprema, koja je sastavljena od šumske prikolice, sa fleksibilnim ovjesom (BOGGIE) — nosivosti 6—7 tona. Na nju je ugrađen hidraulični kran od 2—3 tona/metra, a postoji i mogućnost ugrađivanja vitla. Takova ekipaža je obično kompletirana traktorom do 60 KS.

Male ekipaže su namijenjene za privlačenje prorjednih i čistih

— Ekipaža sa zglobnom vezom između traktora i prikolice. Tu je riječ o jedinstvenom agregatu, koji cijelu godinu radi na poslovima privlačenja.

Velike ekipaže su nosivosti veće od 10 tona. Traktor snage preko 100 KS je zglobno vezan sa fleksibilnom šumskom prikolicom. Pogon je (po potrebi) na svih 6 točkova. Kran je obično ugrađen na prikolici i ima kapacitet do 8 t/metara. Velike ekipaže su namijenjene za privlačenje u čistim (dovršnim) sječama.

Osim ekipaža bila su izložena vitla. Najčešće se radi o vitlima kapaciteta 3 tone, koja se mogu veoma lako ugraditi na poljoprivredni traktor.

Interesantno je napomenuti, da su ova vitla opremljena posebnom mehaničkom komandom, koja omogućava daljinsko upravljanje. Time je postignuta značajna ušteda, jer traktorista sam obavlja posao, bez kopčasa.

Osim ovih vitala izložen je već poznati *RADIOTIR*, vitlo kapaciteta 1 tonu sa radioupravljanjem. Namijenje je izvlačenju oblovine u prvim prjedama.

Možda iznenađuje podatak da su na cijelom sajmu izložena samo 2 zglobna traktora i to iz ČSSR i Njemačke.

Na demonstracijama su prikazani i zglobni traktori iz Skandinavije. No tu se radi o modificiranim traktorima, koji nemaju više 2 osovine, nego 3 i opremljeni su posebnim hidrauličnim dizalicama. Takav traktor više ne treba pomoćnog radnika — kopčasa, a postiže bolje efekte — posebno u radu sa sitnijom deblovinom.

3.4 Oprema za transport drvene m

Današnju farmersku opremu čine ekipaže nosivosti 6—7 tona, opremljene hidrauličnim kranom i jakim traktorom. Vitla su opremljena dodatnim daljinskim upravljačem. Prema tome umjesto dva čovjeka, sada posao obavlja samo jedan.

Otvorenost šuma u prosjeku je 7 km/1000 ha i siječe se tokom cijele godine. Pošumljavanje je uglavnom umjetno. Sve su to razlozi, koji bi trebali upućivati na masovnu primjenu debalne metode i upotrebu zglobnih traktora. Međutim u 1970. godini debalna i stablimična metoda izvlačenja je zastupljena sa svega 11%, a iz godine u godinu je u konstantnom opadanju.

5. STANJE U NAS

U Jugoslaviji su zadovoljavajuće mehanizirani radovi na obaranju i krojenju drvne mase. Utovarno-istovarni radovi djelomično su mehanizirani, a na privlačenju još uvijek dominira animalna vuča.

U posljednje vrijeme sve se više uvode zglobni traktori sa zadatkom privlačenja dcblovine, prvenstveno u oplodnim i dovršnim sječama.

Njihova primjena zahtijeva promjenu tehnologije sječe (debalna, umjesto sortimentne metode), kraće distance privlačenja i rad kroz veći dio godine. Dodamo li tome da je u nas uglavnom prirodno pomlađenje i otvorenost šuma 3,81 km/1000 ha (Savezna privredna komora, Beograd 1969. g.) vidjet ćemo da zglobni traktor postavlja takove zahtjeve kojima ponekad nije moguće udovoljiti.

Dok je u brdskim sječama često puta zglobni traktor

LITERATURA

1. Frederic Luhr 1971: »Guide to Swedish forestry«
2. Lars-Erik, Ingemar Nordansjo. Hans Troedsson: »Swedish forestry, some facts«
3. Dereta ing Bogdan, 1973: »Stanje mehanizacije krajem 1972. g. u SR Hrvatskoj«
4. Projekcija razvoja šumarstva i drvne industrije 1966 — 1985. Savezna privredna komora Beograd 1969. g.

