

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

*Annales
pro experimentis foresticis*

12



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

OŽUJAK, 2017.

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

UNIVERSITATIS IN ZAGREB, FACULTATIS AGRONOMICŌ FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

Glasnik za šumske pokuse

ANNALES
PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

Volumen 12

ZAGREB IN JUGOSLAVIJA 1956
UNIVERSITATIS IN ZAGREB, FACULTATIS AGRONOMO - FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

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

GLASNIK
ZA ŠUMSKE POKUSE

Knjiga 12.

ZAGREB 1956
IZDAVAČKI ZAVOD JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE
ZNANOSTI I UMJETNOSTI

Urednik

Prof. dr. ing. MILENKO PLAVŠIĆ

Prof. Dr. ANDRIJA PETRAČIĆ:

VITALITET SADNICA SOFORE (SOPHORA JAPONICA L.)

(uz poseban prikaz vitaliteta različito odraslih sadnica)

DIE VITALITÄT DER SOPHORAPFLANZEN
(mit besonderer Rücksicht auf die Vitalität der verschieden entwickelten
Pflanzen)

UVOD - EINLEITUNG

Iz prijašnjih naših istraživanja^{1,2} o vitalitetu sadnica nekih važnijih vrsta lisnatog drveća upoznali smo njihovu otpornost protiv osušenja, ako neko vrijeme leže u nezaštićenom stanju – pošto smo ih izvadili iz gredica (tla).

Prema rezultatima tih pokusa možemo držati, da najmanju otpornost imaju *bukove* (*Fagus silvatica* L.) sadnice. Od jednogodišnjih biljčica, koje su jedan dan ležale na slobodnom prostoru (u početku aprila) – ostalo ih je na životu samo 4%.

Nešto veću, ali ipak razmjerno malu otpornost, pokazale su i jednogodišnje sadnice *gorskog javora* (*Acer pseudoplatanus* L.). Od njegovih jednogodišnjih sadnica ostalo je na životu – nakon trajanja nezaštićenosti od jednog dana – samo cca. 40%, a nakon nezaštićenosti od dva dana uginule su sve.

Sadnice *nizinskog brijesta*, *hrasta kitnjaka*, *hrasta lužnjaka*, zatim *poljskog* i *amer. bijelog jasena* (*Ulmus campestris* L., *Quercus sessiliflora* Salisb., *Q. pedunculata* Ehrh., *Fraxinus angustifolia* Vahl., *F. americana* L.) mnogo su otpornije protiv osušenja nego sadnice naprijed navedenih dviju vrsta drveća. Njih ostane na životu pošto odleže jedan dan na slobodnom prostoru 90–100%, nakon dva dana 80–90%, nakon tri dana 60–80%, a nakon četiri dana ostane ih još živih 20–40%. Od sadnica ovih vrsta drveća najviše su otporne sadnice poljskog jasena, a i sadnice amer. bijelog jasena, a najmanje su otporne brestove sadnice (napose one ponikle iza guste omaške sjetve).

Najveću vitalnost imaju *bagremove* (*Robinia pseudacacia* L.) sadnice. Jednogodišnje biljke sa duljinom stabljice od cca. 24 cm., primile su se sve nakon presađnje, iako su u posve suhim prilikama ostale nezaštićene ležeći i preko 10 dana.

Posve je razumljivo, da rezultati ovakvih istraživanja mnogo zavise o vremenskim prilikama u doba nezaštićenosti, kao i od odraslosti sadnica.

Ovim radom nadopunjujemo rezultate naših prijašnjih pokusa s podacima o vitalitetu sadnica sofore, koje se dosta često uzgajaju u šumskim rasadnicima i sade u šumama.

Sofora potječe iz Zapadne Azije, gdje joj je naravni areal u Istočnoj Kini i Koreji.

Rod sofora ide u porodicu mahunarka (*Papilionaceae*), i u potporodicu leptirnjača (*Papilionatae*). Lišće joj je neparno peroliko, 15–25 cm dugačko, s 9–15 listića na dosta dlakavom, glavnom rebro. Cvate veoma kasno, t. j. u. julu i augustu. Cvjetovi su svijetlo-žuti u uspravnim vršnim metlicama. Mahunice su oko 5–8 cm duge, sadržavaju 2–6 tamnosmeđih sjemenki, između kojih je mahuna sužena, zbog čega ona ne puca uzdužno.

Sofora dobro uspijeva u Castanetumu (H. Mayr), ali već u hladnijem dijelu ovog klimatskog pojasa, a napose u hladnijem Fagetumu trpi ponešto od studeni, t. j. znatan broj sadnica postaje donekle suhoveh. Sadnice, naime, rastu dugo ujesen, pa im vrhovi dovoljno ne odrvene (što im, međutim, ne smeta, da u proljeće nastave raste iz nižih zdravih pupova). I u šumskim rasadnicima Sjev. Jadrana opaža se ta pojava (radi hladne bure). U Sjev. Evropi dozrijevaju njezini plodovi samo u godinama s toplim ljetom i toplom jeseni.

Deblo sofore ima smeđu srž, koja je trajna. Radi njezina brzog prirasta, trajnog drveta i radi njezine znatne važnosti za pčelarenje (zbog veoma kasne cvatnje) goji se dosta često u parkovima, u drvodredima i u blizini pčelinjaka, a na pogodnom staništu i u šumama. Sofora raste u povoljnoj klimi vrlo brzo, ali samo na plodnom i dovoljno rahlom tlu. Do starosti od 20 godina razvije ona na takvom staništu odraslija stabla. Na mršavom, teškom i donekle kiselom tlu, kao i na kamenitom, krškom tlu raste polagano.

U šumskim rasadnicima sijemo njezino sjeme obično zajedno s dijelom mahune, koji se drži uz sjemenku. Sjeme ima dobru klijavost. Mlade biljke rastu brzo te su na koncu prve godine cca. 20–60 cm, visoke (Maksimir – Zagreb). Do treće godine imaju zelenu koru s narijetko smještenim lenticelama.

Korijenje im je dugačko, pa se kod sadnje sadnica obično prikraćuje. Sadnice (1 god.) su uglavnom veoma tanke s vrlo malim ljubičastosmeđim i bijelo-dlakavim pupovima.

Radí točnog upoznavanja vitaliteta soforinih sadnica, izvršili smo pokuse u fakultetskom šumskom vrtu u Maksimiru kraj Zagreba (120 m nadm. visine, tlo: pjeskovita ilovača) sa sadnicama, koje su nakon vađenja iz gredice ostale do sadnje ležeći nezaštićene od vjetra i sunca.

TOK ISTRAŽIVANJA - VERLAUF DES VERSUCHS

Jednogodišnje sadnice (visoke čca. 20-60 cm i pri tlu debele 3-10 mm) izvađene su 1. IV. 1949. iz gredice. Prije njihova sortiranja izbačen je ološ, t. j. posve slabe (sitne) biljčice. Za pokuse određene sadnice (1900 komada) sortirane su po odraslosti na najodraslije, na srednje odrasle i na slabo odrasle sadnice.

Isti dan (1. IV. 1949.) nakon vađenja sadnica iz tla i njihova sortiranja posađeno je odmah 100 sadnica na tablu za pokuse. Presađivano je po 10 sadnica na 1 tek. m, s razmakom redova od 25 cm. Kod toga su u prva tri reda sadene najodraslije sadnice (30 kom.), u srednja četiri reda srednje odrasle (40 kom.), a u zadnja tri reda slabo odrasle sadnice (30 kom.). Na taj način bilo nam je moguće upoznati vitalitet različito odraslih sadnica.

Od preostalih 1800 kom. izvađenih i sortiranih sadnica smješteno je 900 kom. (270+360+270) u zasjenu, t. j. pod krov poluotvorene šupe. Ovdje su sadnice bile zaštićene od sunca, kiše i rose, a samo donekle i od vjetra.

Drugih 900 (270+360+270) sadnica stavljeno je na drvene ljese (da ne primaju vlagu od tla) i smještene su na posve slobodan (otvoren) prostor, gdje su bile neprestano izložene naprijed navedenim atmosferilijama.

U toku daljnjih 9 dana presađivano je svakodnevno na isti način kao i dne 1. IV. po 100 (27+36+27) sadnica iz poluotvorene šupe (iz zasjene) i po 100 sadnica iz slobodnog prostora. Sadnice, koje su presađene odmah nakon vađenja iz tla (100 kom.), nisu uopće došle u položaj nezaštićenosti. Sadnice, koje su presađene nakon jednog dana, ležale su nezaštićene samo jedan dan, a one, koje su presađene nakon 2, 3, 4, 5, 8 i 9 dana ostale su u nezaštićenom položaju 2, 3 ... 9 dana.

Podaci o dnevnoj raspodjeli posla kod vršenja pokusnih radova i podaci o meteorološkim odnošajima u šumskom rasadniku u danima, kada su sadnice ležale nezaštićene, sadržani su u tabeli I.

Tabela I.

Datum	Dnevni red	Meteorološki podaci za radne dane
1. IV. 1949.	Vadenje sadnica iz tla (cca. 2000 kom.) ološ odstranjen, odbrojeno 1900 kom. sadnica, sadnice su sortirane po odraslosti u tri grupe (540 + 720 + 540 kom.), pa je <i>odmah</i> na tablu za pokuse presađeno 100 sadnica (30 + 40 + 30), a ostale su smještene i to: 900 kom. sortiranih sadnica (270 + 360 + 270) u sjenu 900 kom. sortiranih sadnica (270 + 360 + 270) na slobodni prostor	Sunce sijalo cijeli dan. Temperatura u hladu u 14h = 15,8° C
2. IV.	Od sadnica, koje su odležale 1 dan nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Sunce sijalo cijeli dan. Temperatura u hladu u 14h = 20,0° C
3. IV.	Od sadnica, koje su odležale 2 dana nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Sunce sijalo cijeli dan. Temperatura u hladu u 14h = 22,9° C
4. IV.	Od sadnica, koje su odležale 3 dana nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Sunce sijalo cijeli dan. Temperatura u hladu u 14h = 21,8° C
5. IV.	Od sadnica, koje su odležale 4 dana nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Izmjene oblačno i vedro. Temperatura u hladu u 14h = 20,7° C
6. IV.	Od sadnica, koje su odležale 5 dana nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Izmjene oblačno i vedro. Temperatura u hladu u 14h = 21,4° C
7. IV.	Od sadnica, koje su odležale 6 dana nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Većinom oblačno a od 16h kišovito Temperatura u hladu u 14h = 22,7° C
8. IV.	Od sadnica, koje su odležale 7 dana nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Ujutro malo kiše, a onda oblačno Temperatura u hladu u 14h = 8,4° C
9. IV.	Od sadnica, koje su odležale 8 dana nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Izmjene oblačno i vedro. Temperatura u hladu u 14h = 8,2° C
10. IV.	Od sadnica, koje su odležale 9 dana nezaštićene presađeno je: 100 sadnica iz sjene 100 sadnica iz slobodnog prostora	Izmjene oblačno i vedro. Temperatura u hladu u 14h = 10,8° C

Napomena: presađene sadnice zalijevane su samo prva 2 dana nakon presađnje.

REZULTAT POKUSA - VERSUCHSERGEBNIS

Od 100 sadnica koje su 1. IV. 1949. - pošto su izvadene iz tla i sortirane po odraslosti - presađene odmah na tablu za pokuse, ustanovljeno je 3. X. 1950. 99 komada živih sadnica t. j. 99%.

Uspjesi presađnje nezaštićenih sadnica iz zasjene odnosno iz slobodnog prostora, prikazani su u tabeli II (rezultati su donekle izjednačeni).

Tabela II.

Pregledna tabela o vitalitetu nezaštićenih sadnica sofore

Trajanje nezaštićenosti	Datum presađivanja	Od sadnica izloženih u zasjeni iznosi % primljenih				Od sadnica izloženih na slobodnom prostoru iznosi % primljenih			
		Ukupno od 100 sadnica a	Od 30 dobro odrasl. I	Od 40 srednje odrasl. II	Od 30 slabo odrasl. III	Ukupno od 100 sadnica b	Od 30 dobro odrasl. IV	Od 40 srednje odrasl. V	Od 30 slabo odrasl. VI
1. dan	2. IV.	92	100	95	80	73	97	70	53
2. dan	3. IV.	89	100	90	77	65	77	67	50
3. dan	4. IV.	85	97	85	73	61	77	67	37
4. dan	5. IV.	78	93	82	60	51	70	50	33
5. dan	6. IV.	68	90	67	47	27	53	20	10
6. dan	7. IV.	60	87	65	27	21	47	13	7
7. dan	8. IV.	32	57	25	17	15	43	5	0
8. dan	9. IV.	20	43	10	10	8	23	3	0
9. dan	10. IV.	13	33	5	3	5	13	2	0

Kao rezultat ovih pokusa posebno ističemo:

a) Da je od sadnica, koje su nezaštićene ležale u zasjeni (a), zadržalo svoj vitalitet i to: nakon trajanja nezaštićenosti, od:

1 dana	92%	6 dana	60%
2 „	89 „	7 „	32 „
3 „	85 „	8 „	20 „
4 „	78 „	9 „	13 „
5 „	68 „		

b) Da je od sadnica, koje su nezaštićene ležale na slobodnom prostoru (b), zadržalo svoj vitalitet i to: nakon trajanja nezaštićenosti od:

1 dana	73%	6 dana	21%
2 „	65 „	7 „	15 „
3 „	61 „	8 „	8 „
4 „	52 „	9 „	5 „
5 „	27 „		

Iz prednjih se podataka vidi, koliko se i samim stavljanjem sadnica u zasjenu čuva njihov vitalitet, ako ga uspoređujemo s vitalitetom (procenatom primljenih biljaka) onih sadnica, koje su istovremeno ležale nezaštićene na slobodnom prostoru.

Već je naprijed spomenuto, da su kod svakodnevne presađnje sadnica iz zasjene, kao i onih iz slobodnog prostora (po 10 redova sa 10 sadnica) sadene:

- a) u prva 3 reda najodraslije sadnice (30 kom.)
- b) u srednja 4 reda srednje odrasle sadnice (40 kom.)
- c) u zadnja 3 reda slabo odrasle sadnice (30 kom.)

Takvim rasporedom presađivanja dobiju se i rezultati o međusobnom odnosu vitaliteta različito odraslih sadnica, i to onih iz zasjene, kao i onih iz slobodnog prostora. Te su razlike prikazane u tabeli II. Vidi se, da je procenat primljenih sadnica iz najodraslijih grupa sadnica (I i IV) veći nego onaj iz grupa srednje odraslih sadnica (II i V), odnosno mnogo veći nego procenat iz grupa slabo odraslih sadnica (III i VI).

Iz činjenice, da je žilje odraslijih sadnica iste vrste drveća otpornije protiv osušenja nego žilje jednako starih, ali slabije odraslih sadnica, slijedi, da su starije sadnice iste vrste drveća – iz jednakih stojbinskih prilika – otpornije protiv osušenja nego mlađe sadnice, odnosno da su sadnice iste vrste drveća, koje su rasle u povoljnim stojbinskim prilikama, otpornije protiv osušenja nego jednako stare sadnice iz lošijih stojbinskih prilika.

Međusobno uspoređivanje vitaliteta sadnica raznih vrsta drveća – na temelju pribраних rezultata kod pokusa – smijemo provesti samo onda, ako su takvi pokusi vršeni istovremeno i na isti način s podjednako odraslim sadnicama. Kod pokusa provedenih u različitim godinama, mjesecima, danima (pa i satima) vladaju drugačije meteorološke prilike, a kod pokusa vršenih na raznim rasadnicima moramo uzeti u obzir drugačije pedološke prilike.

Naši su pokusi sa sadnicama sofore (1949) rađeni u istom rasadniku i gotovo u istom proljetnom razdoblju, kao i pokusi iz prijašnjih godina sa sadnicama nekih važnijih vrsta lišćara. To nam dopušta (ali samo donekle) međusobno uspoređivanje vitaliteta soforinih sadnica s vitalnošću sadnica ostalih vrsta naših lišćara. Kod takvog uspoređivanja dolazimo do zaključka (dosta vjerovatnog), da su soforine sadnice manje otporne protiv osušenja, nego jednako odrasle sadnice bagrema, poljskog i američ. jasena, a otpornije su nego sadnice gorskog javora, a napose od sadnica bukve. One pokazuju sličnu, odnosno tek nešto manju vitalnost nego sadnice hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka i nizinskog brijesta.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Resultat meiner Versuche über die Widerstandsfähigkeit einjähriger Sophorapflanzen gegen Austrocknung und Besonnung, wenn die vor der Pflanzung 1-9 Tage unbeschützt im Schatten einer Scheune, oder ganz im Freien bleiben, ist aus den Rubriken a bzw. b (Tabelle II) ersichtlich.

Nach den Prozentzahlen der am Leben gebliebenen Pflanzen, die unter a und b angeführt sind, und nach deren Vergleichung mit dem Ergebnisse früherer ähnlicher Versuche mit einigen Laubholzpflanzen (siehe: Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der ballenlosen Laubholzpflanzen gegen Austrocknung, Glasnik za šumske pokuse knj. 5, Zagreb 1937) kann man annehmen, dass die Vitalität der Sophorapflanzen geringer ist als die Vitalität der gleichentwickelten Pflanzen von Robinia pseudacacia, Fraxinus excelsior und F. americana; sie ist beiläufig gleich stark wie bei den Pflanzen von Quercus pedunculata, Qu. sessiliflora und Ulmus campestris; sie ist aber stärker als die Vitalität von Acer pseudoplatanus und besonders von Fagus silvatica - Pflanzen.

Die Rubriken I, II, III derselben Tabelle enthalten die Prozentzahlen, der am Leben gebliebenen *best*, *gut* und *schwach* entwickelten Pflanzen, die im Schatten gesetzt waren, und die Rubriken IV, V, VI die Prozentzahlen der *best*, *gut* und *schwach* entwickelten Pflanzen, die unbeschützt im Freien gesetzt waren.

LITERATURA

¹ Petračić A., Zaštita sadnica prije sadnje, Spomenica Poljoprivredno-šumarškog fakulteta, Zagreb 1929.

² Petračić A., Istraživanja o otpornosti nezaštićenih sadnica lisnatog drveća. Glasnik za šumske pokuse br. 5, Zagreb 1937.

Radnja primljena na štampanje 30. XII. 1954.

Dr. ROKO BENIĆ:

**ISTRAŽIVANJA O UČEŠĆU I NEKIM
FIZIČKIM SVOJSTVIMA BIJELI I SRŽI
POLJSKOG JASENA**

(FR. ANGUSTIFOLIA VAHL.)

*Investigations of Sapwood and Heartwood Rate and Their
Physical Properties in Narrow-leaved Ash (Fraxinus angustifolia
Vahl).*

Radnja primljena na štampanje 15. VIII. 1952.

Sadržaj - Summary

Predgovor - Preface

Uvod - Introduction

- I. Općenito o problemu osržavanja poljskog jasena - On the problem of transition from sapwood to heartwood of narrow-leaved ash in general
- II. Materijal za istraživanja - Experimental material
 1. Područje istraživanja - Area under investigation
 - a) Klima područja - Climate
 - b) Tipovi tala - Soil types
 2. Sastojinske prilike - Stand characteristics
- III. Metoda rada - Working method
 1. Terenski rad - Field work
 2. Laboratorijski rad - Laboratory work
- IV. Rezultati istraživanja - Results of investigation
 - A. Raspored i veličina srži i bijeli u deblu - Distribution and amount of heartwood and sapwood in stem
 1. Raspored srži unutar debla poljskog jasena - Distribution of heartwood within stem of *F. angustifolia*
 - a) Broj godova srži i bijeli - Number of annual rings in heartwood and sapwood
 - b) Promjer srži i širina bijeli - Diameter of heartwood and width of sapwood
 - c) Površina srži i bijeli - Heartwood and sapwood area
 2. Odnos između veličine krošnje i količine bijeli, odnosno srži kod poljskog jasena - Relation of tree-crown volume to quantity of sapwood or heartwood

- a) Razmatranje o odnosu između površine bijeli i srži na prijesjku debela u visini 2,40 iznad tla i veličine krošnje kod dominantnih stabala poljskog jasena na zemljištu I. bonineta – Considerations on the ratio between the sapwood and heartwood area in stem cross-section at 2,40 m above ground and the volume of tree-crown of narrow-leaved ash
 - b) Obračun odnosa između površine bijeli i veličine krošnje – Computation of the ratio between sapwood area and crown volume
 - c) Primjena rezultata istraživanja o zavisnosti količine bijeli od veličine krošnje kod uzgoja i procjene kvaliteta sastojine – Application of the results achieved
3. Starost, kod koje poljski jasen počinje obrazovati srž, i tok osržavanja u deblu – Age at which starts the transition of sapwood into heartwood and the course of such transformation
- B. Fizička svojstva srčevine i bjeljikovine poljskog jasena – Physical properties of heartwood and sapwood of narrow-leaved ash.
1. Sadržaj vlage srži i bijeli u dubećem stablu – Moisture content of heartwood and sapwood in standing tree
 2. Fizička svojstva srčevine i bjeljikovine – Physical properties of heartwood and sapwood
 - a) Volumna težina – Specific gravity
 - b) Nominalna volumna težina – Nominal specific gravity
 - c) Utezanje – Shrinkage
 - d) Točka zasićenosti žice vlagom – Fibre-saturation point
- V. Zaključak – Conclusions
Literatura – Literature

PREDGOVOR

Pri izboru tema za disertaciju prof. dr. A. Ugrenović, predstojnik Zavoda za tehnologiju drveta Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, upozorio me je na značenje problema srži kod naših domaćih vrsta drveća. Ovo pitanje za naše vrste drveća nije dosada proučeno, a ima veliko značenje za praksu, kako uzgoja, tako i iskorišćivanja šuma.

U vezi s time odlučio sam obraditi pitanje učešća i nekih fizičkih svojstava srži i bijeli poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) kao jedne od važnijih vrsta drveća, s kojom se susrećemo u šumarskoj praksi u nizinskim šumama. Kod obrade ove teme, imali smo u vidu t. zv. komercijalni pojam bijeli i srži ne upuštajući se u istraživanja fiziološke bijeli i srži. Prema tome, pod pojmom bijeli i bjeljikovine razumijevamo sav nebojjeni dio drveta a pod pojmom srži i srčevine obojenu srž.

Pitanje rasporeda srži unutar debela od velikog je značenja za iskorišćivanje jasenovine. Poznata je činjenica, da pojedina jasenova stabla imaju razmjerno veliku srž, a kod drugih je nema ili se pojavljuje u neznatnoj mjeri. Pojava srži negativno se odražava na vrijednost proizvoda u eksploataciji šume i mehaničkoj preradi jasenovine. S većom i nepravilnijom srži umanjuje se količina vrednijih sortimenata. Radi toga ovo pitanje ima ne samo naučno, nego i važno ekonomsko značenje.

Pri izradi metode i instrukcije za rad akademik prof. dr. A. Ugrenović, predstojnik zavoda za tehnologiju drveta, ukazao mi je veliku pomoć, za što mu se i ovom prilikom zahvaljujem. Njegovi savjeti koristili su mi također pri obradi materijala i izradi disertacije.

Dr. Ivi Horvatu, izv. profesoru za tehnologiju drveta i mehaničku preradu drveta na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu zahvaljujem za savjete pri obradi materijala i izradi disertacije.

Ing. Borivoj Emrović, st. asistent Zavoda za dendrometriju, pomagao mi je savjetima i literaturom kod statističke obrade podataka istraživanja, za što mu se i ovom prilikom zahvaljujem.

Sama istraživanja materijalno je omogućilo Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, na čijim objektima (šumarija Lipovljani) su istraživanja pretežno i vršena.

Prikupljanje komparativnog materijala običnog jasena (Fr. excelsior L.) omogućeno mi je susretljivošću Glavne uprave za šumarstvo N. R. Hrvatske odnosno Šumskog gospodarstva »Viševica« u Rijeci, koji su mi besplatno stavili na raspolaganje 5 kom. jasenovih stabala u masivu Risnjaka, i Gradskog narodnog odbora Zagreb (Šumarija »Sljeme«), koji mi je za ova istraživanja besplatno doznačio 5 kom. jasenovih stabala u Zagrebačkoj gori (vrh Sljemena).

Svima njima i ovom prilikom se zahvaljujem za pomoć, kojom su mi omogućili ova istraživanja.

Iz razloga štednje tabele 7, 8, 8a, 10, 10a i 11a nisu ušle u tisak. One stoje na uvid interesentima u Zavodu za šumske pokuse pod br. 129/1952.

UVOD - INTRODUCTION

Jasen je jedna od važnijih naših vrsta drveća naročito u nizin-
skim poplavnim šumama rijeka Save, Drave i Dunava. Prema no-
vijim istraživanjima (Fukarek, Lit 17) u nizinskim poplavnim
područjima rijeka Save, Drave, Dunava i Morave rasprostranjen
je poljski jasen - *Fraxinus angustifolia Vahl* (Fr. *oxycarpa Willd.*).
On ovdje dolazi uglavnom u mješovitim sastojinama s lužnjakom
(*Quercus pedunculata Ehrl.*), brijestom (*Ulmus campestris Smith*)
i nizom drugih listača (johom, topolom, a na sušim mjestima i s
grabom). To su poznate slavonske šume lužnjaka, brijesta i jasena,
koje je Horvat (Lit. 27) opisao kao asocijaciju *Querceto-Geniste-*
tum elatae. U ovakvim mješovitim sastojinama bira jasen vlažnije
položaje. Međusobni omjer pojedinih predstavnika ove šume za-
visi uglavnom o vlazi tla i o trajanju periodičkih poplava, koje
jasen razmjerno dobro podnosi. Na mjestima, koja su razmjerno
duže vremena izvrgnuta djelovanju poplavne vode, razvija se
obično čista sastojina poljskog jasena. Čiste sastojine poljskog ja-
sena nastaju vrlo lako prirodnim putem, jer se jasen vrlo brzo

razmnožava sjemenom, a budući da u mladosti brzo raste, uguši ostale vrste drveća, koje dolaze s njime u zajednici. U brdskim šumama na mjestima, koja osiguravaju dovoljnu količinu vlage za njegovo uspijevanje, raste obični jasen – *Fraxinus excelsior* L. Njegov visinski areal je razmjerno visok. Vajda (Lit. 55) navodi, da dolazi na Smolniku kod Gomirja na visini 1200 m, a mi smo ga našli u masivu Risnjaka (Janičarski vrh) čak na 1300 m nadmorske visine.

Za praksu iskorišćivanja šuma poljski jasen ima naročito značenje.

Prema podacima, s kojima raspolazemo (Statistika šuma i šumske privrede Jugoslavije za područje NR Slovenije i AP Vojvodine i podaci inventarizacije šuma i dvadesetogodišnje osnove sječa za područje NR Hrvatske), površina šuma obrasla jasenom (poljskim i običnim) iznosi kako slijedi:

Tabela – Table 1

Površina jasenovih šuma nekih narodnih republika
Area of woods of some federal republics and, the proportion
of narrow-leaved ash in them

Redni broj Serial number	Narodna republika Peoples' republic (or Aut. province)	Ukupna površina šuma Total area of woods	Od ukupne površine nalazi se pod jasenom Proportion of narrow-leaved ash	
		ha	ha	%
1.	Slovenija	832.920	550	0,07
2.	Hrvatska*	1.893.587	33.380	1,76
3.	Vojvodina	132.699	20.900	15,75
<i>Ukupno – Total</i>		2.859.206	54.830	1,92

* Bez područja Istre (Motovunska šuma)

Ovdje iskazane površine daju samo približnu sliku površina, koje zaprema jasen. Iskazani podaci predstavljaju prije minimum nego maksimum, jer se poljski jasen naročito brzo širi, na račun hrasta, u nizinskim poplavnim šumama.

Površina jasenovih šuma (površina čistih jasenovih šuma i površina, koju zaprema jasen u niz. mješovitim šumama) naročito dolazi do izražaja u šumskim gospodarstvima NR Hrvatske na području rijeka Save i Drave. U idućem pregledu (tabela 2) donosimo površine jasenovih šuma odnosno reducirane površine, koje zaprema jasen u mješovitim sastojinama na području tih gospodarstava:



*Čista sastojina poljskog jasena u nizinskim Posavskim šumama – Pure stand of *Fr. angustifolia* in the lower parts of »Posavske šume« Forest*

Tabela - Table 2

Površina jasenovih šuma u NR Hrvatskoj
Forest area in P. R. of Croatia and proportion of narrow-leaved ash
in that republic

Redni broj Serial number	Šumsko gospodarstvo Forest enterprise	Ukupna površina šuma Total forest area	Od ukupne površine otpada na jasen Proportion of narrow-leaved ash	
		hektara — hectares	%	
1.	Vinkovci	100.481	13.153	13,09
2.	Osijek	96.051	4.764	4,96
3.	Nova Gradiška	146.451	8.061	5,50
4.	Bjelovar	156.089	5.554	3,56
5.	Zagreb	296.031	2.122	0,72
6.	P. Š. Fak. Šuma- rija Lipovljani	8.049	1.842	22,88
<i>Ukupno - Total</i>		798.152	33.379	4,18

(Podaci prema 20-god. osnovi sječa)

Iz podataka vidimo, da površina, koju zaprema jasen u tim gospodarstvima, opada od istoka prema zapadu. Budući da su podacima obuhvaćene i brdske šume, učešće jasena ne izgleda znatno. No ako se uzmu u obzir samo nizinske šume, onda značenje jasena postaje veće. Tako na primjer od 23.954 ha nizinskih šuma Šumskog gospodarstva Nova Gradiška na površinu od jasenom (uglavnom poljskim) otpada 8.061 ha ili oko 34%. Sličan odnos postoji i u nizinskim šumama ostalih gospodarstava.

Poljski jasen ide među naše domaće vrste drveća, koje brzo rastu. On u razmjerno kratkom vremenskom razdoblju dostigne dimenzije, koje se traže u drvnoj industriji i lokalnoj upotrebi (debljine iznad 25 cm).

S obzirom na njegovo znatno učešće u nizinskim poplavnim šumama, jasenovina u znatnoj mjeri sudjeluje u proizvodnji tehničke oblovine te zauzima važno mjesto u eksploataciji šuma. Radi ilustracije navodimo podatke o učešću jasenovih trupaca u izvršenju plana sječe i izrade trupaca na području NR Hrvatske:

U god. 1949. izrađeno je na području NR Hrvatske po republičkim drvno-industrijskim poduzećima (Generalna direkcija drvne industrije):

jasenovih furnirskih trupaca	606 m ³ (1,5% od svih trupaca kakvoće F i L)
jasenovih trupaca za piljenje (A i B kakvoće)	39.208 m ³ (4,5% od svih pilanskih trupaca od listača)
Ukupno u 1949. g.	39.824 m ³ (3,9% proizvodnje trupaca od listača)

Međusobni odnos između trupaca za furnir (F)
i trupaca za piljenje (A i B) iznosio je 1,52% : 98,48%.

U god. 1951.* proizvodnja jasenovih trupaca iznosila je:
furnirski trupci (F) 114 m³ (0,55% svih F i L
trupaca od listača)
trupci za piljenje (A i B) 23.771 m³ (5,39% svih tru-
paca od listača za
piljenje)

Ukupno u 1951. g. 23.885 m³ (5,18% svih tru-
paca od listača).

Međusobni omjer između furnirskih i pilanskih trupaca iznosio je u 1951.
god. 0,48 : 99,52%.

Još jače dolazi do izražaja učešće jasenovine u ukupnoj proizvodnji tru-
paca, ako promotrimo podatke proizvodnje trupaca u 1951. god. kod poduzeća,
koja rade u području rijeka Save i Drave, t. j. koja rade na području nizinskih
poplavnih šuma iskazanih u tabeli 2. Napominjem, da podaci obuhvaćaju
samo proizvodnju republičkih drveno-industrijskih poduzeća, kojih je nadležni
organ bila Glavna direkcija drvne industrije NR Hrvatske, a nije uzeta u
obzir proizvodnja šumskih gospodarstava i kotarskih šumskih poduzeća i pri-
vatnika (seljaka), koja je također bila znatna.

Tabela - Table 3

Pregled proizvodnje jasenovih trupaca na području nekih drveno-industrijskih
poduzeća NRH u 1951. g.

Survey of the annual production of logs of narrow-leaved ash
in P. R. of Croatia in 1951.

Redni broj Serial number	Drvno-industrijsko poduzeće Timber industry	Proizvodnja u 1951. g. (od 1. I. do 31. XII.) Annual production in 1951					
		Furn. trupci Veneer logs		Trupci za piljenje (A i B) Saw logs (A and B)		Relacija među Relation between	
		m ³	% od ukupne proizvodnje % of total production	m ³	% od ukupne proizvodnje % of total production	F	A i B
1.	Slav. Brod	49	1,33	5.606	5,88	0,87	99,13
2.	Nova Gradiška	26	9,22	10.675	15,91	0,24	99,76
3.	Belišće	—	—	196	0,43	—	100,00
4.	Burdevac	39	0,96	1.200	1,71	3,15	96,85
5.	Sisak	—	—	6.094	10,34	—	100,00
<i>Ukupno - Total</i>		114	0,55	23.771	5,39	0,48	99,52

(Prema podacima Glav. direkcije drvne industrije NRH)

* Podacima za 1950. god. nismo raspolagali pa ih ne donosimo.

Iz ovih pregleda se vidi, da je proizvodnja jasenovine na području NR Hrvatske znatna. Dodamo li ovoj proizvodnji proizvodnju šumskih gospodarstava i kotarskih šumskih poduzeća u NR Hrvatskoj i proizvodnju u AP Vojvodini, koja ima znatnu površinu obraslu poljskim jasnom, možemo računati, da proizvodnja oblovine jasena u FNR Jugoslaviji sada iznosi na godinu najmanje kojih 50.000 m³.

Drvena industrija i šumarstvo zainteresirani su ne samo u količini jasenove oblovine nego i u njenoj kvaliteti. Jasenov furnir i piljena građa su važan eksportni artikal, a i domaća potrošnja im je znatna.

Prema vanjskim oznakama i tabelama sortimenata, koje se upotrebljavaju za procjenu jasenovine u dubjećem stanju (Mali šum. tehn. priručnik str. 162) od jasenove tehničke oblovine kod sastojina starih 60–100 god. otpada na: furnirske trupce (F kakvoća) 10%/o; trupce za piljenje (A i B kakvoća) 75%/o; i kolarsku oblu građu 15%/o. Prema tome od mase trupaca otpalo bi na F trupce preko 13%/o, a na trupce za piljenje (A i B) oko 87%/o.

Međutim, podaci o izvršenju proizvodnje (Tab. 3.) govore nam, da od ukupno proizvedene mase jasenovih trupaca otpada na furnirske trupce manje od 0,50%/o, a preko 99,50%/o trupaca čine trupci za piljenje (od tih pretežno trupci B kakvoće).

Ovako slabi kvalitetni omjer trupaca uglavnom je posljedica t. zv. smeđe srži (crno srce). Naime naši standardi za jasenovinu propisuju u pogledu učešća smeđe srži kod jasena ovo:

Furnirski trupci kakvoće F: dopušta se: smeđa jezgra do 33%/o promjera na tanjem kraju trupca; kod smeđeg jasena (osrženog jasena) smeđa jezgra mora zauzimati bar 80%/o promjera na tanjem kraju.

Kakvoća K (za kladarke) – dopušta se zdrava smeđa jezgra do 33%/o ($\frac{1}{3}$) promjera.

Kakvoća A – dopušta se: Zdrava smeđa jezgra do 50%/o ($\frac{1}{2}$) promjera na tanjem kraju.

Kakvoća B – dopušta se: Zdrava smeđa jezgra neograničeno.

Propisi postojećih standarda su prema tome preoštri. Oni nisu doneseni na temelju istraživanja naše jasenovine, nego potječu od bečkih i zagrebačkih uzanča, kojih propisi su u našim standardima donekle ublaženi. Tako na pr. bečke uzance dopuštaju kod jasenovih trupaca I. klase zdravu srž, koja zapremā do 15%/o srednjeg promjera trupca, a kod trupaca II. klase dopuštaju veću zdravu srž ne navodeći njenu veličinu. Zagrebačke uzance u tolerancijama uopće ne spominju učešće obojene srži.

Naoko lijepa punodrvna stabla, čista od grana, daju trupce s takvom jezgrom (srž), da njena veličina s obzirom na prednje propise snižava kvalitet proizvedenih trupaca. Omjer između furnirskih i pilanskih trupaca odlučan je naime za vrijednost debla, jer veći procenat vrednijih sortimenata povećava vrijednost debla.

S obzirom na to, plan obrazovanja srži kod poljskog jasena i veličina srži i njen raspored u deblu nisu interesantni samo za

nauku, nego i za šumarsku praksu: Cilj gospodarenja šumom nije naima postići samo najveću drvenu masu, nego i najbolji kvalitet te drvene mase, jer kvalitet podiže vrijednost.

Proučavanje kako rasporeda srži u deblu poljskog jasena, tako i fizičkih svojstava srževine i bjeljikovine ima važno značenje za donošenje standarda i propisa o kvaliteti oblovine poljskog jasena. Propisi o kvaliteti oblovine treba da se osnivaju na podacima istraživanja, jer samo tako mogu biti realni i mogu da udovolje potrebama prakse.

I. OPĆENITO O PROBLEMU OSRŽAVANJA POLJSKOG JASENA

(Problematika i cilj istraživanja)

On the problem of transition from sapwood to heartwood of narrow-leaved ash

(Problems and aim of investigation)

Već smo u početku istakli da ćemo se u ovom radu pozabaviti samo pitanjem obojene srži ne upuštajući se u istraživanja fiziološke srži. S obzirom na boju srži sve vrste drveća dijelimo na jedričave i bakuljave. Kod jedričavih vrsta drveća obojena srž je normalna pojava, do koje dolazi kod svih individua. Ona je manje više pravilnog oblika i smještena centrično. Bakuljavo drveće normalno ne obrazuje obojenu srž. Samo kod pojedinih vrsta bakuljavog drveća dolazi do obrazovanja obojene srži, koju tada nazivamo nepravom srži (bukva). S obzirom na porijeklo te nepravne srži ona može biti biotskog porijekla, t. j. uzrokovana nadražajem gljiva, koje prodiru u deblu, ili abiotskog porijekla iz eventualnih drugih uzroka (prodiranje kisika u drvo) ili nerazjašnjenih uzroka.

Kao jedno od prvih pitanja, sa kojim se susrećemo kod proučavanja osržavanja jasena, i to kako poljskog, tako i običnog, jest pitanje karaktera srži kod jasena i u vezi s time pitanje, među koje drveće s obzirom na osržavanje treba svrstati poljski jasen.

Neki autori (Rubner, Monroy, Oberli, Campredon) ubrajaju jasen u izrazito bakuljave vrste drveća, a njegovu srž smatraju nepravom srži, koja je posljedica patološkog procesa.

Drugi (Nördlinger, Trendlenburg, Brown-Panshin, Kollman, Ugrenović) ubrajaju ga u jedričave vrste drveća. Proces osržavanja jasena je prema njihovu mišljenju normalna pojava, iako osržavanje kod svih vrsta jasena počinje razmjerno u kasnijoj dobi.

Egzaktnih naučnih istraživanja o problemu osržavanja kod jasena, t. j. o problemu nastajanja i karaktera srži ne nalazimo mnogo u literaturi. Pogotovo nikakva istraživanja nisu dosada vršena o osržavanju poljskog jasena. Obični jasen je vrsta drveća, koja nije naročito mnogo zastupana u Zapadnoj Evropi a ni u Ame-

rici. Tako prema podacima U S Census Bureau (Brown, str. 44.) u proizvodnji građevnog drveta USA razne vrste jasena, lipe, kestena, brijesta, oraha i nekih drugih vrsta manjeg značenja sudjeluju svega sa 3,30%. Prema tom problemu jasenove srži nije bio toliko interesantan za drvenu industriju navedenih zemalja kao drugi brojni problemi.

Oberli (Lit. 44, 1937 g.) pretpostavlja, da je smeđa jasenova srž (ob. jasen - *Fr. excelsior*) po svojem nastanku analogna bukovoj nepravoj srži, t. j. da jedna i druga predstavljaju prirodnu zaštitu drveta protiv prodiranja gljiva. On se uglavnom bavi pitanjem rasporeda srži unutar jasenovih trupaca. Na temelju izmjere 57 komada trupaca srednjeg promjera 43,3 cm i dužine 3,4 do 12,8 m (u prosjeku 6 do 8 m) on stvara zaključke o rasporedu srži unutar trupaca i njezinom učesću.

Više autora se bavi problemom kvaliteta srži.

Kozarac (Lit. 33) o nastanku i djelovanju smeđe srži na kvalitet drveta poljskog jasena u šumama šumarije Lipovljani kaže, da pri jakim vjetrovima nastaju u smjeru godova pukotine između »starih-uskih« i »mladih-širokih« godova. Posljedica toga je »da najprije počne ono staro, a nakon toga i novo drvo potamnjevati. (smeđeje bivati) zatim crljeniti, napokon crniti i trunuti«.

Prema *Kozarcu* u jednodobnim sastojinama nema smeđe srži, »jer su tude stabla podjednako razdijeljena, uživajući svukoliko malne istu množinu svjetla i zraka, te prema tome tvore jednako debele godove, a bez naoko naglog prijelaza«.

On prema tome dovodi osržavanje u vezu s uzgojnim mjerama i uzrok osržavanja pripisuje razlikama u širini godova.

Tradelenburg (Lit. 52) pretpostavlja, da je smeđa jezgra jasenovine slična smeđoj jezgri hikorijevine, koja je istraživana u USA. Smeđa jezgra hikorijevine razlikuje se naime od obojene srži ostalih vrsta drveća time, što kod nje nema promjena u intermicelarnim prostorima (nema odlaganja infiltracijskih materija) te prema tome nema razlika u utezanju i bujanju između srčevine i bjeljikovine.

Krzyżak (Las Polski 18, No 7/8 1938 prema recenziji prikaza u časopisu »Holz als Roh- und Werkstoff« 1952. g. str. 250) na temelju svojih anatomskih i kemijskih istraživanja tvrdi, da je smeđa jezgra običnog jasena prirodna pojava, koja se sastoji samo u odlaganju boje te da ona prema tome ne predstavlja nepravu srž.

Frahm (Lit. 60) pretpostavljaju, da je smeđa jezgra običnog jasena posljedica osobina tla, kroz koji prolazi korijenje. On prema tome dovodi osržavanje u vezu sa pedološkim činiocima.

Möller i *Gram* (Lit. 41) su istraživanjima dokazali da fiziološka bijel običnog jasena obuhvaća samo jedan ili nekoliko perifernih godova, koji opasuju fiziološku srž. Ova fiziološka srž se po boji ne razlikuje od bijeli. Svjetlosmeđa do gotovo crna srž, koje se često pojavljuje kod jasena, može se okarakterizirati kao nepravu srž.

Više istraživača se bavilo istraživanjem tehničkih svojstava srčevine i bjeljikovine običnog jasena.

Tako *Armstrong* (Lit. 1) na temelju svojih istraživanja dokazuje, da između tako zvane »crne srži« (black heart) i normalnog drveta, pod kojim razumijeva centralni neobojeni dio (t. j. fiziološku neobojenu srž) nema razlika u čvrstoći. Ukoliko se razlike i pojavljuju, one su posljedica porasta volumne težine od periferije prema centru, što je karakteristično za sve prstenasto porozne vrste drveća.

Prema *Kollmanu* (Lit. 36) smeđa srčevina obične jasenovine je tehnički jednako vrijedna kao bjeljikovina. Između srčevine i bjeljikovine nema razlika u čvrstoći.

Što se tiče uzroka, koji dovode do obrazovanja smeđe srži u deblu običnog jasena, Kollman (Lit. 37) navodi, da oni nisu razjašnjeni, ali odbija mogućnost, da bi smeđa srž bila posljedica napadaja gljiva. Kod toga ističe, da se smeđa srž ne smije miješati s nešto svjetlijom zaštitnom srži, koja se pojavljuje uz bušotine insekata i u blizini trulih graña. Smeđu jasenovu srž Kollmann ubraja među nepravde srži zajedno sa crvenom, sivom i miraznom srži bukovine.

Bamford i Van Rest (Lit. 2) su vršili kemijska istraživanja crne srži jasena (black heart) na istom materijalu, koji je istraživao Armstrong. Oni su dakažali, da komercijalni defekt »crne srži« ne povlači za sobom nikakve nepravilnosti u proporciji triju glavnih sastojaka drveta (celuloza, lignin i pratioci celuloze). Neke razlike postoje u ekstraktivima. Tako na primjer alkoholni ekstrakt crne srži ima jak fenolni miris, koji se ne pojavljuje u ekstraktu normalnog drveta (fiziološke nebojene srži).

Prema tome se vidi, da je pitanje jasenove srži u literaturi razmjerno slabo obrađeno i da se mišljenja razilaze.

Zadaci su naših istraživanja s obzirom na dosadašnje radove na ovom problemu i s obzirom na to, da se u našim nizinskim šumama nalazi poljski jasen, ovi:

1. Ustanoviti vrijeme (starost), u koje počinje obrazovanje obojene srži kod jasena:

U nauci ima nazličnih mišljenja o tome, kada počinje osržavanje kod jasena. Jedni autori [De Bary (Lit. 50), Wilhelm (Lit. 59)] navode, da obični jasen počinje osržavati u starosti od cca. 40 god. (Klein - Lit. 34, dapače stavlja početak osržavanja u doba između 27. i 40. god starosti), a drugi [Trendelenburg (Lit. 52), Kollmann (Lit. 36), Ugrenović (Lit. 45)] navode kao dob, u kojoj počinje osržavanje kod jasena, starost od 70 odnosno 80 godina. Svi navedeni podaci iz literature odnose se na obični jasen u Njemačkoj i ne mogu se primijeniti na naš poljski jasen ne samo radi toga, što se radi o drugoj vrsti, nego i radi raznolikosti klimatskih prilika.

Zajedno s ovim problemom postavlja se i pitanje *toka procesa osržavanja*. Naučno naime nije dosada istraženo, u kojem dijelu debla počinje proces osržavanja, kako isti napreduje i kako dugo traje osržavanje jednog goda odnosno jedinice promjera (cm), t. j. kolika je *brzina osržavanja*;

2. Ustanoviti raspored srži i odnose srži i bijeli unutar debla, i to kako u tranzverzalnom, tako i u longitudinalnom smjeru debla;

Oberli je pokušao ustanoviti raspored srži u jasenovu deblu, ali kako se njegova istraživanja odnose samo na pojedine trupce običnog jasena, ne daju odgovor na postavljeno pitanje, a pogotovo ne za poljski jasen. Raspored srži u deblu igra odlučnu ulogu kod racionalnog iskorišćavanja i kod standardizacije;

3. Utvrditi, da li postoje razlike u fizičkim svojstvima srževine i bjeljikovine poljskog jasena.

Normalna je pojava, da vlaga srži i bijeli kod većine vrsta drveća nisu iste. Srž je naime u dubjećem stanju obično suša od bijeli (naročito kod četinjača).

Isto tako je normalna pojava, da je *volumna težina srži* veća od one bijeli.

Prema Kollmannu (Lit. 36) kod jasenovine (obični jasen) nema znatnih razlika u težini srži i bijeli. Cilj je ovih istraživanja i u tome, da utvrdi ove faktore kod poljskog jasena.

Među fizička svojstva drveta ide i *svojstvo utezanja i bubrenja*. Osrženo se drvo normalno manje uteže od neosrženog. Prema Trendelenburgu (Lit. 52),

kod običnog jasena nema razlike u utezanju drveta srži i bijeli. Istraživanja treba da odgovore i na to pitanje za našu jasenovinu, i to kako za poljski tako i za obični jasen.

Da se dobije potpuni pregled o problemu osržavanja jasena, trebalo bi izvršiti kako anatomsku tako i fitopatološka istraživanja. Anatomsku istraživanja trebalo bi da odgovore na pitanje, da li postoje razlike u anatomskoj građi drveta srži i bijeli, t. j. da li postoje razlike u broju i veličini tila unutar sudova bijeli i srži, a fitopatološka da pokažu, da li je osržavanje vezano uz pojavu gljiva (hife u provodnim elementima) i da li je ono normalna pojava ili je prouzročeno patološkim djelovanjem gljiva.

Budući da ova istraživanja traže posebni studij i posebnu metodu, to problem anatomskih i fitopatoloških istraživanja nije ušao u opseg ovog rada.

Odgovoriti na pitanje, da li je osržavanje jasena normalna ili patološka pojava, pokušao sam na osnovu istraživanja drugih svojstava. To su: pravilnost, po kojoj se odvija osržavanje, težina i utezanje osrženog i neosrženog drveta.

Kod toga pretpostavljam, da u anatomskoj građi drveta srži i bijeli poljskog jasena nema nikakvih bitnih razlika, kao što je to dokazao Gramm (Lit. 41) za obič. jasen. Isto tako novija istraživanja govore, da se u osrženoj jasenovini ne može dokazati prisustvo gljiva (Kollmann 37).

II. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJA - EXPERIMENTAL MATERIAL

1. Područje istraživanja - Area under investigation

Posavske šume šumarije Lipovljani (Šumsko gospodarstvo Poljoprivredno-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu) predstavljaju tipični objekt nizinskih šuma u poplavnom području rijeke Save.

Iako podaci dobiveni istraživanjem u ovim šumama vrijede samo za njih i bližu okolicu, ipak će se moći korisno upotrebiti za sve nizinske šume u poplavnim područjima rijeka Save, Drave i Dunava (t. zv. slavonske šume), u kojima dolazi poljski jasen. Poljski jasen u ovim šumama nalazi se bilo u mješovitim sastojinama sa lužnjakom i brijestom, bilo u čistim sastojinama.

Radi upoređenja rezultata istraživanja poljskog jasena odabrali smo također po 5 stabala običnog jasena, i to iz Zagrebačke gore (Sljeme, nadmorska visina 1.020 m) i iz Gorskog Kotara (šumski masiv Risnjaka-Risnik odj. 2, nadm. visine 870 m - šumarija Crni Lug, Šumskog gospodarstva »Viševica« u Rijeci).

Na sl. 1, označena su područja, iz kojih potječu stabla odabrana za ova istraživanja, a na sl. 2, 3 i 4 prikazana su šumska područja i sastojine, gdje su birana stabla.

Pregled probnih stabala i sastojina
Survey of tree and stand samples

Tabela - Table 4

Dob. razred Age class	Nalazište - Habitat				Sastojina - Stand						Probno stablo - Sample tree										
	Predjel Forest district	Odjel i odsjek Comp. and sub-comp.	Tlo - Soil		Nadm. visina Altitude m	Starost Age god. years	Vrsta Form	Omjer smjese Mixture ratio	Obrast Density index	Sklop Crown closure	Drvena masa Volume m ³ /ha	Red. broj Serial number	Starost Age god. years	Biološki razred Biolog. class	Prsni promjer d. b. h. cm	Visina Height m	Čisto deblo Clear length m	Volumen debla Stem volume m ³	Krošnja - Crown		
			Tip - Type	Bonitet Site class															Sred. prom. Mean diam. m	Duljina Length m	Volumen Volume m ³
Gospodarska jedinica »Posavske šume« šumarije Lipovljani - poljski jasen (Fr. angustifolia)																					
A) Mješovite sastojine hrasta, brijesta i p. jasena Mixed stands of Qu. pedunculata, Ulmus campestris and Fr. angustifolia																					
I	Cardačinska greda	166/b	Minero-organogeno močvarno tlo (tip 2) Mineral-organogenic swampy soil (type 2)	I	97	18	Mješovita sastojina visokog uzgoja Mixed stand of high forest system	p. jasen Fr. angust. 0.2 am. jasen Fr. americ. 0.4 brijest U. camp. 0.2 hrast Qu. pedunc. 0.2	Potpuno Complete	80	35	19	Nisu diferencirani Not differentiated	8.8	9.50	7.70	0.032	2.20	1.80	4.6	
											36	14		10.0	9.70	3.30	0.037	2.25	5.40	19.8	
											37	14		6.2	7.20	3.20	0.013	1.80	4.00	6.8	
											38	9		4.4	7.80	4.60	0.006	1.30	3.20	2.8	
											39	14		6.9	14.00	7.30	0.027	1.30	6.30	5.6	
											40	14		5.6	11.60	7.60	0.061	3.20	5.70	32.5	
											41	17		9.4	12.10	5.50	0.020	1.65	5.10	7.3	
											42	19		9.7	11.60	6.30	0.047	3.05	5.30	25.8	
											43	16		10.5	12.60	4.30	0.056	2.55	7.30	24.8	
											44	14									
II	Vrhoviti jarak	176/b	Minero-organogeno močvarno tlo (tip 2) Mineral-organogenic swampy soil (type 2)	I	95	40	Mješovita sastojina visokog uzgoja Mixed stand of high forest system	p. jasen Fr. angust. 0.3 brijest U. camp. 0.2 hrast Qu. pedunc. 0.4 ostalo other 0.1	Potpuno Complete	230	100	40	Dominantna stabla Dominant trees	10.4	15.00	10.40	0.059	2.75	4.60	18.2	
											101	40		11.0	15.00	10.60	0.063	2.35	4.40	12.7	
											102	41		10.2	14.90	9.00	0.056	2.65	5.90	21.7	
											103	39		10.8	15.80	12.00	0.072	2.50	3.80	12.4	
											104	41		10.6	15.40	11.20	0.071	2.25	4.20	11.1	
											105	38		Potisnuta stabla Suppressed trees	6.8	11.30	7.40	0.022	1.25	3.90	8.2
											106	38			5.4	10.50	8.00	0.014	0.45	2.50	0.3
											107	38			5.5	9.00	4.60	0.013	0.85	4.40	1.7
											108	42			6.0	8.90	5.90	0.013	1.15	3.00	2.1
											109	41			5.9	10.90	6.00	0.015	0.95	4.90	2.3
III	Opeke	149/a	Minero-organogeno močvarno tlo (tip 2) Mineral-organogenic swampy soil (type 2)	I	96	58	Mješovita sastojina visokog uzgoja Mixed stand of high forest system	p. jasen Fr. angust. 0.6 brijest U. camp. 0.1 hrast Qu. pedunc. 0.2 ostalo other 0.1	Potpuno Complete	370	24	56	Dominantna stabla Dominant trees		27.5	27.60	14.95	0.730	5.80	12.65	222.8
											25	56			36.0	28.30	18.70	1.351	7.80	9.60	304.8
											26	57			27.5	27.50	17.50	1.729	3.85	10.00	77.6
											27	59			31.9	28.50	16.90	1.085	5.90	11.60	229.3
											28	59			30.7	27.80	19.05	0.930	5.90	8.75	159.5
											29	59		Potisnuta stabla Suppressed trees	17.2	22.00	13.20	0.216	2.15	8.80	21.3
											30	59			15.2	20.00	14.00	0.179	1.40	6.00	6.2
											31	54			16.4	21.20	12.70	0.214	3.10	8.50	42.8
											33	56			12.5	17.10	12.90	0.119	1.55	4.20	5.3
											34	60			14.7	21.40	10.70	0.173	1.40	10.70	11.0

Tabela - Table 4 (nastavak - continuation 1)

Dobrazred Age class	Nalazište - Habitat				Sastojina - Stand						Probno stablo - Sample tree										
	Predjel Forest district	Odjel odsjek Comp. and sub-comp.	Tlo - Soil		Nadm. visina Altitude m	Stareost Age god. years	Vrsta Form	Omjer smjese Mixture ratio	Obrast Density index	Sklop Crown closure	Drvena masa Volume m ³ /ha	Red: broj Serial number	Starost Age god. years	Biološki razred Biolog. class	Prni promjer d. b. h. cm	Visina Height m	Gusto debla Clear length m	Volumen debla Stem volume m ³	Krošnjača - Crown		
			Sred. promjer Mean diam.	Dotina Length m															Volumen Volume m ³		
Tip - Type	Bonitet Site class																				
IV	Cardašinska greda	157/c	Minero-organogeno mečvarno tlo (tip 2) Mineral-organogenic swampy soil (type 2)	I	97	75	Mješovita sastojina visokog usgoja Mixed stand of high forest system	p. jaseu 0.3 Fr. angust. brijest 0.1 U. camp. hrast 0.5 Qu. pedunc. grab 0.1 C. betulus	1.0	Potpuno Com- plete	420	1	73	Dominant	25.0	27.70	19.55	0.599	6.80	7.80	177.9
												2	71	Dominant	82.1	28.00	19.80	1.116	6.90	8.75	215.6
												3	69	Dominant	27.7	27.70	17.15	0.784	6.50	7.70	261.9
												4	75	Dominant	27.7	28.00	19.10	0.764	6.00	10.85	204.5
												5	71	Dominant	35.0	25.65	18.45	0.639	4.60	7.20	79.8
												11	71	Dominant	35.0	27.45	14.60	1.254	6.00	12.55	236.6
												6	69	Suppressed	22.6	19.45	14.30	0.288	1.50	5.15	6.1
												7	69	Suppressed	14.6	20.85	14.95	0.182	1.00	5.90	5.1
												8	69	Suppressed	19.0	23.90	14.46	0.357	1.90	11.80	22.3
												9	70	Suppressed	23.6	22.70	11.50	0.556	2.30	7.90	20.2
10	66	Suppressed	19.6	18.10	11.90	0.146	3.00	6.20	29.2												
V	Opake	112/b	Minero-organogeno mečvarno tlo (tip 2) Mineral-organogenic swampy soil (type 2)	I	96	92	Mješovita sastojina visokog usgoja Mixed stand of high forest system	p. jaseu 0.2 Fr. angust. brijest 0.1 U. camp. hrast 0.6 Qu. pedunc. ostalo 0.1 Other	0.8	Potpuno Com- plete	400	60	92	Dominant	30.2	27.00	16.90	0.808	7.30	10.10	281.8
												61	91	Dominant	36.5	27.80	19.90	1.025	6.60	7.80	177.9
												62	85	Dominant	36.5	27.30	11.20	0.785	6.15	16.10	318.9
												63	87	Dominant	90.0	30.00	19.40	1.046	5.85	10.60	158.8
												64	102	Dominant	44.2	29.20	17.55	1.819	8.55	11.65	477.3
												70	90	Suppressed	18.9	21.30	14.50	0.288	3.85	6.80	52.8
												71	92	Suppressed	19.4	21.10	9.60	0.283	6.35	11.50	242.8
												72	95	Suppressed	20.4	22.20	11.20	0.355	7.05	11.00	286.3
												73	95	Suppressed	18.4	23.20	15.70	0.294	3.90	7.50	59.7
												74	91	Suppressed	19.7	23.70	13.80	0.389	3.15	8.90	46.2
VI	Opake	107/c	Minero-organogeno mečvarno tlo (tip 2) Mineral-organogenic swampy soil (type 2)	I	96	107	Mješovita sastojina visokog usgoja Mixed stand of high forest system	p. jaseu 0.3 Fr. angust. brijest 0.2 U. camp. hrast 0.5 Qu. pedunc.	0.9	Potpuno Com- plete	420	81	112	Dominant	39.2	31.90	14.60	1.872	9.20	12.30	531.4
												82	105	Dominant	44.5	30.80	19.70	1.956	11.10	11.20	722.5
												83	110	Dominant	43.2	31.10	13.00	1.882	8.10	17.10	587.4
												84	109	Dominant	58.1	30.80	18.10	1.516	7.60	12.20	869.0
												85	109	Dominant	41.2	31.70	14.65	1.671	7.95	17.10	666.9
												80	107	Suppressed	23.2	23.20	16.00	0.487	4.40	7.20	73.9
												86	07	Suppressed	24.9	21.00	9.00	0.468	8.40	12.00	403.4
												87	108	Suppressed	21.10	11.50	0.374	6.15	9.60	130.1	
												88	107	Suppressed	28.3	23.70	14.60	0.440	8.15	9.10	315.6
												89	107	Suppressed	20.2	23.00	14.00	0.272	6.60	9.00	205.2

Tabela - Table 4 (nastavak - continuation 2)

Dobit razred klasa	Predjel Forest district	Nastajiste - Habitat				Sastojina - Stand					Probnostabla - Sample tree																										
		Oldfield Camp-sub-camp.	Tlo - Soil		Nadm. visina m	Starost Age god.	Vrsta Form	Omjer amjese Mixture ratio	Obnati Density index	Štip Crown closure	Dvona main volume m ³ /ha	Red broj Serial number	Starost Age god.	Biološki razred Biological class	Penal promjer d. b. h. cm.	Visina Height m	Gibno deblo length m	Vale- men deblo Stem volume m ³	Krošnjaga-Crown prom. diam. m	Deblina Length m	Volum Volume m ³																
			Tip - Type	Bojitet Site class																		Tip - Type	Bojitet Site class														
II	Vrhoviti jarak	176/b	Mincero-organogeno (do tip 3) Mincero-organogeno swampy soil (type 3)	I	95	39	Cista sastojina p. jasena Pure stand of Fr. angust.	0.9	Poppan Crown-plate	230	90	37	13.6	19.70	12.00	0.142	2.05	7.70	16.9																		
											91	40	16.0	20.50	13.30	0.192	2.75	7.20	28.5																		
											92	39	15.9	21.50	12.80	0.191	3.25	8.70	48.1																		
											93	38	17.9	20.50	10.80	0.204	3.20	9.70	52.0																		
											94	46	14.6	18.40	10.60	0.135	2.90	7.80	34.3																		
											95	38	6.9	13.70	2.60	0.026	1.20	11.10	8.4																		
											96	41	9.3	14.80	7.70	0.045	1.35	7.10	6.8																		
											97	35	7.9	13.80	1.60	0.035	0.90	12.20	5.2																		
											98	39	8.2	13.90	2.30	0.035	1.53	11.60	11.1																		
											99	33	8.2	13.90	9.40	0.036	1.25	4.30	8.7																		
											III	Vrhoviti jarak	154/c	Mincero-organogeno (do tip 3) Mincero-organogeno swampy soil (type 3)	I	96	59	Cista sastojina jasena s pol. jelom, topolom i drug. gim vrstama Pure stand of Fr. angust. with indyvidually ad-mixed poplar and other species	0.9	Poppan Crown-plate	360	12	60	23.6	25.60	15.30	0.288	3.35	10.30	60.5							
																						13	61	23.6	25.95	16.05	0.291	2.85	9.90	42.1							
16	60	29.7	27.80	16.60	0.357	5.40	11.20	110.0																													
17	59	27.8	25.70	15.00	0.742	5.13	9.30	129.1																													
18	57	29.6	27.30	19.30	0.805	5.60	10.00	164.2																													
19	63	21.9	27.10	18.45	0.484	3.60	8.65	58.7																													
14	61	13.8	16.25	9.45	0.102	2.05	6.80	15.0																													
15	51	16.0	20.40	12.25	0.197	1.65	8.15	11.6																													
20	56	23.0	22.00	11.40	0.365	1.40	10.60	10.9																													
21	57	14.2	18.20	7.20	0.142	0.80	8.20	3.7																													
22	61	13.6	18.80	5.40	0.117	3.25	13.50	74.6																													
23	58	16.1	20.30	11.95	0.191	2.50	8.45	27.7																													
IV	Opcke	127/a	Mincero-organogeno (do tip 3) Mincero-organogeno swampy soil (type 3)	I	96	66	Cista sastojina jasena s pol. jelom, topolom i drug. gim vrstama Pure stand of Fr. angust. with indyvidually ad-mixed poplar and other species	0.8	Poppan Crown-plate	370	50	62	10.6	14.80	7.30	0.004	3.70	7.10	50.9																		
											51	65	14.4	19.30	10.30	0.149	5.65	9.00	62.8																		
											52	65	14.4	18.80	9.80	0.147	5.05	9.00	43.8																		
											53	66	16.6	17.50	8.10	0.171	1.05	14.40	28.7																		
											54	60	14.2	17.00	11.00	0.144	2.00	6.90	14.5																		
																						Potisnuta stabla Suppressed trees		43.5		31.70		17.30		1.520		10.110		14.40		708.1	
																						Dominantna stabla Dominant trees		38.2		30.00		14.95		1.657		6.55		15.05		498.1	
																						38.6		30.00		18.20		1.266		7.70		11.80		366.3			
																						28.8		26.60		18.20		1.266		6.45		11.10		288.1			
																						49		37.8		30.00		1.380		6.85		15.00		308.5			

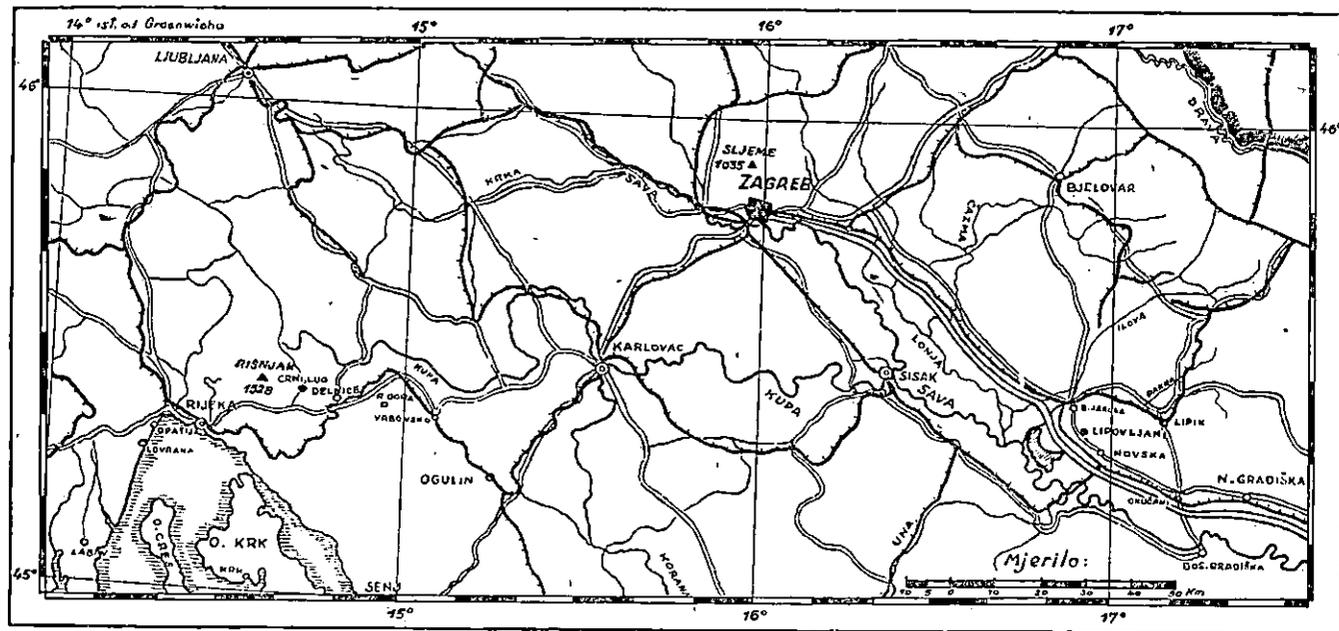
B) Ciste sastojine poljske jasena (Fr. angustifolia) - Pure stands of narrow leaved ash

Tabela - Table 4 (nastavak - continuation 3)

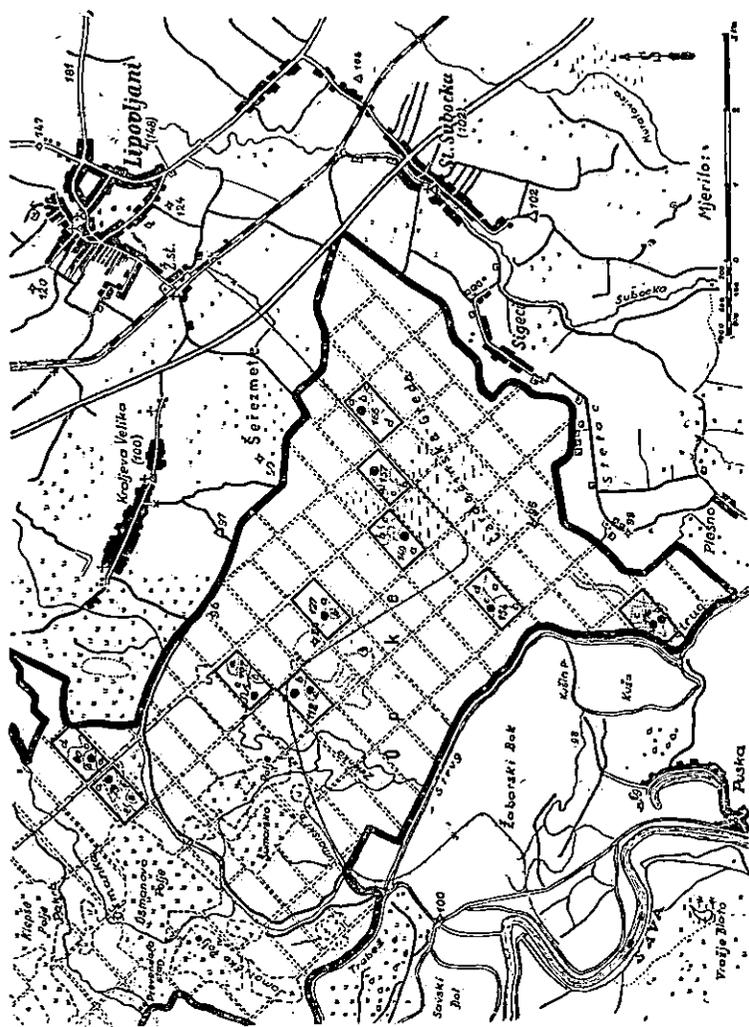
Dub. razred Age class	Nalazište - Habitat					Sastojina - Stand						Probno stablo - Sample tree										
	Predjel Forest district	Odjel i odsjek Comp. and sub-comp	Tlo - Soil		Nadm. visina Altitude	Starost Age	Vrsta Form	Omjer smjese Mixture ratio	Obrast Density index	Sklop Crown closure	Drvena masa Volume	Red. broj Serial number	Starost Age	Biološki razred Biolog. class	Prsni promjer d. b. h.	Visina Height	Čisto deblo Clear length	Volumen debla Stem volume	Krošnja - Crown			
			Tip - Type	Bonitet Site class															m	god. years	m ² /ha	god. years
V	Opeke	112/a	I	96	92	Čista sastojina jasena s pojedinačnim hrastovim i brestovim stablima Pure stand of Fr. angust. with individually admixed oak and elm trees	p. jasen Fr. angust.	0,9	ostalo Other	0,1	Potpun Complete	350	55	86	Dominantna	34,0	31,00	18,80	1,115	5,50	12,20	193,2
													56	91	Dominant							
													57	92	Dominant							
													58	89	Dominant							
													59	88	Dominant							
													75	99	Potčinuta	20,9	21,70	14,00	0,343	6,45	7,90	167,7
													76	89	Suppressed							
													77	80	Suppressed							
													78	91	Suppressed							
													79	92	Suppressed							
IV	Veliki Dol (Osmanovo polje - Plavnik)	79/f	II	93	68	Čista sastojina p. jasena Pure stand of Fr. angust.	p. jasen Fr. angust.	1,0	Potpun Complete	170	115	72	Dominantna	19,9	20,10	10,40	0,281	4,50	9,70	102,8		
											116	79	Dominant									
											117	67	Dominant									
											118	65	Dominant									
											119	75	Dominant									
											120	71	Potčinuta	12,4	12,00	9,80	0,127	3,30	3,20	12,5		
											121	62	Suppressed									
											122	74	Suppressed									
											123	58	Suppressed									
											124	62	Suppressed									
IV	Veliki Dol (Osmanovo polje - Plavnik)	80/c	II	93	68	Čista sastojina p. jasena Pure stand of Fr. angust.	p. jasen Fr. angust.	1,0	Potpun Complete	180	125	75	Dominantna	22,5	22,10	12,60	0,368	5,10	9,50	129,4		
											126	67	Dominant									
											127	74	Dominant									
											128	64	Dominant									
											129	75	Dominant									
											130	70	Potčinuta	12,2	14,30	7,60	0,082	3,25	6,70	37,0		
											131	70	Suppressed									
											132	61	Suppressed									
											133	59	Suppressed									
											134	63	Suppressed									

Tabela - Table 4 (nastavak - continuation 4)

Dob. razred Age class	Nalazište - Habitat				Sastojina - Stand							Probno stablo - Sample tree									
	Predjel Forest district	Odjel i odsjek Comp. and sub-comp.	Tlo - Soil		Nadm. visina Altitude m	Starost Age god. years	Vrsta Form	Omjer smjese Mixture ratio	Obrast Density index	Sklop Crown closure	Drvena masa Volume m ³ /ha	Red. broj Serial number	Starost Age god. years	Biološki razred Biolog. class	Prani promjer d. b. h. cm	Visina Height m	Čisto debljo Clear length m	Volumen debla Stem volume m ³	Krovinja - Crown		
			Tip - Type	Bonitet Site class															Sred. prom. Mean diam. m	Duljina Length m	Volumen Volume m ³
C) - Pojedinačna stabla polj. jasena (<i>Fr. angustifolia</i>) sa čistina (bara) Individual trees of <i>Fr. angustifolia</i> from clearings (swamps)																					
II	Plavnik (Omanovo polje)	79/b	Minero-organogeno močvarno tlo Mineral-organogenic swampy soil	III	93	30						110	31		22,1	13,10	7,10	0,180	4,65	6,00	67,9
												111	32		20,4	11,00	3,80	0,189	5,40	7,20	109,9
												112	30		23,1	12,10	5,60	0,198	6,65	9,50	220,0
												113	28		14,9	12,80	5,60	0,074	3,05	7,20	35,1
												114	27		19,0	13,10	4,60	0,161	6,10	8,50	165,6
Zagrebačka gora - Sljeme - Šumarija »Sljeme« GNO-a Zagreb - Obični jasen (<i>Fr. excelsior</i>) Zagrebačka Gora Mountain - Forest district »Sljeme« - Common ash (<i>Fr. excelsior</i>)																					
IV	Sljeme - led piramide Mountain (top near the pyramid)				1020	80	Obični jasen s celom i javorom te poj. drugim stablima Common ash with fir and maple and indi- vidually adm- ixed trees of other species	jasen 0,7 ostalo 0,3 Other	0,8	Potpun Com- plete		65	80	Dominantna stabla Dominant trees	21,7	18,50	11,30	0,273	5,65	7,20	120,3
												66	79		21,7	19,30	7,90	0,264	4,90	11,40	143,3
												67	83		23,2	15,00	9,40	0,327	3,05	5,60	27,3
												68	80		21,6	20,20	15,90	0,344	3,85	4,30	33,4
												69	80		26,1	20,30	10,10	0,469	3,85	10,20	79,1
Gospodarska jedinica Risnjak - Šumarija Crni Lug - Šum. gosp. Rijeka Ob. jasen (<i>Fr. excelsior</i>) Management unit »Risnjak« - Forest district »Crni Lug« - Forest enterprise Rijeka - Common ash (<i>Fr. excelsior</i>)																					
	Risnjak	2	Kamenito plitko tlo na vapnencu (krk) Stony shallow soil on the carbonate (krak)		890 do 900		Pojedinačna jasenova stabla u lomi jele i bukve Individual ash trees in the mixed selection forest of fir and beech					135	63	Dominant trees Dominant stabla	16,5	15,60	6,40	0,163	5,25	9,20	132,8
												136	64		16,3	18,50	11,00	0,186	4,50	7,50	79,5
												137	99		17,0	19,80	11,00	0,207	4,15	5,80	52,3
												138	90		18,1	16,80	9,80	0,195	4,85	7,00	86,2
												139	63		18,0	18,50	10,30	0,190	4,55	8,20	88,9



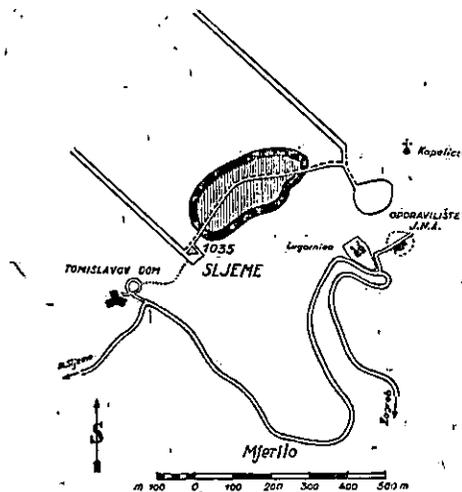
Sl. 1. Područja istraživanja - Regions investigated



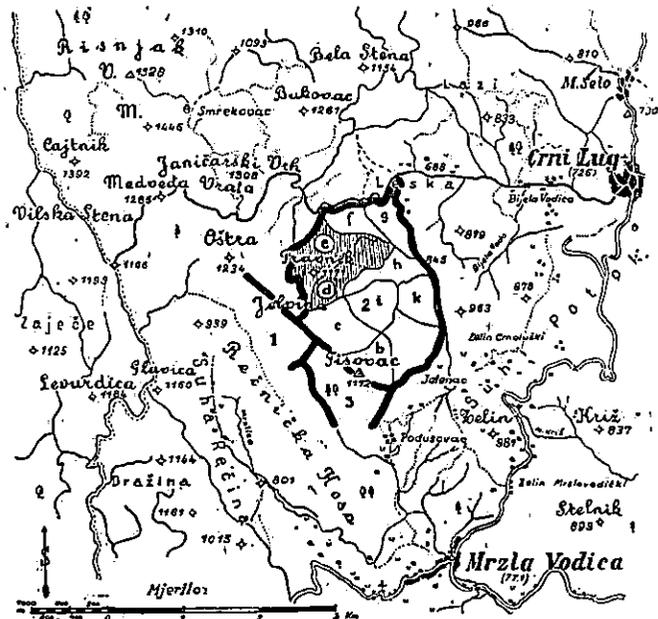
Sl. 2. Probne plohe u »Posavskim šumama« šumarije Lipovljani — Experimental plots in the forest »Posavske šume« (Forest district Lipovljani)

Utabeli 4 donijeli smo pregled sastojina, iz kojih potječe materijal za istraživanja i popis probnih stabala sa njihovim karakteristikama.

Kod bioloških istraživanja ekološki faktori su vrlo važan činilac. Budući da je drvo živ organizam, ono stoji pod utjecajem svijetlovanjskih faktora, koji zajedno sačinjavaju ekološke uvjete njegova rasta. Ti vanjski činioci se uglavnom svode na djelovanje klime i sastava zemljišta, iako uz njih djeluju i drugi faktori (insekti i t. d.). Radi uvida u ekološke faktore donosimo opis klime i tla područja, iz kojih smo uzimali materijal za ova istraživanja.



Sl. 3. Područje na kojem su odabrana stabla običnog jasena u Zagrebačkoj Gori – Stands of *Fr. excelsior* in Zagrebačka Gora Mountain from which the sample trees were taken



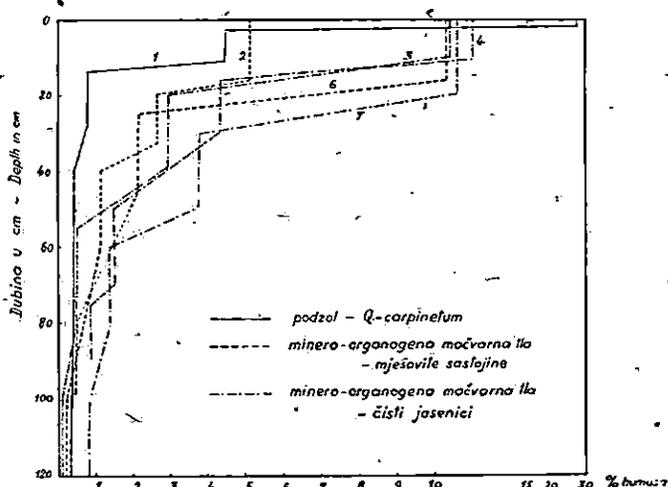
Sl. 4. Preborna sastojina bukve i jele sa pojedinačnim stablima običnog jasena u masivu Risnjaka u Gorskom Kotaru – Selection forest of fir and beech with individual trees of *F. excelsior* in the forest massif of »Risnjak«, Gorski Kotar

a) Klima područja istraživanja – Climate

Do svih podataka, koji karakteriziraju klimu područja istraživanja, nismo mogli doći, jer svi nisu registrirani, ali radi uvida u glavne karakteristike klime donosimo prosječne godišnje i mjesečne količine oborina i kretanje temperature u toku godine i u vegetacijskom periodu. Ovi podaci su približni, jer su obračunati prema jednoj ili više najbližih meteoroloških postaja. Oni su iskazani u tabelama 5 i 6.

b) Tipovi tala nalazišta poljskog jasena – Soil types

Osim klime rekli smo, da je važan činilac za uspijevanje pojedine vrste drveća i sastav tla. Kako je tema naših istraživanja osržavanje poljskog jasena, a u novijoj literaturi (Frahm Lit. 60) se pojavljuje i mišljenje, da osržavanje jasena treba dovesti u vezu sa sastavom tla, donosimo ukratko glavne karakteristike tla u nizinskim poplavnim šumama šumarije Lipovljani, u kojima su vršena istraživanja.



Sl. 5. Raspored humusa u profilima jasenovih tala u gospodarskoj jedinici »Posavske šume« šumarije Lipovljani – Distribution of humus in soil profiles of pure and mixed stands of *Fr. angustifolia* in the forest »Posavske šume«

Prema Gračaninu (Lit. 22) tla posavskih šuma u kojima uspijeva poljski jasen, možemo podijeliti uglavnom u tri tipa:

To su:

1. Podzoli sa najmanjim sadržajem humusa u horizontima;
2. Minerorganogena močvarna tla mješovitih sastojina lužnjaka, jasena i brijesta sa nešto većim sadržajem humusa u profilima i
3. Minerorganogena močvara tla čistih jasenika sa najvećim sadržajem humusa u profilima.

Boniteti staništa kod ovih istraživanja uzeti su prema podacima gospodarske osnove za posavske šume šumarije Lipovljani, koja je izrađena 1930. g. Osnova razlikuje tri boniteta.

Količina oborina - Precipitation rate

Tabela - Table 5

Redni broj Ser. no.	Područje Forest area	Količina oborina u - Precipitation rate in months													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Veg. per.	God. Ann.
		mm (lit./m ²)													
1.	Posavske šume Lipovljani	51	56	62	68	92	80	77	67	72	97	88	61	384	871
2.	Zagrebačka gora (Sljeme)	60	51	75	93	114	145	107	83	102	129	85	62	542	1106
3.	Gorski Kotar (Risnjak)	213	199	187	162	200	140	105	88	168	240	268	229	695	2199

Napomena: Prosječna količina oborina obračunata je iz podataka ovih meteoroloških stanica: 1. Novska - za vrijeme od 1925 do 1939; 2. Sljeme - za vrijeme od 1888-1889, 1911-1912, 1914-1922 i 1944-1948; 3. Delnice - za vrijeme od 1925-1928; 1931-1940 i 1947-1950.

Temperatura zraka - Mean air temperatures

Tabela - Table 6

Redni broj Ser. no.	Područje Forests area	Temperatura zraka u - Air temperature													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Veg. per.	God. Ann.
		°C													
1.	Posavske šume Lipovljani	+0,1	+1,6	+7,1	+11,6	+16,5	+19,7	+21,8	+21,0	+17,0	+11,7	+6,4	+2,8	Σ +107,6 +17,9	+136,8 +11,4
2.	Zagrebačka gora (Sljeme)	-3,0	-3,2	+1,6	+7,7	+11,3	+13,6	+15,7	+16,7	+13,6	+6,4	+2,6	-3,0	Σ +70,9 +14,2	+80,0 +6,7
3.	Gorski Kotar (Risnjak)	-2,8	-2,6	+1,5	+6,0	+10,5	+14,9	+17,1	+15,8	+12,2	+7,4	+3,5	-2,0	Σ +70,5 +14,1	+81,5 +6,8

Napomena: 1. Prosječna temperatura za posavsku šumu Lipovljani obračunata je kao sredina između Zagreba i Sl. Broda za vrijeme od 1904-1945 god.
2. Za Zagrebačku goru uzeti su oskudni podaci stanice Sljeme za vrijeme od 1943-1949 god.
3. Za Gorski Kotar uzeti su podaci stanice Ravna Gora za vrijeme od 1928-1937 god.

I. *bonitetni razred* čine tla, na kojima bilo hrast, bilo jasen ili brijest kroz cijelo vrijeme ophodnije izvrsno uspijeva. Tla ovog boniteta idu u tipove nabrojene pod 1 i 2 i 3.

II. *bonitetni razred* čine tla, na kojima navedene vrste drveća pokazuju znatno manje visine od stabala uzraslih na I. bonitetu i razlike u habitusu stabala. Na ovom bonitetu u starijoj dobi održava se jedino jasen, te su to većinom čiste jasenove sastojine. To su minenoro-organogena tla čistih jasenika (3 tip).

III. *bonitetni razred* sačinjavaju bare i sva tla u dubokim depresijama. S obzirom na pedološku podjelu i ova tla idu među minero-organogena tla čistih jasenika (3 tip).

Osim klime i sastava zemljišta važan činilac u sastojinama poljskog jasena je visina podzemne vode. Za visinu podzemne vode nema konkretnih podataka, ali ona je u nizinskim poplavnim šumama znatna te omogućava opstanak poljskog jasena, koji za svoje uspijevanje traži velike količine vode u tlu. Klimatske i hidrografske prilike utječu na formiranje staništa poljskog jasena.

2. *Sastojinske prilike – Stand characteristics*

Za istraživanja smo odabrali stabla u čistim i mješovitim sastojinama. Tabela 4 pokazuje opis sastojina i tipove tla u pojedinoj sastojini, iz koje smo izabrali stabla za istraživanja. U tabeli smo također dali dendrometrijske elemente pojedinog stabla, koje je služilo za istraživanja.

Kod odabiranja sastojina i stabala u sastojinama rukovodili smo se ovim:

S obzirom na bonitet odabrane su sastojine raznih boniteta. Kako sastojine na I. bonitetu tla čine glavnu masu sastojina u posavskim šumama, to stabla iz tih sastojina i sačinjavaju glavnu masu materijala. Budući da se poljski jasen pojavljuje u čistim i mješovitim sastojinama, u razmatranje su uzete jedne i druge.

Sastojine na I. bonitetu birane su tako, da budu zastupljena stabla svih dobnih razreda. S obzirom na položaj stabla u sastojini, iz svake sastojine odabrali smo stabla iz dvaju bioloških razreda: dominantna i potisnuta. Svaka sastojina zastupljena je sa po 5 (pet) dominantnih i 5 (pet) potisnutih stabala.

Pojedina stabla u sastojini birana su tako, da predstavljaju po svojoj debljini i visini prosječna stabla dotičnog biološkog razreda u sastojini.

Glavni istraživački materijal sačinjavaju stabla poljskog jasena sa I. bonitetnog razreda iz posavskih šuma Lipovljana, a sav ostali materijal služi manjeviše u komparativne svrhe.

III. METODA RADA - WORKING METHOD

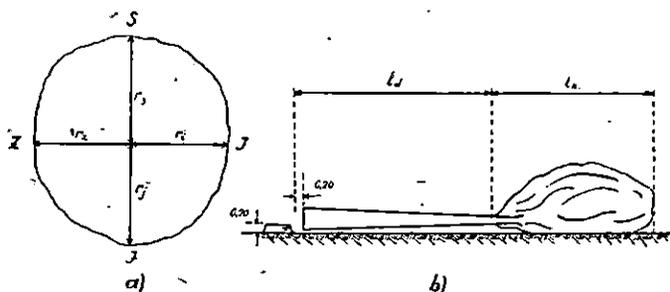
U cilju rješavanja postavljenih problema primijenili smo u radu metodu, koja se donekle poklapa s onom što ju je kod svojih istraživanja primjenjivao Trendelenburg (Lit. 52). Ta metoda nadopunjena je i djelomično izmijenjena s obzirom na zadatke ovoga istraživanja.