Slabak Miro, dipl. ing. šum.

AKTIVNOST SEKCIJE ZA GENETIKU I OPLEMENJIVANJE ŠUMSKOG DRVEĆA NA PODRUČJU CRNE GORE

Sekcija za genetiku i oplemenjivanje šumskog drveća, koja djeluje u okviru Zajednice istraživačkih organizacija u oblasti šumarstva i industrije za preradu drveta Jugoslavije, organizirala je u vremenu od 24. do 30. septembra 1972. g. stručno savjetovanje na području SR Crne Gore. Na njemu su učestvovali skoro svi naši istaknutiji stručnjaci iz ove oblasti (prof. dr M. Vidaković, prof. dr M. Jovančević, prof. dr A. Tucović, prof. dr S. Stilinović, dr M. Brinar, dr M. Jovanović, mr V. Guzina, ing. S. Orlić, ing. M. Halambek, ing. J. Gračan, ing. D. Vuletić, ing. T. Mikić, ing. M. Adžić, ing. M. Tabaš i dr.).

Programom je bilo predviđeno da se najprije zajednički obidu, pregledaju i prouče terenski objekti koji su značajni sa gledišta genetike, selekcije i oplemenjivanja šumskog drveća. U vezi sa time posjećeni su: prašumski rezervat Biogradska Gora, kanjon Morače, sjemenske sastojine bijelog bora u Tuležima (na putu Mojkovac — Pljevlja), sjemenske sastojine smreke u Ljubišnji, rasadnik, meliorirane šume i autohtone sastojine crnog bora na Kosanici (u okolini Zabljaka), šume jele, smreke i ostalih vrsta oko Crnog jezera (ispod Durmitora), prašumske sastojine crnog bora u predjelu Crna poda, sastojine i skupine topolovih i vrbovih stabala oko Skadarskog jezera, umjetni nasadi u okolini Budve i dr.

ne genetsko-uzgojne mjere koje osiguravaju proizvodnju kvalitetnijeg sjemena.

4. Na području Crne Gore još uvijek ne postoji suvremeno organizirana sjemensko-rasadnička služba. Postojeće stanje ne zadovoljava iz više razloga.

5. Preporučuje se organiziranje takve sjemensko-rasadničke proizvodnje koja će omogućiti i veću i bolju proizvodnju drvene mase. Učesnici Savjetovanja smatraju da bi toj svrsi najbolje odgovarala jedinstvena sjemensko-rasadnička proizvodnja u okviru čitave Republike, jer bi omogućila primjenu principa genetike, selekcije, moderne tehnologije, racionalizacije rada i sl.

6. U suvremenoj sjemensko-rasadničkoj proizvodnji može se koristiti samo sjeme iz priznatih i uređenih sjemenskih sastojina. Zato se tome poslu mora što hitnije pristupiti. Međutim, uporedo s time treba raditi i na drugoj fazi selekcije, tj. na podizanju sjemenskih plantaža bilo generativnim bilo vegetativnim putem.

7. U tu svrhu što šireg korišćenja selekcioniranog sjemena i sadnog materijala potrebno je:

- prirodnu obnovu degradiranih i genetski malo vrijednih sastojina zamijeniti umjetnom regeneracijom i
- introdukciju i očetinjavanje svuda vršiti samo selekcioniranim sjemenom i sadnim materijalom i to na što većim površinama.

8. U prirodnim sastojinama, prilikom svih uzgojnih zahvata, strogo voditi računa o trajnoj primjeni principa genetike i selekcije. Da bi se taj cilj ostvario potrebna je stalna suradnja uzgajivača i genetičara.

9. Prilikom

PRVI INTERNACIONALNI SIMPOZIUM O PROBLEMU BALKANSKE FLORE I VEGETACIJE

Od 8—14. lipnja 1973. godine održan je u Varni — Bugarska Prvi internacionalni simpozium o problemu balkanske flore i vegetacije.