Sama metoda izložena je kako slijedi:

1. Terenski rad - Field work

Pri odabiranju za svako stablo su uzeti ovi dendrometrijski podaci:

promjer u prsnoj visini,
visina stabla (ona je točno izmjerena nakon obaranja),
srednji promjer krošnje,
dužina krošnje,
biološki razred stabla.



Sl. 6. Ustanovljivanje dimenzija krošnje: a) projekcija krošnje; b) dužina krošnje - Determination of crown size: a) Projection of the crown; b) Length of the crown

Prsni promjer stabla ustanovljen je sa točnošću 0,1 cm na kolutu ispiljenom iz prsne visine debla;

Visina stabla izmjerena je nakon obaranja sa točnošću na cijele decimetre, a isto tako i dužina čistog debla i dužina krošnje;

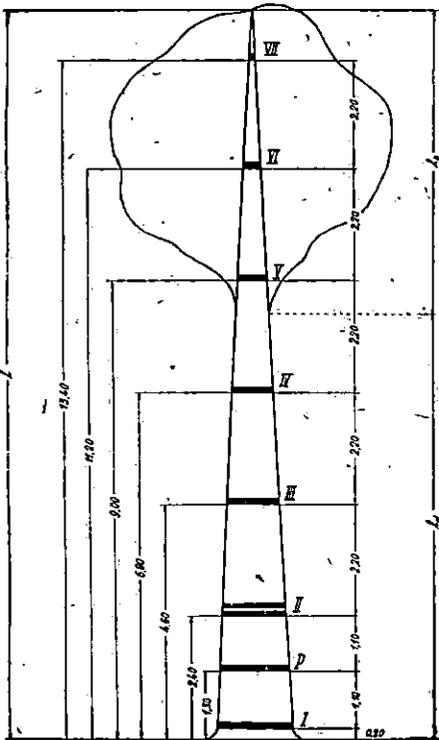
Veličina krošnje obračunata je na temelju srednjeg promjera krošnje i njezine dužine. Srednji promjer krošnje ustanovili smo iz projekcije krošnje mjerenjem 4 radiusa u smjerovima S, J, I i Z od debla, dok se stablo nalazilo u dubočem stanju. Budući da je visina pojedinih stabala znatna, to ovakvo određivanje promjera krošnje sadržava u sebi sistematske griješke, što treba imati na umu kod promatranja rezultata. Radiusi krošnje ustanovljeni su sa točnošću na cijele decimetre. Iz ovako ustanovljenih radiusa obračunat je promjer krošnje.

Dužina krošnje mjerena je direktno od prve grane do vrha stabla. Dužina je također ustanovljena na cijele decimetre. Budući da je dužina krošnje mjerena na oborenom stablu, ona je element više sigurnosti nego promjer krošnje.

Na sl. 6 shematski je prikazan način mjerenja dimenzija krošnje. Volumen krošnje obračunat je po formuli

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot l}{6} \dots m^3$$

U ovoj formuli označava d = promjer, a l = dužina krošnje. Volumen krošnje obračunat je uz pretpostavku, da ona ima oblik rotacijskog elipsoida. Kako ova pretpostavka potpuno ne odgovara stvarnosti, ovako obračunati volumen krošnje predstavlja samo jedan faktor njene veličine. U daljim izlaganjima nazivat ćemo ga veličinom krošnje.



Sl. 7. Raspored koluta za analizu u uzdužnom smjeru debla – Distribution of cross-sectional disks for analysis in the longitudinal direction of the stem

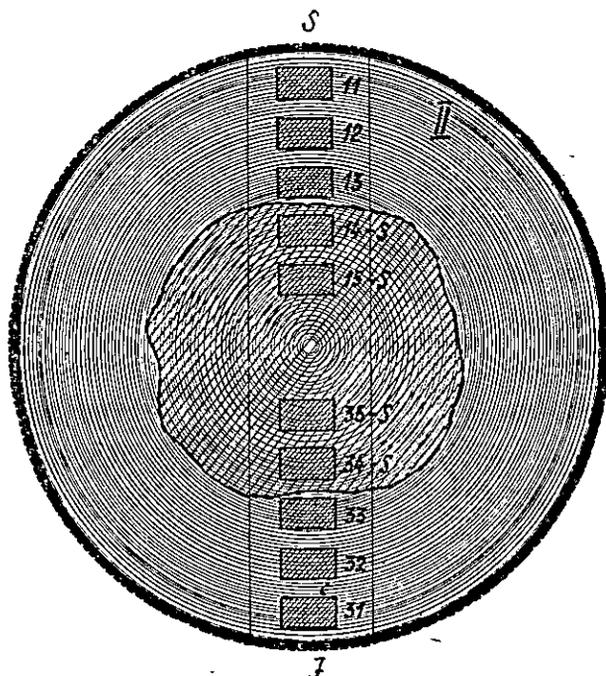
U svrhu proučavanja, podijelili smo stabla u 2 biološka razreda. To su dominantna stabla i potisnuta. Dominantna stabla odgovaraju Kraftovu I. i II. razredu, a potisnuta stabla Kraftovu IV. i V. razredu.

Podaci pojedinih stabala iskazani su u tabeli 4.

Nakon obaranja stabla, koje je izvršeno tako, da visina panja bude 20 cm, deblo je razmjereno na sekcije dužine 2,20 m te raspiljeno. Sa donjeg kraja svake sekcije otpiljen je kolut cca. 5,0 cm visine. Ovaj je služio za dalja laboratorijska mjerenja i ispitivanja. Koluti su označeni brojem stabla i svojim brojem, kako se to vidi iz sl. 7. Na slici je označena također i visina svakog koluta nad tlom. Osim sa donjeg kraja svake sekcije otpiljen je jedan kolut iz prsne visine. Sa visine 2,40 m otpiljen su dva koluta, od

kojih je donji služio za analizu, a gornji za određivanje sadržaja vlage u deblu.

Kod ovog smo imali u vidu postojanje fluktuacije sadržaja vlage u dubećem stablu, kako s obzirom na godišnje doba, tako i s obzirom na doba dana. Podaci dobiveni određivanjem vlage u dubećem stablu imaju prema tome relativnu vrijednost, kako ćemo to iznijeti u rezultatima.



Sl. 8. Raspored proba za određivanje sadržaja vlage – Distribution of specimens for the determination of the moisture content of sapwood and heartwood

Sadržaj vlage debla ustanovljen je na kolutu br. II (gornji) (2,40 m visina od tla). Iz srednjače u smjeru Sjever–Jug, iz svake grupe od po deset godina počevši od periferije, na licu mjesta izrađene su probe. Ove su direktno vagane apotekarskom vagom točnosti 0,1 gram. Raspored proba i njihovo označivanje izvršeno je, kako se to vidi iz sl. 8.

Pošto su probe na licu mjesta u svježem stanju izvagane, obilježene su i pohranjene. Kasnije je u laboratoriju ustanovljena vlaga svake probe, a iz njih obračunata prosječna vlaga srži i

bijeli. Način određivanja vlage prikazan je pod opisom laboratorijskog rada. Probe za određivanje sadržaja vlage nose oznaku stabla, koluta i grupe godina (Na pr. 119-II-15 S).

2. Laboratorijski rad – Laboratory work

Laboratorijski rad obuhvatio je ovo:

1. Određivanje sadržaja vlage srži i bijeli u dubećem stanju;
2. Analizu stabla i određivanje rasporeda srži i bijeli u deblu;
3. Utvrđivanje fizičkih svojstava: volumne težine, nominalne volumne težine i utezanja srčevine i bjeljikovine.

a) *Uloga srži i bijeli* ustanovljena je na probama, koje su za tu svrhu izrađene pri obaranju stabla. Način određivanja vlage bio je isti kao kod tehnoloških istraživanja (Lit. 54).

b) *Analiza stabala* provedena je na kolutima. Ona je obuhvatala:

Broj godina srži i bijeli. Broj godina srži i bijeli (a isto tako i promjer srži i širina bijeli) ustanovljeni su na donjoj strani koluta. Ovo je načinjeno iz razloga, da se dobiju podaci iz jednake visine debla te da se prema tome mogu komparirati. Najprije je utvrđen broj godina na pojedinom kolutu, i to direktnim brojenjem. Broj godina srži ustanovljen je u smjeru radiusa S, J, J i Z. U slučaju centrično smještene srži, prosječni broj godina srži ustanovljen je iz aritmetičke sredine broja godina srži u naprijed navedenim smjerovima.

Kod nepravilno smještene srži prosječni broj godina srži ustanovljen je iz površine srži utvrđene planimetričnim odbrajanjem toj površini srži odgovarajućeg broja godina ustanovljenog na temelju prosječnog radiusa srži.

Broj godina bijeli određivan je indirektnim putem odbijanjem broj godina srži od ukupnog broja godina na prijesjeku.

Promjer srži i širina bijeli ustanovljeni su mjerenjem radiusa srži i radiusa koluta u smjerovima S, I, J i Z, a širina bijeli deduktivnim putem iz promjera koluta i srednjeg promjera srži.

Polumjeri koluta i srži mjereni su s točnošću na 0.1 mm. Kod mjerenja polumjera koluta nije mjerena debljina kore.

Kod nepravilnog prijesjeka koluta (eliptičan, užlijebljen i sl.) i nepravilne srži njihove površine ustanovljene su planimetričnim polarnim planimetrom. Iz ovako dobivenih površina obračunati su odgovarajući promjeri.

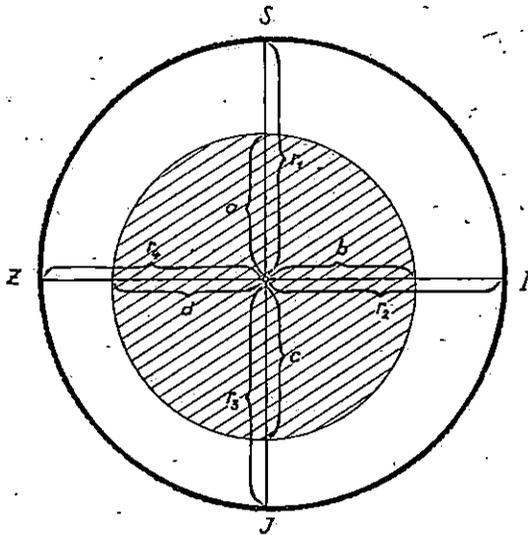
Planimetriranje je vršeno sa točnošću na cijele cm^2 .

Prosječna širina bijeli izvedena je deduktivnim putem iz promjera koluta i promjera srži.

Površina srži i bijeli ustanovljena je bilo računskim putem iz prosječnih radiusa odnosno promjera srži i koluta (u slučaju pravilnog prijesjeka) bilo planimetriranjem polarnim planimetrom sa zaokruživanjem na 1 cm². Budući da smo radili s ispravnim polarnim planimetrom, čije diferencije dvaju očitavanja ne prelaze 0,5%, a kod svakog mjerenja vršeno je 5 očitavanja i uzimana aritmetička sredina, točnost određivanja površina je zadovoljavala.

Volumen stabla i volumen srži i bijeli ustanovljeni su iz podataka analize stabala.

c) Fizička svojstva srčevine i bjeljikovine, t. j. volumna težina, nominalna volumna težina i utezanje ustanovljeni su na probama dimenzije 3×3×2 cm. Ove probe izrađene su iz srednjače koluta



Sl. 9. Ustanovljivanje promjera koluta i srži - Determination of diameters of disk and heartwood

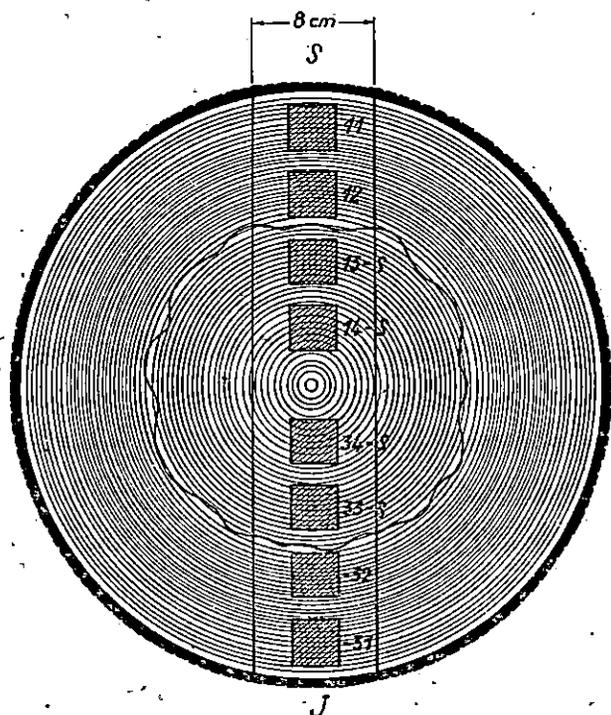
br. II, t. j. iz 2,40 m od tla. Srednjače su ispiljene u smjeru S-J. Po jedna proba zahvaća grupu od 20 godova. (Vidi sl. 10).

Srednjača Sjever-Jug gotovo je potpuno zahvatila srž. Radi toga nisu ni izrađivane probe iz smjera Istok-Zapad, kako je to uobičajeno kod istraživanja tehničkih svojstava drveta.

Utvrđivanje fizičkih svojstava srčevine i bjeljikovine poljskog i običnog jasena vršeno je na probama izrađenim iz odreska (koluta) debla sa visine 2,40 m od tla. Izrada proba izvršena je u svježem stanju, tako da je prosječna vlaga proba iznosila iznad 30%.

Odmah po izradi probe smo izvicali na torzionoj vazi, sa točnošću od 0,01 g. Dimenzije proba u radijalnom, tangencijalnom i longitudinalnom smjeru mjerene su preciznom promjenkom sa noniusom (šublerom), koja je omogućavala točnost od 0,05 mm.

Na temelju podataka mjererja dimenzija obračunat je volumen proba u svježem stanju. Ovakvo izrađene probe ostavljene su na žičanim rešetkama kod sobne temperature oko 30 dana, da se što je moguće više prirodno prosuše. Zatim su sušene u sušioniku do



Sl. 10. Raspored proba za istraživanje fizičkih svojstava bijeli i srži – Distribution of specimens for the determination of the physical properties of sapwood and of heartwood

0,0% vlage, kako se to radi kod ustanovljivanja vlage drveta. Po završenom sušenju probe su ponovo izvagane, te im izmjerene dimenzije u suhom stanju.

Na temelju ovih podataka obračunali smo volumen proba u apsolutno suhom stanju, volumnu težinu, nominalnu volumnu težinu, radijalno utezanje, tangencijalno utezanje, volumno utezanje i konačno faktor zasićenosti žice vlagom, t. j. onaj sadržaj vlage ispod kojeg je počelo utezanje probe. Svi ovi obračuni vršeni su na način koji je uobičajen u tehnološkim istraživanjima (Lit. 54).

Rezultati istraživanja obrađeni su variacijsko-statistički. Srednjaci pojedinih svojstava, standardne devijacije, srednje pogreške aritmetičkih sredina, srednje pogreške standardnih devijacija, koeficijenti varijacija i njihove srednje pogreške računati su po ovim izrazima (Lit. 54).

Aritmetska sredina:

$$m_x = \frac{\sum x_i}{n}$$

Standardna devijacija:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - m_x)^2}{n-1}}$$

Srednja pogreška aritmetičke sredine:

$$f_{m_x} = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Srednja pogreška standardne devijacije:

$$f = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$$

Koeficijent varijacije:

$$v = \pm \frac{\sigma}{m_x} 100\%$$

Srednja pogreška koeficijenta varijacije:

$$f_v = \pm \frac{v}{2n} \sqrt{1 + 2\left(\frac{v}{100}\right)^2}$$

Utvrđivanje signifikantnosti razlika među pojedinim aritmetičkim sredinama provedeno je obračunavanjem faktora signifikantnosti t , čija veličina po Fisher-u (Lit. 15) iznosi:

$$t = \frac{m_1 - m_2}{s} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

gdje su m_1 i m_2 aritmetičke sredine nizova, koji se uspoređuju, n_1 i n_2 brojevi opažanja u pojedinom nizu, a s prosječna standardna devijacija ovih nizova obračunata po formuli:

$$s = \pm \sqrt{\frac{1}{(n_1-1) + (n_2-1)} [(x_1 - m_1)^2 + (x_2 - m_2)^2]}$$

Kod ustanovljavanja signifikantnosti razlika prema veličini faktora t poslužio sam se Kollerovim dijagramom (Tavčar, str. 37 Lit. 61).

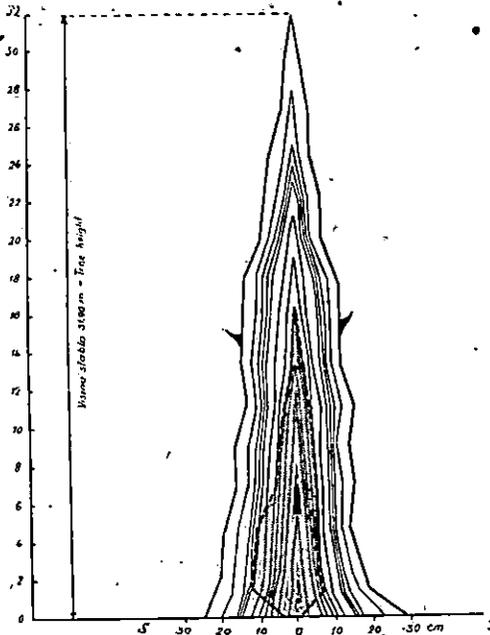
Kod obračuna korelacija poslužili smo se metodama Fishera (Lit. 15) i Pereligina (Lit. 54).

IV. REZULTATI ISTRAŽIVANJA - RESULTS OF INVESTIGATION

A) *Raspored i veličina srži i bijeli u deblu* – Distribution and amount of heartwood and sapwood in stem

1. *Raspored srži unutar debla poljskog jasena* – Distribution of heartwood within stem of *Fr. angustifolia*

Problem rasporeda srži unutar jasena malo je obrađen u literaturi. Oberli je, kako smo to već spomenuli (str. 21), djelomično



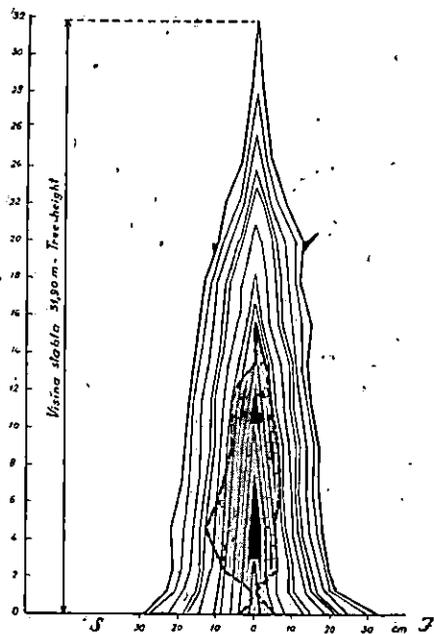
Stablo broj 81
Stem No. 81

Volumen	m ³	Volume of
Krajinje	531,4	crown
debla	1,812	stem
srži	0,160	heartwood
bijeli	1,712	sapwood

Sl. 11. *Raspored srži u deblu poljskog jasena (presjek sjever-jug)*
– Heartwood distribution in the stem of *Fr. angustifolia* (N-S cross-section)

obradio raspored srži u trupcima običnog jasena, ali to pitanje za naš poljski jaseen nije dosada uopće obrađivano.

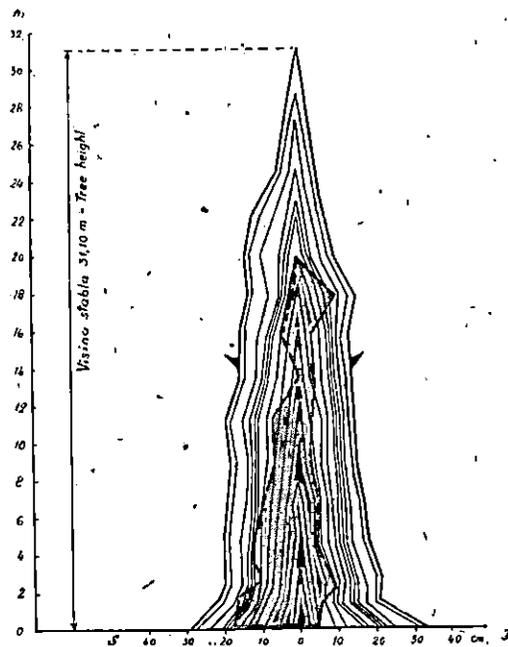
Na prvi pogled ne može se u rasporedu srži unutar debla kod poljskog jasena opaziti nikakve pravilnosti. Ako je promatramo



Stablo br. 82
Stem No. 82

Volumen	m ³	Volume of
krašnja	1225	crown
debla	1925	stem
srži	0199	heartwood
bijeli	1727	sapwood

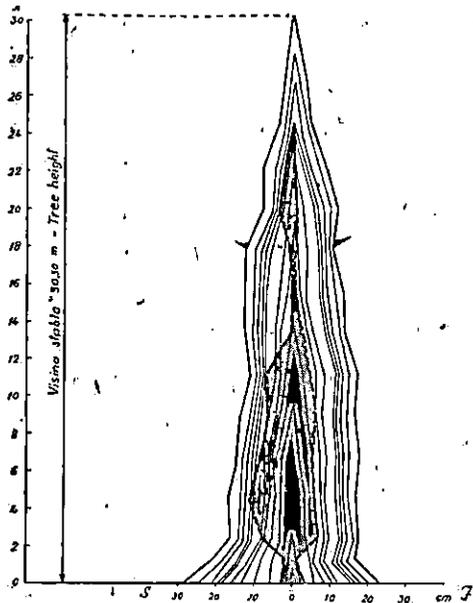
Sl. 12. Raspored srži u deblu poljskog jasena (presjek sjever-jug) - Heartwood distribution in the stem of *Fr. angustifolia* (N-S cross-section).



Stablo broj 83
Stem No 83

Volumen	m ³	Volume of
krašnja	5074	crown
debla	1882	stem
srži	0222	heartwood
bijeli	1660	sapwood

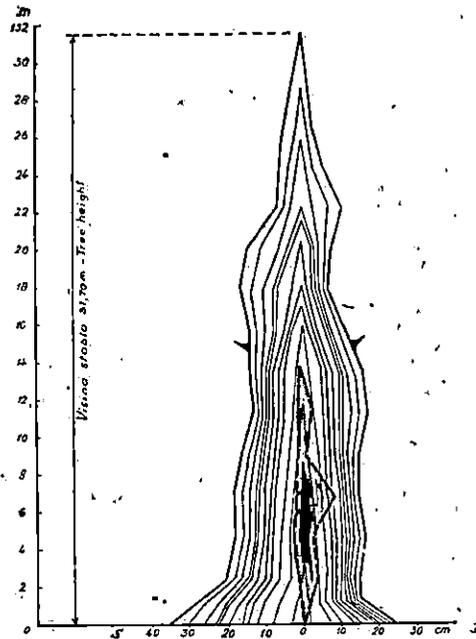
Sl. 13. Raspored srži u deblu poljskog jasena (presjek sjever-jug) - Heartwood distribution in the stem of *Fr. angustifolia* (N-S cross-section).



Stablo br. 84
Stem No. 84

Volumen	m ³	Volume of
krašnja	369,0	crown
debla	4,616	stem
srži	0,064	heartwood
bijeli	4,455	sapwood

Sl. 14. Raspored srži u deblu poljskog jasena (presjek sjever-jug) - Heartwood distribution in the stem of *Fr. angustifolia* (N-S cross-section).



Stablo broj 85
Stem No 85

Volumen	m ³	Volume of
krašnja	555,9	crown
debla	4,077	stem
srži	0,024	heartwood
bijeli	4,447	sapwood

Sl. 15. Raspored srži u deblu poljskog jasena (presjek sjever-jug) - Heartwood distribution in the stem of *Fr. angustifolia* (N-S cross-section).

na čelima pojedinih trupaca, srž izgleda potpuno nepravilna, manje više zvjezdastog oblika, smještena ekscentrično i t. d.

Doduše, općenito je poznato, da se granica srži i bijeli na poprečnom prijesjeku debla, a tako isto i u uzdužnom smjeru, i kod drugih vrsta drveća ne poklapa sa granicom godova. Međutim, kod jasena općenito, a kod poljskog jasena napose, to nepodudaranje granice srži sa granicom godova naročito je izrazito, i to tako u poprečnom, kao i u uzdužnom smjeru. Na sl. 11-15 prikazano je pet stabala poljskog jasena (uzdužni prijesjek u smjeru Sjever-Jug), gdje se to naročito ističe. Nepravilnost poprečnog prijeseka srži ističe se na sl. u prilogu (Vidi pril. II i III).

Podaci izvršenih analiza na većem broju stabala daju naslutiti, da i kod rasporeda srži u deblu poljskog jasena postoji neka zakonitost. Da obuhvatimo ovu zakonitost promatrać ćemo odvojeno: *broj godova srži i bijeli, širinu bijeli i promjer srži i površinu bijeli i srži.*

Na temelju ovih veličina i njihova odnosa s oblikom stabla, veličinom krošanja i bonitetom zemljišta pokušali smo izvesti zaključke.

a) *Broj godova srži i bijeli - Number of annual rings in heartwood and sapwood*

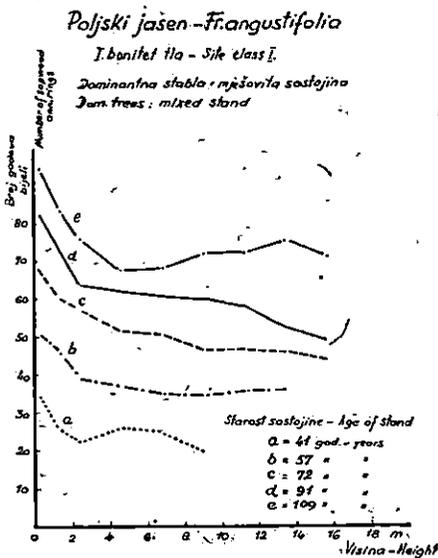
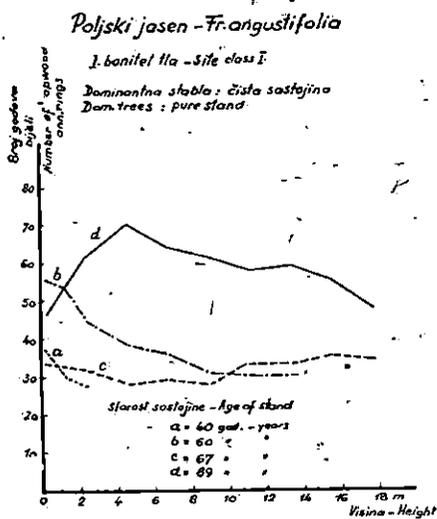
Već smo u uvodu naveli, da je većina istraživača svrstala obični jasen među vrste drveća sa širokom, bijeli i s razmjerno velikim brojem godova bijeli. Kod poljskog jasena već na prvi pogled opažamo da i on ide među drveće, koje ima razmjerno široku bijel, odnosno veliki broj godova bijeli, analogno običnom jasenu. Broj godova bijeli u raznim visinama debla nije jednak. On zavisi o visini prijesjeka debla, na kojem ga promatramo. O tome, kako se broj godova bijeli mijenja kod listača sa visinom prijesjeka u deblu, postoje među pojedinim vrstama drveća vrlo velike razlike. (Trendelenburg, Lit. 52).

Donosimo podatke o broju godova bijeli i srži kod nekih vrsta drveća, iako smatramo, da oni nisu potpuno komparabilni sa poljskim jasenom. Razlog je za ovo što nismo raspolagali podacima drugih vrsta, koje bi eventualno s obzirom na oblik srži više odgovarale jasenu (bukva).

Već je Hartig (Lit. 24) proučavao odnose koji postoje između broja godova bijeli i srži kod lužnjaka. On je na temelju svojih istraživanja došao do zaključka, da je broj godova bijeli kod potisnutih stabala jednake starosti manji nego kod dominantnih stabala. Isto tako je on utvrdio, da većoj krošnji odgovara manji broj godova bijeli nego manjoj krošnji. Prvi Hartigov zaključak, da je broj godova bijeli kod dominantnih stabala veći od broja godova bijeli potisnutih stabala, potvrđuju i naša istraživanja kod poljskog jasena. Drugi njegov zaključak ne vrijedi za poljski jasen, ako se promatraju stabla jednake starosti i jednakih debljina.

Broj godina bijeli nije konstantan u toku života stabla. On općenito raste sa starošću stabla. O tome govore istraživanja, koja su vršena na raznim vrstama drveća.

Vidron¹ (Lit. 56) je kod svojih istraživanja običnog bora (Pinus silvestris L.) dokazao, da broj godina srži običnog bora nije upravo proporcionalan sa starošću stabla iako sa njome raste. Tako po njemu stablo od 50 god. ima 20 godina srži; stablo staro 80 god. 35 godina srži; stablo od 110 god. 80 godina srži i stablo od 200 godina 110 godina srži.



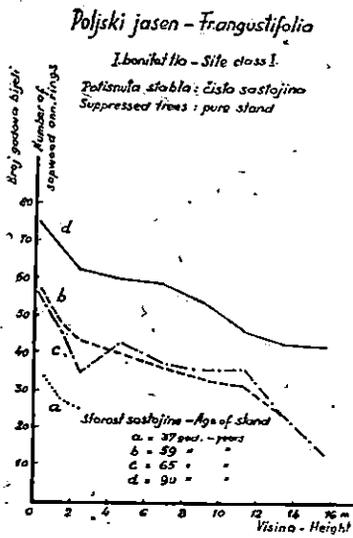
Sl. 16. Broj godina bijeli u longitudinalnom smjeru debla - Number of annual rings of sapwood in the longitudinal direction of the stem

Sl. 17. Broj bodova bijeli u longitudinalnom smjeru debla - Number of annual rings of sapwood in the longitudinal direction of the stem.

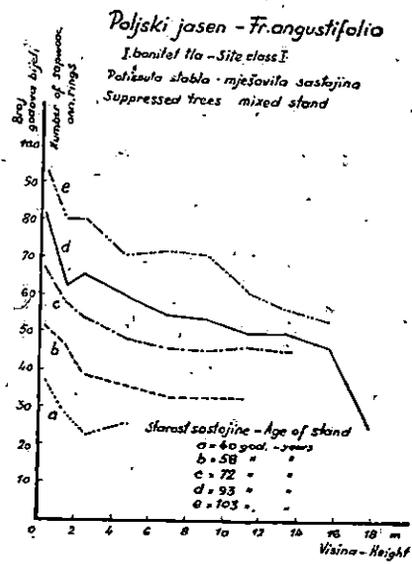
Werberg (Lit. 58) na temelju istraživanja običnog bora u Estoniji dokazuje, da učešće bijeli u ukupnom broju godina raste do 70-te godine starosti stabla, a iza toga opet pada. S obzirom na visinu prijesjeka debla, na kojem se promatra, broj godina bijeli pada od panja prema vrhu debla.

Da bih istražio odnose, koji postoje između broja godina bijeli i srži kod poljskog jasena, a djelomično i kod običnog jasena, obračunao sam srednje vrijednosti broja godina bijeli i srži kao i odnose, koji postoje između broja godina srži i bijeli na raznim visinama u deblu po grupama od 5 stabala istog biološkog razreda iste starosti i iste vrste sastojina (čista ili mješovita). Godovi su brojeni na prijesjecima jednake visine od tla, te se podaci mogu međusobno komparirati.

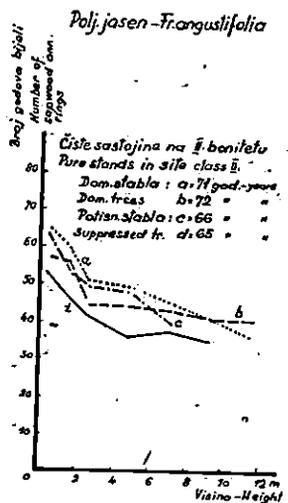
Ti podaci prikazani su u tabelama 8 i 8a i na sl. 16-21.



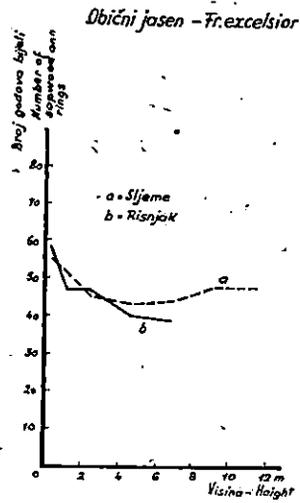
Sl. 18. Broj godova bijeli u longitudinalnom smjeru debla - Number of annual rings of sapwood in the longitudinal direction of the stem



Sl. 19. Broj godova bijeli u longitudinalnom smjeru debla - Number of rings of sapwood in the longitudinal direction of the stem



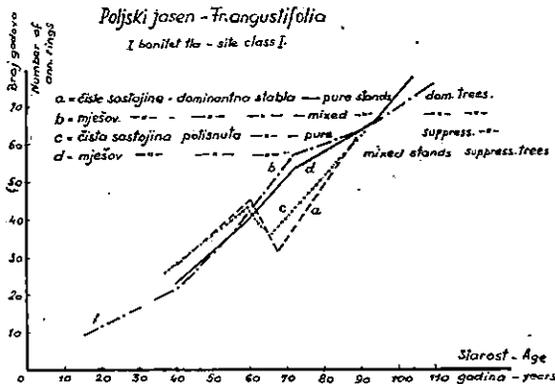
Sl. 20. Broj godova bijeli u longitudinalnom smjeru debla - Number of annual rings of sapwood in the longitudinal direction of the stem



Sl. 21. Broj godova bijeli u longitudinalnom smjeru debla - Number of annual rings of sapwood in the longitudinal direction of the stem

Oni nam pokazuju ovo:

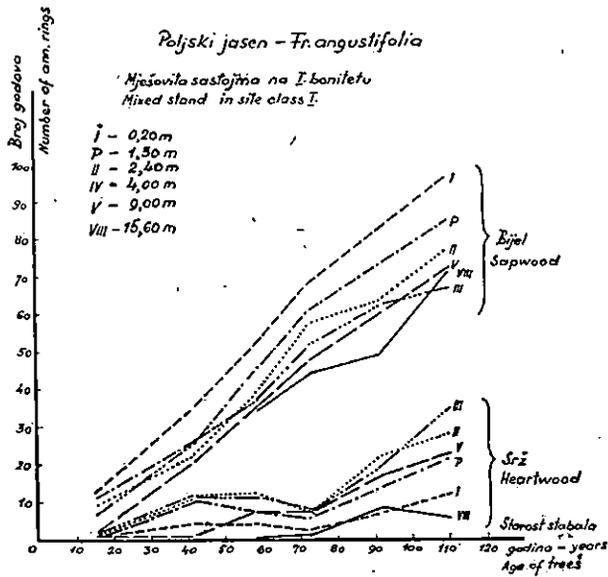
Broj godina bijeli, kako kod poljskog, tako i kod običnog jasena pokazuje tendenciju opadanja u longitudinalnom smjeru od panja prema vrhu debla. Najveći broj godina bijeli nalazi se obično u visini panja (oko 20 cm iznad tla), a zatim manje više pravilno opada prema vrhu debla (Sl. 16–21). Ukoliko se pokazuju izuzeci (dominantna stabla stara 67 i 89 god. u čistoj sastojini poljskog jasena na I. bonitetu; dominantna stabla stara 41, 57 i 109 god. u mješovitoj sastojini jasena, hrasta i brijesta na I. bonitetu; potisnuta stabla stara 65 god. u čistoj sastojini poljskog jasena na I. bonitetu; potisnuta stabla stara 40, 72 i 93 god. u



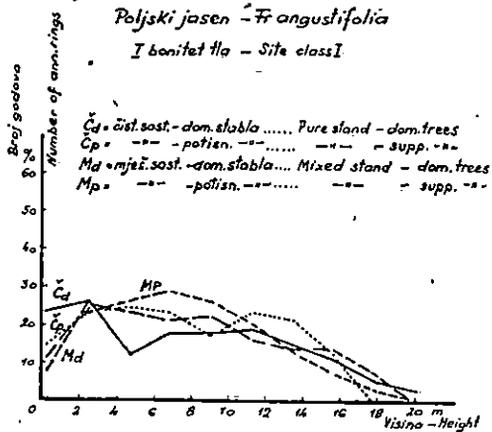
Sl. 22. Broj godina bijeli na presjeku debla u visini 2,40 m kod raznih starosti stabala - Number of annual rings of sapwood on the cross-section of the stem at a height of 2,40 m, considering the different tree ages

mješovitoj sastojini hrasta, poljskog jasena i brijesta na I. bonitetu; potisnuta stabla stara 65 god. u čistoj sastojini poljskog jasena na II. bonitetu; i obični jasen sa Sljemena), oni su uzrokovani razlikama u širini godina na prijesjecima debla u raznim visinama iznad tla. Naime potpuna pravilnost postoji kod promjena površina bijeli na prijesjecima raznih visina iznad tla. Površine bijeli od panja prema vrhu debla pravilno opadaju (Vidi poglavlje »Površina bijeli i srži«). Broj godina bijeli kod njezine iste površine zavisao je o promjeru debla na dotičnom mjestu i širini pojedinih godina. Veći promjer debla na nekom njegovu prijesjeku i veća širina godina uvjetuju njihov manji broj.

Broj godina bijeli na jednakoj visini debla kod stabala raznih starosti nije isti. Uglavnom sa starošću stabala broj godina bijeli



Sl. 23. Broj godova bijeli i srži kod raznih starosti stabala -
Number of annual rings of sapwood and of heartwood, considering
the different tree ages



Sl. 24. Učešće u broju godova u longitudinalnom
smjeru debla - Rate of heartwood in the total number
of annual rings in the longitudinal direction of stem

raste. Taj porast broja godova bijeli sa starošću stabala je gotovo linearan, kako se to vidi iz sl. 22 i 23.

Učešće broja godova srži kod poljskog jasena kulminira u donjoj četvrtini visine debla. Maksimalni broj godova srži nalazi se u deblu na visini između 2,40 i 6,80 m od tla.

Širina bijeli kod poljskog i običnog jasena ne može se izražavati brojem godova bijeli, jer je on vrlo varijabilna veličina. Broj godova bijeli na nekoj visini u deblu je funkcija mnogih faktora (debljine debla na dotičnom mjestu, širine pojedinih godova i naročito volumena lisnate krošnje). Kod naših ispitivanja poljskog i običnog jasena broj godova bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m od tla kretao se u ovim amplitudama:

I. Dominatna stabla poljskog jasena – na I. bon. razredu	o 12 do 96 god.
II. Potisnuta stabla poljskog jasena – na I. bon. razredu	20 do 90 god.
III. Dominantna stabla poljskog jasena – na II. bon. razredu	36 do 63 god.
IV. Potisnuta stabla poljskog jasena – na zemljištu II. boniteta	34 do 59 god.
V. Pojedinačna stabla poljskog jasena – sa čistina (bare – III. bon.)	17 do 23 god.
VI. Dominatna stabla običnog jasena – iz Zagrebačke gore (Sljeme)	31 do 47 god.
VII. Dominatna stabla običnog jasena – iz prebornje šume Gorskog Kotara . . (Risnjak)	39 do 57 god.

Iz ovog pregleda se vidi, da su amplitude kolebanja broja godova bijeli vrlo široke. To kolebanje je najveće kod dominantnih stabala poljskog jasena iz sastojina na I. bon. razredu, a neznatno je kod stabala uzraslih na osami. To se može tumačiti time, što su razlike u veličini krošnje kod stabala na osami gotovo neznatne u usporedbi s onim kod stabala iz sastojina. Varijabilnost u kolebanju broja godova bijeli na jednakoj visini u deblu jasnije se ističe, ako usporedimo broj godova bijeli kod stabala iste starosti. Taj pregled prikazuje tabela 9.

Tabela - Table 9

Broj godova bijeli kod sastojina razne starosti
Number of annual rings of sapwood in uneven-aged stands

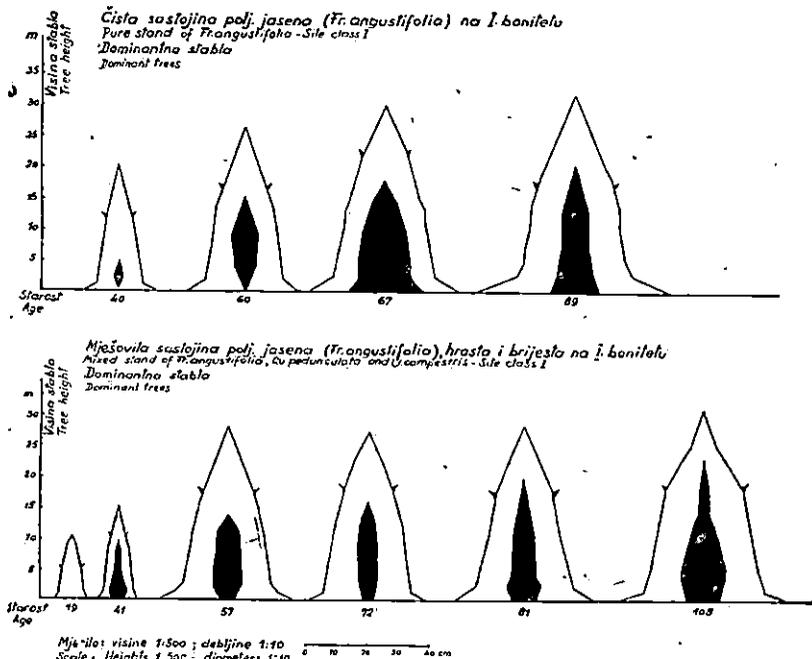
Redni broj Ser. no.	Vrsta jasena Species of ash	Starost sastojine Age godina years	Broj opažanih stabala Number of sample trees		Broj godova bijeli na visini 2,40 m Number of ann. rings of sapwood in stem cross-section height 2.40 m	
			Dom. Dominant	Potšn. Suppressed	Domin. stabla Dominant trees	Potšn. stabla Suppressed trees
Posavske šume - šum. Lipovljani - I. bonitet »Pos. šume« - Lipovljani - Site class I						
1.	Poljski jasen	40	10	10	12.....32	22.....30
2.	Fraxinus angustifolia Vahl.	50	10	12	32.....52	26.....54
3.		65	5	5	25.....49	32.....45
4.		70	6	5	46.....67	41.....63
5.		90	10	10	29.....80	54.....80
6.		107	5	5	48.....96	66.....90
Posavske šume - šum. Lipovljani - II. bonitet »Pos. šume« - Lipovljani - Site class II						
7.	Poljski jasen Fr. angustifolia	68	10	10	36.....63	34.....59
Posavske šume - šum. Lipovljani - III. bonitet »Pos. šume« - Lipovljani - Site class III						
8.	Poljski jasen Fr. angustifolia	30	5		17.....23	

Iz tabele se vidi, da je amplituda kolebanja između najmanjeg i najvećeg broja godova bijeli veća kod starijih nego kod mladih stabala. To je, kako smo već prije istakli, u vezi s većim razlikama među veličinama lisnatih krošanja kod starijih nego kod mladih stabala.