Simpozium je organiziralo Botaničko društvo Bugarske uz pomoć UNESCO-a, a u čast pedesetgodišnjice osnivanja Botaničkog društva Bugarske. Predsjednik organizacionog komiteta bio je akademik Daki Jordanov, koji je ujedno bio i osnivač Botaničkog društva Bugarske 1923. godine. Cilj je simpoziuma bio uočavanje i rasprava problema o balkanskoj flori i vegetaciji, te je ukupno podnešeno oko 70 referata.

Na simpoziumu je učestvovalo 190 predstavnika iz 20 zemalja i to:

1. Austrija	4	11. Italija	1
2. SR Njemačka	8	12. Jugoslavija	38
3. DR Njemačka	3	13. Nizozemska	5
4. Danska	2	14. Poljska	10
5. Čehoslovačka	9	15. Rumunjska	10
6. Engleska	8	16. Švedska	1
7. Finska	3	17. Švicarska	3
8. Francuska	1	18. Turska	2
9. Grčka	11	19. SSSR	3
10. Mađarska	7	20. Bugarska	61
Ukupno	56		134

objekte s botaničkog i šumarskog gledišta. Pregledali smo vegetacije Emin-ske planine, gdje su od drveća bili naročito zapaženi: *Acer hyrcanum*, *Fagus orientalis*, *Pyrus bulgarica* i dr. Na Ajtos gori vidjeli smo njihov vrlo značajan endem *Astragalus aitosenis* koji obrasta goleme površine u obliku manjeg grma. Rodope smo obišli u okolini Bačkova, gdje su oni izgrađeni od silikatnih stijena pa obiluju s mnogo potoka i vode. Tu su nam osim ostalog pokazali vrlo interesantnu i zastičenu biljku *Haberlea rhodopaensis*, također njihov endem. U predjelu Beglika ima Botanički institut Bugarske svoje objekte za istraživanje pa su nam tu pokazali vrlo impozantne šume smreke (*Picea abies*).

Na planini Rili smo vidjeli krasno razvijenu šumu molike i smreke (*Pinus peuce* + *Picea abies*) sa uspravnim i do 40 m visokim stablima.

Putujući kroz Bugarsku obišli smo niz gradova poimence: Sofiju, Varnu, Burgas, Sliven, Plovdiv, Velingrad i mnogo manjih mjesta, koja su u svakom pogledu, a naročito turističkom vrlo interesantna.

Na kraju želimo istaći da je održani simpozium postigao svoju svrhu u znanstvenom i stručnom pogledu, a doprinjeo je i međusobnom upoznavanju i zbližavanju znanstvenika raznih zemalja, pa je time opravdan i izabrani simbol Simpoziuma, list divljeg kestena (*Aesculus hypocastanea*), kojega se svi listići sjedinjuju u jednom centru, kao što i djelovanje svih znanstvenika svijeta vodi istom cilju — boljoj i sretnijoj budućnosti čovječanstva.

Dr Đuro Rauš

F. LOETSCH, F. Zöhrer, K. E. Haller (*):

FOREST INVENTORY
(Volume II)

Početkom godine 1973. izašao je iz tiska drugi svezak opsežnog djela prof. dr Fritz Loetscha *Forest inventory*. Cijelo je djelo nastalo na temelju više od 40 godina dugog znanstvenog i stručnog rada prof. Loetscha u Evropi i izvan Evrope kao i na temelju znanstvenog i stručnog rada njegovih najužih suradnika u Institutu za svjetsko šumarstvo u Reinbeku (SR Njemačka*) i to Dr K. E. Hallera i Dr F. Zöhrera. Prvi svezak dovršen u suradnji s Hallerom izašao je iz tiska 1965; drugo izdanje tog sveska ugledalo je svjetlo dana u godini 1973.

Oba sveska djela što ga predložuju obuhvaćaju preko 900 stranica tiskanih na papiru za umjetni tisak, s ukupno 239 slika i 97 tabela. Više je priručnik nego li udžbenik. Odlikuje se sveobuhvatnošću, preciznošću, trudom autora za jasnoćom i visokom znanstvenom razinom u pristupu, razmišljanju i rješavanju metodičkih, matematskih, instrumentalnih i organizacionih problema u vezi s inventurom šuma. Samo u sada izašlom drugom svesku oslonili su se autori na oko 1100 citiranih radova novijeg i starijeg datuma iz cijeloga svijeta.