Općeniti broj godova bijeli raste sa starošću stabla.

b) *Promjer srži i širina bijeli – Diameter of heartwood and width of sapwood*

Kao što broj godina bijeli nije stalna veličina, već zavisi o starosti stabla, o promjeru, na kojem je promatramo i o veličini lisnate krošnje, tako ni širina bijeli na prijesjeku debla nije uvijek ista. Ona u najvećoj mjeri zavisi od promjera debla na visini, u kojoj je promatramo. Trendelenburg (Lit. 52 – str. 150) navodi, da širina bijeli na nekom prijesjeku debla pokazuje velike razlike

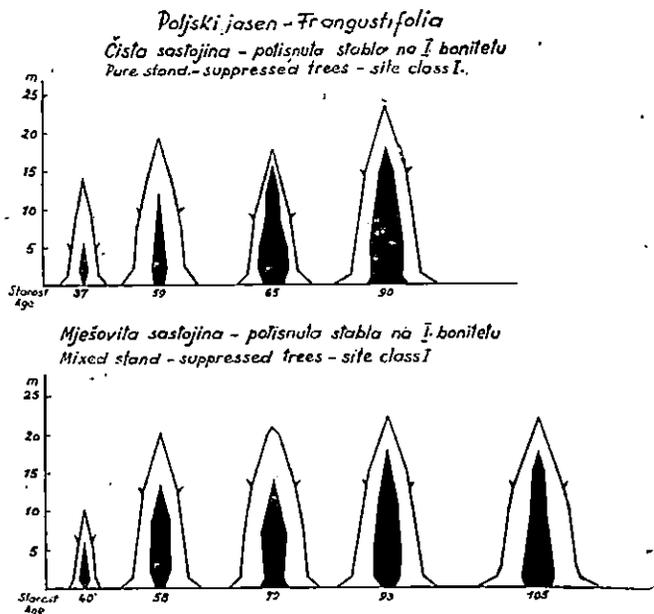


Sl. 25. Raspored srži u deblu poljskog jasena – Distribution of heartwood in the stem of *Fr. angustifolia*

s obzirom na starost stabla, vrstu drveta i stanište. Taj njegov zaključak, s obzirom na istraživanja koja smo izvršili na poljskom i običnom jasenu, mogli bismo proširiti tvrdnjom, da ona pokazuje velike razlike i s obzirom na debljinu debla i razvijenost lisnate krošnje stabla. Veličina pak lisnate krošnje stabla i debljina debla zavisne su o starosti stabla, bonitetu staništa i šumsko-uzgojnim mjerama. Kako veličina krošnje stabla djeluje na učešće a prema tome i na širinu bijeli, bit će govora, kada budemo razmatrali odnos između veličine krošnje i količine bijeli u deblu.

Büsgen-Münch (Lit. 64 – str. 127) kažu, da je veličina srži funkcija starosti stabla i staništa. U stvari promjer srži je obratna funkcija činilaca, koji djeluju na širinu bijeli, a među tima je najvažnija veličina krošnje. Naime kod stabala iste debljine promjer srži stoji u obrnutoj korelaciji s veličinom krošnje. Kod stabala jednake veličine krošnje on opada sa debljinom stabla.

Raspored srži i bijeli u uzdužnom prijesjeku debla, zatim promjene širine bijeli i promjera srži s obzirom na visinu u deblu, starost sastojine, biološki (visinski) razred stabala, bonitet staništa i vrsta jasena (poljski i obični) prikazuju tabele 10 i 10a. Po-



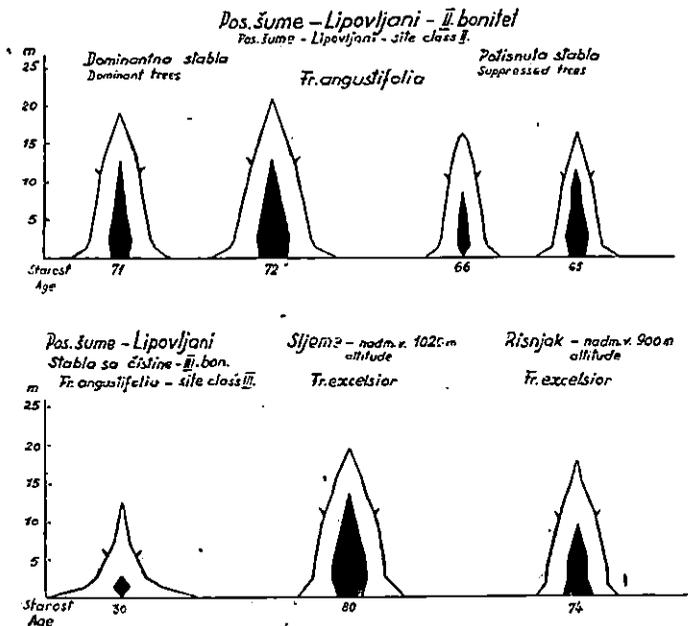
Sl. 26. Raspored srži u deblu poljskog jasena – Distribution of heartwood in the stem of *Fr. angustifolia*

jedinačni podaci u tabelama su sredine obračunate iz grupa po pet stabala uzetih iz jedne sastojine.

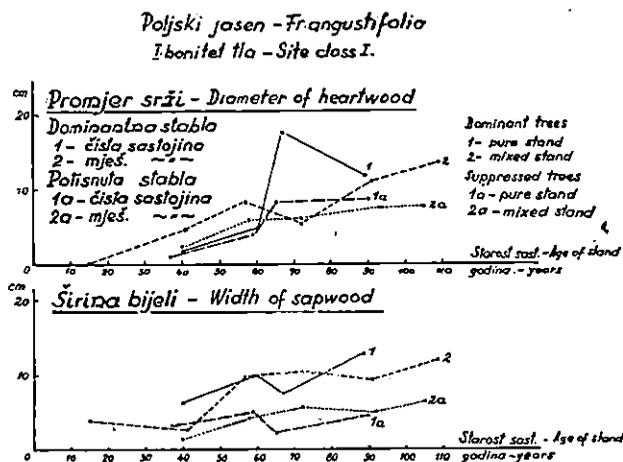
Iz podataka, koje nam pružaju navedene tabele, vidimo, da širina bijeli kod poljskog i običnog jasena uglavnom pada od panja prema krošnji. Na panju ona je najveća.

Ugrenović je (Lit. 54 str. 60) na temelju svojih istraživanja kod bora (crni i bijeli bor) ustanovio, da se širina bijeli sužava do otprilike polovine debla, a zatim ostaje najjednaka.

Trendelenburg (Lit. 52 – str. 150) navodi, da kod bora bijel počevši od panja u longitudinalnom smjeru do približno 7 m naglo opada; na visini između 7 i 10 m taj pad širine bijeli je manji, a često puta je širina bijeli nejednaka te se istom u krošnji nešto povećava.



Sl. 27. Raspored srži u deblu poljskog i običnog jasena - Distribution of heartwood in the stem of *Fr. angustifolia* and *Fr. excelsior*

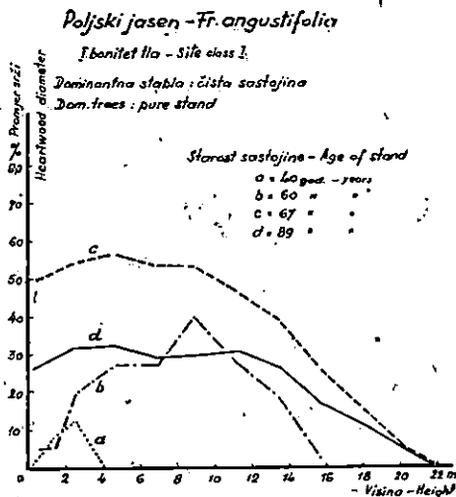


Sl. 28. Širina bijeli i promjer srži kod raznih starosti stabala - Width of sapwood and diameter of heartwood, considering the different tree ages

Prema našima istraživanjima širina bijeli kod poljskog i običnog jasena počevši od panja pa do visine od cca 2,50 m naglo opada. Iznad ove visine taj pad je postepeno polaganiji. Gdje kada širina bijeli u neposrednoj blizini krošnje ponovo raste. Kako se širina bijeli mijenja u longitudinalnom smjeru od panja prema vrhu debla, vidi se iz sl. 25, 26 i 27. U ovim slikama prikazani su prosječni podaci iz grupa do po 5 stabala istog biološkog razreda u pojedinoj sastojini.

Širina bijeli raste sa starošću stabla (Sl. 28). Taj porast širine bijeli sa starošću je gotovo linearan.

Promjer srži u longitudinalnom smjeru debla rezultanta je promjera debla i širine bijeli na dotičnom mjestu. Općenito se također



Sl. 29. Učešće srži u promjeru debla - Rate of heartwood in the stem diameter

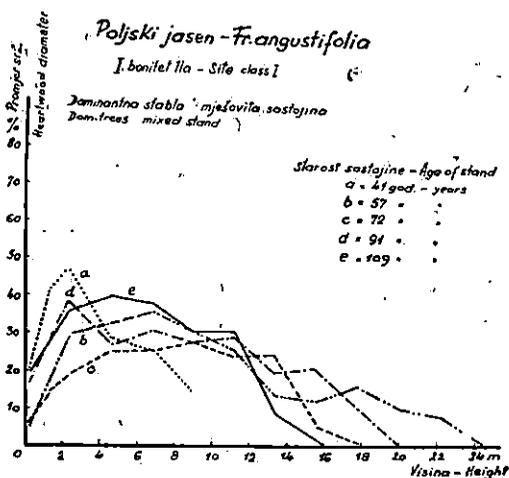
može reći, da promjer srži raste sa starošću stabla. Ovo je posljedica činjenice, da sa starošću stabla njegova debljina i veličina krošnje ne rastu u istom odnosu.

Osim promjera srži na pojedinom mjestu u deblu važno značenje za praksu iskorišćivanja šuma ima i procentualno učešće srži. Srž naime jednom predstavlja traženo svojstvo (hrast, bor i t. d.), a drugi put (kao što je to slučaj kod jasena) ona smanjuje vrijednost sortimenta.

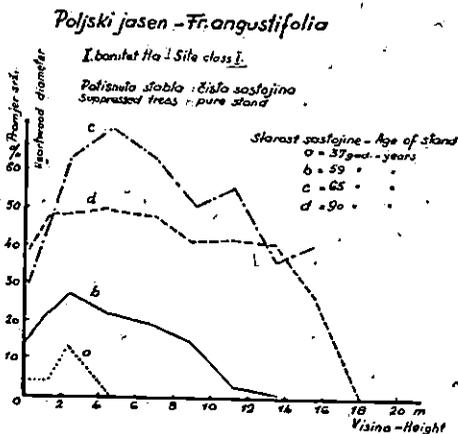
Trendelenburg- (Lit. 52 - str. 150) je istraživao procentualno učešće srži u longitudinalnom smjeru kod bora. Prema njemu procentualno učešće srži kod bora raste do otprilike sredine stabla, zatim ostaje na nekoj dužini približno najednako i na kraju u krošnji naglo opada. Sa starošću postotak srži u deblu bora opada. Kod smreke, gdje je širina bijeli (fiziološka) približno konstantna, učešće bijeli opada od panja prema vrhu debla.

Prema Vidronu (Lit. 56) procenat osrženog drveta kod bora (P. silvestris) raste sa starošću. Tako on iznosi kod stabla od 80 god. oko 30%, a kod stabla starog 200 god. 71%.

Werberg (Lit. 58) navodi da procentualno učešće srži kod bora (P. silvestris) raste u longitudinalnom smjeru debla. Taj porast ide do neke visine, a zatim



Sl. 30. Učešće srži u promjeru debla - Rate of heartwood in the stem diameter

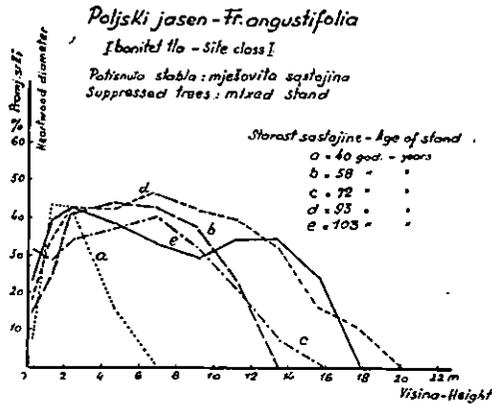


Sl. 31. Učešće srži u promjeru debla - Rate of heartwood in the stem diameter

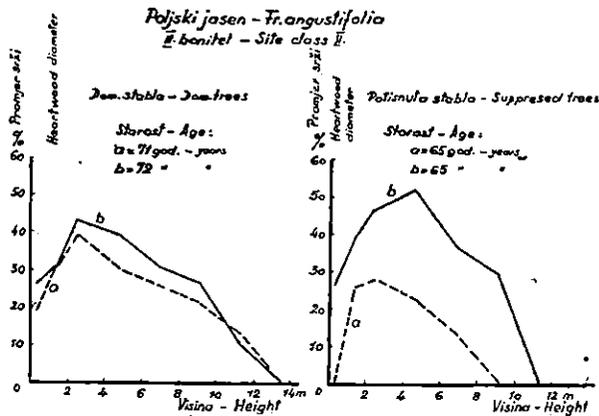
se prema vrhu smanjuje. Kod mladih stabala učešće srži postiže svoj maksimum niže u deblu nego kod starijih stabala. Kod starijih stabala ovaj maksimum se nalazi na boljim bonitetima staništa između $\frac{1}{3}$ do $\frac{2}{3}$ totalne visine, a na lošijim bonitetima staništa između $\frac{1}{3}$ i $\frac{1}{4}$ totalne visine debla.

Prema Hartigu (Lit. 26) širina bijeli kod hrasta najjednaka je u raznim visinama debla, a često počevši od prsnog promjera prema vrhu nešto raste.

Naša istraživanja o učešću srži u longitudinalnom smjeru debla kod poljskog i običnog jasena pokazuju, da učešće srži raste do visine između cca 2,40 i 9,0 m, iznad tla, t. j. do visine između $\frac{1}{8}$ i $\frac{1}{3}$ debla. Učešće srži najčešće kulminira na visini od cca



Sl. 32. Učešće srži u promjeru debla - Rate of heartwood in the stem diameter

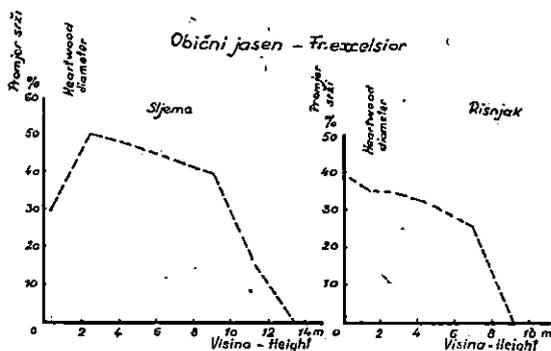


Sl. 33. Učešće srži u promjeru debla - Rate of heartwood in the stem diameter

3,0 m od tla, t. j. na tanjem kraju prvog trupca. Sl. 29 do 33 pokazuju nam kulminaciju učešća srži u promjeru debla. Doduše postoje znatna odstupanja, pa će ovo trebati uzeti u razmatranje u toku daljih istraživanja.

Promjer srži kulminira na istoj visini kod poljskog i kod običnog jasena, t. j. praktično na tanjem kraju prvog trupca (dužina prvog trupca kreće se obično između 2 i 6 m). Jedino se

kod običnog jasena s Risnjaka pokazuje, da je učešće srži najveće na panju. Razloge za ovo valja tražiti u odnosima, koji postoje između promjera jasena s Risnjaka u raznim visinama debla. Površina bijeli naime i ovdje pravilno opada od panja prema vrhu debla (Vidi iduće poglavlje).



Sl. 33a. Učešće srži u promjeru debla - Rate of heartwood in the stem diameter

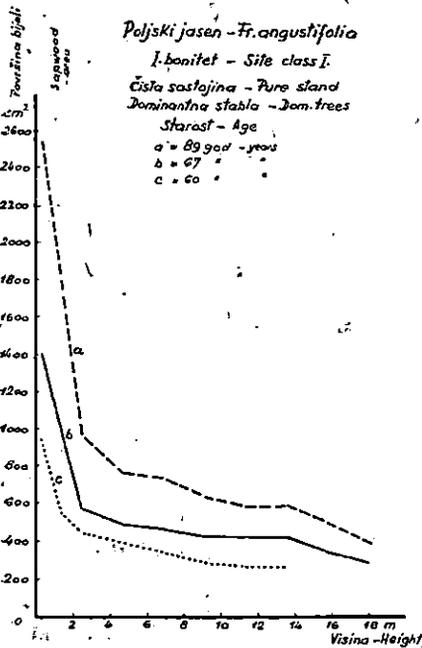
Na kulminaciju učešća srži kod poljskog i običnog jasena nema utjecaja vrsta jasena ni bonitet staništa, a ni vrsta sastojina.

c) Površina srži i bijeli - Heartwood and sapwood area

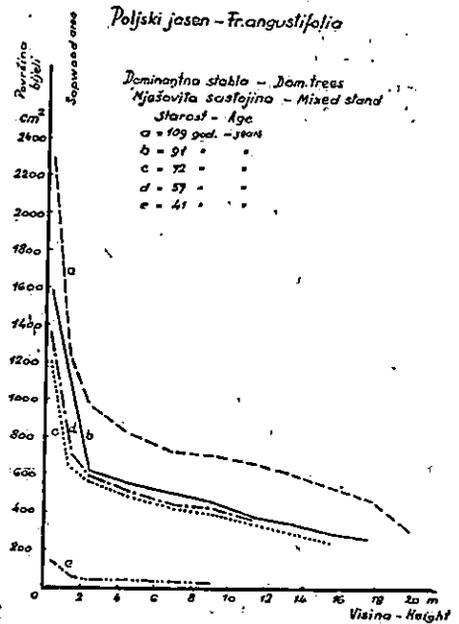
Površine srži i bijeli, na prsjeku debla u određenoj visini iznad tla, zavisne su o promjeru debla i širini pojasa bijeli. Trendelenburg (Lit. 52) je ustanovio, da površina bijeli kod sviju vrsta drveća opada u longitudinalnom smjeru debla, t. j. od panja prema krošnji. Kod nekih vrsta drveća taj pad površine bijeli je nagao (obični bor - *P. silvestris*), a kod drugih je postepeniji (lužnjak - *Qu. pedunculata*).

Slična zakonitost postoji i kod jasena, i to kako kod poljskog, tako i kod običnog. Podatke o tome, kako se mijenja površina bijeli u longitudinalnom smjeru debla kod jasena, pokazuju nam tabele 11 i 11 a. Na temelju podataka prikazanih u tim tabelama vidimo, da je smanjivanje površine bijeli u longitudinalnom smjeru debla najjače u prizemnom dijelu debla (do visine od tla cca 2,50 m). Prema krošnji smanjivanje površine bijeli je znatno polaganije. Površine bijeli u longitudinalnom smjeru debla prikazali smo na sl. 34-39.

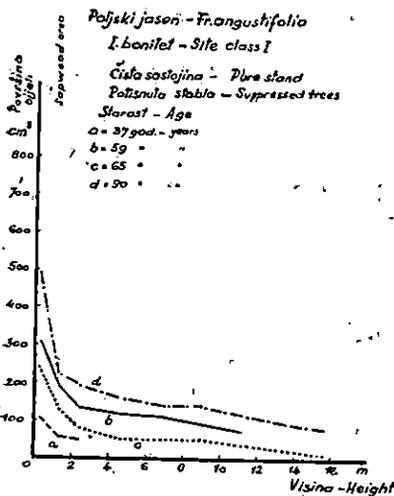
S obzirom na to, da je bijel najvažniji fiziološki dio debla, jer ona, odnosno provodni elementi ranog drveta i sržni traci, služi za provođenje vode i mineralnih hraniva iz tla kako u longitudinalnom smjeru, tako i u transverzalnom smjeru, te kako je volu-



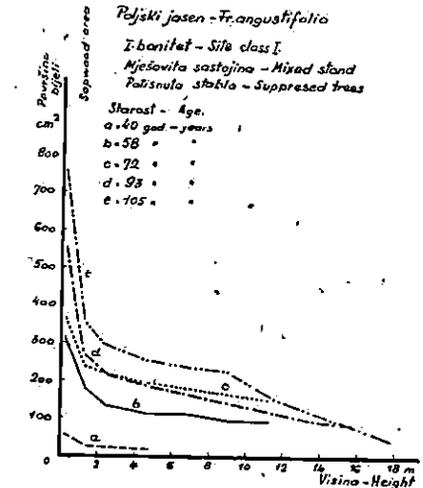
Sl. 34. Površina bijeli na presjecima debela u raznim visinama od tla - Sapwood area on stem cross-sections at different heights



Sl. 35. Površina bijeli na presjecima debela u raznim visinama od tla - Sapwood area on stem cross-sections at different heights

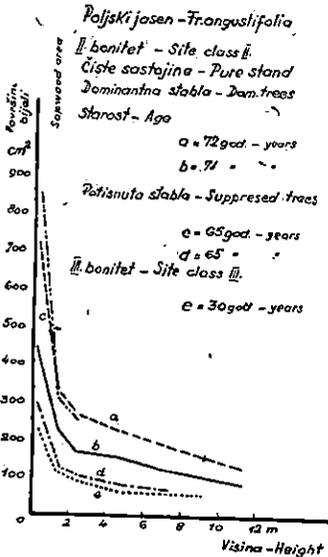


Sl. 36. Površina bijeli na presjecima debela u raznim visinama od tla - Sapwood area on stem cross-sections at different heights

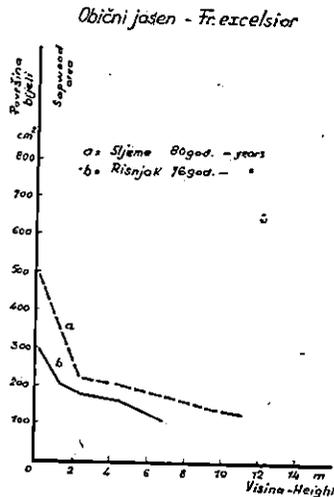


Sl. 37. Površina bijeli na presjecima debela u raznim visinama od tla - Sapwood area on stem cross-sections at different heights

men lisnate krošnje (količina lišća) ona veličina, o kojoj zavisi količina transpiracije, a time i potreba za provođenjem veće količine vode, to između veličine lisnate krošnje i količine provodnih elemenata, kao što je to uostalom općenito poznato, postoji zavisnost. Budući da je količina provodnih elemenata zavisna o količini bijeli, to između veličine krošnje i površine bijeli mora postojati neka zavisnost. Ta zavisnost između veličine krošnje (izražene u m³ prostora, što ga ona zaprema) i količine bijeli obrađena je u posebnoj poglavlju.



Sl. 38. Površina bijeli na presjecima debela u raznim visinama od tla - Sapwood area on stem cross-sections at different heights



Sl. 39. Površina bijeli na presjecima debela u raznim visinama od tla - Sapwood area on stem cross-sections at different heights

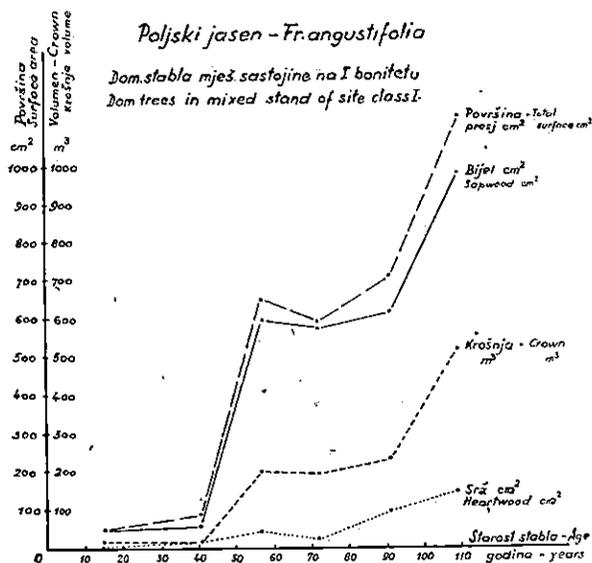
Što se tiče učešća srži u površini nekog prijesjeka debela (na raznim visinama debela), ono postiže svoj maksimum na visini između 1.30 i 9.00 m od tla. To se jasno opaža iz podataka iskazanih u tabelama 11 i 11 a.

U pogledu volumnog učešća srži postoji ista zakonitost kao kod površinskog učešća.

Površine bijeli i srži na nekom prijesjeku debela rastu sa starošću stabla, ali tu ne postoji neka određena pravilnost. Podaci istraživanja o rasporedu srži i bijeli u stablu jasena (poljskog i običnog) pokazuju, da je smanjivanje površine bijeli u longitudinalnom smjeru debela naročito pravilno, te da između položaja u debelu i površine bijeli postoji zavisnost. Ta pravilnost siguran nam je

dokaz, da se kod osržavanja jasena (poljskog i običnog) radi o procesu izazvanom prestankom fizioloških funkcija.

Na mogućnost pravilnog iskorišćivanja jasevine ne djeluje samo količina srži, nego u većoj mjeri njezin raspored unutar debla i njezin oblik na poprečnom prijesjeku. Postotak iskorišćivanja bilo srži bilo bijeli to je veći, što je srž centričnije smještena unutar debla te što je njen oblik bliži pravilnom krugu. Naročito je malen postotak iskorištenja kod onih vrsta drveća, kod kojih srž pokazuje tendenciju, da poprima zvjezdasti oblik.



Sl. 40. Površina bijeli kod raznih starosti stabla - Sapwood area, considering the different ages of trees

Praktična iskustva kod izrade jasevine u šumi a i naše analize debala pokazuju, da baš poljski jasen ima izrazitu tendenciju pojavljivanja ekscentrične i zvjezdaste srži. Granična linija srži i bijeli kod poljskog jasena ni približno se ne poklapa s linijom godova, nego je prelazi, tako da srž često puta ima jako zvjezdast oblik. Doduše, poznato je, da se ni kod ostalih vrsta drveća granična linija srži ne poklapa uvijek sa granicom godova. Kod jasena je to svojstvo naročito jako izraženo.

Emes i MC Daniels (Lit. 12) kao razlog zvjezdastog oblika srži navode to, što se osržavanje ne vrši postepeno u godu. Jako razvijene grane i korijenje djeluju, da na njihovoj strani ksilem dugo zadržava životnu funkciju. Radi toga naročito na panju i u blizini jako razvijenih grana dolazi do ekscentrično smještenog i zvjezdastog oblika srca.

Werberg (Lit. 58) navodi, da je kod običnog bora (*P. silvestris*) granična linija srži i bijeli često valovita i zvjezdasta, što je također u vezi s razvije-nošću korijenskog sistema.

Hartig (prema Trendelenburgu, Lit. 52) tvrdi, da zvjezdasti oblik srži bora na panju valja tražiti u razvijenosti korijenja i potrebi provođenja vode iz korijena u krošnju.

Naša opažanja na poljskom i običnom jasenu pokazuju također isto. Jasenova je srž naročito na panju zvjezdasta, iako poljski jasen pokazuje jaku tendenciju za razvojem zvjezdaste srži i u deblu. Ta nepravilnost granične linije srži i bijeli uzrokovana je neravnomjernim razvojem korijenskog sistema i krošnje u raznim smjerovima, a jasen kao vrsta naročito jako reagira na ovu nepravilnost razvitka krošnje i korijenja. Obično najpravilniji oblik ima srž u sredini između krošnje i korijenja (oko polovine čistog debla), jer je tu djelovanje korijenja i grana najmanje. U neposrednoj blizini jako razvijenih grana bijel je jače razvijena. Na ekscentričan smještaj srži djeluje i asimetričnost krošnje. Opažanja obično pokazuju, da je centrično smještena pravilna srž posljedica pravilno razvijene krošnje. Da se to sigurno dokaže, trebat će naknadno izvršiti posebna istraživanja.

2. Odnos veličine krošnje i količine bijeli odnosno srži kod poljskog jasena -- Relation of tree-crown volume to quantity of sapwood or heartwood

Već smo govorili o tome, da između veličine krošnje i površine bijeli postoji uska povezanost. Bijel je naime fiziološki aktivni dio debla, u kojem se vrši kretanje vode u uzlaznom (longitudinalnom) i poprečnom (transverzalnom smjeru). Iako je to kretanje najjače izraženo u perifernim godovima (prema našim opažanjima kod poljskog jasena iz Lipovljana oborenog u mjesecima travnju i svibnju, odnosno kod običnog jasena iz Zagrebačke gore i Risnjaka oborenog u mjesecima svibnju i lipnju, to uzlazno kretanje vode najjače je u prvih 9-11 perifernih godova što smo utvrdili brojem perifernih godova, kod kojih je pritisak soka najjači), ipak ono, iako u manjoj mjeri, postoji i u godovima bijeli, koji su bliže centru, i to, kako Trendelenburg (Lit. 52) tvrdi, u transverzalnom smjeru.

Krošnja sa svojom količinom lišća, koja stoji u odnosu sa njenom veličinom, omogućava jaču transpiraciju te prema tome i veću potrebu za vodom iz tla, a ova se podmiruje dobavom uzlaznim tokom putem provodnih elemenata u drvetu bijeli. U ovom poglavlju nastojali smo tu zakonitost statistički dokazati, matematski formulirati i iz nje izvući neke praktične zaključke.

Već smo istakli, da je aktivni dio krošnje količina lišća. Höhnel (prema Petračiću - Lit. 45) navodi, da jasen u vremenu od 1. IV.

do 31. X., t. j. u vegetacijskom periodu, na svakih 100 g suhog lišća transpirira 56,689 kg vode. Prema tome veličina krošnje je onaj čimilac, o kojem će zavistiti količina transpiracijske vode, u toku vegetacijske periode, jer je količina lišća usko povezana s veličinom krošnje.

Ideja, da se istraži zavisnost površine (odnosno količine) bijeli na nekom prijesjeku debla i veličine njegove krošnje, a u vezi s time djelovanje krošnje na proces osržavanja i količinu srži u deblu, nije nova.

Već je *Strassburger* (Lit. 50; 1891. god.) postavio tvrdnju, »da je širina bijeli zavisna o količini lišća i da je ona kod veće krošnje šira nego kod slabije krošnje«. Kod toga je upozorio, da broj godova bijeli nije karakterističan za njenu širinu, već da je on varijabilna veličina.

Bertog je 1893. g. (prema *Büsgen-Münch* - Lit. 64) određivao odnos između veličine krošnje izražene u težini lišća i kičevine kod smreke i jele i veličine bijeli. On je ustanovio, da kod smreke postoji korelacija između učešća bijeli i veličine krošnje. Za jelu tu korelaciju nije našao.

Hartig (Lit. 26) je kod istraživanja hrasta u Spessartu 1893. g. ustanovio, da većoj krošnji odgovara veća širina bijeli.

Pilz (Lit. 63) je 1907. godine postavio tvrdnju, da je osržavanje usko povezano sa potrebom provođenja vode, te je proces osržavanja doveo u vezu sa veličinom krošnje. Tako on kaže, da se osržavanje kod borovih stabala sa velikom krošnjom polaganije odvija, nego kod stabala s uskom krošnjom.

Koehler (Lit. 35 - 1949. g.) tvrdi, da »drveće sa velikom krošnjom, naročito ono, koje raste na otvorenom prostoru (osami) ima širu bijel nego drveće iste vrste i istog promjera (debljinč) sa malom krošnjom«.

Büsgen-Münch (Lit. 64 - 1927. g.) govore, da se stvaranje bijeli ravna prema količini lišća.

Eames i *Mc-Daniels* (Lit. 12 - 1925. g. str. 191) tvrde, kako smo to već napomenuli naprijed, da jako razvijeno korijenje i grane djeluju, da na strani debla, na kojoj se oni nalaze, ksilem dugo ostaje živ (sadržava živih elemenata). To dovodi do nepoklapanja granice srži sa granicom goda. Na strani jako razvijenog korijenja i grana, širina (a time i površina) bijeli je veća.

Werberg (Lit. 58 - 1930. g.) postavlja tvrdnju, da kod bora, stabla u istoj starosti na jednakoj visini debla, na boljem bonitetu imaju veći postotak srži nego na lošijem bonitetu. Sastojine na lošijim bonitetima su rjeđe, stabla su tanja i odnos između veličine krošnje i površine bijeli je takav, da je količina srži na boljem bonitetu veća. Iako *Werberg* nije istraživao utjecaj veličine krošnje na količinu srži, u zaključku svoje rasprave navodi, da bi za objašnjenje nastanka srži i njezina volumena trebalo istraživati utjecaj krošnje na osržavanje kod bora.

Ugrenović (Lit. 54 - 1932. g.) navodi, da je procentualno učešće bijeli razmjerno volumenu lisnate krošnje.

Brown (Lit. 5 - 1937. g.) navodi, da drveće uzgojeno u gospodarskoj šumi (second growth timber) ima veću bijel nego drveće uzraslo u prašumi (first growth timber). Drveće u prašumi raste u gustom sklopu. Krošnje su radi toga stisnute i razmjerno su manje nego kod drveća uzgojenog u gospodarskoj šumi, a to se očituje u veličini bijeli kod jednog i drugog.

Trendelenburg (Lit. 52 - 1939. g.) tvrdi, da se nije mogla dokazati zavisnost između osržavanja i potrebe za provodljivošću vode, ali da je funkcija bijeli vrlo važna kao spremište vode. Prema tome postoji uska povezanost između površine prijesjeka bijeli i veličine krošnje. Tako na pr. velika površina bijeli

i veliki broj neosrženih godina na panju omogućava borovim stablima primanje vode iz korijenja. U slučaju, da je površina srži velika, t. j. da je veliki dio debla osržen, godovi srži bili bi isključeni iz snabdijevanja stabla potrebnom vodom, koju šalje korijenje. Iako se u cijeloj bijeli voda ne kreće u longitudinalnom smjeru, drveni traci, sastavljeni od živih parenhimskih elemenata, služe za radijalno kretanje vode. Prema tome voda iz korijenja putem drvnih trakova putuje prema periferiji i ovdje tek nastaje njezin uzlazni tok. Ovo je uzrok, da srž na panju često dobiva zvjezdasti oblik. Kolanje vode u ksilemu sprečava pristup zraka i na taj način onemogućava osržavanje.

Brown-Panshin-Forsait (Lit. 7 – 1949. g.) navode, da se čini, da je veličina krošnje onaj faktor, koji djeluje na širinu bijeli. Jako drveće sa velikom krošnjom ima širu bijel nego individuum manje krošnje mnogo mladi. Po njima dominantna stabla imaju širu bijel nego potisnuta.

Lappi-Seppälä (Lit. 65) u svojoj raspravi o osržavanju i obliku debla bora 1952. god. govori, da učešće srži kod bora opada s učešćem krošnje u dužini debla. Veće učešće krošnje označava manje učešće srži i obratno.

Prema tome, bez obzira, da li cijela bijel služi za longitudinalno kretanje vode ili kao što to navodi Trendelenburg samo za njezino deponiranje i radijalno kretanje putem drvnih trakova, svi se istraživači slažu u tome, da između površine bijeli na određenom prijesjeku debla i veličini krošnje stabla odnosno veličine njegova korijenskog sistema postoji određena korelacija.

Imajući to u vidu došli smo na misao, da usporedimo veličinu krošnje i površinu bijeli kod poljskog jasena i da pokušamo ustanoviti, da li među njima postoji zavisnost. Budući da na tu zavisnost djeluju i drugi faktori, kao što su to bonitet zemljišta, položaj stabla u sastojini i klimatske prilike, koje uvjetuju dužinu vegetacijske periode, obračunali smo odnose između veličine krošnje i površine bijeli za ove grupe stabala:

1. Područje posavskih nizinskih šuma šumarije Lipovljani, u kojem dolazi poljski jasen
 - a) Dominantna stabla na zemljištu I. boniteta;
 - b) Potisnuta stabla na zemljištu I. boniteta;
 - c) Dominantna stabla na zemljištu II. boniteta;
 - d) Potisnuta stabla na zemljištu II. boniteta;
 - e) Pojedinačna stabla sa čistina (bare – III. bonitet);
2. Dominantna stabla običnog jasena iz Zagrebačke gore (vrh Sljeme – nadmor. vis. cca 1020 m);
3. Dominantna stabla najstarijeg dobnog razreda običnog jasena iz Gorskog Kotara (Risnjak – predjel Risnik – nadmor. visina 870 m).

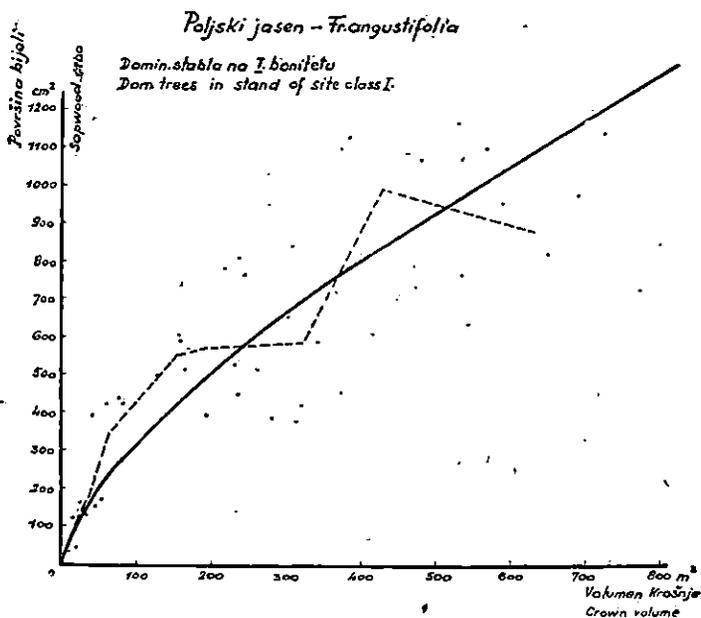
Brojčani podaci o ovim odnosima prikazani su u tabelama 12, 13 i 14. Imajući u vidu, da je veličina krošnje glavni činilac, o kojem zavisí količina bijeli, poredali smo stabla s obzirom na veličinu krošnje ne uzimajući u obzir njihovu starost ni vrstu sastojine, u kojoj je stablo uzraslo (čista ili mješovita sastojina). Naime na zemljištu jednakog boniteta kod iste klime i istog bio-

loškog razreda stabla (položaja stabla u sastojini) jedino veličina krošnje ima presudan utjecaj na količinu bijeli u deblu (a time i veličinu srži).*

Već podaci prikazani u tabelama 12, 13 i 14 pokazuju, da između veličine krošnje izražene u m³ prostora, što ga ona zaprema, i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m od tla postoji zavisnost.

Ovi podaci nameću nam ove zaključke:

Površina bijeli kod jasena (kako poljskog tako i običnog) na prijesjeku iste visine nad tlom raste s veličinom krošnje stabla;



Sl. 41. Površina bijeli na presjeku debla u visini 2,40 od tla kod krošanja raznih veličina - Sapwood area on the stem cross-section at a height of 2,40 m, considering the different crown sizes

* Napomena:

U odnosu između veličine krošnje i površine bijeli čistih i mješovitih sastojina kod dominantnih stabala na zemljištu I. boniteta nema signifikantnih razlika.

Faktor signifikantnosti razlika za odnose između veličine krošnje i površine bijeli na prijesjeku visine 2.40 m od tla između stabala iz čistih sastojina poljskog jasena i stabala iz mješovitih sastojina iznosi

$$t = 2,661556$$

Prema tome razlike nisu signifikantne i statistički je opravdano grupiranje stabala bez obzira na vrstu sastojina iz kojih su uzimana.

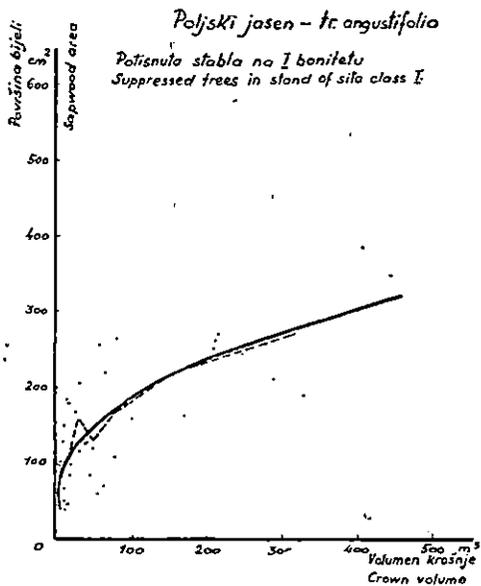
Odnos volumena krošnje i površine bijeli kod poljskog i običnog jasena (*Fr. angustifolia* i *Fr. excelsior*)Ratio between crown size and heartwood area of *Fr. angustifolia* and *Fr. excelsior*

Stabla - Sample tree							Površina srži i bijeli na prijesjeku debla u visini: Area of heartwood and sapwood in stem cross-section in heights above ground																		
Broj No.	Starost Age years god.	Prati promj. d. b. h. cm	Visina Height m	Vol. debla Stem volume m ³	Krošnja - Crown			0,20 m		2,40 m		4,60 m		6,80 m		9,00 m		11,20 m		13,40 m		15,60 m			
					Promj. Diam. m	Dužina Length m	Volum. Size m ³	Srži Heartwood	Bijel Sapwood	Srži Heartwood	Bijel Sapwood	Srži Heartwood	Bijel Sapwood	Srži Heartwood	Bijel Sapwood	Srži Heartwood	Bijel Sapwood	Srži Heartwood	Bijel Sapwood	Srži Heartwood	Bijel Sapwood	Srži Heartwood	Bijel Sapwood	Srži Heartwood	Bijel Sapwood
								kvadratnih centimetara (cm ²) - square centimeters																	
Poljski jasen (<i>Fr. angustifolia</i>) - Gospod. jedinica: Pos. šume šumarije Lipovljani - II. bon. razred - Dominantna stabla <i>Fr. angustifolia</i> - Dominant trees - Site class II																									
129	75	16,2	18,60	0,167	2,75	6,40	25,8	—	343	38	132	17	111	17	81	5	77	6	54	—	35	—	—		
117	67	19,1	21,10	0,265	3,40	7,60	46,0	—	514	24	227	23	180	4	154	4	150	—	103	—	85	—	28		
118	65	20,6	20,60	0,295	4,55	6,10	66,1	118	421	95	180	52	175	32	164	16	135	3	119	—	72	—	38		
128	64	16,0	18,60	0,150	4,25	7,50	70,9	—	420	2	143	2	110	—	90	—	71	—	51	—	29	—	—		
126	67	17,9	19,70	0,231	4,05	8,70	74,7	21	648	13	188	21	146	9	134	—	121	—	115	—	68	—	17		
115	72	19,9	20,10	0,281	4,50	9,70	102,8	—	825	35	248	21	201	3	190	2	137	—	93	—	60	—	27		
127	74	16,3	17,30	0,185	5,00	8,40	110,0	—	346	—	177	—	163	—	113	—	73	—	48	—	19	—	—		
119	75	24,7	22,40	0,467	5,10	9,40	128,0	22	766	5	399	22	330	16	265	14	212	4	213	—	130	—	104		
125	75	22,5	22,10	0,368	5,10	9,50	129,4	71	720	94	203	36	233	18	191	17	167	—	154	—	113	—	71		
116	79	26,4	20,30	0,383	6,50	9,40	207,9	155	709	158	260	80	228	44	186	24	146	—	97	—	51	—	18		
Poljski jasen (<i>Fr. angustifolia</i>) - Gospod. jedinica: Pos. šume šumarije Lipovljani - II. bon. razred - Potisnuta stabla <i>Fr. angustifolia</i> - Suppressed trees - Site class II																									
120	71	12,4	12,00	0,127	3,30	2,20	12,5	60	165	47	60	50	38	29	36	13	27	—	—	—	—	—	—		
131	70	11,8	16,00	0,083	2,65	5,50	20,2	—	263	—	90	—	76	—	—	—	38	—	20	—	7	—	—		
121	62	12,7	15,60	0,084	2,95	5,30	24,1	20	235	21	74	21	48	5	60	3	32	—	12	—	—	—	—		
132	61	14,0	18,00	0,128	3,20	4,90	26,3	—	235	20	106	9	95	3	75	—	64	1	62	—	21	—	—		
122	74	14,7	16,10	0,117	3,30	5,00	28,5	—	420	43	94	22	50	13	63	6	56	—	28	—	—	—	—		
123	58	12,0	18,40	0,095	3,00	7,70	36,3	29	251	12	87	12	68	2	59	—	46	—	27	—	19	—	—		
130	70	12,2	14,30	0,082	3,25	6,70	37,0	—	253	16	88	11	78	—	52	—	39	—	—	—	—	—	—		
134	63	15,1	18,80	0,149	3,60	7,00	47,5	—	288	—	82	—	66	2	53	—	25	—	18	—	7	—	—		
133	59	11,7	17,00	0,079	3,65	8,00	55,8	—	449	4	139	—	109	—	84	—	74	—	58	—	40	—	19		
124	62	14,8	18,20	0,153	3,65	9,70	63,5	—	427	8	146	9	118	—	107	—	88	—	58	—	22	—	7		
Poljski jasen (<i>Fr. angustifolia</i>) - Gospod. jedinica: Pos. šume šumarije Lipovljani - Pojedinačna stabla sa čistina - III. bonitet. <i>Fr. angustifolia</i> - Individual trees from forest clearings - Site class III.																									
113	38	14,9	12,80	0,074	3,05	7,20	35,1	—	441	—	119	—	67	—	30	—	8	—	—	—	—	—	—		
110	31	22,1	13,10	0,180	4,65	6,00	67,9	—	514	7	351	—	115	—	27	—	—	—	—	—	—	—	—		
111	32	20,4	11,00	0,189	5,42	7,20	109,9	—	1289	—	232	—	194	—	62	—	23	—	—	—	—	—	—		
114	27	19,0	13,10	0,161	6,10	8,50	165,6	—	715	13	209	—	174	—	71	—	20	—	—	—	—	—	—		
112	30	23,1	12,10	0,198	6,65	9,90	210,0	—	817	—	350	—	214	—	95	—	20	—	—	—	—	—	—		
Obični jasen (<i>Fr. excelsior</i>) - Zagrebačka gora (Sljeme - nadm. vis. 1020 m) Common ash from Zagrebačka Gora Mountain																									
67	83	23,2	15,00	0,327	305	5,60	27,3	37	498	124	206	93	178	69	158	62	134	23	125	—	—	—	—		
68	80	21,6	20,20	0,344	3,85	4,30	33,4	73	391	71	212	46	189	42	364	29	150	4	151	—	108	—	90		
69	80	26,1	20,30	0,469	3,85	10,20	79,1	54	620	109	306	111	286	75	245	47	208	10	178	—	97	—	37		
65	80	21,7	19,50	0,273	5,65	7,20	120,3	15	498	50	183	27	177	19	155	6	148	—	121	—	36	—	15		
66	79	21,7	19,30	0,264	4,90	13,40	143,3	45	462	64	187	50	161	30	156	1	98	—	83	—	37	—	23		
Obični jasen (<i>Fr. excelsior</i>) - Gorski Kotar (Risnjak - Rimnik - nadm. vis. 870 m) Common ash from Gorski Kotar																									
137	99	17,0	19,80	0,207	4,15	5,80	52,3	69	303	71	143	45	210	18	97	—	95	—	57	—	39	—	15		
136	64	16,0	18,50	0,186	4,50	7,50	79,5	—	298	—	186	—	134	—	129	—	106	—	79	—	—	—	—		
134	90	18,0	16,90	0,195	4,85	7,00	86,2	18	328	7	220	—	132	—	137	—	85	—	64	—	9	—	—		
139	63	18,0	18,50	0,190	4,55	8,20	88,9	—	416	2	187	25	144	—	117	—	88	—	57	—	22	—	—		
135	63	16,5	15,60	0,163	5,25	9,20	132,8	—	229	41	162	18	149	5	106	—	64	—	39	—	19	—	—		

Površina bijeli opada s visinom prijesjeka debla, na kojoj je promatramo;

Kod stabala jednakih debljina, količina srži obrnuto je proporcionalna s veličinom krošnje stabla. Veća krošnja uvjetuje manju količinu srži i obratno;

Pojedinačno odstupanje od ovih zaključaka treba vjerojatno povezati sa činjenicom, da volumen krošnje ne predstavlja u potpunosti njenu fiziološku veličinu, koja je karakterizirana količinom lišća. U kakvu odnosu zapravo stoji veličina krošnje izražena u



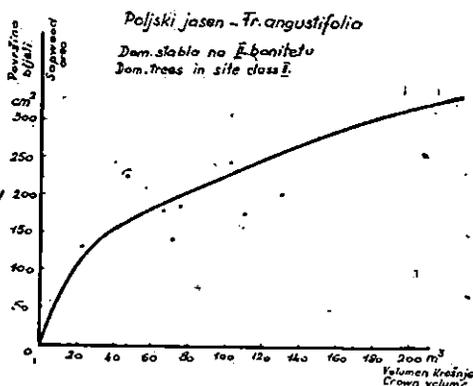
Sl. 42. Površina bijeli na presjeku debla u visini 2,40 m od tla kod krošanja raznih veličina - Sapwood area on the stem cross-section at a height of 2,40 m, considering the different crown sizes

prostoru, što ga ona zaprema, sa količinom lišća i odstupanja, koja su u vezi s gustoćom krošnje i t. d., trebat će utvrditi posebnim istraživanjima.

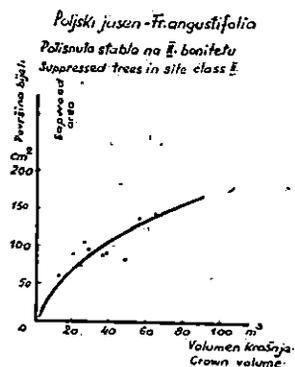
Reguliranjem veličine lisnate krošnje raznim uzgojnim mjerama (pravovremenim prorjeđivanjem) može se donekle djelovati na količinu srži kod jasena.

Već smo u početku istakli, da o količini srži kod jasena zavisi kvalitet i komercijalna vrijednost oblovine. Kako se kvalitet trupca prosuđuje prema učesću srži na njegovu tanjem kraju te kako je za komercijalnu vrijednost debla naročito odlučan kvalitet prvog

trupca, a učešće srži u promjeru na tanjem kraju kulminira približno na visini oko 3,00 m iznad tla, t. j. na tanjem kraju prvog trupca, podrobnije ćemo se pozabaviti odnosom, koji postoji između veličine krošnje i površine bijeli (odnosno srži) na prijesjeku debla u visini 2,40 m od tla. Kod ovih razmatranja uzeli smo u obzir samo dominantna stabla sa zemljišta I. boniteta. Naime samo ona sudjeluju u produkciji kvalitetne oblovine, a većina sastojina poljskog jasena u nizinskim poplavnim šumama nalazi se na zemljištu I. boniteta.



Sl. 43. Površina bijeli na presjeku debla u visini 2,40 m od tla kod krošanja raznih veličina - Sapwood area on the stem cross-section at a height of 2,40 m, considering the different crown sizes



Sl. 44. Površina bijeli na presjeku debla u visini 2,40 m od tla kod krošanja raznih veličina - Sapwood area on the stem cross-section at a height of 2,40 m, considering the different crown sizes

a) Razmatranje o odnosu između površine bijeli i srži na prijesjeku debla u visini 2,40 m i veličine krošnje kod dominantnih stabala poljskog jasena, na zemljištu I. boniteta

Considerations on ratio between the sapwood and heartwood area in stem cross-section 2,40 m above the ground and the volume of tree-crown of narrow-leaved ash

Prije nego što pristupimo ovome razmatranju, potrebno je ustanoviti, kakav onos postoji između promjera debla u prsnoj visini (1,30 m od tla) i promjera u visini 2,40 m od tla. Naime kod procjene stabala u dubočem stanju prsni promjer je veličina, koja se direktno mjeri. Za prosuđivanje količine srži na tanjem kraju prvog trupca odlučan je promjer na visini 2,40 m. Njega nismo u stanju direktno mjeriti, nego ga prosuđujemo po veličini prsnog promjera i padu promjera. Da bismo mogli iz promjera u prsnoj

visini zaključiti na promjer u visini 2,40 m, obračunali smo odnos, koji postoji između ta dva promjera. Taj odnos služio nam je kod sviju daljih obračuna.

Odnos između prsnog promjera i promjera u visini 2,40 m predstavlja funkcije:

$$Y = 0,915 X - 0,13 \text{ i } X = 1,09 y - 0,21. \text{ gdje je}$$

x = promjer u visini 2,40 m od tla, y = promjer u prsnoj visini (bez kore).

Korelacija među ovim promjerima je potpuna, jer korelacijski koeficijent iznosi $r = 0,9985 \pm 0,00031$, a srednja pogreška korelacijske jednadžbe $f_{yx} = \pm 0,18$ cm.

a) Obračun odnosa između površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m i veličine krošnje

Computation of the ratio between sapwood area and crown volume

Već smo prije (str. ??) pokazali, da između veličine krošnje izražene u volumenu prostora, što ga ona zaprema i površine bijeli na određenom prijesjeku debla postoji međusobna zavisnost. Većem volumenu krošnje odgovara veća površina bijeli.

Nanašanjem aritmetičkih sredina volumena krošanja i površina bijeli u grupama po 5 stabala svrstanih s obzirom na volumene krošanja u koordinatni sistem »Volumen krošnja – površina bijeli«, a naročito ispređivanjem relativnih odnosa, koji postoje među ovim veličinama (površina bijeli u cm^2 , koja odgovara 1 m^3 volumena krošnje) pokazalo se, da među volumenom krošnje i površinom bijeli postoji neka zakonitost. Da ispitamo statistički ovu zakonitost, obračunali smo odnos između veličine krošnje u m^3 prostora, što ga ona zaprema, i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m od tla, t. j. praktički za onu veličinu, koja nas najviše interesa kod promatranja tanjeg kraja prvog trupca.

Odnos između veličine krošnje izražene u m^3 prostoru, što ga ona zaprema, i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m od tla, nije linearan. Stvarnim podacima najbolje se približava odnos izražen parabolom jednadžbe:

$$y = a \cdot x^b,$$

gdje x predočava veličinu krošnje izražene u m^3 prostora, što ga ona zaprema, a y površinu bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla izraženu u cm^2 .

* Napomena: Prije definitivnog obračuna pokušali smo odnos između veličine krošnje i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla prikazati jednadžbom $y = 83,5 + 2,913 x - 0,0025 x^2$. Ova krivulja ima kulminacijsku točku kod $x = 582,6 \infty 600 \text{ m}^3$. Obračunati korelacijski koeficijent ove krivulje iznosi $r = 0,813 \pm 0,04947$.

64

Tabela - Table 15

Obracun korelacije izmedu velicine krošnje i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla
Computation of the correlation between crown size and sapwood area in stem cross-section at 2,40 m above ground

$\Sigma \lg x$	$\Sigma \lg y$	Broj stabala (n) Number of trees (n)	$m_{lgx} = \frac{\Sigma \lg x}{n}$	$m_{lgy} = \frac{\Sigma \lg y}{n}$	$\Sigma [(lg x - m_{lgx}) \cdot (lg y - m_{lgy})]$	$\Sigma (lg x - m_{lgx})^2$	$\Sigma (lg y - m_{lgy})^2$
101,91088	122,98518	47	2,16832	2,61671	8,5439245436	12,7031280514	7,0363365551

Napomena: X = velicina krošnje (crown size)
Y = površina bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m — sapwood area in stem cross-section at 2,40 m above ground

Tabela - Table 15a

Odnos velicine krošnje i stvarnih i teoretskih površina bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla
Ratio between crown size and sapwood area in stem cross-section at 2,40 m above ground

X	Velicina krošnje m ² Crown size cu. m.											11,1	12,4	12,7	16,9	18,7	21,7	28,5	34,7	42,1	48,1
Y	Stvarna površina bijeli cm ² Actual sapwood area in sq. cm.											76	72	29	127	71	45	166	131	393	152
Y'	Teoretska površina bijeli cm ² Theoretical sapwood area in sq. cm.											73	78	80	96	103	114	137	156	178	195

X	52,0	58,7	60,5	77,6	79,8	129,1	158,8	159,5	164,2	171,0	177,1	191,3	193,2	204,5	215,0	222,8	229,3	234,3
Y	181	314	429	441	423	503	595	607	517	577	620	392	573	511	789	547	527	449
Y'	205	223	227	269	274	378	435	436	445	457	468	493	496	516	533	546	557	565

X	236,5	261,3	281,8	304,8	318,8	338,1	366,3	368,5	369,0	381,9	477,7	526,1	531,4	540,3	565,9	587,4	646,7	722,5	769,1
Y	817	515	387	849	417	590	722	457	1105	1134	1078	1177	772	638	1113	960	824	1148	727
Y'	569	610	640	675	695	723	763	766	767	785	913	974	980	991	1023	1049	1119	1205	1257

Kod obračunavanja parametara jednadžbe $y = a \cdot x^b$ poslužili smo se tom jednadžbom izraženom u logaritamskom obliku. Ona naime tada predočuje pravac, a to omogućava lakši obračun. Logaritamski izražena korelacijska jednadžba u općem obliku glasi:

$$\lg y = m_{\lg y} + r_{\lg x \lg y} \cdot \frac{\sigma_{\lg y}}{\sigma_{\lg x}} (\lg x - m_{\lg x}), \text{ odnosno}$$

$$\lg x = m_{\lg x} + r_{\lg y \lg x} \cdot \frac{\sigma_{\lg x}}{\sigma_{\lg y}} (\lg y - m_{\lg y}).$$

Podaci za obračun iskazani su u tabeli 15 i 15 a. Pojedine veličine ovih izraza iznose:

$$m_{\lg x} = \frac{\Sigma \lg x}{n} = \frac{101.91088}{47} = 2,16832$$

$$m_{\lg y} = \frac{\Sigma \lg y}{n} = \frac{122.98518}{47} = 2,61671$$

Veličinu korelacije pokazuje korelacijski koeficijent. Ona iznosi:

$$r_{\lg y \lg x} = \frac{\Sigma (\lg x - m_{\lg x}) \cdot (\lg y - m_{\lg y})}{\sqrt{\Sigma (\lg x - m_{\lg x})^2 \Sigma (\lg y - m_{\lg y})^2}} = 0,9037087 \sim 0,904$$

Vjerodostojnost korelacijskog koeficijenta pokazuje veličina njegove srednje pogreške. Obračunata srednja pogreška iznosi:

$$f_r = \pm \frac{1 - r^2_{\lg y \lg x}}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,183310433}{6,8557} = 0,02673834 \sim 0,0267$$

Prema tome korelacijski koeficijent iznosi

$$\underline{r_{\lg y \lg x} = 0,904 \pm 0,0267}$$

Ovako veliki korelacijski koeficijent pokazuje, da je korelacija između veličine krošnje i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m od tla potpuna.*

* Korelacijski koeficijent obračunat za parabolu $y = a \cdot x^b$ po izrazu

$$r = \sqrt{1 - \frac{s^2_y f(x)^2}{\sigma^2_y}} \quad \text{iznosi:}$$

$$r = \sqrt{1 - \frac{32.750}{102.3000}} = 0,82454; f_r = \pm 0,0462$$

$r = 0,8245 \pm 0,04620$. Prema tome korelacija je vrlo jaka.

Za obračun korelacijske jednadžbe potrebno je odrediti

$$\sigma_{lg x} = \pm \sqrt{\frac{\sum (lg x - m_{lg x})^2}{n - 1}} = \pm \frac{12,7031280514}{46} = \pm 0,525504$$

$$\sigma_{lg y} = \pm \sqrt{\frac{\sum (lg y - m_{lg y})^2}{n - 1}} = \pm \frac{7,0363365551}{46} = \pm 0,391106$$

Na temelju naprijed izračunatih vrijednosti, odnos između površine bijeli na prijesjeku debla, u visini 2,40 m iznad tla i volumena krošnje kod poljskog jasena iz posavskih šuma šumarije Lipovljani, može se u logaritamskom obliku izraziti jednadžbama:

$$lg y = 0,6725855 lg x + 1,15833; \text{ odnosno}$$

$$lg x = 1,214257 lg y - 1,00904$$

Srednje pogreške ovih korelacijskih jednadžbi iznose:

$$f_{lg y lg x} = \pm \sigma_{lg y} \sqrt{1 - r^2} = \pm 0,1671118$$

$$f_{lg x lg y} = \pm \sigma_{lg x} \sqrt{1 - r^2} = \pm 0,2249405$$

Prema naprijed izvedenim jednadžbama odnos između veličine krošnje izražene u m³ prostora, što ga ona zaprema, i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla kod poljskog jasena iz Posavskih šuma šumarije Lipovljani (dominantna stabla) da se matematski izraziti ovim jednadžbama:

Površina bijeli u visini 2,40 m kao funkcija veličine krošnje:

$$P_b = 14,399 \cdot V_k^{0,6725855} \dots \text{cm}^2$$

Veličina krošnje, kojoj odgovara određena površina bijeli u visini 2,40 m

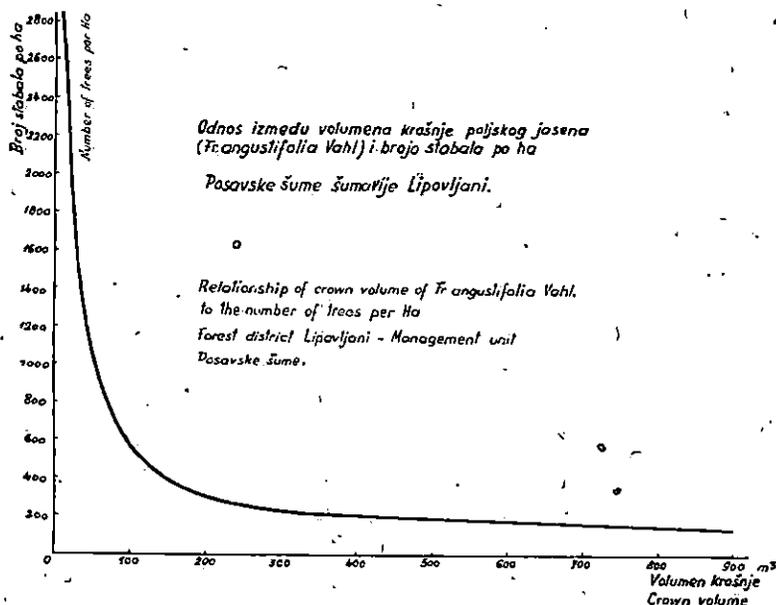
$$U_k = \frac{P_b^{1,214257}}{10,21033647} \dots \text{m}^3$$

Ovi izrazi daju približne rezultate. No ipak se mogu korisno upotrebiti kod rješavanja praktičkih zadataka. Naime veličina lisnate krošnje nije samo funkcija prostora, što ga zauzima krošnja, nego i njezine gustoće i t. d. Kako je volumen krošnje zavisao o broju stabala, koja se uzgajaju na jedinici površine, reguliranjem broja stabala putem pravovremeno izvršenih proreda može se donekle djelovati na veličinu krošnje, a time i na količinu bijeli, odnosno srži u deblu.

β) Primjena rezultata istraživanja o zavisnosti količine bijeli od volumena krošnje stabla kod uzgoja i procjene kvaliteta sastojina poljskog jasena

Application of the results achieved

Veličina krošnje stabla u sastojini je funkcija broja stabala na jedinici površine. Uzimajući u obzir veličinu krošnje i međusobnu udaljenost stabala kod krošnja pojedinih veličina uz pretpostavku trokutastog razmještaja stabala obračunali smo odnos između volu-



Sl. 45. Broj stabala poljskog jasena po ha kod krošnja raznih veličina - Number of trees of *Fr. angustifolia* per ha, considering the different crown sizes

mena krošnje i broja stabala na ha kod poljskog jasena. Taj odnos je prikazan na sl. 45 i u tabeli 16.

U tabeli 16 prikazali smo također, uz veličine krošnje i odgovarajuće brojeve stabala po ha i tim veličinama krošnja odgovarajuće površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla.

Na temelju u tabeli 16 iskazanih odnosa između veličina krošnje, broja stabala po ha i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m i na osnovi postojećih propisa za jasenove truppe obračunali smo broj stabala po ha, koji omogućava razvoj krošnje takve veličine, da debla imaju unaprijed određeni procenat srži. Te obračune izvršili smo za prsne promjere (bez kore) od 25 do 60 cm i za starost 60 do 120 god. i prikazali u tabelama (17 i 18) i grafikonima (sl. 47. i 48.).

Tabela - Table 16

Odnos volumena krošnje, broja stabala po ha i površina bijeli
Ratios between crown size, number of tree per ha and sapwood area in stem cross-section at 2,40 m above ground

Volumen krošnje m ³ Crown size m ³	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	
Promjer krošnje m Crown diameter m	1,50	2,40	2,75	3,00	3,30	3,50	3,80	4,00	4,30	4,50	5,50	6,10	
Broj stabala po ha Number of trees per ha	5130	2010	1530	1280	1070	940	800	720	625	570	380	310	
Površina bijeli cm ² Sapwood area sq. cm.	68	108	131	172	200	226	251	275	297	319	419	519	
Volumen krošnje m ³ Crown size m ³	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
Promjer krošnje m Crown diameter m	6,60	7,00	7,25	7,50	7,70	7,90	8,10	8,30	8,50	8,70	8,80	8,90	9,10
Broj stabala po ha Number of trees per ha	265	235	220	205	195	185	175	170	160	155	150	145	140
Površina bijeli cm ² Sapwood area sq. cm.	590	667	774	810	877	941	1003	1064	1123	1180	1236	1291	1397

Napomena: Promjeri krošnja, koji odgovaraju zadanom volumenu, očitani su iz grafikona konstruiranog na temelju srednjaka po 5 stabala, a koji se vidi na sl. 46. Broj stabala po ha obračunat je na temelju pretpostavke trokutastog rasporeda stabala u sastojini. On je obračunat po formuli:

$$N = \frac{10.000}{a^2} \cdot 1,155; a = \text{razmak stabala}$$

Tabela - Table 17

Broj stabala po ha kod raznog učešća srži na tanjem kraju prvog trupca (prijesjek debla u visina 2,40 m)
 Number of trees per ha at different rates of heartwood on thinner side of first log (stem cross-section at 2,40 m above ground)

Prsni promjer D. b. h.	Promjer u 2,40 m vis. Stem diameter at 2,40 m above ground	Površina prijesjeka u 2,40 m Stem cross-section at 2,40 m above ground	Srž 33% promjera Heartwood 33% of diameter				Srž 50% promjera Heartwood 50% of diameter				Srž 80% promjera Heartwood 80% of diameter			
			Promjer srži Diameter of heartwood	Površina bijeli Sapwood area	Veličina krošnje Crown size	Broj stabala po ha Number of trees per ha	Promjer srži Diameter of heartwood	Površina bijeli Sapwood area	Veličina krošnje Crown size	Broj stabala po ha Number of trees per ha	Promjer srži Diameter of heartwood	Površina bijeli Sapwood area	Veličina krošnje Crown size	Broj stabala po ha Number of trees per ha
cm	cm	cm ²	cm	cm ²	m ²	kom.	cm	cm ²	m ²	kom.	cm	cm ²	m ²	kom.
25	22,7	405	7,5	361	138,8	500	11,3	305	101,7	570	18,2	145	41,3	1280
30	27,5	594	9,1	529	198,6	310	13,7	447	161,9	380	22,0	214	66,2	800
35	32,2	814	10,6	726	291,8	235	16,1	610	236,1	270	25,8	291	96,1	595
40	37,0	1075	12,2	958	408,4	205	18,5	806	331,1	235	29,6	387	135,8	445
45	41,7	1366	13,8	1216	545,5	175	20,8	1026	443,9	195	33,4	490	180,2	345
50	46,5	1698	15,3	1514	712,0	155	23,2	1275	557,9	175	37,2	611	236,5	275
55	51,0	2043	16,8	1820	890,3	140	25,5	1532	722,2	155	40,8	736	296,5	235
60	55,7	2437	18,4	2171	1102,8	130	27,8	1830	896,2	140	44,0	875	365,0	215

Napomena:

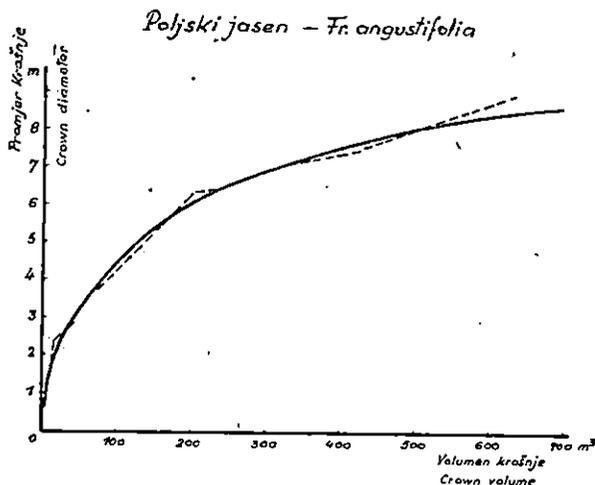
Promjeri u prsnoj visini i u visini 2,40 m su bez kore.

Tabela - Table 18

Broj stabala po ha kod raznog učešća srži na tanjem kraju prvog trupca
Number of trees per ha at different ratios of heartwood on thinner side of first log

Starost stabala Age of trees years	Promjer debla u visini Diameter of stem at		Učešće srži 33% Rate of heartwood 33%				Učešće srži 50% Rate of heartwood 50%				Učešće srži 80% Rate of heartwood 80%			
	1,30 m (b. h.)	2,40 cm	Promjer srži Diameter of heartwood	Površina bijeli Sapwood area	Veličina krošnje Crown size	Broj stabala po ha Number of trees per ha	Promjer srži Diameter of heartwood	Površina bijeli Sapwood area	Veličina krošnje Crown size	Broj stabala po ha Number of trees per ha	Promjer srži Diameter of heartwood	Površina bijeli Sapwood area	Veličina krošnje Crown size	Broj stabala po ha Number of trees per ha
			cm	cm ²	m ²	kom.	cm	cm ²	m ²	kom.	cm	cm ²	m ²	kom.
60	24,0	22,0	7,3	338	115,3	510	11,0	271	88,2	655	17,5	137	38,5	1280
70	27,7	24,8	8,2	418	149,2	380	12,4	351	120,7	500	19,8	163	47,5	1070
80	30,3	27,5	9,1	529	198,6	310	13,8	444	160,5	380	22,0	214	66,2	865
90	33,3	30,5	10,1	642	251,2	265	15,5	542	204,5	310	24,4	272	88,5	680
100	36,0	33,3	11,0	773	314,7	235	16,6	651	255,3	265	26,6	312	104,6	540
110	38,5	35,8	11,8	894	375,5	210	17,9	752	304,4	235	28,6	361	124,9	480
120	41,0	37,8	12,5	995	427,6	200	18,9	838	347,2	220	30,2	402	142,3	430

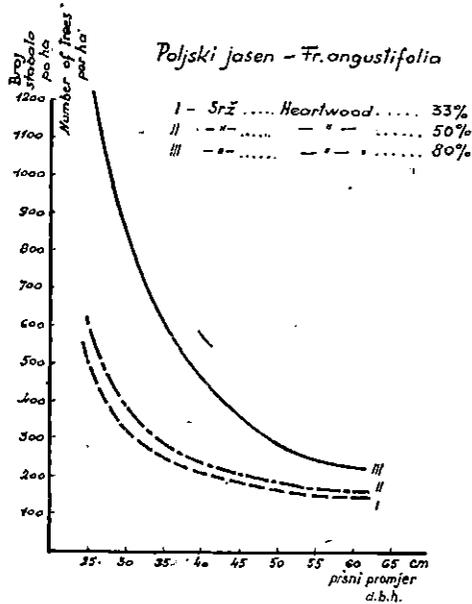
Tabela 17 i 18 i grafikoni (sl. 47 i 48) mogu korisno poslužiti kod procjene kvaliteta jasenovih sastojina, a donekle i kod provođenja proreda radi uzgoja kvalitetnih stabala. Reguliranjem veličine krošnje, ostavljanjem određenog broja stabala po ha, kako je to prikazano u navedenim tabelama i grafikonima, moći ćemo donekle djelovati na površinu bijeli, a time i na učešće srži. Doduše, sam problem u praksi nije tako jednostavan. Naime obračunali su izvedeni uz pretpostavku, da je debljina stabala samo funkcija starosti. Prirast stabala, pa prema tome i debljina stabala u određenoj starosti, zavisi o veličini krošnje, te će s većom



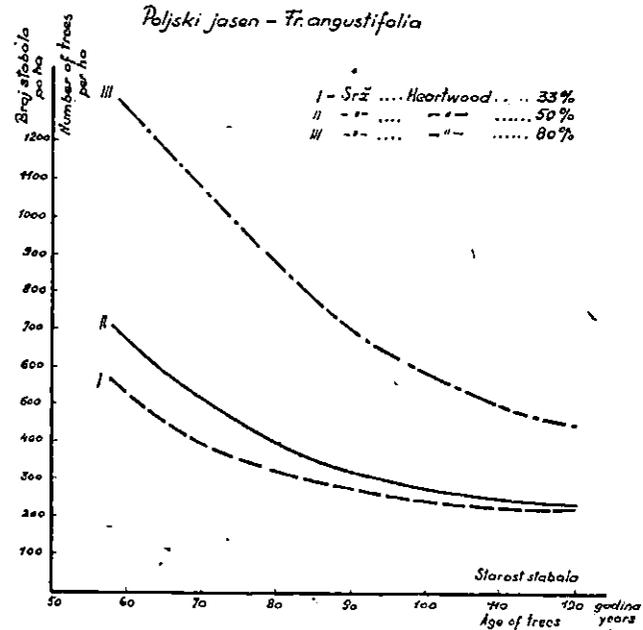
Sl. 46. Ovisnost promjera krošnje poljskog jasena o njenom volumenu - Relationship between crown diameter and size in *Fr. angustifolia*

krošnjom i ona rasti. Izvodi prema tome imaju veće značenje za procjenu stabala poljskog jasena u dubjećem stanju nego za provođenje uzgojnih mjera.

Ako usporedimo naše podatke o broju stabala po ha iz tabele 19 s podacima prirasno-prihodnih tabela Wimmenauera, vidimo, da među njima postoje znatne razlike. Naime broj stabala po ha, što ga Wimmenauer smatra normalnim brojem, omogućuje razvoj krošanja određenih veličina. Količina srži u deblu zavisi o toj veličini krošnje. Kako se kod nas, naročito u prošlosti, nastojala postići normalnost šume približavanjem drvne mase sastojine i broja stabala po ha onome broju, koji pružaju razne prirasno-prihodne tabele, te kako su po njima provedene prorede i vršene druge uzgojne mjere, obračunali smo učešće srži na tanjem kraju prvog trupca (visina 2,40 m od tla) kod jasenovih sastojina s veličinom krošanja, koje odgovaraju broju stabala po ha po Wimmenaueru.



Sl. 47. Broj stabala poljskog jasena po ha i učešće srži na presjeku debla u visini 2,40 m kod stabala raznih prsnih promjera - Number of trees of *Fr. angustifolia* per ha and heartwood rate in the stem diameter at a height of 2,40 m, considering the different d. b. h. of trees



Sl. 48. Broj stabala poljskog jasena po ha i učešću srži na presjeku debla u visini 2,40 m kod raznih starosti stabala - Number of trees of *Fr. angustifolia* per ha and the rate of heartwood in the stem diameter at a height of 2,40 m, considering the different tree ages

Taj obračun prikazan je u tabeli 19.

Tabela - Table 19

Odnos broja stabala po ha po Wimmenaueru i učešća srži
Number of trees per ha according to Wimmenauer and heartwood rate

Starost stabla Age of trees years	Broj stabala po ha Number of trees per ha	Prani promjer (s korom) d. b. h. (o. b.)	Promjer u 2,40 m (bez kore) d. in 2,40 m (u. b.)	Površina prijesjeka u 2,40 m Surface of stem cross-section at 2,40 m above ground	Površina bijeli s obzirom na broj stabala Sapwood area	Površina srži Heartwood area	Promjer srži Diameter of heartwood	Učešće srži Heartwood rate
god.	kom.	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm	%
60	609	25,6	22,0	380	303	77	9,9	45,0
70	412	29,0	25,0	491	386	105	11,6	46,5
80	372	31,0	26,9	568	423	145	13,6	50,5
90	336	33,0	28,7	647	473	174	14,8	51,0
100	297	35,5	30,1	712	530	182	15,2	50,5
110	261	37,8	33,1	861	617	244	17,6	53,0
120	235	40,0	35,1	968	667	295	19,4	55,0

Iz tabele 19 vidimo, da je učešće srži kod uzgoja broja stabala poljskog jasena na jedinici površine, kako ga daju Wimmenauerove tabele, razmjerno veliko. Kvalitet trupaca odnosno općenito oblovine s obzirom na veliku srž je razmjerno slab.

Sastojine poljskog jasena na području Posavskih šuma šumarije Lipovljani uglavnom nisu pravovremeno prorjeđivane, broj stabala po jedinici površine (ha) je razmjerno velik, krošnje stabala su uglavnom malene, pa sve to dovodi do razmjerno velike srži kod poljskog jasena u ovim satojinama. Nastojanje, da se postigne normalnost broja stabala, kako ga daje Wimmenauer, odrazilo se na kvalitet oblovine u dotičnim satojinama. Sličan slučaj postoji i u drugim nizinskim šumama hrasta, brijesta i jasena. To će i biti jedan od razloga, što je postotak furnirskih trupaca u ukupnoj količini proizvedenih jasenovih trupaca u NR Hrvatskoj tako malen (ispod 0,5%).

Pitanje reguliranja veličine krošnje uzgojnim mjerama nije jednostavno. Ono zavisi o fiziološkim svojstvima pojedine vrste drveća. Uzgoj stabala s malom krošnjom, koja bi osigurala, da učešće srži na tanjem kraju prvog trupca bude preko 80%, također je skopčano s teškoćama. Furnirski trupci (jer kod njih dolazi u obzir srž iznad 80%) moraju imati i određenu debljinu. Ova pak

zavisu o veličini krošnje, jer je prirast stabla u debljinu također zavisan o veličini lisnate krošnje.

Sve to treba imati u vidu kod uzgoja jasenovih sastojina i određivanja njihove ophodnje. Kombinirajući uzgajanje sastojina tako, da one daju najveću masu i najbolji kvalitet proizvedenog drveta, postići ćemo najbolji ekonomski efekat.

Ova razmatranja i rezultati istraživanja osvjetljavaju odnos, u kom stoje naši standardi za jasenove trupce sa stvarnom mogućnošću šumske proizvodnje. Naime analizirajući stanje naših za sječu zrelih jasenika vidimo, da oni ne će dati onu količinu furnirskih trupaca (»bijelog« i »crnog« jasena), koja bi se s obzirom na debljinu stabala i punodrvnost i čistocu od grana mogla očekivati. Prema tome propise o jasenovim trupcima s obzirom na dopušteno učešće srži trebat će izmijeniti, a preradu drveta udesiti tako, da bude u mogućnosti preraditi i trupce s većom količinom srži. Ovo će biti utoliko lakše, što su istraživanja u svijetu (Armstrong - Lit. 1; Kollmann - Lit. 36 i 37) a i naša pokazala, da u fizičkim i mehaničkim svojstvima neosržene i osržene jasenovine nema znatnih razlika.

3. Starost kod koje poljski jasen počinje obrazovati srž i tok osržavanja u deblu

Age at which starts the transition of sapwood into heartwood and the course of such transformation

Starost stabla, u kojoj se počinje pojavljivati srž kod poljskog jasena, nije jedinstvena. Kod jednih stabala osržavanje počinje ranije, a kod drugih kasnije. Budući da je površina bijeli na nekom prijesjeku debla poljskog jasena direktna funkcija veličine lisnate krošnje, to se srž počinje pojavljivati u momentu, kada to odredi odnos između veličine krošnje i površine prijesjeka na dotičnom mjestu. Čim je, naime površina bijeli, koja odgovara određenoj veličini krošnje, manja od površine prijesjeka na tom mjestu, počinje obrazovanje srži. Istraživanja su pokazala, da osržavanje počinje obično u donjem dijelu debla (prema visini), a odatle u vezi sa prirastom u debljinu napreduje, kako u transverzalnem smjeru od centra prema periferiji, tako i u longitudinalnom deblu prema krošnji i panju.

Ovakav je tok osržavanja i uzrok, što srž poljskog jasena često pokazuje oblik dvaju čunjeva postavljenih bazama jedan na drugoga.

Doduše Kollmann (Lit. 36 - str. 3) kaže, da jasen na osami naginje rano stvaranju velike srži. Ova njegova konstatacija nije u suprotnosti sa našim istraživanjima, jer Kollmann ne navodi

debljinu stabala. Stabla na^o osami su razmjerno deblja pa radi toga i počinju ranije osržavati, jer početak osržavanja zavisi o odnosu između veličine krošnje i površine bijeli. To se vidi i kod stabala s osame, koja smo mi istražili.

Budući da je veličina srži u deblu poljskog jasena indirektna funkcija veličine krošnje, to ni brzina osržavanja, t. j. broj godina, koji osrže u određenom periodu vremena, nije neka određena veličina. Ona zavisi o odnosu volumena krošnje i debljine debla, te je u vezi sa brzinom debljinskog prirasta debla i brzinom prirašćivanja volumena lisnate krošnje.

Ipak se uz neke pretpostavke brzina i starost, kod koje počinje osržavanje, mogu teoretski obračunati. Te su pretpostavke: 1. broj i debljina stabala u sastojinama razne starosti odgovaraju onima, koje je iskazao Wimmenauer u prihodnim tabelama za jasen; i 2. između volumena krošnje stabla i površine bijeli na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla postoji korelacija, koju smo dokazali u prošlom poglavlju.

Uz ove pretpostavke brzina osržavanja na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla kod stabala glavne sastojine na I. bonitetu iznosi:

Tabela - Table 20

Starost sastojine godina Age of stand years	Srži - Heartwood		Brzina osržavanja Rate of heartwood formation	
	promjer Diameter cm	broj godina Number of annual rings	cm/god. cm/year.	godova u godini annual rings/year
50	0	0	0,990	1,8
60	9,9	18	0,017	0,3
70	11,6	21	0,020	0,4
80	13,6	26	0,012	0,2
90	14,8	28	0,004	0,2
100	15,2	30	0,024	0,6
110	17,6	36	0,018	0,5
120	19,1	41		

Sam vremenski početak osržavanja na prijesjeku debla u visini 2,40 iznad tla nalazi se teoretski kod starosti od cca 50 godina. Praktički je taj interval vrlo širok i kreće se, kako smo to već prije naveli, u granicama od 12 do 96 godina.

B) Fizička svojstva srževine i bjeljikovine poljskog jasena
Physical properties of heartwood and sapwood
of narrow-leaved ash

Srževina i bjeljikovina poljskog jasena pokazuje neke razlike. U prvom redu srž i bijel razlikuju se međusobno po boji. Boja srži kreće se počevši od svijetlo-smeđe pa sve do tamne, koja često zna biti i nejednolična prljavih tonova.

Sa naučnog stajališta važno je, da li osim razlika u boji postoje u dubjećem stanju razlike između sadržaja vlage u drvetu srži i bijeli kod poljskog jasena, kao i to, ako te razlike postoje, koliko su velike i da li su karakteristične. S druge strane postavlja se pitanje, da li među srževinom i bjeljikovinom poljskog jasena postoje razlike u fizičkim svojstvima (volumna i nominalna volumna težina i utezanje). O fizičkim svojstvima zavise naime i tehnička svojstva, pa nam ona indirektno ukazuju i na tehničku upotrebljivost.

1. Sadržaj vlage u dubjećem stanju u bijeli i srži kod polj. jasena
Moisture content of heartwood and sapwood in standing tree

Poznata je stvar, da u drvetu bijeli u dubjećem stanju još postoje neke životne funkcije. U bijeli nalaze se živi parenhimski elementi (zrake srčike-drveni traci). Glavna fiziološka funkcija bijeli sastoji se u provođenju vode od korijenja do krošnje (lišća). U srži nema više nikakvih fizioloških funkcija, te je ona fiziološki mrtva i građena od mrtvih elemenata. Činjenica, da bijel služi za uzlazno provođenje vode, a srž se sastoji od elemenata, u kojima više nema životnih funkcija, te vrše samo statičku ulogu, navodi nas teoretski na zaključak, da je srž u dubjećem stanju normalno suša od bijeli. No taj teoretski zaključak nije uvijek ispravan.

S obzirom na sadržaj vlage u drvetu srži i bijeli, već je *Nördlinger* (Lit. 48) uveo za vrste, kod kojih između drveta i srži i bijeli nema razlike u boji nego samo u sadržaju vlage, pojam »Reifholz«.

Trendelenburg (Lit. 52 str. 133) s obzirom na sadržaj vlage u drvetu srži i bijeli u dubjećem stanju sve je vrste drveća podijeli na grupe:

Drveće s obojenom srži (jedričavo):

s izrazitom razlikom u sadržaju vlage u dubećem stanju između drveta srži i bijeli (bor, ariš, duglazija, tisa);

bez izrazite razlike u sadržaju vlage između drveta srži i bijeli u dubećem stanju (hrast, pitomi kesten, bagrem, trešnja, orah);

Drveće s neobojenom srži:

s izrazitom razlikom u sadržaju vlage u dubećem stanju između drveta srži i bijeli (drveće sa suhom srži) smreka, jela;

drveće s umjerenom razlikom u sadržaju vlage između srži i bijeli u dubećem stanju (bukva, javor, lipa a često i jela);

drveće bez izrazitih razlika u sadržaju vlage srži i bijeli u dubećem stanju (breza, grab, joha).

Kod drveća druge grupe (t. j. onoga, koje nema obojenu srž) te gdje je razlika u sadržaju vlage između srži i bijeli umjereni, odnosno nije izraziti, u mnogim godišnjim dobima srž može da bude vlažnija od bijeli. Vanjski godovi bijeli napunjeni su vodom, jer oni služe za provođenje vode iz korijena u krošnju.

Brown (Lit. 5 str. 8) navodi, da srž općenito sadržava manje vlage od bijeli.

Eames i *Mc Daniels* (Lit. 12) navode, da jasen (*Fraxinus sp.*) ima naročito suhu srž, te je ona često i uzrok unutrašnjeg raspucavanja (paljivosti).

Hartig (Lit. 26) navodi, da kod hrasta sadržaj vode u srži raste od periferije prema centru. Srž starih stabala uvijek je bogatija vodom nego bijeli. Sadržaj vlage u srži i bijeli pada od panja prema krošnji, a u samoj krošnji, opet se povećava.

Markwardt i *Wilson* (Lit. 62) navode, da prosječni sadržaj vlage kod američkog bijelog jasena (White ash - *Fr. americana*) iznosi u bijeli 40% a u srži 38%. Prema tome bijeli je nešto vlažnija od srži.

Dakle jedino kod *Eamesa* i *Mc Daniela* i *Markwardta* i *Wilsona* nalazimo podatke za odnos vlage srži i bijeli kod jasena. No i njihovi zaključci temelje se na proučavanju američkih vrsta jasena. Radi toga smo pokušali ustanoviti odnos između sadržaja vlage srži i bijeli u dubećem stanju te odrediti, u koju ga grupu drveća s obzirom na sadržaj vlage srži i bijeli treba svrstati.

Vlaga drveta u dubećem stanju nije konstantna u toku godine. Kolebanje u sadržaju vlage postoji također u toku dana. Da što je moguće više izbjegnemo utjecaju kolebanja sadržaja vlage srži i bijeli u raznim mjesecima i danima, izrazili smo vlagu srži u postocima vlage bijeli. Ovo se osniva na pretpostavci, da je odnos između vlage srži i bijeli u toku godine konstantan. U tu svrhu obračunali smo prosječni sadržaj vlage bijeli i srži u dubećem stanju i vlagu srži izrazili procentima vlage bijeli.