Djelo je nam

dajnih radova tako i u vezi s problemima koji se javljaju primjenom sve veće mehanizacije u šumarstvu. Smatra da nekoliko uzastopnih periodičnih inventura šuma dovoljno pokazuju promjene drvene mase te da je taj trend prirašćivanja dovoljna informacija za daljnje planiranje godišnjih sječa.

Prirast i tehnika mjerenja prirasta prsnog promjera, temeljnice, visine, drvene zapremine i krošanja pojedinih stabala te prirast sastojina i viših uređajnih površinskih kategorija razrađeni su na 28 stranica.

Na poglavlje o prirastu nadovezuju se teme u vezi s konstrukcijom prirasno-prihodnih tablica, s osvrtom na zahtjeve koji se postavljaju na te tablice kao i u vezi s njihovom primjenom u inventuri šuma.

Autori su se ukratko osvrnuli i na procjenu i kartiranje šumskih staništa kao i na probleme inventure infrastrukture (gustoća cesta ili vodenih tokova, postojeće avionske piste, veća naselja, mogućnosti opskrbe hranom, postojeći medicinski centri, telekomunikacije itd.).

Nije izostao ni kratak prikaz (na četiri strane) o prikupljanju podataka (inventuri) iz šuma u vezi s društvenom (rekreacijskom i drugom) ulogom šume te u vezi sa zaštitom čovjekove okoline.

Na vrlo zoran način su prikazane metode, pribori i instrumenti u vezi s obradom podataka s nekoliko instruktivnih primjera. Ukratko su prikazana sredstva za ručnu obradu da bi se zatim dalo više mjesta mehaničkoj obradi podataka (uz pomoć bušenih kartica

Boletín de la Estación Central de Ecología (Bilten Centralne stanice za ekologiju).

Pod tim nazivom izašao je prošle godine iz tiska prvi broj časopisa španjolskog Nacionalnog instituta za zaštitu prirode (ICONA), koji je osnovan nakon nedavne opsežne reorganizacije Ministarstva poljoprivrede. Časopis je po izgledu i tehničkoj opremi veoma sličan prijašnjem časopisu za zaštitu šuma (Boletín del Servicio de plagas forestales) koji je, kako smo ranije izvijestili (Š. 1. br. 1—2, 1972), prestao izlaziti 1971. godine. Svojim je sadržajem, također, veoma blizak spomenutom časopisu, s tom razlikom što mu je namijenjena zadaća da tretira širu, i danas veoma aktualnu problematiku zaštite prirode uopće.

Donosimo prikaz prvog broja ovog časopisa (Vol. 1, Num. 1, 1972).

F. Crtuno Medina, direktor Instituta (Instituto para la Conservación de la Naturaleza, Madrid) prezentirajući časopis javnosti ističe u uvodnom članku važnost istraživanja veoma raznovrsnih i složenih odnosa koji vladaju u prirodi između pojedinih članova životne zajednice, uključujući ovdje i čovjeka. S naglim razvojem civilizacije ti su se odnosi u znatnoj mjeri poremetili, što je urodilo mnogim štetnim posljedicama za čovjeka i njegovu okolinu. Ekološka istraživanja trebala bi ukazati na uzroke koji dovode do sve veće degradacije prirode, kako bi upozorila čov

Preliminarna studija o stupnjevima oštećenja i rastu drveća. U dvije parcele običnog bora, gdje je 1966. godine provedeno kemijsko suzbijanje borovog savijača, unesene su 1967. god. kolonije crvenog mrava *Formica lugubris* Zett. Kolonije su se održale i naselile susjedna područja u gustoći od 5 gnijezda po hektaru. Populacija borova savijača koja je izbjegla kemijsko tretiranje 1966. godine, umjesto da poraste, idućih se godina smanjivala. 1971. godine borovi obadviiju parcela ostali su pošteđeni od šteta, što treba pripisati predatorskoj aktivnosti mrava.