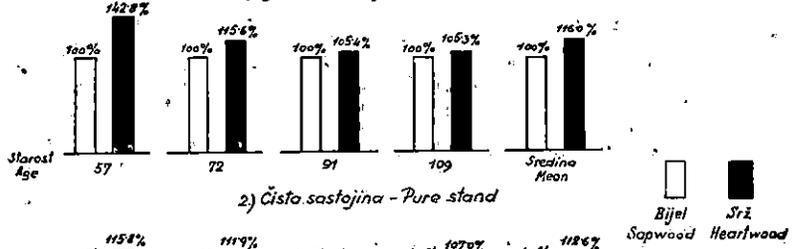
Način određivanja sadržaja vlage opisan je u prikazu metode rada. Vlaga je određena na probama iz debla sa visine 2,40 m od tla.

Rezultati ovih ispitivanja prikazani su u tabeli 21, i grafički na slikama 49 i 50.

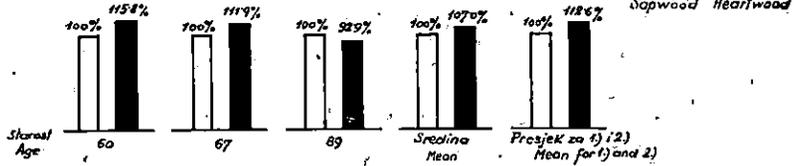
Poljski jasen - *Fr. angustifolia*

Dominantna stabla iz sastojine na I. bonitetu
Dominant trees from stand of site class I.

1) Mješovita sastojina - Mixed stand



2) Čista sastojina - Pure stand

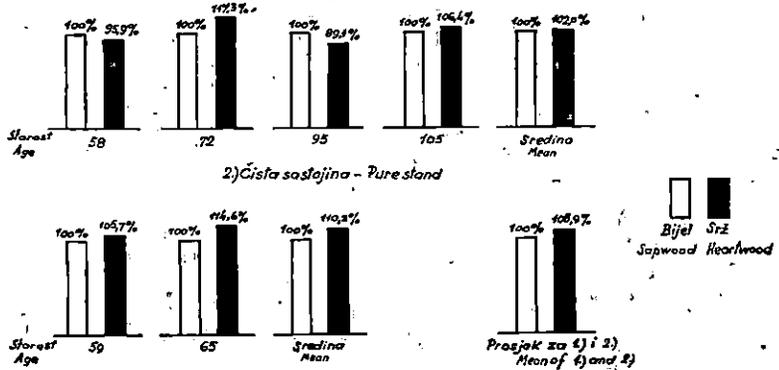


Sl. 49. Sadržaj vlage u srži i bijeli poljskog jasena u dubjećem stanju -
Moisture content of sapwood and heartwood in the standing tree of *Fr. angustifolia*

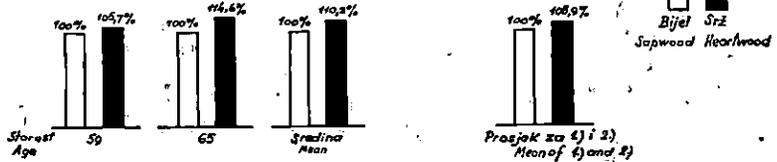
Poljski jasen - *Fr. angustifolia*

Polisnala stabla iz sastojine na I. bonitetu - Suppressed trees from stand of site class I.

1) Mješovita sastojina - Mixed stand



2) Čista sastojina - Pure stand



Sl. 50. Sadržaj vlage u srži i bijeli poljskog jasena u dubjećem stanju -
Moisture content of sapwood and heartwood in the standing tree of *Fr. angustifolia*

Uloga srži i bijeli poljskog jasena
Moisture content of heartwood and sapwood of F. angustifolia

Cesopod jedinica Manag unit	Bonitet staništa Site class	Biološki razred stabala Biolog class	Istraženih stabala - Sample trees				Sadržaj vlage Moisture content				Odnos između vlage srži i bijeli Ratio of moisture in sapwood and heartwood	Napomena Remark
			Datum obaranja Date of felling	Red broj Ser. no.	Kom. stabala Number of trees	Starost Age years	bijeli	Razlika				
								srži	+			
											%	
Posavske šume - Sumarija Lipovljani	I. bonitetni razred Site class I.	Dominantna stabla Dominant trees	Mješovita sastojina Mixed stand	21., 22. V. 1951.	24-28	5	57	43,0	61,4	18,4	—	142,8
				15. V. 1951.	1-5, 11	6	72	45,1	52,1	7,0	—	115,6
				1. VI. 1951.	61-64	4	91	48,1	50,7	2,6	—	105,4
				15. VIII. 1951.	81-85	5	109	47,6	50,1	2,5	—	105,3
				Prosjeck - Mean		20		46,0	53,6	7,6	—	116,6
			Čista sastojina Pure stand	17. IV. 1951.	12, 13, 16-19	6	60	45,0	52,1	7,1	—	116,8
				26. V. 1951.	45-49	5	67	44,5	49,8	5,3	—	111,9
				29. V. 1951.	55-59	5	89	43,7	40,6	—	3,1	92,9
				Prosjeck - Mean		16		44,4	47,3	3,1	—	107,0
				Prosjeck - Mean		36		45,3	51,0	5,7	—	112,6
	Potisnuta stabla Suppressed trees	Mješovita sastojina Mixed stand	23. V. 1951.	29-34	6	58	44,1	42,3	—	1,8	95,9	
			14. IV. 1951.	6-10	5	72	42,8	50,2	7,4	—	117,3	
			6. VIII. 1951.	70-74	5	93	46,8	41,7	—	5,1	89,1	
			9. VIII.	80, 86-89	5	105	48,7	46,4	2,7	—	106,2	
			16. VIII. 1951.									
			Prosjeck - Mean		21		44,3	45,1	0,8	—	102,0	
			Čista sastojina Pure stand	17. IV., 19. IV. 1951.	14, 15, 20-23	6	59	42,3	44,7	2,4	—	105,7
				28. V. 1951.	50-54	5	65	43,1	49,4	6,3	—	114,6
				Prosjeck - Mean		11		42,7	47,0	4,3	—	110,2
				Prosjeck - Mean		32		43,8	43,8	2,0	—	104,5
Prosječno za I. bonitet Mean			68		44,6	48,6	4,0	—	108,9			
II. bonitetni razred Site class II.	Potisnuta stabla Suppressed trees	Dominantna stabla Dominant trees	Čista sastojina Pure stand	17. VIII. 1951.	115-119	5	70	45,3	49,7	6,4	—	114,8
				18. VIII. 1951.	125-129	5	71	41,9	42,7	0,8	—	101,9
				Prosjeck - Mean		10		42,6	46,2	3,6	—	108,5
				17. VIII. 1951.	120-124	5	65	42,1	50,5	8,4	—	120,0
				18. VIII. 1951.	130-134	5	65	41,6	46,7	5,1	—	112,3
			Prosjeck - Mean		10		41,8	48,6	6,8	—	116,1	
			Prosječno za II. bonitet Mean for site class II.			20		42,2	47,1	4,9	—	112,3
			Prosječno za poljski jasen Mean for Fr. angustifolia			88		44,0	48,3	4,3	—	109,7

Sadržaj vlage određen na prijesjku debla u visini 2,40 m iznad tla
 Moisture content determined in stem cross-section at 2,40 m. above ground

Sređeni rezultati ovih istraživanja pokazuju ovo:

Sadržaj vlage u srži poljskog jasena u dubjećem stanju veći je nego sadržaj vlage u bijeli;

Kod dominantnih stabala iz sastojina na I. bonitetnom razredu sadržaj vlage u srži u dubjećem stanju opada sa starošću stabala. Tako je na pr. vlaga srži (prosječna) kod stabala iz mješovite sastojine stare 57 god. bila za 42,8% veća od vlage bijeli, a kod sastojine stare 109 god. samo 5,3%. U apsolutnom iznosu ona je od 61,4% pala na 50,1%. Vlaga bijeli općenito raste sa starošću sastojina, iz koje potječu stabla, iako podaci koji to kazuju nisu potpuno komparabilni, jer se odnose na stabla obarana u razno vrijeme. Kod stabala iz čiste sastojine vlada ista zakonitost. Kod starijih stabala (89 god.) sadržaj vlage u srži može postati čak manji nego sadržaj vlage u bijeli;

Kod potisnutih stabala ne postoji ovakva zakonitost u odnosu između sadržaja vlage srži i bijeli. Ovo je potpuno razumljivo, ako se ima na umu, da potištena stabla u jasenovim sastojinama nisu posebna jasno izlučena biološka skupina, jer jasen normalno ne podnosi zasjenu;

Između vlage srži odnosno bijeli kod stabala istog biološkog razreda nema znatnih razlika s obzirom na bonitet staništa. Vlaga srži je u svakom slučaju veća od vlage bijeli.

2. Fizička svojstava srčevine i bjeljikovine – *Physical properties of heartwood and sapwood*

a) *Volumna težina srčevine i bjeljikovine – Specific gravity.* Volumna težina srčevine i bjeljikovine običnog jasena već je češće istraživana.

Ta istraživanja vršena su bilo samo sa ciljem, da se istraži njena veličina, bilo da su ona usput vršena kod istraživanja tehničkih svojstava drveta.

Volumne težine srčevine i bjeljikovine kod istraženog materijala prikazane su u tabeli 22.

U tabeli smo prikazali volumne težine srčevine i bjeljikovine u stanju apsolutne suhoće po vrstama jasena (poljski i obični jasen), po lokalitetima, bonitetima staništa i po biološkim razredima stabala.

Iz tabelarnih podataka se vidi, da dominantna stabla poljskog jasena imaju veću volumnu težinu drveta od potisnutih stabala na istom bonitetu. Razlog tome treba tražiti u razlikama između

Tabela - Table 22

Volumna težina srčevine i bjeljikovine
Specific gravity of oven-dry heartwood and sapwood

Bonitet Site-class	Biološki razred Biolog. class	Bjeljikovina - Sapwood								Srčevina - Heartwood								Signifi- kantnost Limits of significancy t
		Broj proba Number of specimens		m	f _m	σ	f _σ	v	f _v	Broj proba Number of specimens		m	f _m	σ	f _σ	v	f _v	
		Sirina god. Ann. ring width	Ann. ring width							Sirina god. Ann. ring width	Ann. ring width							
kom.	mm	g/cm ³				%		kom.	mm	g/cm ³				%				
Poljski jasen - Fr. angustifolia - Lipovljani Narrow-leaved ash from Lipovljani																		
I.	D	172	2,01	0,650	0,0044	0,0582	0,00314	8,95	0,486	49	2,30	0,656	0,0070	0,0491	0,00495	7,48	0,758	0,0657687
I.	P	172	1,22	0,619	0,0045	0,0598	0,00323	9,67	0,526	46	1,72	0,641	0,0075	0,0502	0,00523	7,83	0,821	2,285814
II.	D	42	1,26	0,666	0,0063	0,0408	0,00446	6,13	0,671	13	2,22	0,645	0,0129	0,0464	0,00911	7,20	1,420	0,4974791
II.	P	34	1,11	0,649	0,0091	0,0531	0,00644	8,19	0,999	11	2,14	0,614	0,0123	0,0408	0,00870	6,65	1,424	1,99121834
Obični jasen - Fr. excelsior - Zagrebačka gora (Sljeme) Common ash from Zagrebačka Gora Mountain																		
Domin. stab. Domin. trees		16	1,16	0,636	0,0137	0,0549	0,00970	8,62	1,535	10	1,78	0,636	0,0164	0,0518	0,01159	8,15	1,334	0,0000000
Obični jasen - Fr. excelsior - Gorski Kotar (Risnjak) Common ash from Gorski Kotar (Risnjak Mountain)																		
Domin. stab. Domin. trees		23	1,40	0,681	0,0091	0,0435	0,00642	6,40	0,947	4	1,53	0,670						0,8373428

širine godova dominantnih i potisnutih stabala. Uži naime godovi kod jasena označavaju drvo s manjim učešćem kasnog drveta. Radi toga je i drvo običnog jasena na Sljemeni lakše nego drvo običnog jasena iz Gorskog Kotara (Risnjak).

Ako promatramo volumnu težinu bjeljkovine i srčevine opažamo, da kod stabala iste vrste jasena s istog područja i jednakih boniteta staništa i bioloških razreda nema signifikantnih razlika. Faktor signifikantnosti je ispod 3. Razlike, koje postoje, posljedica su razlika u širinama godova između drveta srži i bijeli. Ova naša istraživanja slažu se sa sličnim istraživanjima Kollmanna.

Osim aritmetičkih sredina za prosuđivanje nekog svojstva važne su donja i gornja granica. Doduše, one su uključene u veličinu standardne devijacije, ali smo ih ipak prikazali u tabeli 23.

Tabela 23 pokazuje, da su razlike između najveće vrijednosti i najmanje vrijednosti volumne težine veće kod bijeli nego kod srži. To je posljedica većeg kolebanja širine godova bijeli nego one srži.

Tabela - Table 23

Volumna težina - Specific gravity

Vrsta drveta Species of ash	Područje Forest area	Bonitet Site-class	Biološki razred Biolog. class	Bjeljkovina Sapwood			Srčevina Heartwood		
				Minim. Minim.	Sredina Mean	Maksim. Maxim.	Minim. Minim.	Sredina Mean	Maksim. Maxim.
g/cm^3									
Poljski jasen Fr. angustifolia Vahl.	Posavske šume Lipovljani	I	D	0,510	0,650	0,790	0,550	0,656	0,750
			P	0,510	0,619	0,710	0,550	0,641	0,710
		II	D	0,581	0,666	0,746	0,545	0,645	0,684
			P	0,517	0,649	0,737	0,561	0,614	0,674
Obični jasen Fr. excelsior L.	Zagreb. gora (Sljeme)			0,536	0,636	0,731	0,583	0,636	0,734
	Gorski Kot. (Risnjak)			0,587	0,681	0,739	0,633	0,670	0,737

Zaključak, da u volumnoj težini u apsolutno suhom stanju nema razlike između srčevine i bjeljkovine jasena, potvrđuju i rezultati stranih istraživanja. Donosimo radi komparacije pregled razlika u težinama naših i stranih istraživanja.

Tabela - Table 24

Razlike volumnih težina srčevine i bjeljikovine kod jasena
Differences between specific gravities of heartwood and sapwood in ash

Vrsta jasena i područje Species of ash and origin of samples		Volumna težina Specific gravity			Primjedbe Remarks (autor i drugo)
		Bjelji- kovine Sapwood	Srčevine Heart- wood	Razlika Diffe- rence	
		g/cm ³			
Poljski jasen Lipovljani Fr. angustifolia from Lipovljani		0,638	0,645	+ 0,007	Prosjeak za sve bonitete i biol. razreda (orig.)
Obični jasen Fr. ex- celsior	Zagreb. gora i Risnjak	0,662	0,646	- 0,016	Prosjeak Sljemena i Risnjaka (orig.)
	Engleska	0,553	0,603	+ 0,050	Bamford i Van Rest
	Njemačka	0,669	0,664	- 0,005	Kollmann

Ovaj pregled (tabela 24) pokazuje, da su te razlike, kako kod naših vrsta (poljski jasen i obični jasen), tako i kod stranih vrsta jasena (obični jasen) minimalne, te da ih treba svoditi samo na razlike u širini godova.

Prema tome je naš zaključak, da među srčevinom i bjeljiko-
vinom poljskog i običnog jasena nema nikakvih razlika u volum-
nim težinama, potpuno u skladu i sa stranim istraživanjima. Uko-
liko je srčevina teža, to je samo posljedica veće širine godova.
Težina kasnog drveta u godu jasena je prema istraživanjima
Kollmanna (Lit. 36), oko 1,32 puta veća od težine ranog drveta,
pa sa većom širinom godova raste i volumna težina jasenovine.

Möller i Gram (Lit. 41) su dokazali, da obrazovanje tila kod
običnog jasena počinje vrlo rano, t. j. u nekim slučajevima već
u drugom godu računajući od kambija. Već prije njih je Schneider
(po Kollmannu - Lit. 36) tvrdio, da u broju tila nema razlika
između bijeli i srži jasena.

Naša istraživanja, kao i istraživanja Kollmannova (Lit. 36) po-
kazuju, da je utezanje srčevine i bjeljikovine jasena najednako.
Pomoću utezanja indirektnim putem dolazimo do spoznaje, da je
i veličina intermicelarnih prostora u srži i bijeli najednaka, te da
ovi prostori nisu ispunjeni infiltracijskim materijama. S obzirom
na navedeno ne može biti razlika u volumenima pora odnosno

stijenki kod srži i bijeli jasena, a prema tome ni u volumnim težinama srževine i bjeljikovine.

U idućoj tabeli (Tab. 25) donijeli smo volumene pora odnosno stijenki srževine i bjeljikovine poljskog jasena.

(obračun je izvršen po formulama:

$$V_{st} = S \cdot \frac{1}{1,56}; \text{ odnosno } V_{po} = 1 - S \cdot \frac{1}{1,56},$$

gdje označava: V_{st} =volumen stijenki; V_{po} =volumen pora; S =volumna težina apsolutno suhog drveta).

Vidimo, da je volumen stijenki najednak kod drveta bijeli i srži, a time i volumen pora. Kod potisnutih stabala sa gušćim godovima, t. j. sa većim učešćem ranog drveta, volumen pora je veći od onoga dominantnih stabala. Prosječno poljski jasen je porozniji od običnog jasena. Naime prosječna poroznost drveta poljskog jasena iznosi oko 59% (zajedno srž i bijel), a običnog 58%.

b) Nominalna volumna težina – Nominal specific gravity

Nominalne volumne težine istraživanih uzoraka srži i bijeli poljskog i običnog jasena prikazane su u tabeli 26. Kod obračunavanja nominalne volumne težine uzeli smo u obzir samo one probe, kojih se početna vlaga nalazila iznad 30%, t. j. iznad točke zasićenosti žice, kako bi se na taj način izbjeglo krivim podacima o volumenu svježeg drveta. Ispod vlage zasićenosti žice počinje naime utezanje drveta. Radi toga je broj proba, na kojima je ustanovljena nominalna volumna težina manji od broja proba, koje su služile za određivanje volumne težine drveta u apsolutno suhom stanju.

Među nominalnim težinama drveta srži i bijeli kod poljskog jasena nema signifikantnih razlika. Naime i kod nominalne težine faktor signifikantnosti je manji od granice točnosti dopuštene po Kollerovu dijagramu (Tavčar str. 37).

S nominalnom težinom je u vezi i maksimalni kapacitet drveta za vodu.

(Maksimalni kapacitet obračunava se utvrđivanjem volumena suhe drvene tvari u jedinici volumena sirovog drveta.

Volumen suhe drvene tvari u jedinici volumena svježeg drveta iznosi

$$V_v = \frac{t_n}{1,56} \dots \text{cm}^3$$

Ostatak volumena u jedinici volumena svježeg drveta, označava maksimalni kapacitet za vodu. On iznosi:

$$k_{max} = \frac{1 - V_t}{t_{n0}} \cdot 100 \dots \%$$

Tabela - Table 25

Volumen pora i stijenki kod poljskog i običnog jasena
Volume of cell-walls and of pores in *Fr. angustifolia* and *Fr. excelsior*

Vrsta jasena Species of ash	Područje Site	Bonitet stanita Site class	Biol. raz. stab. Biolog. class	Bjeljkovina Sapwood			Srževina Heartwood		
				Vol. tež. Spec. gravity	Vol. stijenki Cell-walls volume	Vol. pora Pores volume	Vol. tež. Spec. gravity	Vol. stijenki Cell-walls volume	Vol. pora Pores volume
				g/cm ³	%		g/cm ³	%	
Poljski jasen <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	Posavske šume Ljupovljani	I.	D	0,650	41,67	58,33	0,656	42,05	57,95
			P	0,619	39,68	60,32	0,641	41,09	58,91
		II.	D	0,660	42,69	57,31	0,645	41,35	58,65
			P	0,649	41,60	58,40	0,614	39,36	60,64
	Sredina - Mean			0,638	40,90	59,10	0,645	41,35	58,65
Obični jasen <i>Fraxinus excelsior</i> L.	Zagreb. gora (Sljeme)			0,636	40,77	59,23	0,636	40,77	59,23
	Gor. Kotar (Risnjak)			0,681	43,65	56,35	0,670	42,95	57,05
	Sredina - Mean			0,662	42,44	57,56	0,646	41,41	58,59

Iz tabele 27 vidimo također, da ni u maksimalnom kapacitetu za vodu nema znatnih razlika između srževine i bjeljkovine poljskog i običnog jasena.

Kako se voda u drvetu nalazi kao slobodna i imbibiciona, te kako je kod drveta jednako širokih godova i volumen sudova jednak, može se zaključiti, da je veličina intermicelarnih prostora u drvetu srži i bijeli jednaka. Dakle u drvetu srži poljskog i običnog jasena nema odlaganja osržavajućih materija u stijenkama stanica, kao što je to slučaj kod drugih vrsta jedričavog drveća. Radi toga ni ne postoje razlike kako u volumnoj, tako ni u nominalnoj volumnoj težini među drvetom srži i bijeli.

Tabela - Table 26

Nominalna volumna težina
Nominal specific gravity

Bonitet Site-index class	Biološki razred Biolog. class	Bjeljikovina - Sapwood								Srževina - Heartwood								Signifikantnost Limits of significance <i>t</i>
		Broj proba Number of specimens kom.	Svrina god. Ann. rings width mm	<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>fσ</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	Broj proba Number of specimens kom.	Svrina god. Ann. rings width mm	<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>fσ</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	
				g/cm ³				%				g/cm ³				%		
Poljski jasen - Fr. angustifolia - Lipovljani Narrow-leaved ash from Lipovljani																		
I.	D	151	2,20	0,565	0,0049	0,0436	0,00251	7,72	-0,660	39	2,35	0,560	0,0047	0,0294	0,00333	5,20	-0,591	0,135213
I.	P	137	1,26	0,555	0,0039	0,0418	0,0253	7,53	0,457	32	1,57	0,568	0,0045	0,0254	0,00317	4,32	0,541	2,298545
II.	D	42	1,26	0,594	0,0050	0,0322	0,00352	5,43	0,594	13	2,22	0,575	0,0095	0,0343	0,00672	5,96	1,173	0,578728
II.	P	34	1,11	0,585	0,0065	0,0376	0,00457	6,44	0,783	11	2,10	0,554	0,0096	0,0295	0,00629	5,32	1,138	2,488718
Obični jasen - Fr. excelsior - Zagrebačka gora (Sljeme) Common ash from Zagrebačka Gora Mountain																		
Domin. trees Domin. stabla		16	1,16	0,544	0,0083	0,0332	0,00587	6,09	1,081	10	1,78	0,550	0,0112	0,0355	0,00794	6,45	1,448	0,436805
Obični jasen - Fr. excelsior - Gorski Kotar (Risnjak) Common ash from Gorski Kotar (Risnjak Mountain)																		
Domin. stabla Domin. trees		23	1,40	0,597	0,0067	0,0323	0,00476	5,40	0,799	4	1,53	0,593						0,418883

Tabela 27 ujedno pokazuje, da su, kako prosječna nominalna težina, tako i maksimalni kapaciteti za vodu, srževine i bjeljikovine poljskog jasena približno jednaki onima običnog jasena.

Tabela - Table 27

Kapacitet za vodu
Maximum water-absorption capacity

Vrsta jasena Species of ash	Područje Forest area	Bonit. razred Site-class	Biološki razred Biolog. class	Bjeljikovina Sapwood		Srževina Heartwood		
				t_n	k_{max}	t_n	k_{max}	
				g/cm ³	%	g/cm ³	%	
Poljski jasen Fr. angustifolia Vahl	Posavske šume šumarije Lipovljani	I.	D.	0,565	112,9	0,566	112,5	
			P.	0,555	116,0	0,568	116,5	
		II.	D.	0,594	104,2	0,575	109,7	
			P.	0,585	106,8	0,554	116,4	
		Prosjeck - Mean			0,575	109,7	0,566	113,0
		Obični jasen Fr. excelsior L.	Sljeme	Domin. stabla Domin. trees		0,544	119,7	0,550
Risnjak	Domin. stabla Domin. trees		0,597	103,4	0,593	104,6		
Prosjeck - Mean				0,570	111,4	0,571	111,0	

c) Utezanje srževine i bjeljikovine - Shrinkage

Da se istraži, da li postoje razlike u utezanju između srževine i bjeljikovine poljskog i običnog jasena, obračunali smo: radijalno, tangencijalno i volumno utezanje i signifikantnosti dobivenih rezultata utezanja. Rezultati ovih istraživanja prikazani su u tabelama 28, 29 i 30.

Tabela - Table 28

Radijalno utezanje
Radial shrinkage

Bonitet Site-index class	Biološki razred Biolog. class	Bjeljikovina - Sapwood								Srževina - Heartwood								Signifikantnost Limits of significance <i>t</i>
		Broj proba Number of specimens		<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>fσ</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	Broj proba Number of specimens		<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>fσ</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	
		kom.	mm							kom.	mm							
Poljski jasen - Fr. angustifolia - Lipovljani Narrow-leaved ash from Lipovljani																		
I.	D	151	2,20	4,29	0,065	0,8006	0,04577	18,66	1,103	39	2,35	4,83	0,133	0,8326	0,09427	17,24	2,009	2,729728
I.	D	137	1,26	4,31	0,073	0,7996	0,05126	18,55	1,238	32	1,57	4,66	0,123	0,6534	0,08731	14,02	1,916	2,152702
II.	P	42	1,26	4,32	0,134	0,8719	0,09513	20,18	2,247	13	2,22	4,37	0,206	0,7440	0,14592	17,03	3,434	0,059099
II.	P	34	1,11	3,96	0,155	0,9030	0,10950	22,80	2,906	11	2,10	4,07	0,274	0,9077	0,19352	22,30	4,985	0,350760
Obični jasen - Fr. excelsior - Zagrebačka gora (Sljeme) Common ash from Zagrebačka Gora Mountain																		
Domin. stabla Domin. trees		16	1,16	5,10	0,224	0,8954	0,15829	17,56	3,198	10	1,78	4,54	0,178	0,5617	0,12552	12,37	2,809	1,765077
Obični jasen - Fr. excelsior - Gorski Kotar (Risnjak) Common ash from Gorski Kotar (Risnjak Mountain)																		
Domin. stabla Domin. trees		23	1,40	4,53	0,138	0,6638	0,09787	14,65	2,206	4	1,53	4,08						2,401311

Tabela - Table 29

Tangencijalno utezanje
Tangential shrinkage

Bonitet Site-index class	Biloški razred Biolog. class	Bjeljkovina - Sapwood								Srževina - Heartwood								Signifikantnost Limits of significance <i>t</i>
		Broj proba Number of specimens		<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>fσ</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	Broj proba Number of specimens		<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>fσ</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	
		Sirina god. Ann. rings width	kom.							mm	Sirina god. Ann. rings width							
		g/cm ³				%		g/cm ³				%						
Poljski jasen - Fr. angustifolia - Lipovljani Narrow-leaved ash from Lipovljani																		
I.	D	151	2,20	8,08	0,120	1,4752	0,08489	18,26	1,033	39	2,35	8,39	0,275	1,7150	0,19442	20,44	1,041	1,215660
I.	P	137	1,26	6,93	0,124	1,3833	0,08748	19,96	1,312	32	1,57	7,28	0,142	0,7761	0,10019	10,66	1,392	1,334187
II.	D	42	1,26	6,62	0,194	1,2556	0,13700	18,97	2,143	13	2,22	6,38	0,248	0,8944	0,17540	14,02	2,030	0,202460
II.	P	34	1,11	5,89	0,268	1,5636	0,18962	26,55	3,439	11	2,10	6,02	0,298	0,9880	0,21065	16,41	3,592	0,716051
Obični jasen - Fr. excelsior - Zagrebačka gora (Sljeme) Common ash from Zagrebačka Gora Mountain																		
Domin. stabla Domin. trees		16	1,16	9,72	0,440	1,7606	0,31123	18,11	3,302	10	1,78	8,68	0,488	1,5450	0,34548	17,80	4,103	0,579939
Obični jasen - Fr. excelsior - Gorski Kotar (Risnjak) Common ash from Gorski Kotar (Risnjak Mountain)																		
Domin. stabla Domin. trees		23	1,40	7,68	0,276	1,3251	0,19537	17,25	2,618	4	1,53	7,48						0,541404

Tabela - Table 30

Volumno utezanje
Volumetric shrinkage

Bonitet Site-index class	Biološki razred Biolog. class	Bjeljkovina - Sapwood								Srčevina - Heartwood								Signifikantnost Limits of significance <i>t</i>
		Broj proba Number of specimens		<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>f_{\sigma}</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	Broj proba Number of specimens		<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>f_{\sigma}</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	
		Sirina god. Ann. rings width	kom.							mm	Sirina god. Ann. rings width							
		g/cm ³				%		g/cm ³				%						
Poljski jasen - Fr. angustifolia - Lipovljani Narrow-leaved ash from Lipovljani																		
I.	D	151	2,20	12,49	0,158	2,1134	0,12082	16,92	0,995	39	2,35	13,35	0,284	1,7021	0,20059	12,75	1,527	2,272703
I.	P	137	1,26	11,06	0,178	2,0737	0,12574	18,75	1,176	32	1,57	11,65	0,194	1,2098	0,13699	10,39	1,189	1,716177
II.	D	42	1,26	10,75	0,288	1,8662	0,20362	17,86	1,950	13	2,22	10,73	0,399	1,4402	0,28245	13,42	2,679	0,012030
II.	P	34	1,11	9,82	0,339	1,9763	0,23966	20,13	2,537	11	2,10	9,70	0,502	1,6662	0,35523	17,18	3,768	0,181253
Obični jasen - Fr. excelsior - Zagrebačka gora (Sljeme) Common ash from Zagrebačka Gora Mountain																		
Domin. stabla Domin. trees		16	1,16	14,87	0,533	2,1307	0,37665	14,33	2,585	10	1,78	13,36	0,606	1,9176	0,42880	14,35	3,274	1,860641
Obični jasen - Fr. excelsior - Gorski Kotar (Risnjak) Common ash from Gorski Kotar (Risnjak Mountain)																		
Domin. trees Domin. stabla		23	1,40	12,27	0,411	1,9713	0,29066	16,07	2,429	4	1,53	11,38						1,606774

I ova istraživanja pokazuju, da razlike utezanja srčevine i bjeljkovine nisu signifikantne. Prosječna utezanja poljske i obične jasenovine prikazuje tabela 31.

Tabela - Table 31

*Utezanje srčevine i bjeljkovine poljskog i običnog jasena
Heartwood and sapwood shrinkage in Fr. angustifolia and Fr. excelsior*

Vrsta jasena Species of ash	Radijalno utezanje Radial shrinkage		Tangencijalno utezanje % Tangential shrinkage		Volumno utezanje % Volumetric shrinkage		Prosječna širina goda Mean annual ring width	
	Bjeljiko- vina Sapwood	Srčevina Heartwood	Bjeljiko- vina Sapwood	Srčevina Heartwood	Bjeljiko- vina Sapwood	Srčevina Heartwood	Bjeljiko- vina Sapwood	Srčevina Heartwood
	%						mm	
Poljski jasen Fr. angustifolia	4,27	4,62	7,30	7,47	11,53	12,01	1,01	2,13
Obični jasen Fr. excelsior	4,76	4,41	8,52	8,34	13,34	12,79	1,30	1,67

Srčevina poljskog jasena nešto se jače uteže od bjeljkovine, a kod običnog se jasena pokazuje obratna pojava. Razlike su neznatne i nisu signifikantne, a vjerojatno također stoje u vezi s razlikama u širini godova (naročito kod poljskog jasena).

d) Točka zasićenosti žice vlagom - Fibre-saturation point

Ustanovljivanje teoretskih ispravne točke zasićenosti žice nije predmet ove rasprave. Ona se za većinu vrsta drveta kreće između 28-32%. Kod nekih vrsta pada ispod 20%.

No iako određivanje teoretski ispravne točke zasićenosti žice traži specijalnu metodu rada i poseban studij, ipak smo na temelju volumnog utezanja srčevine i bjeljkovine poljskog jasena utvrđenog na probama veličine 3×3×2 cm i nominalne volumne težine, obračunali faktor zasićenosti žice vlagom. Ovu veličinu nazvali smo faktorom; jer ona vjerojatno ne daje teoretski ispravnu veličinu točke zasićenosti žice vlagom, budući da su probe velike, te to djeluje, da je stvarna točka zasićenosti nešto viša, nego što je iskazana u rezultatima ovih istraživanja.

Rezultate donosimo u tabeli 32.

I ovdje vidimo, da između točke zasićenosti žice vlagom bjeljkovine i srčevine, i to kako poljskog, tako i običnog jasena, nema signifikantnih razlika.

Obračunati srednjaci za obje istražene vrste jasena pokazuju to još jasnije.

Tabela - Table 32

Točka zasićenosti žice vlagom
Fibre-saturation point

Bonitet Site-index class	Biološki razred Biolog. class	Bjeljikovina - Sapwood								Srževina - Heartwood								Signifikantnost Limits of significance <i>t</i>
		Broj proba Number of specimens	Širina god. Ann. rings width	<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>fσ</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	Broj proba Number of specimens	Širina god. Ann. rings width	<i>m</i>	<i>f_m</i>	σ	<i>fσ</i>	<i>v</i>	<i>f_v</i>	
Poljski jasen - Fr. angustifolia - Lipovljani Narrow-leaved ash from Lipovljani																		
I.	D	151	2,20	22,10	0,275	3,3512	0,19478	15,16	0,901	39	2,35	23,22	0,463	2,8046	0,31756	12,08	1,387	0,205361
I.	P	137	1,26	20,02	0,285	3,3031	0,20177	16,50	1,035	32	1,57	19,85	0,336	1,8717	0,23771	9,43	1,208	0,272306
II.	D	42	1,26	18,10	0,490	3,1740	0,34632	17,54	1,971	13	2,22	18,53	0,536	1,9325	0,37899	10,43	2,067	0,148089
II.	P	34	1,11	16,62	0,474	2,7613	0,33486	16,61	2,070	11	2,10	17,46	0,763	2,5285	0,53908	14,48	3,152	0,893922
Obični jasen - Fr. excelsior - Zagrebačka gora (Sljeme) Common ash from Zagrebačka Gora Mountain																		
Domin. stabla Domin. trees		16	1,16	27,26	0,830	3,3209	0,58705	12,18	2,185	10	1,78	24,23	0,786	2,4856	0,55582	10,26	2,318	2,476836
Obični jasen - Fr. excelsior - Gorski Kotar (Risnjak) Common ash from Gorski Kotar (Risnjak Mountain)																		
Domin. stabla Domin. trees		23	1,40	20,54	0,583	2,7983	0,41259	13,62	2,05	4	1,53	19,16						1,771709

Tabela - Table 33

Točka zasićenosti žice vlagom - Fibre-saturation point

Vrsta jasena Species of ash	Bjeljkovina - Sapwood			Srževina - Heartwood		
	Broj proba Number of specimens	Pros. širina godova Mean annual ring width	Vlaga zasićenosti Žice Fibre-saturation point	Broj proba Number of specimens	Pros. širina godova Mean annual ring width	Vlaga zasićenosti Žice Fibre-saturation point
		mm	%		mm	%
Poljski jasen (Fr. angustifolia)	349	1,61	20,37	91	2,13	20,82
Obični jasen (Fr. excelsior)	39	1,30	23,30	14	1,67	22,78

Na temelju u ovoj tabeli iskazanih srednjih vrijednosti točke zasićenosti vlakana vlagom i postotaka utezanja od svježeg do apsolutno suhog stanja, uz pretpostavku, da se utezanje od sirovog do apsolutnog suhog stanja odvija linearno, obračunali smo utezanje od sirovog do prosušenog stanja (15% vlage). Rezultati su prikazani u tabeli 34*

Tabela - Table 34

Utezanje od svježeg do prosušenog stanja (15% vlage)
Shrinkage of ash wood from green to air-dry state (15% of moisture)

Vrsta jasena Species of ash	Bjeljkovina - Sapwood			Srževina - Heartwood		
	Radikal. Radial	Tangencijal. Tangential	Volumno Volumetric	Radikal. Radial	Tangencijal. Tangential	Volumno Volumetric
	%					
Poljski jasen Fr. angustifolia	1,1	1,9	3,0	1,2	2,0	3,2
Obični jasen Fr. excelsior	1,7	3,0	4,7	1,5	2,8	4,4

* Obračun je izvršen po formuli

$\alpha_{vp} = \frac{\alpha_v}{t_z} (t_z - 15)$, gdje znači: α_{vp} = volumno utezanje do prosušenog stanja (15% vlage); α_v = volumno utezanje od sirovog do apsolutno suhog stanja i t_z = točka zasićenosti žice vlagom.

Prema tome volumno utezanje srčevine i bjeljikovine poljskog i običnog jasena od svježeg do prosušenog stanja (15% vlage) nije jednako. Poljska jasenovina slabije se uteže nego obična jasenovina.

ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih istraživanja o rasporedu srži u deblu poljskog jasena (*Fr. angustifolia Vahl*) iz Posavskih šuma šumarije Lipovljani i običnog jasena (*Fr. excelsior L.*) sa Zagrebačke gore (Sljeme) i Gorskog Kotara (Risnjak) i veze, koja postoji između količine srži odnosno bijeli u deblu, područja, iz kojeg potječu stabla, klime, sastava tla, boniteta staništa, vrste sastojine, biološkog razreda stabla, starosti stabla i veličine i oblika krošnje stabla mogu se ukratko izvući ovi zaključci:

A. Broj godina bijeli i srži u deblu

1. Broj godina bijeli kako kod poljskog jasena, tako i kod običnog jasena pada u longitudinalnom smjeru debla počevši od panja prema vrhu. Najveći broj godina bijeli nalazi se na panju, a zatim se taj broj godina bijeli smanjuje prema vrhu debla. Ta zakonitost jednako vrijedi kod poljskog jasena kao i kod običnog jasena (Vidi tabele 8 i 8 a, te Sl. 16-21).

2. Broj godina bijeli na određenoj jednakoj visini debla mijenja se sa starošću stabla. Općenito sa starošću stabla raste broj godina bijeli (Sl. 22 i 23). No kod stabala iste starosti broj godina bijeli na jednakoj visini debla nije isti. On je direktno zavisao o veličini krošnje, širini godova i promjeru debla na dotičnom prijesjeku. Broj godina bijeli na prijesjeku iste visine je vrlo varijabilna veličina (Vidi tab. 9). Na visini 2,40 m od tla on se kod provedenih istraživanja kretao u ovim intervalima:

Poljski jasen

I. Dominantna stabla na I. bonitetu	od 12 – 96 god.
II. Dominantna stabla na II. bonitetu	„ 36 – 63 „
III. Pojedinačna stabla sa čistina (III. bonit.)	„ 17 – 23 „
IV. Potisnuta stabla na I. bonitetu	„ 22 – 90 „
V. Potisnuta stabla na II. bonitetu	„ 34 – 59 „

Obični jasen

VI. Dominantna stabla iz Zagrebačke gore	od 31 – 47 god.
VII. Stabla iz preborne šume u Gorskom Kotaru	„ 39 – 57 „

Amplituda kolebanja broja godina bijeli kod poljskog jasena najveća je kod dominantnih stabala na staništu I. bonitetnog razreda, a najmanja kod stabala na osami. Sa starošću raste broj godina bijeli, ali isto tako rastu i razlike između najvećeg i najmanjeg broja godina bijeli, jer su razlike u veličini krošanja veće od starijih nego kod mladih stabala.

3. Broj godina srži obično je najmanji na panju te raste s visinom prijesjeka, na kojem ih promatramo, i to do određene visine, gdje postiže maksimum. Dalje prema vrhu ponovo pada. Maksimalni broj godina srži nalazi se najčešće na visini između 2,40 i 4,60 m, t. j. praktički na tanjem kraju prvog trupca, a rjeđe na prsnoj visini ili iznad 4,60 m visine od tla. Samo izuzetno je broj godina srži jednak ili veći na panju od onog na visini 2,40 m. Učešće broja godina srži s obzirom na ukupni broj godina prijesjeka, na kojem ga promatramo, također postiže maksimum na visini između 2,40 i 4,60 m od tla. (Tabela 8 i 8 a te sl. 24).

B. Širina bijeli i promjer srži

4. Širina bijeli manje više pravilno opada od panja prema vrhu stabla. (Tabela br. 10 i 10 a). Najveća širina bijeli kod poljskog i običnog jasena nalazi se na panju. Do približno 2 m visine debla širina bijeli se naglo smanjuje, a zatim manje više lagano opada s visinom prijesjeka u deblu, na kojoj je promatramo.

Promjer srži obično je kod poljskog jasena, a isto i kod običnog jasena najmanji na panju. On u uzdužnom smjeru debla raste do visine između 2,40 i 6,80 m od tla. Ovdje postiže svoj maksimum. Zatim ponovo opada (Tabela 10 i 10 a). Prema tome srž obično ima izgled dva čunja postavljena jedan na drugi od kojih je donji čunj često prikraćen i naglavce okrenut (Sl. 25, 26 i 27). Učešće promjera srži postiže kod poljskog jasena svoj maksimum na visini između 2,40 i 6,80 m od tla, t. j. praktički rečeno na tanjem kraju prvog trupca (Sl. 29-33). Ista zakonitost vnijeti i za obični jasen. Širina bijeli i promjer srži raste sa starošću stabla (Sl. 28).

C. Površina bijeli i srži

5. Površina bijeli na poprečnom prijesjeku debla zavisi o visini prijesjeka na kojoj je promatramo, i o volumenu krošnje stabla, koje promatramo (Sl. 40). Ona je najveća na panju, a zatim pravilno opada u longitudinalnom smjeru debla. Pravilnost je jače izražena nego promjena širine bijeli i broja godina bijeli. (Tabela

11 i 11 a i sl. 34–36). Zakonitost promjena površine bijeli u longitudinalnom smjeru debla jednaka je kod poljskog i kod običnog jasena.

Površinsko učešće srži kulminira u deblu na visini između 1,30 m i 9,00 m iznad tla kod poljskog jasena (najčešća vrijednost 2,40 m), a na visini 2,40 m iznad tla kod običnog jasena.

Sa stafošću raste površina bijeli i srži. Porast površine bijeli stoji u korelaciji s porastom veličine krošnje (Sl. 40).

6. Površinu bijeli u visini 2,40 m od tla kod dominantnih stabala poljskog jasena na staništu I. boniteta predstavlja izraz:

$$y = 14,399 \cdot x^{0,672855}$$

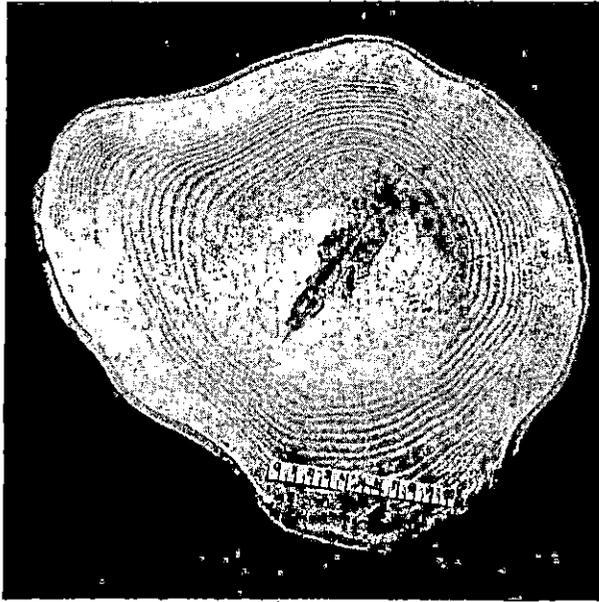
Korelacija između veličine krošnje izražene u m³ prostora, koji ona zauzima, i površine bijeli izražene u cm² na prijesjeku 2,40 m iznad tla je potpuna, jer je korelacijski koeficijent veći od 0,9 te iznosi:

$$r = 0,904 \pm 0,0287$$

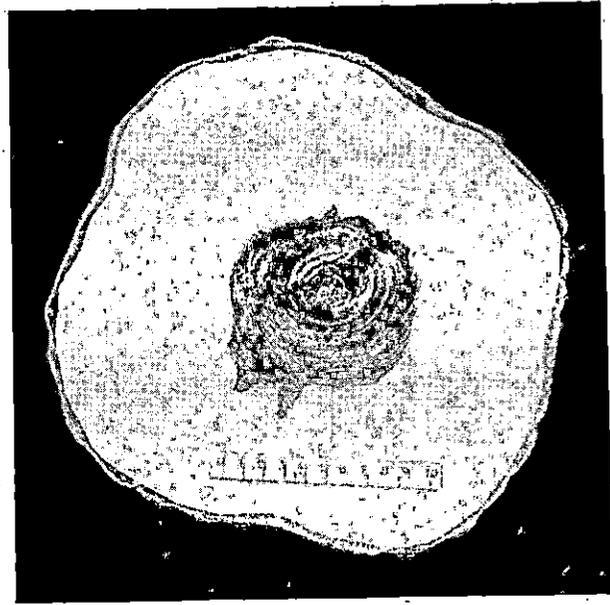
Prema tome iz veličine krošnje može se zaključivati na površinu, odnosno veličinu bijeli i srži u deblu jasena. Stabla sa jako razvijenom krošnjom nemaju srži, ili je ona jako malena, stabla s uskom, stisnutom krošnjom, koja je slabo razvijena, imaju razmjerno jako razvijenu srž. Kod toga uvijek imamo u vidu stabla istih debljina, jer je promjer srži (odnosno njena površina) zavisna o debljini stabla. Drugim riječima, sastojine, koje su tako njegovane, da su stabla razvila razmjerno znatne krošnje, produciraju t. zv. bijelu jasenovinu, a sastojine, koje nisu redovno proređivane, daju oblovinu s jakim učešćem srži. Budući da je veličina krošnje funkcija broja stabala po jedinaici površine, u tabelama 18 i 19 donijeli smo broj stabala na ha, koji osigurava uzgoj stabala, kojih će debla vjerojatno na koncu ophodnje imati 33%, 50% ili 80% promjera na tanjem kraju prvog trupca osrženo (visina od tla 2,40 m – sl. 47 i 48).

D. Početak i tok osržavanja u deblu

7. Starost, u kojoj stabla poljskog jasena počinju obrazovati srž zavisi o odnosu veličine krošnje i debljine stabala. Tako pojedina stabla, kojih krošnje zaostahu u rastu, počinju obrazovati srž vrlo rano (t. j. već u starosti od cca 20 god.). Pojedina stabla s naročito razvijenom krošnjom ostaju dugo vremena bez srži (često preko 80 godina). O odnosu između veličine krošnje i površine prijesjeka na nekoj visini debla zavisi, kada stablo počinje obrazovati srž.



Sl. 3. Smeda zvjezdasta srž polj. jasena
Star shaped brown heart of *Fr. angustifolia*

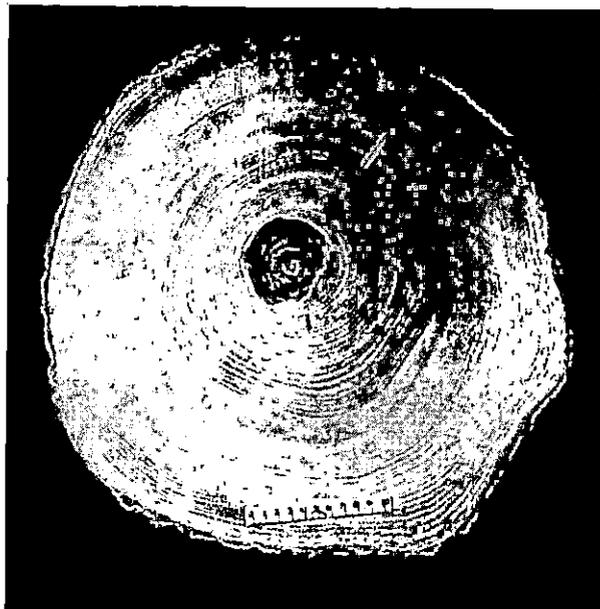


Sl. 4. Smeda centrična srž običnog jasena
Centric brown heart of *Fr. excelsior*

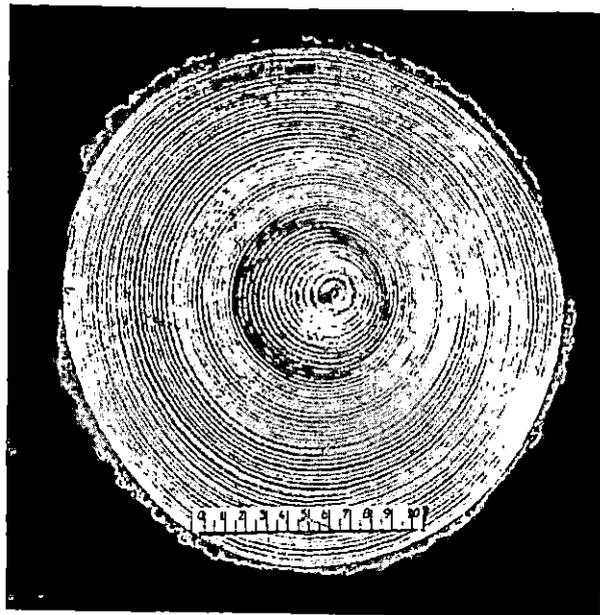
SRŽ POLJSKOG JASENA (*Fr. angustifolia* Vahl)

na prijesjeku debla u višini 2,40 m iznad tla

Heartwood of *Fr. angustifolia* on the stem cross-section at 2,40 m above ground

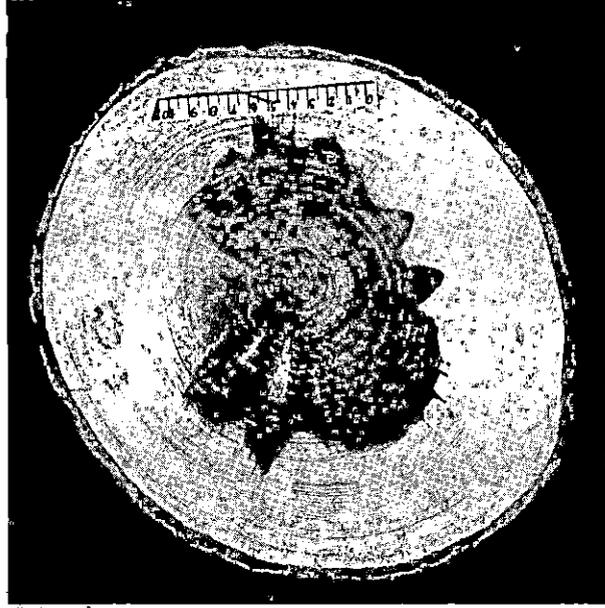


Sl. 1. Mala centrična tamna srž
Small centric dark brown heart

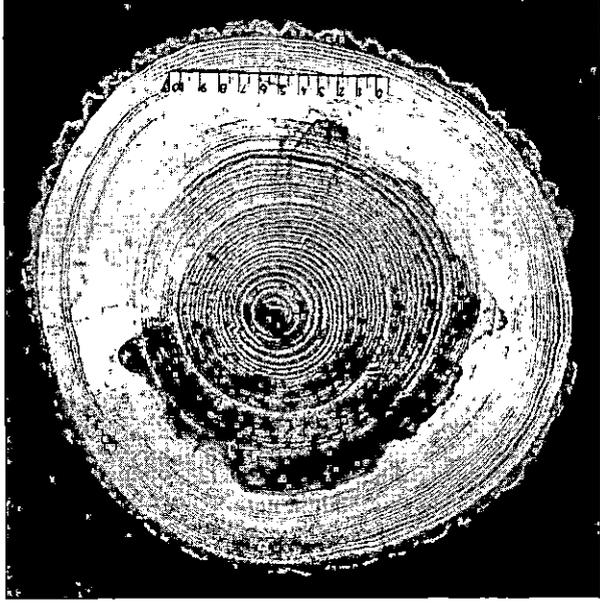


Sl. 2. Mala centrična smeđa srž
Small centric brown heart

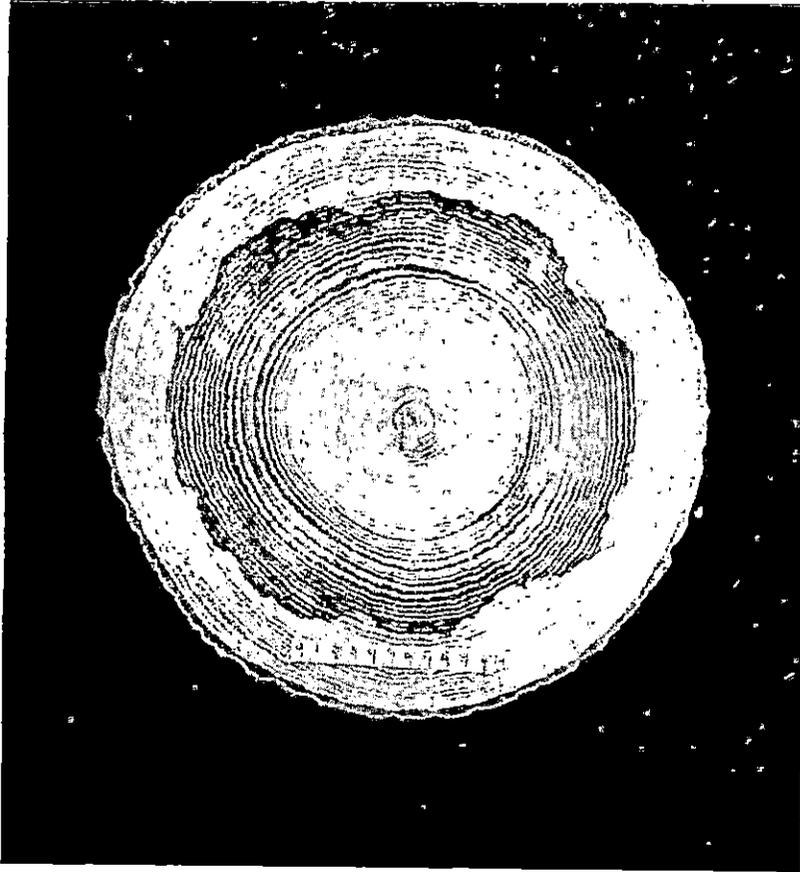
Sl. 3. *Velika zvezdasta lamna srz*
Large star shaped dark brown heart



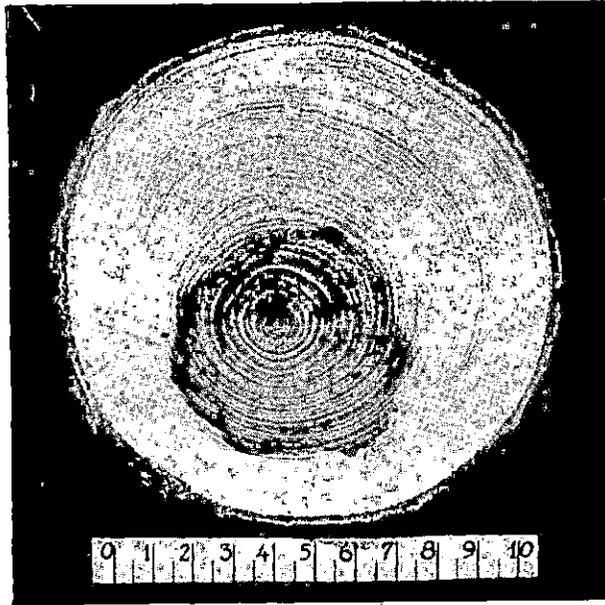
Sl. 4. *Velika ekscentrična lamna srz*
Large excentric dark brown heart



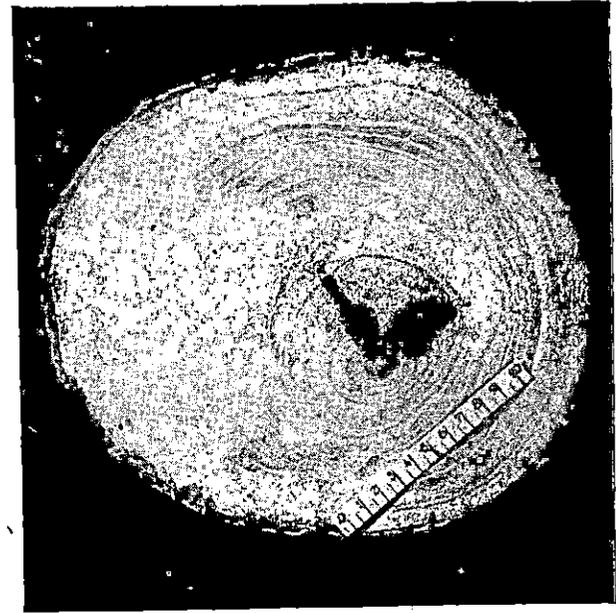
SRŽ POLJSKOG JASENA (*Fr. angustifolia* Vahl)
Heartwood of Fr. angustifolia



Sl. 1. Smeda pravilna srž na prijesjeku debla u visini 2,40 m iznad tla
Large brown heart on the stem cross-section at 2,40 m above ground



Sl. 2. Tamna pravilna srž na prijesjeku debla u visini-2,40 m iznad tla
Centric dark brown heart on the stem cross-section at 2,40 m above ground



Sl. 3. Zvezdasta srž na prijesjeku debla u prsnoj visini (početak osržavanja)
Star shaped heart on the stem cross-section, at 2,40 m above ground

UPOTREBLJENA LITERATURA

1. *Armstrong F. H.*, The Mechanical Properties of »Black-Heart« Ash Wood (Fr. excelsior L.) - Quart. J. For. 1936 g. (Reprint).
2. *Bamford K. F.* - *Van Rest E. D.*, The relationship between chemical composition and mechanical strength in wood of English Ash (Fr. excelsior L.); Biochem. J. Vol. XXX-1936, No. 10, pp. 1849-1854.
3. *De Bary A.*, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne, Leipzig 1877.
4. *Benić R.*, Istraživanja o odnosu između širine goda i zone kasnog drveta kod poljskog i običnog jasena (Fr. angustifolia Vahl i Fr. excelsior L.), Glasnik za šumske pokuse, knj. 11, str. 53-72, Zagreb 1953.
5. *Brown H. P.*, Timber Products and Industries, New-York 1937.
6. *Brown H. P.* - *Panshin A. J.*, Das Holz der forstlich wichtigsten Bäume Mitteleuropas (übersetzt von M. Seeger und R. Trendelenburg), Hannover 1932.
7. *Brown H. P.* - *Panshin A. J.* - *Forsyth C. C.*, Textbook of Wood Technology, Vol. I., New York 1949.
8. *Brown N. C.*, Logging, New York 1949.
9. *Burger H.*, Forstliche Versuchsflächen im schweizerischen Nationalpark; Mitt. schw. Anst. forstl. Versuchsw., Zürich 1950, S. 583-634.
10. *Cormio R.*, Legno e legnami, Milano 1949.
11. *Desh H. E.*, Timber, its structure and properties, II-nd ed: London 1948.
12. *Eames A. J.* - *Mc Daniels L. H.*, An Introduction to Plant Anatomy, New York 1925.
13. *Erdtman H.*, Heartwood extractives of conifers, Tappi 3217, 1949, pp. 305-310 (K. tekn. Högsk., Stockholm).
14. *Exner W. F.*, Die technischen Eigenschaften der Hölzer (u djelu Lorey-Weber, Handbuch der Forstwissenschaft, Tübingen 1925.)
15. *Fischer R. A.*, Statistical Methods for Research Workers, London 1948.
16. *Fujioka Mitsunaga-Takahashi Kenzo*, The cause of the darkening of the heartwood of *Cryptomeria japonica* Don.; For. Exp. Sta. Meguro near Tokyo, Tokyo 1921.
17. *Fukarek P.*, Raširenje poljskog ili lučkog jasena (Fr. oxycarpa Willdenow) u FNR Jugoslaviji - Godišnjak biol. instituta, Sarajevo 1948, str. 63-70.
18. *Fukarek P.*, Poljski jasen (Fr. angustifolia Vahl), njegove osobine, rasprostranjenje i šumarsko značenje, Rukopis disertacije.
19. *Gaunsdorfer J.*, Beiträge zur Kenntniss der Eigenschaften und Entstehung des Kernholzes, Sitz. Wiener Akademie, Mödling 1881.
20. *Gayer S.*, Die Holzarten und ihre Verwendung in der Technik, Leipzig 1928.
21. *Giordano G.*, Il legno e le sue caratteristiche, Milano 1951.
22. *Gračanin Z.*, Pedološka istraživanja staništa poljskog jasena (Fr. angustifolia Vahl) u Lipovljanima, rukopis.
23. *Grossmann J.*, Gewerbekunde der Holzarbeitung, Bd. I., Das Holz als Rohstoff, Leipzig-Berlin.
24. *Hartig R.*, Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Berlin 1891.
25. *Hartig R.*, Ueber Verteilung der organischen Substanz des Wassers und Luftraumes in den Bäumen, Untersuchungen aus dem forstbot. Institut zu München, München 1882.
26. *Hartig R.*, Holzuntersuchungen, Berlin 1901.
27. *Horvat I.*, O tehničkim svojstvima američkog jasena, Šum. list, 1940, str. 217-230.
28. *Horvat I.*, Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse, knj. 6, Zagreb 1938.
29. *Howard, A.* manual of the timbers of the world, London 1948.
30. *Jacquot C.*, Le chêne, Paris 1938.
31. *Janka G.*, Eschenholz zu Ski, Cbl. ges. Forstw. 1911, S. 558-585.

32. *Jalava M.*, Puun kostenpitoismuden koon ja muoden muutoksista, Com. Inst. for. Fenn. 18/2, Helsinki 1933.
33. *Jirout F.*, Dřevo v pfirode a femeslech, v živnosti a průmyslu vřbec, Praha 1926.
34. *Klein L.*, Forstbotanik- (Handbuch der Forstwissenschaft I.) Třbingen 1926.
35. *Koehler A.*, The properties and uses of wood, New York 1924.
36. *Kollmann F.*, Die Esche und ihr Holz, Berlin 1941.
37. *Kollmann F.*, Technologie des Holzes, I. Bd. II. Aufl., Berlin 1951.
38. *Kozarac J.*, Neřto o jasenovoj řumi, řum. list 1895, řtr. 106-108.
39. *Linder A.*, Statistische Methoden fřr Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure, Basel 1945.
40. *Meyer H. A.*, The standard error of estimate of tree volume from logarithmic volume equation, J. For. 1938, pp. 341-342.
41. *Moller C. M.*, - *Gram K.*, Mork kerne hos ask, Dansk Skovforen. Tidskr. 1951. No. 8 pp. 414-436.
42. *Mřller D.*, Arbeitsteilung in Buchenholz - Physiologia plantarum-Vol. 2 - 1949, S. 297-299.
43. *Nřrdlinger H.*, Die technischen Eigenschaften der Hřlzer, Stuttgart 1860.
44. *Oberli H.*, Einige Untersuchungen řber braunen Kern der Esche, Schw. Z. Forstw. 1937, S. 274.
45. *Petraćić A.*, Uzgajanje řuma, Zagreb 1931.
46. *Rendle B. J.*, The growth and structure of wood, For. Prod. Res. Rec. No. 21, London 1937.
47. *Rubner K.*, Das Holz und seine Eigenschaften (u Monroy, Das Holz - Berlin 1929).
48. *Stojanov V.*, Gorska tehnologija, Sofija 1937.
49. *Stojanov V.*, Izućavanja vrhu kaćestvata na jasenovata drevesina ot Fr. oxycarpa Willd. i Fr. excelsior L. Sofia 1942, prema prikazu I. Horvata u řum. listu 1944.
50. *Strassburger*, Ueber den Bau- und die Vřrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen, Jena 1891.
51. *Titmus F. H.*, A concise encyclopaedia of world timbers, London 1949.
52. *Trendelenburg R.*, Das Hřlz als Roh- u. Werkstoff, Mřnchen-Berlin 1939.
53. *Tubeuf C.*, v. Ueber normale und pathogene Kernbildung der Holzpflanzen und die Behandlung von Wunden derselben, Z. Forst- u. Jagdw. 1889, S. 385.
54. *Ugrenović A.*, Tehnologija drveta, II. izd. Zagreb 1950.
55. *Vajda Z.*, Bijeli jasen u prebornoj řuma na krřu, řum. list 1937.
56. *Vidron F.*, Le pin sylvestre de race noble de Hanau, Nancy-Paris-Strassbourg 1927.
57. *Wangaard F. F.*, The mechanical properties of wood, New York 1950.
58. *Werberg K.*, Lřlli-ja maltspun suhe mřnnil (Das Verhřltnis von Kern- u. Splintholz bei der Kiefer). - Tartu 1930.
59. *Wilhelm K.*, Naturgeschichtliches, der innere Bau des Holzes, die wichtigsten Nutzhřlzer (Krais-Gewerbliche Materialkunde I. - Die Hřlzer), Stuttgart 1910.
60. *Frahm*, Eschenstandorte, Dtsch. Forstztg. 8, Nr. 10, S. 387-389, 1938 (prema sadrřaju u Holz Roh- u. Werkstoff, 1939, řtr. 399).
61. *Tavćar A.*, Biometrika u poljoprivredi, Zagreb 1946.
62. *Markwardt L. J.* - *Wilson T. R. C.*, Strength and related properties of woods grown in the United States, Washington 1935.
63. *Pilz*, Einiges řber die Verkernung der Kiefer, Allg. Forst- u. Jagztg. 1907, S. 265-272.
64. *Břsgen M.* - *Mřnch E.*, Bau und Leben unserer Waldbřume, Jena 1927.
65. *Lappi-Seppälä M.*, Mřnnyn sydřnpuusta ja runkomuodosta (řber Verkernung und Stammform der Kiefer); Comm. Inst. for. Fenn., 40.25, Helsinki 1952.

CONCLUSIONS

On the basis of investigations concerning the distribution of heartwood in the stem of narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia* Vahl) grown in the forest area »Posavske šume« of the forest district Lipovljani which belongs to the Faculty of Agriculture and Forestry in Zagreb; and common ash (*Fr. excelsior* L.) from Zagrebačka Gora Mountain (near Zagreb) and Risnjak Mountain (in Gorski Kotar), and considering the connection existing between the quantity of sapwood and heartwood in the stem, as well as regarding the localities of trees, climate, soil, composition site class, stand, type biological class of trees, tree age, and the size and shape of the tree crown, we can draw in short the following conclusions:

A. Number of annual rings of sapwood and heartwood

1) The number of annual rings of sapwood of narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) as well as that of common ash (*Fr. excelsior*) decreases in the longitudinal direction from the stump up to the top of the stem. Maximum number of annual rings of sapwood occurs on the stump cross-section and it becomes smaller towards the stem top. This rules for narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) as well as for common ash (*Fr. excelsior*). (See Tab. 8 and 8 a; Figs. 16-21).

2) Number of annual rings of sapwood on the stem cross-section taken at a fixed height above ground varies according to the age of the tree. In general, the number of annual rings of sapwood increases with the age of the tree (Figs. 22, 23). But also on the trees of the same age the number of annual rings of heartwood on the stem cross-section of the same height above ground is not the same. In this case it depends directly on the crown size, on the annual ring width as well as on the stem diameter of the cross-section in question. The number of annual rings of sapwood on the stem cross-section of the same height is very variable (see Tab. 9). On the stem cross-section at 2,40 m. above ground the number of annual rings of sapwood ranged in the following intervals:

Field ash (Fr. angustifolia)

I. Dominant trees from stands of the site class I	12-96 ann. rings
II. Dominant trees from stands of the site class II	36-63 ann. rings
III. Individual trees from the clearings site class III	17-23 ann. rings
IV. Suppressed trees from the stands of the site class I	22-90 ann. rings
V. Suppressed trees from the stands of the site class II	34-59 ann. rings

Common ash (Fr. excelsior)

VI. Dominant trees from the forest of Zagrebačka Gora Mountain	31-47 ann. rings
VII. Trees from selection forests of Risnjak Mountain	39-57 ann. rings

The interval between the smallest and greatest number of annual rings of sapwood of narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) is largest in the dominant trees belonging to the sites of quality class I, and the smallest in the individual trees from the clearings of site class III. The number of annual rings of sapwood increases with the age of the tree as well as the intervals between the smallest and the greatest number of annual rings of sapwood owing to the differences in the crown size, which are larger in older trees than in younger ones.

3) The number of annual rings of heartwood is usually the smallest on the stump cross-section and it increases with the height of the cross-section of the stem up to a certain height where it reaches its maximum. Further in the direction of stem top it decreases repeatedly. The largest number of annual rings occurs most frequently on the cross-section at a height between 2,40 m. and 4,60 m. above ground i. e. practically on the thinner side of the butt log, and very rarely at a height of 1,30 m. (d. b. h.) or 4,60 m. above ground. The number of annual rings of heartwood on the stump cross-section was only exceptionally the same or greater than that found on the stem cross-section at 2,4 m. above ground. The ratio of annual rings of heartwood as to the number of annual rings of a cross-section also reaches its maximum on the stem cross-section taken between 2,40 m. and 4,60 m. above ground (Tab. 8 and 8 a; Fig. 24).

B. Width of sapwood and diameter of heartwood

4) The width of sapwood decreases more or less regularly from stump to the stem top (Tab. 10, 10a). The maximum width of sapwood of narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) and common ash (*Fr. excelsior*) occurs on the stump cross-section. Up to a stem height of nearly 2,40 m. above ground the width of sapwood rapidly decreases, and from this point it continues to decrease more or less slowly in proportion to the height of stem cross-section concerned. The diameter of heartwood of narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) as well as that of common ash (*Fr. excelsior*) is the smallest on the stump cross-section. It increases in the longitudinal direction of the stem and reaches its maximum on the stem cross-section taken between 2,20 m. and 6,80 m. above ground (Tab. 10, 10a). This is its maximum. From this zone it

decreases again. Thus heartwood has very often a shape of two joined cones of which the lower one is upsetting and of a truncated form (Figs. 25, 26 and 27). The rate of heartwood diameter of narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) reaches its maximum on the stem cross-section taken between 2,40 and 6,80 m. above ground i. e. practically on the thinner side of the first log (Figs. 29-33). The same rules for narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) as well as for common ash (*Fr. excelsior*). The width of sapwood and the diameter of heartwood increase with the age of the tree (Fig. 28).

C. Sapwood and heartwood area

5) The heartwood area on a certain cross-section of stem depends on the height of cross-section above ground, and on the crown size of the tree concerned (Fig. 40). This area has its maximum on the cross-section at stump height (0,20 m above ground), and from there it regularly decreases in the longitudinal direction of the stem top. The regularity of decreasing of sapwood area in the longitudinal direction of the stem is more emphasized than the change of the sapwood width or the number of sapwood annual rings (Tab. 11, 11 a; Figs. 34-36). The rule of change of the sapwood area on the cross-section in the longitudinal direction of the stem governs the narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) as well as the common ash (*Fr. excelsior*). The sapwood area on a certain stem cross-section does not depend on tree age or stand type (mixed and pure stands of narrow-leaved ash - *Fr. angustifolia*), but it is in direct correlation with the crown size of the tree (see conclusions at point 6). The rate of heartwood area culminates in narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) on the stem cross-section taken between 1,30 m. and 9,00 m. above ground (most frequently at a height of 2,40 m.), and in common ash (*Fr. excelsior*) at a height of 2,40 m above ground.

The sapwood and heartwood areas increase with the age of the tree. The increase of the sapwood area is in correlation with the increase of the crown volume (Fig. 40).

6) It is possible to give the correlation between the sapwood surface area on a certain cross-section of the stem and the volume of the crown in general by means of the following equation.

$$y = a \cdot x^b$$

(In this equation x stands for the volume of space engaged by the crown in m^3 (size of crown); y stands for the sapwood area in cm^2 ; a and b are the coefficients depending on the species of ash on the site class, biological class of the tree (dominant or suppressed) as

well as on the height of stem cross-section). (See Tab. 12-14; Figs. 41-44.)

The sapwood area on the stem cross-section taken at 2,40 m. above ground in the dominant trees of narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) belonging to site class I. is given by the following equation

$$y = 14,399 \cdot x^{0,672855}$$

The correlation between the crown size given in m^3 and the sapwood area of the stem cross-section taken at 2,40 m above ground is full because the coefficient of correlation is very high i. e.

$$r = 0,904 \pm 0,0287$$

Therefore, it is possible to conclude from the crown volume of the tree the extent of the area of sapwood as well as that of heartwood. The trees with strongly developed crowns have no heartwood or it may be the smallest whereas those with very small or poorly developed crowns, possess a great amount of heartwood. Taking this into consideration it is necessary to have in view the trees with the same d. b. h. as the heartwood diameter depends on the tree thickness.

In other words, the stands which were treated in such a way that they could develop proportionally large crowns are producing the so-called white ash-wood, while the stands which were not regularly thinned wood with a high percentage of heartwood.

As the volume of the crown is a function of the number of trees per ha. In Tables 18 and 19 are given the numbers of trees per ha, which allow growing of trees having such a volume that the ratio of heartwood on the cross-section of the stem at 2,40 m. above ground is 33%, 50% or 80% of the stem diameter on that cross-section (Figs. 47, 48).

B. Beginning and progress of the formation of heartwood in the stem

7) The age at which sapwood is transformed into heartwood depends on the ratio between the size of the tree crown and the stem diameter. In this way the individual trees with undeveloped crowns start very early (i. e. already at the age of 20) to develop heartwood, while on the other hand the trees with extraordinarily well-developed crowns remain for a very long period without producing heartwood (often over 80 years). The starting point of the transformation of sapwood into heartwood depends on the ratio between the size of the crown tree and the sapwood area at a certain level on the stem and not on the tree age.

8) The place in the stem where sapwood is transformed into heartwood as well as the course of that transformation are determined by the ratio between crown size and the surface-area of the stem cross-section. Usually this transformation starts at a height of 1,30 m (breast height) and from this point it proceeds towards both the tree top and the stump.

9) The rapidity of transformation of sapwood into heartwood in longitudinal as well in transversal direction depends on the rapidity of the diameter increment (current annual increment) as well as on the rapidity of the crown size increment. The rapidity of transformation of sapwood into heartwood is a very variable magnitude which cannot be expressed by a standard scale.

E. Moisture content of heartwood and sapwood

10) The moisture content of heartwood of narrow-leaved ash during the growing season (*Fr. angustifolia*) is greater than that of sapwood. The same occurs in common ash (*Fr. excelsior*). Therefore these two species of ash (*Fr. angustifolia* and *Fr. excelsior*) are the species possessing the so-called »wet heartwood«. The moisture content of the heartwood of narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) decreases with the tree age. The regularity of change of the moisture content in heartwood with age is especially marked on the dominant trees in the stand (Fig. 49; Tab. 21). There is no significant difference between the moisture content of heartwood and that of sapwood of field ash (*Fr. angustifolia*) grown on soils of different site classes. Site class does not influence the moisture content in the standing tree of narrow-leaved ash.

F. Some physical properties of heartwood and sapwood

11) The differences in the physical properties of heartwood and sapwood in narrow-leaved ash (*Fr. angustifolia*) and common ash (*Fr. excelsior*) are not significant. This rules for the specific gravity of oven-dry wood, the nominal specific gravity, the radial and tangential shrinkage of wood, and the fibresaturation point (Tab. 28, 29, 30 and 31).

On the basis of the results of our investigations, and taking into consideration the results of foreign investigations of the physical and mechanical properties of common ash wood (Kollmann, Armstrong, Bamford-Van Rest) we can conclude; that the ash tree

belong to a species in which the formation of heartwood is only characterized by a change of colour not affecting either the physical or the technological properties. Transformation of sapwood into heartwood consists only in a change of colour. As that transformation depends on the ratio between the crown size and the area of stem cross-section, we have drawn the conclusion that this transformation occurs owing to a stoppage of the water motion in the stem.

Transformation of sapwood into heartwood probably is a consequence of increased oxydation in the tree. For this reason ash brown heart is to be considered as a specific kind of heartwood.

Dr. LEA SCHMIDT:

UTJECAJ HRANE NA RAZVOJ GUBARA

(*Lymantria dispar* L.)

THE INFLUENCE OF FOOD ON THE DEVELOPMENT OF GIPSY-MOTH

(*Lymantria dispar* L.)

Sadržaj - Contents

UVOD - Introduction

Pokusni materijal i metodika rada - *Experimental material and the working-method*

Trajanje razvoja od izlaska iz jajeta do imaga - *The development cycle from hatching to the full-grown moth*

Plodnost ženki i mortalitet jaja - *Fertility of females and mortality of eggs*

Partenogeneza - *Parthenogenesis*

Mortalitet gusjenica - *Mortality of larvae*

Mortalitet kukuljica - *Mortality of pupae*

Uzroci ugibanja gubara u pokusima - *Causes of perishing of the gipsy-moth in experiments*

Seksualni indeks - *Sex ratio*

Potencijal razmnožavanja - *Reproduction potential*

Značaj hrane u gradacijama gubara - *The role of nutrition in gipsy-moth development (»gradation«)*

Zaključak - *Conclusion*

Literatura - *Literature*

Radnja primljena na štampanje 4. XII. 1952.

PREDGOVOR

Na kulturnom i šumskom bilju u našoj državi pojavljuje se veliki broj različitih štetnika, koji nanose veće ili manje štete. Od tih štetnika najvažniji su svakako oni, koji svojim oštećivanjem neposredno utječu na određenu kulturu ili vrstu šumskog drveta. Za naše voćarstvo, a naročito za hrastove šume u posavskoj i po-

dravskoj nizini, jedan je od vrlo važnih štetnika gubar (*Lymantria dispar* L.). On nanosi svojim brščenjem lišća goleme štete voćnjacima, a u hrastovim šumama on je stalni kalamitet te dovodi do sve većeg sušenja hrastova. Posljedica propadanja čistih hrastovih šuma odražava se u tome, što šumska gospodarstva prelaze sve više na uzgoj mješovitih, a napuštaju uzgoj čistih hrastovih sastojina. Budući da gubar izaziva goleme štete u našoj privredi, koje u pojedinim godinama iznose milijarde dinara, odlučili smo, da naučno istražimo problem gubara i utvrdimo uzroke njegovog masovnog pojavljivanja.

UVOD

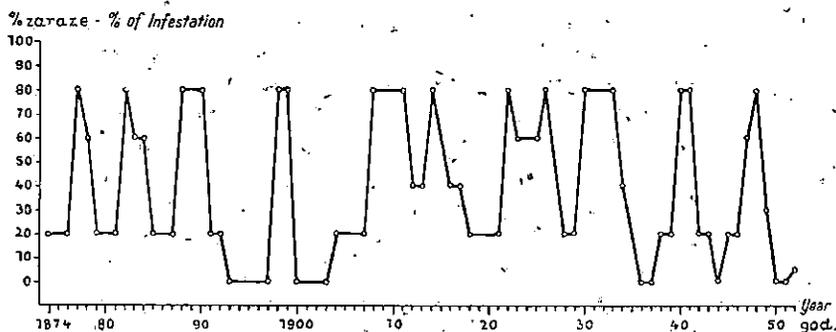
Utvrđeno je (*Schwerdtfeger*, lit. 113), da se šumski štetnici vezani na određene vrste hrane pojavljuju na terenu prirodnog rasprostranjenja tih biljaka, ali pritom imaju važnu ulogu i klimatske prilike, naročito temperatura i vlaga. Samo na onim terenima, gdje vladaju optimalni klimatski uvjeti za neku vrstu štetnika, on se može pojaviti masovno. Na drugim terenima, gdje nisu optimalni klimatski uvjeti, unatoč optimalnoj prehrani, štetnik se ne će javljati, a pogotovu ne masovno.

Poznate katastrofe, koje uzrokuju periodični gubarevi kalamiteti na području NR Hrvatske u posavskim i podravskim šumama, posljedica su optimalnih klimatskih i prehrambenih uvjeta, koji vladaju na tim terenima. Kao što je gubar rasprostranjen po čitavoj palearktičkoj zoni, tako je on poznat i na području cijele Hrvatske, ali on se javlja periodično u masama samo u šumama Posavine i Podravine, gdje počinja goleme štete. U ostalim krajevima Hrvatske dolazi do kratkotrajnih gradacija (1-2 god.), ili gubar ne počinja nikakve vidljive štete (Macelj-gora).

U spomenutim nizinskim šumama gradacije gubara traju obično nekoliko godina. Gradacijska krivulja ima ove karakteristike: U doba progradacije ženke gubara odlažu veliki broj jaja, iz kojih se razvije masa gusjenica. Uz obilje hrane i bez dovoljnog utjecaja parazita i bolesti nastaje masa leptira. Populacija gubara razvije se postepeno u kalamitet tako, da dolazi do kulminacije gradacijske krivulje, a u šumi do golobrsta. U populaciji postepeno prevladaju legla s manjim brojem jaja, i tu se pokazuje veći mortalitet jaja i jajnih gusjenica, a također i jači utjecaj bolesti i parazita. Nakon tih pojava nastaje degradacija populacije, koja redovito završava s latencom, kada u pojedinim šumskim predjelima ostaje po jedno ili nekoliko legala. To je opća slika toka gradacije (*Kovačević*, lit. 68).

Gradacijska krivulja nije uvijek pravilna, što pokazuju kalamiteti zabilježeni u vremenu, od posljednjih 80 god. (*Kovačević*,

lit. 68, *Vajda*, lit. 130). U tom vremenskom razdoblju, odn. od 1874–1952 god. bilo je deset gradacija s golobrstom na golemim šumskim površinama i milijunskom broju voćaka. Ako pogledamo grafički prikaz tih gradacija, vidimo, da je u tom međuvremenu bilo samo pet tipičnih latentca. Osim latentce 1893–1897 god. i 1900–1903 god. sve su bile kratke i trajale 1–2 godine. U vrijeme općih gradacija gubara u Posavini i Podravini postoje velike razlike u pojedinim šumama, pa čak i u odjelima iste šume. Dok u jednom predjelu ima tak gradacije sliku tipične gradacijske krivulje, dotle u drugom ne postizava kulminaciju, tako da ne dolazi do golobrsta, već su štete veće ili manje, i zaraza nakon nekog vremena prestaje bez štetnih posljedica.



Graf. 1

Gradacije gubara od 1874–1952 god. (po Kovačeviću)

Gipsy-moth out-breaks during the 1874–1952 period (according to Kovačević)

Periodično masovno javljanje gubara navodi nas na pitanje, zašto se gubar i neki drugi štetnici javljaju periodično u masama, a druge insekte nalazimo u prirodi u većoj ili manjoj mjeri. Po teoriji *Franza* (lit. 37) sposobnost za masovno razmnožavanje ima u latentnom obliku svaki živi organizam, te prema tome nije problem u početku gradacija, nego u propadanju neke masovno razmnožene populacije. Početak gradacija primarno je uzrokovan osobinom pojedinih individua, da stvaraju mnogobrojno potomstvo, a to je uvjetovano konstitucijom tih organizama. Konstitucija je po *Franzu* osobina stečena zajedničkim djelovanjem naslijeđenih svojstava organizama i promjenljivih prilika okoline. Ukoliko su vanjski faktori, naročito klimatski i prehrambeni, optimalni, onda dolaze do potpunog izražaja unutarnji faktori, odnosno nasljedne osobine, koje se kod pojedinih individua mogu ispoljiti u obliku jake sposobnosti razmnožavanja. U tom slučaju dolazi do gradacije, koja može biti katkada vrlo brza. Kod populacija, koje se autohtono razvijaju u kalamitete po *Franzovoj* teoriji,

imaju primarnu ulogu latentne nasljedne osobine, koje se ispoljuju u obliku nagomilavanja letalnih i semiletalnih gena uslijed parenja u srodstvu, a s druge strane selekcija. U toku progradacije selekcija je vrlo slaba, tako da se potpuno razvijaju individuumi slabe vitalne sposobnosti pa kroz generacije dolazi do mortaliteta sve većeg broja individuumu. Populacija postepeno propada, a to se događa to brže, što su klimatski i prehrambeni uslovi nepovoljniji. Svakako da tu imaju važnu ulogu i patogeni mikroorganizmi, jer se slabijom vitalnom sposobnošću povećava osjetljivost individua,

Eidmann (lit. 33) dolazi do istih zaključaka kao i *Franz*. Prema njegovoj teoriji nije problem kalamiteta u postanku, nego u propadanju populacije. On navodi da svaki kalamitet završava pod utjecajem faktora krize, koji su nezavisni o klimi, a uvjetuju propadanje individua u populaciji. Kao faktore krize on navodi unutarnje faktore, koji smanjuju plodnost, poremećuju seksualni indeks u korist mužjaka, povećavaju osjetljivost prema bolestima i t. d., i vanjske faktore kao: pomanjkanje hrane, paraziti i t. d.

U pogledu djelovanja klime na insekte postoji velik broj naučnih rasprava, pa što više ima i takvih, gdje autori smatraju da je klima jedini faktor, koji uvjetuje oscilacije masovnih pojava insekata. (*Bodenheimer*, cit. *Friederichs*, lit. 43) *Friederichs* upravo s obzirom na tvrdnje *Bodenheimera* kaže, da granica, do koje ima klima presudan značaj u tom pogledu, nije još kod insekata utvrđena, te se na temelju pojedinačnih slučajeva ne može izvesti općeniti zaključak.

Utjecaj klimatskih uvjeta na razvoj gubara istraživali su mnogi entomolozi kao: *Mithat Ali* (lit. 87), *Pictet De Lépiney*, *Fernald* (cit. *Schedl*, lit. 109), *Uajda* (lit. 130) i dr. Različiti rezultati ovih entomologa pokazuju, da gubar iz raznih krajeva različito reagira s obzirom na klimatske prilike i da ima veliku sposobnost prilagodivanja. To se najbolje vidi iz izlaganja *De Lépiney*-a: U Maroku, gdje su danje temperature vrlo visoke, 30–48° C, a noćne se spuštaju ispod 0° C, gubar doduše ugiba u velikom broju u jajnom stadiju, ali ipak dolazi do masovnog razmnožavanja i golemih šteta. Autor tu pojavu tumači kao karakteristiku rase gubara, koja se prilagodila klimatskim prilikama Maroka.

Polazeći s tog stajališta, da je gubar u posavskim i podravskim nizinskim šumama rasa, koja se po svom biotičkom potencijalu i prilagođenosti klimatskim prilikama tih krajeva razlikuje od gubara u ostalim krajevima Hrvatske, zanimalo nas je, kako utječe hrana u tom području na tok degradacije, a s time u vezi na konstituciju, duljinu razvoja, mortalitet i plodnost individua, na seksualni indeks i potencijal razmnožavanja populacije i na pojavu patogenih mikroorganizama. To je od praktične važnosti, jer ako znamo, da je gubar polifagan štetnik, pitanje je, koja

vrsta hrane djeluje povoljnije na gradaciju gubara, a kod koje su gradacije po intenzitetu slabije. U našim nizinskim šumama još uvijek dominira hrast, ali pored njega nailazimo redovno na grab, brijest i jasen, a ostalo drveće dolazi u manjoj mjeri. Gubar kao polifagan štetnik napada prvenstveno hrast, a zatim grab, slabije brijest, a jasen uglavnom ne dira. Budući da brijest zbog holandske bolesti mnogo stradava u našim nizinskim šumama (*Uajda*, lit. 131), gubaru ostaje u šumama kao glavna hrana hrast i grab. Po svoj prilici trebat će s vremenom naći za naše nizinske šume zamjenu za brijest. Zanimalo nas je, da li će lipa isto tako stradavati od gubarevih gusjenica, kao što stradavaju hrast i grab, ukoliko bi možda došla u obzir, da se proširi namjesto brijesta na pogodnim terenima Posavine i Podravine. U pogledu stradavanja lipe od gubara postoje u literaturi različiti, pa čak i suprotni podaci. *Wolff-Krausse* (lit. 143) i *Šečerov* (cit. *Kovačević*, lit. 69) spominju gubara kao opasnog štetnika lipe. *Langhoffer* (lit. 71, 75, 78) navodi na više mjesta u svojim radovima, da je gubar obrstio lipu, ali na jednom mjestu tvrdi, da u doba kalamiteta gubara u slavonskim šumama gubar nije oštetio mješovite sastojine u Iloku, gdje su prevladavali bukva, lipa i grab.