Purroy, F. J.: Zajednice ptica koje se gnijezde u pirinejskoj šumi obične jele (*Abies alba* L.). Istraživanja su se vršila na četiri lokaliteta u jelovim šumama Pirineja. Pomoću metode transeкта dobiveni su indeksi abundancije raznih vrsta. Dominantne su vrste *Regulus regulus*, *Parus ater*, *Regulus ignicapillus*, *Erithaceus rubecula*, *Troglodytes troglodytes* i *Fringilla coelebs*. Analiziran je i utjecaj šumskih radova na avifaunu.

Rey, J. M.: Sistematika i rasprostranjenost smeđe voluharice *Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780 (Mammalia, Rodentia) na Iberijskom poluotoku, te opis jedne nove podvrste: *Clethrionomys glareolus bernisi*, Iberijskog sistema. Iberijski poluotok nastanjuju tri podvrste *Clethrionomys glareolus*: *C*

ZAPISNIK

7. sjednice U.O., proširene sa članovima N.O., koja je održana u Zagrebu 4. 10. 1973. g. u 11 sati u prostorijama »Šumarskog doma«, Mažuranićev trg 11.

Prisutni:

ing. M. Blažević, Mr Z. Hren, ing. V. Igrčić, ing. T. Krnjak, prof. dr Z. Potočić, dr B. Prpić, ing. S. Tomaševski i ing. R. Antoljak

Ispricani:

ing. D. Brkanović, ing. B. Mačešić, ing. A. Mudrovčić i ing. S. Vanjković.

Dnevni red:

1. Otvorenje sjednice, izvještaj predsjednika Saveza o proteklim zbivanjima i aktualnim događajima u struci.
2. Dopisi, saopćenja i sl.
3. Izvještaj glav. urednika o sadržaju i izlaženju daljnjih brojeva, kao i o radu oko uređivanja rukopisa za svečanu ediciju povodom 100 god na izlaženja Šumarskog Lista.
4. Saziv i stanje radova oko organiziranja Jesenjeg Plenuma Saveza.
5. Razno.

iznosom od cca 14 milijuna dolara. Kod Poslovnog udruženja šumsko-privrednih organizacija u Zagrebu potpisan je »Samoupravni sporazum o pribavljanju finansijskih sredstava za izgradnju šumskih cesta na području SRH« i formiran Konzorcij za financiranje ove izgradnje. Ovim bi se zajmom — prema sadanjim prijavama — izgradilo na području šumskih gospodarstava: Bjelovara cca 300 km šumskih cesta, Delnica 250 km, Gospića 200 km, Karlovca 60, Koprivnice 110, Našica 40, Nove Gradiške 230, Ogulina 100, Osijeka 35, Podr. Slatina 45, Senja 80, Siska 85, Sl. Požege 70, Varaždina 25, Vinkovaca 70, Zagreba 40 km itd.

Ad 2

— Iz oblasti šumarstva doktorske titule su stekli: ing. Đuro Rauš, asistent Šum. fakulteta u Zagrebu (u VI/1973) obranom svoje disertacije: »Vegetacijski i senekološki odnosi šuma u bazenu Spačva« i ing. Nikola Komlenović iz Instituta za četinjake — Jastrebarsko radnjom: »Koncentracija hraniva u glicama kao indikatoru stanja ishrane kultura obične smreke«. Savez se priključuje brojnim čestitkama!

— U Sarajevu je 26. i 27. IX o. g. održana Konferencija na temu »Z

IN MEMORIAM

Prof. dr FRAN KUŠAN (1902 — 1972)

Još pod žalosnim dojmovima o nagloj smrti botanika Prof. Dr Maksa Wrabera — našu biološku i šumarsku javnost potresla je i kosnula, tek 7 dana kasnije, nova tužna vijest...

... Nakon operacije i kratke ali teške bolesti, dana 21. svibnja 1972. godine, neočekivano i zauvijek nas je napustio Dr FRAN KUŠAN redovni profesor Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.



FRAN KUŠAN bio je, uz I. Pevaleka, I. Horvata i S. Horvatića, najmađi iz generacije uglednih botaničara, učenika Prof. dr Vale Vouka, koji su u decenijama iza I. svjetskog rata vrlo aktivno djelovali kao pedagozi i znanstvenici na različitim fakultetima zagrebačkog sveučilišta. Zajedno s F. KUSANOM oni su svojim pionirskim radom, osim izobrazbe mnogobrojnih mladih naučnih radnika i stručnjaka, dali i vrijedan doprinos razvitku ra-

zličitih disciplina suvremene botaničke znanosti u Hrvatskoj, Jugoslaviji i preko granica naše domovine.

Preranom smrću profesora F. KUŠAN-a ugasio se život skromnog čovjeka, neumorno radišnog i plodnog istraživača, vrsnog nastavnika i jednog od najaktivnijih popularizatora botaničke znanosti. Ta njegova samoprije-gorna i cijenjena djelatnost osjetljivo će manjkati i taj gubitak teško će se nadoknaditi u našoj botaničkoj istraživačkoj, pedagoškoj i društvenoj oblasti.

FRAN KUŠAN se rodio 18. listopada 1902. godine u selu Vučja Luka kod Sarajeva kao najmlađi od petero djece Franciske rođ Bresko i oca Jakova, koji je u tom kraju bio nadlugar. Nakon odlaska starije braće Stjepana, Slavka i Jakova (kasnije šumarskog nadsavjetnika, liječnika i književnika) u sarajevske škole, FRAN je proveo djetinjstvo i pretškolsko doba podno Ozren planine, u šumarskoj kući i njenoj živopisnoj okolini. Svoga zavičaja sjećao se, sa sjetom u očima i glasu do zadnjih dana života, ali mu se nije ispunila želja da ga barem još jednom vidi. »Preda mnom ona velika kao jod zelena prolisina, prošarana otocima raznobojna cvijeća, u dnu jezero zagušeno šašom, svud naok

dviju institucija Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu FRAN KUŠAN ostaje sve do svoje prerane smrti.

Počevši od studentskih dana KUŠAN je cijeli svoj život posvetio znanstvenom, nastavnom i stručno-poučnom radu iz botaničkih oblasti i u svim tim aktivnostima postigao zapažene rezultate i priznanja.

U početku svoje znanstvene djelatnosti posvetio se proučavanju lišaja u Jugoslaviji, kojima se do tada nije nitko specijalno bavio. Rezultate istraživanja u raznim krajevima naše zemlje i sa specijalizacije kod istaknutoga svjetskog lihenologa Dr A. Zahlbrucknera u Beču, sažeo je u dvadesetak radova o flori i vegetaciji lišajeva i objavio u raznim domaćim i inozemnim znanstvenim časopisima. Svoj 10-godišnji lihenološki rad zaokružio je prikazom svih do sada poznatih lišaja, u zasad nedostignutom djelu »Prodromus flore lišaja Jugoslavije« (1953. god.).

Kao dugogodišnji nastavnik botanike za farmaceute KUŠAN se bavio posebice proučavanjem i popularizacijom ljekovitog bilja, koje je prikazao u tri veća djela i u preko 15 stručnih i popularnih prikaza. U vezi s tim zanimljiva su i njegova proučavanja alelopatskih odnosa među nekim biljkama.</

jima je neumorno sabirao i dopremao živi biljni materijal u taj vrt i obavljao, osim istraživanja, svakodnevno i najteže poslove oko njegova održavanja i uređenja. Na to ga je silio poziv istraživača, pedagoga i popularizatora prirode. Ali, osim tog, ne želeći to priznati kao da je htio donesti, uzgojiti i na dohvatu sačuvati barem dijelić onoga raskošnog bogatstva i raznolikosti naše samonikle flore, do koje na njenim prirodnim staništima u poznijim danima života više neće moći doprijeti.

Rijetki su znanstvenici koji su poput profesora KUŠAN-a znali i htjeli rezultate svojih istraživanja i bogato iskustvo tako neposredno i znalački popularizirati te pružiti ljudima u svakodnevnom životu. Ta osobina i vrlina pokojnog profesora nalazi pun izraz u njegovim dugotrajnim poslovima oko osnutka i korišćenja botaničkih vrtova, tretmanu ljekovitoga, ukrasnog i ostalog bilja, zaštite biljnog svijeta i cjelokupne prirode. F. KUŠAN bio je izraziti protivnik statične sterilne zaštite prirode, osnovane na prekobrojnim (nepoštivanim) zakonskim rješenjima i zabranama — a odlučni pobornik dinamične i efikasne edukativne zaštite, koja danas prerašćuje u široko shvaćenu zaštitu čovjekove okoline.

Povezano s preduzetom djelatnošću i zadacima Botaničkog zavoda

7. Über die angebliche *Cladonia pycnoclada* (Gaudich) Nyl. in Jugoslawien. — *Hedwigia*, 72: 42—54, Dresden 1932.
8. Über die systematische Bewertung gewisser Merkmale im Formenkreise von *Parmelia conspersa* sensu lat. — *Acta botanica*, VII: 1—34, Zagreb 1932.
9. Lihenološka istraživanja južne Srbije. — *Ljetopis Jug. akad.*, 46: 114—124, Zagreb (1932 1933) 1933.
10. Flora i vegetacija lišaja sjeverozapadnih crnogorskih planina. — *Prirodosl. istraž. Jug. akad.*, 18: 68—124, Zagreb 1933.
11. Die Flechtenflora und die Flechtenvegetation des nordwestlichen Gebirgszuges von Crna Gora (Montenegro). — *Bull. intern. de l' Acad. Yougoslave*, 27: 143—174, Zagreb 1933.
12. Predradnje za floru lišaja Hrvatske i Dalmacije. II izvještaj. — *Acta botanica*, VIII: 105—117, Zagreb 1933.
13. *Eryngium planum* L. — *Apotekarski vjesnik*, 8: 415, Zagreb 1934.
14. Lichenologische Untersuchungen in Südserbien. — *Bull. intern. de l' Acad. Yougoslave*, 28: 58—61, Zagreb 1934.
15. Zu Gydni's neuen Flechtenformen aus Jugoslawien. — *Ann. Mycol.*, 32, 1/2: 58—66, Horn 1934.
16. Kroz južnu Srbiju. — *Hrvatski planinar*, XXX, 1: 31—35; 2: 76

38. Ljekovito bilje u Hrvatskom Primorju i u Dalmaciji. — Apotekarski vjesnik, 6: 282—288, 7: 335—344, 8: 389—398, 9: 451—458, 10: 503—510, Zagreb 1937. (Posebni otisak, pp. 1—43).
39. Josip Pasarić — In memoriam. — Hrv. planinar, XXXIV: 1—4, Zagreb 1938.
40. **Ljekovito bilje.** Sistematski prikaz najvažnijeg ljekovitoga, otrovnog i industrijskog bilja čitavoga svijeta. (U vlastitoj nakladi, pp. 1—452), Zagreb 1938.
41. Razvoj i sastav lišajске vegetacije u vezi s karakterom anorganske podloge. — Hrv. geograf. glasnik, 8—10: 138—142, Zagreb 1939.
42. Ljubotenski čaj. S deritis scardica Gris. i srodne svojte. — Apotekarski vjesnik, 22: 815—816, Zagreb 1940. Farmaceutski Vjesnik, 30: 853—881, 905—923, 959—972, Zagreb 1940. (Posebni otisak, pp. 1—61).
43. Sjemenka i klijanje. — Priroda, XXX, 2: 42—51, Zagreb 1940.
44. Biljno mlijeko. — Priroda, XXX, 6: 172—178, Zagreb 1940.
45. Zečji kupus ili kolovrc, Ranunculus scutatus W. K. — Apotekarski vjesnik, 1: 38—45, Zagreb 1941.
46. Kadulja, Salvia officinalis L.

72. Osobitosti u sastavu i rasporedu biljnoga svijeta na planini Biokovu. — Biol. glasnik, 8: 103—109 (1955.), Zagreb 1956.
73. Botanički vrt Farmaceutskog fakulteta u Zagrebu. — Sveuč. vjesnik, II: 21—26, Zagreb 1956.
74. Uskolisni kozlinac (*Astragalus angustifolius* Lam.) u flori Hrvatske. — Acta musei maced. scient. natur., IV, 3—34: 43—67, Skopje 1956.
75. **Ljekovito i drugo korisno bilje.** — Poljoprivredni nakladni zavod, pp. 1—648, Zagreb 1956.
76. Sastav i raspored vegetacije na planini Kamešnici (1849 m). — Godišnjak Biol. inst., IX, 1/2: 3—26, Sarajevo 1956.
77. Biljka i botanika. — Medicinska enciklopedija, I: 60—74, Zagreb 1958.
78. Botanical garden of the Pharmaceutical Faculty in Zagreb (1947—1957). — Dialectus seminum, pp. 3—16, Zagreb 1958.
79. Gljive. — Medicinska enciklopedija, pp. 425—427, Zagreb 1958.
80. Na pijescima Poljske. — Priroda, 1: 5—11, Zagreb 1959.
81. Zakopane, središte planinarstva u Poljskoj. — Naše planine, 3/4: 65—69, Zagreb 1959.
82. Na visokim Tatrama u Poljskoj. — Priroda, 7: 241—247, Zagreb 1959.
83. Lišaji.

106. Izumiranje nekih rijetkih biljaka. — *Priroda*, 2: 33—36, Zagreb 1964.
107. Međunarodno savjetovanje predstavnika Botaničkih vrtova u Hamburgu (1964). — *Hortikultura*, 4: 7—10, Split 1964.
108. Kako su nastale neke rijetke endemične i reliktno biljke. — *Biološki list*, 8: 117—119; 9: 129—132, Sarajevo 1964.
109. Nouvelle localité de l' *Astragale à feuilles étroites* (*Astragalus angustifolius* Lam.) en Dalmatie. — *Informationes botanicae*, 3: 7—10, Zagreb 1964.
110. Das Verbreitungszentrum von *Ephedra nebrodensis* Tin. in Kroatien. — *Informationes botanicae*, 3: 10—16, Zagreb 1964. (Sa Z. Martinis).
111. Population of mountain pine, *Pinus mugo* Turra, in the mountains of Croatia. — *Informationes botanicae*, 3: 16—20, Zagreb 1964. (S. A. Kajtna).
112. Ein sonderbarer Tannenwald auf dem Biokovo in Dalmatien. — *Informationes botanicae*, 3: 20—28, Zagreb 1964. (S. B. Klapka).
113. Botanički vrt ljekovitog i otrovnog bilja u Zagrebu. — *Hortikultura*, 2/3: 67—70, Split 1965.
114. Biokovo. — *Naše planine*, 3/4: 49—54, Zagreb 1966.
115. Poreklo našeg biljnoga sveta

za šumarska istraživanja Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Republički savjet za zaštitu prirode u Zagrebu (predsjednik), Komisija za posebnu zaštitu biljnih i životinjskih vrsta u Savjetu za zaštitu prirode SRH (predsjednik), Komisija za koordinaciju naučno-istraživačkog rada pri Republičkom zavodu za zaštitu prirode SRH, Komisija za predlaganje stručnih mjera i stručni nadzor u Velebitskom botaničkom vrtu (predsjednik), Redakcijski odbor »Prirode« (glavni urednik), Redakcijski odbor časopisa »Hrvatski planinar« (glavni urednik), Hrvatsko planinarsko društvo (potpredsjednik), Planinarsko društvo Zagreb i dr.

Povezano sa svojom djelatnošću i funkcijama KUŠAN je sudjelovao na mnogim domaćim i stranim savjetovanjima i sastancima, kao što su primjere: I i II Kongres biologa Jugoslavije, II i III Savezno savjetovanje stručnjaka za ljekovito bilje, V Međurepubličko savjetovanje o zaštiti prirode, Međunarodna savjetovanja botaničkih vrtova u Stuttgartu, Hamburgu, Münchenu, Grazu i Beču, X Internacionalni botanički kongres u Edinburghu itd.

U većini društava i sekcija, na gotovo svim spomenutim savjetovanjima, na kolokvijima Farmaceut