Dalji zadatak naših istraživanja bio je istražiti, kako se odnosi gubar u pogledu prehrane lišćem voćaka. U našim krajevima naročito stradavaju od gusjenica gubara jãbuka i šljiva. Do potpunog golobrsta na voćkama dolazi u voćnjacima Posavine i Podravine, a vrlo rijetko i tek izuzetno u drugim krajevima Hrvatske.

Iako nam je poznato, da gubar napada kod nas oko 80 vrsta biljaka (*Kovačević*, lit. 68), a prema *Fernaldu* i *Forbushu* 458 vrsta (cit. *Schedl*, lit. 109), nismo se upuštali u dalje istraživanje njegove polifagije. U pokuse smo uzeli samo ono drveće, koje je najtipičnija hrana gubara u Posavini i Podravini, a koje je važno s jedne strane za šumsko, a s druge za poljoprivredno gospodarstvo. Istraživali smo utjecaj hrasta lužnjaka, graba i lipe s obzirom na pojavu gubara u posavskim i podravskim nizinskim šumama, zatim bukve i hrasta kitnjaka s obzirom na gubarov napad na brdske šume tih krajeva, najzad jabuke i šljive u vezi stradavanja voćnjaka.

Potica j za istraživanja u tom pravcu bazira na opažanjima na terenu i dosadašnjim iskustvima naših i stranih stručnjaka, a izvršena su u laboratoriju s isključenjem promjenljivih utjecaja vanjskih faktora, klime i parazita osim bolesti. U radnji su obrađeni rezultati pokusa s materijalom gubara iz Hrvatske, i to s područja Pakraca i Spačve, jer gubar, kako smo to i naprijed naveli, predstavlja stalnu opasnost u posavskim i podravskim nizinskim šumama, kao i u brdima između Save i Drave.

POKUSNI MATERIJAL I METODIKA RADA

Rezultati ove radnje dobiveni su na temelju pokusa izvršenih u toku tri godine, 1950, 1951 i 1952.

a) Pokusi 1950 god.

Budući da se gubar javlja redovito kao štetnik u nizinskim šumama, a često nanosi štetu i u brdskim šumama, ako ga tamo prenese vjetar u doba kulminacije kalamiteta u nizini, pokuse smo izvršili s leglima iz obadva područja. Od nizinskih šuma odabrali smo područje Spačve kod Otoka (Vinkovci), gdje su legla bila odložena na hrastu lužnjaku, a od brdskih šuma izabrana je okolica Pakraca, šume Ravni Brezik i Čukor, koje se nalaze jedna do druge. U ovom području nađena su jajna legla na kori bukve. Sakupljeno je oko 200 legala od kojih su za pokuse uzeta najveća, najmanja i srednja legla, potpuno neoštećena od ptica i grabežljivaca, i na kojima smo opipom ustanovili da imaju dosta jaja. Sa drveća su skinuta tako, da smo odrezali i koru, na kojoj su se legla nalazila, da ne bi došlo do eventualnog oštećenja ili gubitka jaja pri struganju. Sakupljanje legala izvršili smo u proljeće neposredno pred izlazak gusjenica tako, da su jaja prezimila u prirodnim uvjetima. U brdskim šumama sabrana su legla 3. IV., a u Spačvi 8. IV. U laboratoriju su raspoređeni tako, da je svako stavljeno u poseban insektarij s vrlo gustom mrežom.

Gusjenice su hranjene onim vrstama biljaka, koje su u prirodi najčešće napadane, odnosno na kojima počinja gubar najveće štete: hrastom lužnjakom (*Quercus pedunculata* Ehrh.), hrastom kitnjakom (*Quercus sessilifolia* Salisb.), grabom (*Carpinus betulus* L.), bukvom (*Fagus sylvatica* L.), jabukom (*Malus domestica* Borkh.) i šljivom (*Prunus domestica* L.). U pokus je uzeta i lipa (*Tilia grandifolia* Ehr.).

Jajna legla, koja su sabrana za pokuse, uzeta su u vrijeme očite degradacije kalamiteta u nizinskim šumama, dok se u brdskim, s obzirom na znatno mnogobrojnija legla i veći broj jaja u pojedinim leglima nego u prošloj godini, gubar nalazio u progradaciji. Da bismo imali u laboratoriju što točnije rezultate, postavili smo individualne i skupne pokuse. Skupne smo pokuse proveli tako, da smo u svaki insektarij stavili po jedno leglo i hranili gusjenice do iskukuljenja leptira. Na svakoj od spomenutih vrsta biljaka uzgajali smo gusjenice 8 legala, t. j. svaki je pokus proveden u 8 repeticija. (2 legla s rel. velikim brojem jaja, 2 legla sa srednjim i 4 legla s malim brojem jaja). Prema tome uzeli smo kao početnu, prirodnu jedinicu jedno leglo, odnosno potomstvo jedne ženke bez obzira na broj jaja. Pokusi su izvršeni takvom metodom radi toga, što nas je zanimalo, kakvo će biti potomstvo individuuma pojedinih legala s obzirom na različitu prehranu. U

metodikama raznih autora, koji su obrađivali sličnu temu, spominje se uvijek, da je za pokuse uzet određen broj jaja ili ličinka, bez obzira na njihovo porijeklo. Dapače, neki od njih idu za tim, da izmiješaju pokusne individuume u namjeri, da dobiti što jednoličniji objekt (Mayer, lit. 84). Po našem mišljenju ovakva metodika rada ne može dati jasne rezultate u pogledu utjecaja hrane na razvoj gubara, jer se proizvoljnim odabiranjem nekog broja individuuma mogu slučajno odabrati takvi, koji će dati potpuno drugu sliku od svih individua jednog legla. Ako uzmemo u pokus više legala, koja odvojeno hranimo istom hranom, dobit ćemo svakako sigurnije rezultate, nego od nekog broja proizvoljno odabranih individuuma, jer se kod individuuma različitog porijekla jako ispoljuju razlike u nasljedno stečenim osobinama.

Za uzgoj gusjenica upotrebili smo insektarije visine 30 cm s kvadratnom bazom stranice 20 cm. Sve četiri bočne strane sa stoje se od guste mjedene mreže. Dno i krov poklopac su drveni kao i bridovi bočnih stijena. U insektarije su stavljene bočice s vodom, u koje smo utaknuli grančice s lišćem. Hrana je uzeta u parku Maksimir. Da se spriječi eventualno utapanje gusjenica u bočicama, grančice su na grlima bočica učvršćene pamučnom vatom. Nekoliko grančica u bočici savinuli smo do dna insektarija radi bolje pristupačnosti lišća gusjenicama. Insektariji su u laboratoriju stajali na policama (vidi sliku!) obilježeni istim oznakama kao rubrike u tabelama, u koje su bilježena opažanja.

Svaki je dan stavljena svježja hrana, a starijim gusjenicama mijenjana je hrana i više puta u danu. Pri izmjeni hrane zabilježen je broj uginulih gusjenica. Te su gusjenice odmah uklonjene iz insektarija i spremljene radi analize uzroka uginuća. Nakon prvog presvlačenja smanjen je broj gusjenica u insektarijima tako, da su razdijeljene u više insektarija. U njima se nalazilo po 30–50 gusjenica. Naravno, insektariji, u kojima su bile gusjenice iz istog legla, imali su svi oznaku tog legla.

Čim su se pojavile prve kukuljice, započeli smo s njihovim izdvajanjem iz insektarija. Svaki dan su kukuljice pregledane s obzirom na spol i stavljene u novi prazni insektarij, obilježen istom oznakom kao insektarij sa gusjenicama. Na isti način su uklonjeni svaki dan i leptiri iz insektarija s kukuljicama. Parovi leptira iz istog legla odijeljeni su na dan iskukuljenja svaki posebno u staklenu posudu zatvorenu žičanom mrežom. Za odlaganje jaja metnuti su u svaku posudu komadi kore. Ukoliko se jedan dan iskukuljilo više mužjaka ili ženki, suvišak leptira ostavljen je u novom insektariju do idućeg dana, dok se nije iskukuljilo odgovarajući spol. Ženke su nakon uginuća secirane, te je ustanovljen broj neodloženih jaja.

Pri uzgoju gusjenica u »skupnim pokusima« nije ustanovljeno trajanje pojedinih razvojnih faza između presvlačenja, a to se iz tehničkih razloga nije moglo provesti radi golemog broja gusje-

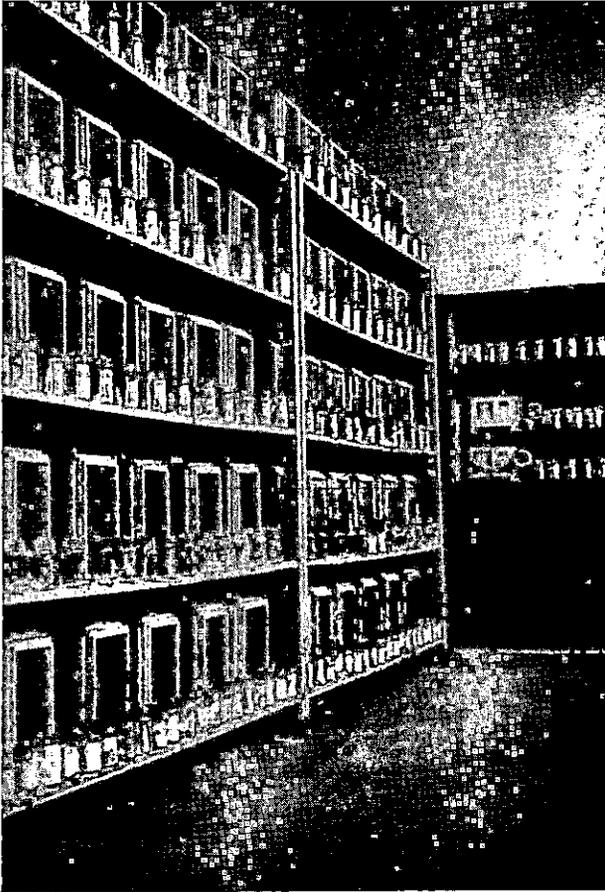
nica u pokusima. Zato je utjecaj različite prehrane na trajanje razvojnih faza istražen »individualnim pokusima«. Za jednu seriju tih pokusa uzete su gusjenice iz jednog istog legla (ukupno 2 legla, jedno iz Spačve, a drugo iz Pakraca) i to one, koje su izašle iz legla isti dan. To smo učinili radi toga, što smo pretpostavili, da su razlike u konstituciji pojedinih individuuma naslijeđenoj od jednog istog para roditelja manje, nego između slučajno odabranih individuuma iz raznih legala. Na svakoj od istraženih biljaka uzgojeno je pojedinačno po 20 gusjenica, dakle ukupno je bilo u ovim pokusima 280 gusjenica iz 2 legla sa dva različita područja. Gusjenice su hranjene u staklenim posudama pokrivenim žičanom mrežom, u kojima se nalazila mala epruveta s vodom, a u nju je uronjena peteljka lista. Lišće se mijenjalo svaki dan; starijim gusjenicama mijenjano je češće. Pri svakodnevnom hranjenju gusjenice su stavljene u čistu posudu radi toga, da se otkloni štetno djelovanje povišenja vlage, a naročito nepovoljni utjecaj vlažnih ekskremenata. U tabele su bilježeni datumi presvlačenja, kukuljenja, izlaska leptira i spol. Svlakovi gusjenica su uklonjeni odmah nakon presvlačenja, da ne bi došlo do eventualne zabune s obzirom na datume i broj presvlačenja. »Individualni pokusi« su samo orijentacijski, te se ne može izvesti definitivni zaključak s obzirom na razvoj čitave populacije. Razlike u nasljednim osobinama među potomcima raznih roditelja uvjetuju svakako i razlike u trajanju pojedinih stadija gubara.

b) Pokusi 1951 g.

Jajna legla, koja su odložile ženke iz prošlogodišnjih »skupnih pokusa«, prezimila su u prostoriji, gdje je čitavu zimu bio otvoren prozor. Od vremena do vremena stavljene su posude s leglima u toku zime na snijeg. Budući da je zima bila dosta blaga, nadali smo se ranijem izlasku gusjenica, te smo u toku februara ubrzali listanje grančica za pokuse uronjavanjem u toplu vodu. Gusjenice smo hranili istom vrstom hrane kao i njihovu roditeljsku generaciju. Te godine nastavljeni su samo »skupni pokusi« na isti način kao 1950. g. Nakon izlaska posljednjih gusjenica iz jaja izbrojili smo uginula jaja i izašle gusjenice, te smo tako ustanovili broj jaja u leglima, koja su odložile ženke prošle godine.

c) Pokusi 1952 g.

U toku zime 1951/52 nalazila su se gubareva jaja kao i ranijih godina u istoj prostoriji. U mjesecu januaru stavili smo ih u hladionik sa temperaturom od $+1^{\circ}$ C. Jednako kao 1951 g. i te smo godine ubrzali listanje biljaka pospješanjem pupova, tako da je bilo dovoljno hrane za gusjenice, koje su izašle tjedan dana prije listanja šume. God. 1951. uginula je većina gusjenica, pa su ostale samo one, koje su bile hranjene hrastom lužnjakom i



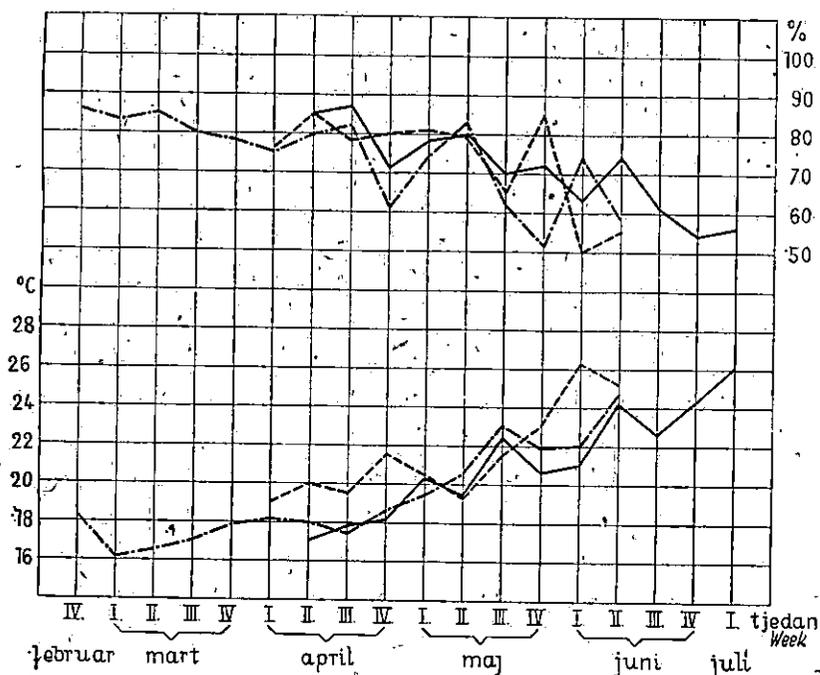
Dio uzgoja u laboratoriju
Breeding of the gipsy-moth in laboratory

kitnjakom. Gusjenicama smo i dalje davali ove dvije vrste hrane. Metodika uzgoja je bila ista kao i predašnjih godina, samo se smanjio broj vrsta hrane u pokusima.

d) Temperatura i vlaga u laboratoriju

Laboratorij, u kojem se nalazio uzgoj gusjenica, velika je, zračna i svijetla prostorija. Radi zračenja prozori su po danu bili stalno otvoreni, a često se pravio propuh. Pred večer polijevan je pod laboratorija vodom radi povišenja zračne vlage. Za vrućih dana polijevalo se 2-3 puta dnevno. Temperaturu i vlagu mjerili smo termografom i higrografom, koji su bili postavljeni u blizini insektarija. Razlike između dnevnog maksimuma i minimuma temperature bile su u laboratoriju vrlo male, a % zračne vlage je dosta varirao u jednom danu zbog večernjeg polijevanja poda u laboratoriju.

Grafikonom 2 prikazane su tjedne srednje vrijednosti temperature i vlage zraka u toku pokusa kroz 3 godine. Krivulje slikovito



Graf. 2

Srednja temperatura i relativna zračna vlaga u laboratoriju
 ———1950 g. ———1951 g. ———1952 g.
 Mean weekly air temperature and relative humidity in laboratory
 (———1950, ———1951, ———1952)

prikazuju odnos temperature i vlage, tako da sa porastom temperature % zračne vlage dosta pravilno pada. Usporedbom temperature i vlage laboratorija za vrijeme pokusa s rezultatima *Mithata* (lit. 87) dolazimo do konstatacije, da su uvjeti s obzirom na temperaturu i vlagu bili optimalni. Gusjenice I. faze razvijale su se u optimalnim temperaturnim uvjetima na cca 18° C god. 1950. 1951 god. srednja je tjedna temperatura pala za cca 2° C ispod optimuma, a 1952 god. se kretala između 19° i 20° C.

Relativna zračna vlaga iznosila je u to vrijeme oko 80% sa dnevnim razlikama od najviše 20%. Gusjenice II.-V., odnosno VI. razvojne faze razvijale su se u povoljnim prilikama, jer se optimum temperature, prema istraživanjima *Mithata*, nalazi između 18° i 24° C, a optimum vlage ispod 80%. Za vrijeme pokusa u laboratoriju nije bilo većih razlika između dnevnih i noćnih temperatura i zračnih vlaga, kao što je to u prirodi, a isključen je i utjecaj insolacije.

e) Izračunavanje rezultata pokusa

»Individualni pokusi«, vršeni u jednoj godini, na temelju kojih su ustanovljene razlike u utjecaju hrane na trajanje pojedinih razvojnih faza gusjenica i kukuljica, prikazani su srednjim brojevima dana razvoja individua na jednoj vrsti hrane, a ekstremni slučajevi navedeni su posebno u tekstu. Broj uginulih gusjenica i kukuljica gubara u »skupnim pokusima« prikazan je također srednjim vrijednostima, i to u % s obzirom na ukupan broj gusjenica. Sve tabelarno prikazane srednje vrijednosti obrađene su biometričkim metodama prema knjizi *Tavčara* (lit. 121). Srednja vrijednost, M , izračunata je prema formuli $M = A + ab$, gdje A označuje aproksimativnu srednju vrijednost, a – razredni areal,

a ($= \frac{\sum pa}{n}$) zbroj udaljenosti pojedinih varijanata od srednje vrijednosti podijeljen s ukupnim brojem svih varijanata odnosno reda. Srednja pogreška srednje vrijednosti izračunata je po formuli $m = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$. Standardna devijacija iznosi u toj formuli:

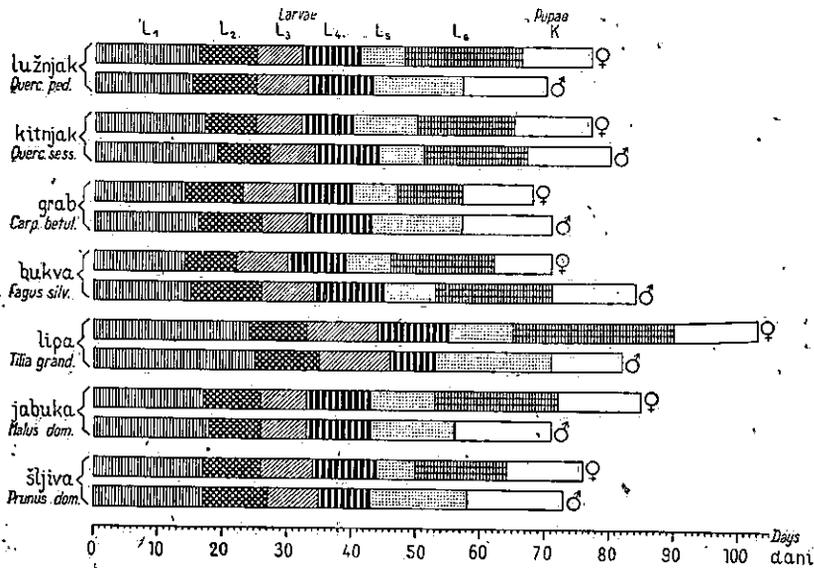
$$\delta = a \sqrt{\frac{\sum pa^2}{n} - b^2}$$

(a = razredni areal, $\sum pa^2$ = zbroj kvadrata udaljenosti pojedinih varijanata od srednje vrijednosti, n = ukupni broj varijanata, b^2 = kvadrat vrijednosti $\frac{\sum pa}{n}$). Varijabilnost unutar različitih skupina prikazana je varijacijskim koeficijentom v , po formuli $v = \frac{100 \delta}{M}$.

Većina podataka, koje smo prikazali grafikovima, nije unesena u posebne tabele radi nepotrebnog povećanja opsega radnje.

Trajanje razvoja od izlaska iz jajeta do imaga

Kvaliteta hrane utječe na vrijeme pojedinih presvlačenja gusjenica, uvjetuje razlike u trajanju razvojnih faza kod ženki i mužjaka te na broj presvlačenja kod obadva spola. Međutim hrana ne djeluje na sve individue jednako, pa čak ni ako su uvjeti s obzirom na temperaturu i relativnu zračnu vlagu jednaki. Razlike u razvoju pojedinih individua nastaju uslijed različitih nasljedno stečenih osobina. Što su vanjski uvjeti (klima, hrana) nepovoljniji, to su i te razlike veće (Franz, lit. 37). Prema tome razlikovao bi se razvoj gubara u većoj mjeri u pokusima, koji su izvršeni



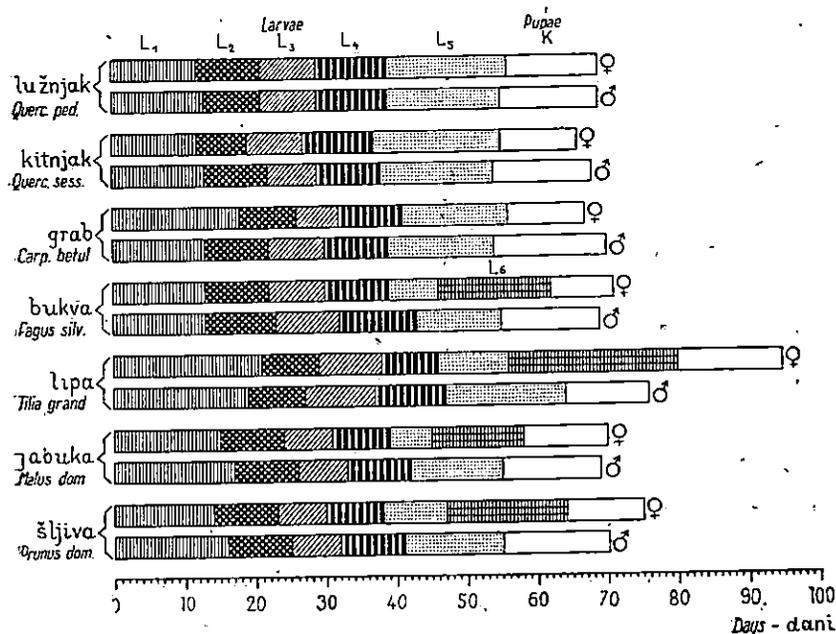
Graf. 3

Trajanje razvoja do izlaska imaga - Spačva
The duration of development up to the appearance of adults - Spačva

s gubarom iz dva razna područja, nizinske i brdske šume. U graf. 3 i 4 vidimo, da je hrana utjecala dosta slično na razvoj druge, treće i četvrté razvojne faze gusjenica bez obzira na vrstu hrane i podrijetlo legala. Različiti utjecaj hrane dolazi do izražaja kod gusjenica prve razvojne faze i kod onih, koje su, se četvrti put presvukle.

Grafikonom 3 i 4 prikazani su srednji brojevi dana razvoja pojedinih stadija gubara. Za individualne pokuse uzete su gusjenice legla iz Spačve, koje su izašle iz jaja 9. IV., a legla iz Pakraca s datumom izlaska 10. IV. Od dana izlaska iz jajeta do prvog pre-

svlačenja (L_1) gusjenice se razvijaju 12–25 dana. Gusjenice ove faze reagiraju osjetljivo na kvalitetu hrane tako, da su velike razlike u broju dana razvoja. Najkraći razvoj L_1 imale su ženke hranjene lužnjakom (Pakrac), a najdulji mužjaci na lipi (Spačva). Broj dana razvojne faze L_1 varira kod pojedinih individuumata tako, da sva presvlačenja nisu bila isti dan ni u jednoj seriji pokusa. Zato možemo govoriti samo o minimalnom i maksimalnom broju dana i o prosječnom ili srednjem broju dana. Tako su se na pr. razvijali mužjaci L. faze na hrastu kitnjaku (Spačva) 15–24



Graf. 4

Šrednji broj dana razvoja do izlaska imaga – Pakrac
 Mean number of days of development upto the appearance of adults – Pakrac

dana. Kod ishrane lipom trajao je razvoj jednog mužjaka do prvog presvlačenja 30 dana, a većina se mužjaka na lipi razvijala 22 dana. Razlike u trajanju razvoja mužjaka i ženki do I. presvlačenja nisu velike te iznose 1–2 dana. Izuzetak je kod prehrane grabom (Pakrac), jer se ženke I. faze presvlače 5 dana nakon mužjaka. Uspoređenje razvoja kod ishrane lipom možemo tumačiti utjecajem gladovanja, jer su gusjenice vrlo nerado uzimale lipu. Ovdje nikako nije bio utjecaj mehanički, odnosno tvrdoća lista, jer smo gusjenicama davali sasvim mladi list, već lipa nije hrana, koja privlači mlade gusjenice.

Između prvog i drugog presvlačenja (L_2) kvaliteta hrane nema gotovo nikakav utjecaj na razvoj tako, da je broj dana razvoja II. faze kod obadva spola 8–10 dana. Minimalni broj dana razvijaju se ženke na hrastu lužnjaku i kitnjaku i mužjaci na lužnjaku i šljivi, 7 dana. Najveće individualne razlike u trajanju L_2 imaju mužjaci na lužnjaku, 7–13 dana. Razvoj L_2 na lipi ne razlikuje se od razvoja na ostaloj hrani.

Razvoj gusjenice od drugog do trećeg presvlačenja (L_3) traje na lipi 8–11 dana, a na ostaloj hrani 6, 5–8 dana. Prema tome u fazi L_3 lipa nešto usporuje razvoj, a sve ostale vrste hrane u pokusima imaju gotovo isto djelovanje. Maksimalni broj dana faza L_3 imaju pojedine ženke i mužjaci na lipi (Spačva) – 13 dana, a minimalan ženke na kitnjaku (Pakrac) – 5 dana.

U fazi L_4 , između trećeg i četvrtog presvlačenja, kvaliteta hrane nema uglavnom veći utjecaj na razliku u razvoju. Gusjenice se razvijaju 7, 3–11 dana. Razlike u trajanju ove faze između mužjaka i ženki iznose 1–2 dana, osim na lipi (Spačva), na kojoj se ženke razvijaju prosječno 4 dana dulje nego mužjaci. Gusjenice se razvijaju od četvrtog do petog presvlačenja, odnosno do zakukuljenja (L_5) vrlo različito.

Iza četvrtog presvlačenja može doći u pojedinim slučajevima i do petog, što je vidljivo iz grafikona 3 i 4, te tako dolazi do faze L_6 . Ako dođe do te faze, onda je faza L_5 relativno kratka, t. j. 6 (jabuka i šljiva) do 9,5 (kitnjak) dana. Inače faza L_5 traje prosječno mnogo dulje, kod ženke 15 (grab) do 18 (lipa) dana, a kod mužjaka 12 (bukva) do 18 (lipa) dana.

U toku uzgoja gusjenica varirao je broj presvlačenja kod mužjaka i ženki od 4–5 puta. Pet presvlačenja imaju većinom ženke, a mužjaci iz nekih legala, koji su se hranili hrastom kitnjakom i bukvom (Spačva). U tabeli 1 vidi se % gusjenica, koje

Vrst biljke <i>Plant Species</i>	Spačva		Pakrac	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
lužnjak <i>Quercus pedunc.</i>	80	0	0	0
kitnjak <i>Quercus sessilifl.</i>	100	20	0	0
grab <i>Carpinus betulus</i>	100	0	0	0
bukva <i>Fagus sylvatica</i>	100	25	100	0
lipa <i>Tilia grandifol.</i>	67	0	100	0
jabuka <i>Malus domestica</i>	33	0	50	0
šljiva <i>Prunus domest.</i>	50	0	33	0

Tab. 1

% gusjenica sa 6 razvojnih laza
Percentage of the larvae with
5 developmental stages

su se 5 puta presvukle. Razlika između 100% i podataka u tabeli znači % gusjenica sa 4 presvlačenja do zakukuljenja. 5 presvlačenja imale su sve ženke iz Spačve na kitnjaku, grabu i bukvi, a iz Pakraca na bukvi i lipi. U relaciji s ostalim ženkama u pokusima najmanja % presvukao se 5 puta na jabuci i šljivi (33–50%). Od mužjaka iz Pakraca nije se nijedan 5 puta presvukao.

Prema podacima o broju presvlačenja, koje smo dobili u našim pokusima, možemo zaključiti, da svakako hrana imade svoj utjecaj

na dužinu razvoja, kao i na broj presvlačenja, ali s obzirom na razlike, koje imamo u pokusima između legala iz Spačve i Pakraca, mogli bismo kazati, da hrana ima svoj utjecaj i na potomstvo. Prema našim podacima izgledalo bi ovako: ako su roditelji hranjeni listom bukve, onda imaju mužjaci u potomstvu bez obzira na vrstu hrane samo 4 presvlačenja (Pakrac), a ako su se roditelji hranili listom hrasta lužnjaka (Spačva), onda mužjaci kod izmjene hrane mogu imati i 5 presvlačenja. Među ženkama u potomstvu ima uvijek individuuma s 5 presvlačenja, ako su se roditelji hranili lužnjakom, a ako bukvom, onda imaju ženke na lužnjaku, kitnjaku i grabu samo 4 presvlačenja. Razumije se, da ovaj zaključak nije definitivno te da je potrebno izvršiti dalja istraživanja, kako bi se mogao točno utvrditi utjecaj hrane na broj presvlačenja daljeg potomstva.

Faza gusjenica od petog presvlačenja do zakukuljenja (L_6) najkraća je kod ženki hranjenih grabom – 10 dana (Spačva), a najdulja kod ženki na lipi – 25 dana (Spačva).

Stadij kukuljice traje kod ženki na bukvi 9 dana, na jabuci 13,3 dana. Kod mužjaka je mirovanje u kukuljici najkraće na lipi, 12, a najdulje na grabu 15,6 dana. Općenito mužjaci miruju u kukuljici dulje nego ženke.

U graf. 5 i 6 prikazana je duljina razvoja ženki i mužjaka »individualnih pokusa«, koja varira pod utjecajem različite hrane. Kružići označuju srednji broj dana, dužine ispod njih minimalni, a iznad njih maksimalni. Razlike u trajanju razvoja gubara iz Spačve i Pakraca pokazuju, da je utjecaj različitog ambijenta, u kojem se razvijao originalni materijal, tako jak, da on dolazi do izražaja i u slučaju, ako se potomstvo razvija u istim uvjetima s obzirom na klimu i prehranu. Ovu smo činjenicu utvrdili i na temelju mortaliteta gubara, kao i seksualnog indeksa, što će se vidjeti u daljnim poglavljima.

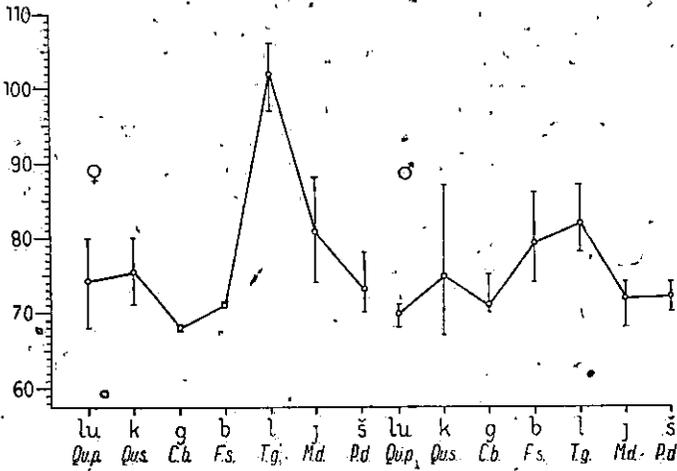
Iskukuljivanje ima nakon prehrane gusjenica raznom hranom imalo je ovaj tok: razvoj na lužnjaku: leptiri obadva spola započinju se iskukuljivati gotovo u isto vrijeme. Mužjaci se pojavljuju 2 dana prije nego ženke. Kod pokusa s gubarom iz Spačve ženke su izlazile iz kukuljica još 9 dana nakon izlaska posljednjeg mužjaka.

Ishrana gubara s kitnjakom utječe na iskukuljivanje, tako da se ženke i mužjaci počinju javljati u isto vrijeme, ili je početak iskukuljivanja mužjaka 4 dana prije nego kod ženki (Spačva). 2–7 dana nakon izlaska posljednjih ženki mužjaci izlijeću još iz kukuljica.

Kod graba se ženke pojavljuju 2 dana prije nego mužjaci, koji izlaze još iz kukuljica 7–11 dana nakon iskukuljenja zadnjih ženki.

Kod prehrane bukvom mužjaci izlaze iz kukuljica 2 dana prije ženki ili 3 dana nakon njihova izlaska. 15 dana iza izlaska zadnje ženke javljaju se još mužjaci.

Broj dana - Number of Days

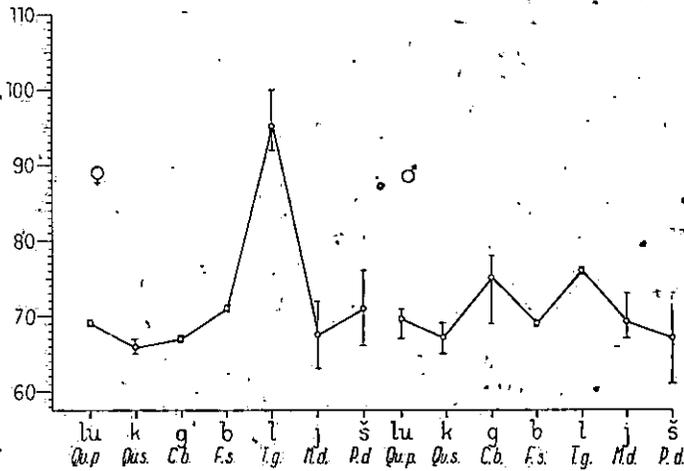


Graf. 5

Razlike u trajanju razvoja ženki i mužjaka (Spačva)

The differences in the duration of development of females and males (Spačva)

Broj dana - Number of Days



Graf. 6

Razlike u trajanju razvoja ženki i mužjaka (Pakrac)

The differences in the duration of development of females and males (Pakrac)

Lipa utječe na pojavu leptira tako, da mužjaci započinju s iskukuljivanjem mnogo prije nego ženke, 16-19 dana. Nakon pauze od 10-19 dana javljaju se ženke, kojih iskukuljivanje traje još 19-24 dana nakon nastanka mužjaka.

Prehrana gusjenica jabukom ima različit utjecaj na pojavljivanje leptira. Prve ženke izlaze iz kukuljica 6 dana nakon iskukuljenja prvih mužjaka ili se javljaju 4 dana prije njih. U prvom slučaju one započinju s iskukuljivanjem istodobno kada izlaze posljednji mužjaci te se još dalje javljaju 14 dana. U drugom slučaju mužjaci i ženke prestaju izlaziti iz kukuljica gotovo u isto vrijeme.

Kod šljive se ženke i mužjaci javljaju u isto vrijeme ili ženke 5 dana nakon mužjaka. Mužjaci završavaju iskukuljivanjem 3-4 dana prije nego ženke.

Vrst biljke <i>Plant Species</i>	Spačva						Pakrac					
	♀			♂			♀			♂		
	dani Days	srednjak Mean	broj presvl. no. of Povlts	dani Days	srednjak Mean	broj presvl. no. of Povlts	dani Days	srednjak Mean	broj presvl. no. of Povlts	dani Days	srednjak Mean	broj presvl. no. of Povlts
lužnjak <i>Quercus ped</i>	68-80	74,5	4-5	68-71	70	4	69	69	4	67-71	70	4
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	71-80	75,5	5	67-87	75	4-5	65-67	66	4	65-69	67,5	4
grab <i>Carpinus bet.</i>	68	68	5	70-75	71	4	67	67	4	69-78	75	4
bukva <i>Fagus sylvatica</i>	71	71	5	74-86	79,5	4-5	71	71	5	69	69	4
lipa <i>Tilia grandifol.</i>	97-106	102	4-5	78-87	82	4	92-100	95,5	5	76	76	4
jabuka <i>Malus domest.</i>	74-88	81	4-5	68-74	72	4	63-72	68,5	4-5	67-73	69,5	4
šljiva <i>Prunus domest.</i>	70-78	73	4-5	70-74	72	4	66-76	71	4-5	61-73	67	4

Tab. 2

Ukupni razvoj gubara od izlaska gusjenice iz jajeta do imaga
Total development of gipsy-moth from the time of leaving the egg to adulthood

Kako se vidi iz srednjaka u priloženoj tabeli, vrsta hrane utječe na duljinu razvoja kod ženki jače, nego kod mužjaka. Obadva se spola razvijaju najdulje na lipi.

U leglu iz Spačve ženke su se razvile najbrže na grabu. Kod lužnjaka, kitnjaka, bukve i šljive nema većih razlika u duljini razvoja ženki. Osim lipe utjecala je i jabuka na sporiji razvoj ženki. - Mužjaci iz Spačve razvijali su se na bukvi gotovo jednako dugo kao i na lipi. Ostale vrste hrane utjecale su na razvoj mužjaka dosta slično s obzirom na duljinu razvoja.

U leglu iz Pakraca nema većih razlika u razvoju ženki na različitoj hrani, osim na lipi. Isto je tako i s razvojem mužjaka s tom razlikom, što je grab utjecao gotovo jednako na produljen razvoj kao i lipa.

Iz rezultata i individualnih pokusa prehrane vidi se ovo:

1. Od svih razvojnih faza gusjenica najveće razlike u trajanju razvoja pod utjecajem različite hrane ima L_1 . Prema tome gusjenice su najosjetljivije do prvog presvlačenja. Minimalni broj dana razvijaju se ženke hranjene hrastom lužnjakom, 12 dana, a maksimalni mužjaci na lipi, 25 dana. Mužjaci i ženke hranjeni jednom istom vrstom hrane razvijaju se u ovoj fazi podjednako, s malom razlikom od 1–2 dana.

2. Na trajanje razvoja gusjenica L_2 -faze nema kvaliteta hrane nikakav utjecaj, pa kod obadva spola razvoj traje 8–10 dana.

3. U L_3 -fazi imaju najkraći razvoj ženke na jabuci i mužjaci na kitnjaku, 6,5 dana, a najdulji ženke na lipi, 11 dana. Gusjenice su općenito manje osjetljive, osim manjeg broja individua.

4. Minimalni broj dana u fazi L_4 imaju mužjaci na lipi, 7,3, a maksimalni ženke na bukvi i lipi, 11 dana. Razlike u razvoju s obzirom na utjecaj hrane su dosta malene.

5. Duljina razvoja u fazi L_5 zavisi o tome, da li dolazi do još jednog presvlačenja ili se gusjenice zakukulje. L_5 traje 12–18 dana, a ako dolazi do L_6 , onda traje samo 6–9,5 dana.

6. Gusjenice se u fazi L_6 razvijaju najkraće prehranom s grabom, 10 dana, a najdulje lipom, 25 dana: Prema tome je osjetljivost L_6 -faze od svih ostalih najveća s obzirom na način prehrane, a naročito se to odnosi na ženke.

7. Stadij kukuljice traje najkraće kod ženki hranjenih bukvom, 9 dana, a najdulje kod mužjaka na grabu, 15,6 dana. Općenito je mirovanje u kukuljici kraće kod ženki nego kod mužjaka. Izuzetak su gusjenice hranjene lipom, kod kojih traje stadij ženskih kukuljica dulje nego muških.

8. Kvaliteta hrane utječe vrlo jako na vrijeme pojavljivanja leptira iz jednog legla: ishranom gusjenica lužnjakom, kitnjakom i šljivom javljaju se obadva spola u isto vrijeme ili je protandrija, tako da se mužjaci javljaju 2–5 dana prije nego ženke. Prehrana grabom utječe na pojavu ženki 2 dana prije mužjaka, dakle je rezultat ishrane gusjenica grabom protoginija. Bukva izaziva i profandriju i protoginiju. Utjecaj lipa na protandriju je tako velik, da između pojave ženki i mužjaka nastupa pauza od 10–19 dana.

9. U naprijed iznesenom kao i u priloženim grafikonima vide se razlike u razvoju gubara na različitoj vrsti hrane: u prvom redu zapaženo je, da su gusjenice gubara najosjetljivije u I. i V. razvojnoj fazi na različitu vrstu hrane. Naročito to dolazi do izražaja kod prehrane lipom. Razlike u razvoju pojedinih individua na istoj hrani tumačimo različitim nasljedno stečenim osobinama, jer su uvjeti s obzirom na prehranu, temperaturu i zračnu vlagu u laboratoriju bili za sve individuum jednaki.

Druga je zanimljiva činjenica u tim pokusima razlika u dužini razvoja kod iste vrste hrane između gusjenica, koje potječu iz legla iz Pakraca i onih iz Spačve. Već smo naprijed spomenuli,

da u pogledu broja presvlačenja kod gusjenica postoje razlike između materijala iz Pakraca i onoga iz Spačve, a te se razlike očituju i kod obadva spola na istoj vrsti hrane. I ovdje bismo mogli primijetiti, da su vrsta hrane i ostali uvjeti staništa, na kojem su se razvijali roditelji, važni u pogledu razvoja potomaka, tako da kod svakog pokusa moramo uvijek računati s individualnim razlikama među potomcima istih roditelja, a pogotovo među individuima različitog podrijetla.

Plodnost ženki i mortalitet jaja

Vrsta hrane može utjecati neposredno na produkciju jaja tako, da je različita plodnost ženki produkt nejednake fiziološko-prehrambene vrijednosti hrane. Pojavu opadanja plodnosti ženki kroz generacije tumače neki autori kao posljedicu nedovoljne ishrane ženki, odnosno povremenog ili potpunog gladovanja ili kao posljedicu loših klimatskih uvjeta. Uzrok slabije prehrane gubara bio bi prema tome u utjecaju klimatskih prilika, u manjoj privlačnosti neke vrste hrane ili u nedostatku bilo kakve hrane u doba golobrsta u šumi. Ako bi gladovanje bilo jedini razlog opadanju plodnosti ženki, ondā bi kulminacija gradacije bila uvijek za vrijeme golobrsta, a poznato je, da kalamiteti gubara u pojedinim šumskim predjelima imaju vrlo različitu gradacijsku krivulju, bez obzira na to, da li je u šumi bilo golobrsta ili ne. Dapače krivulja može imati dva maksimuma, a da u šumi nije bilo golobrsta.

Na plodnost gubara utječu i klimatski uvjeti, koji djeluju tako, da se kod niže temperature gusjenice slabije hrane. Budući da nas je zanimalo, kako na promjene u plodnosti utječe vrsta hrane, uz pretpostavku, da je klima povoljna, ograničujemo se samo na činjenice utvrđene pokusima prehrane.

Pokusni materijal sabran u Spačvi bio je slabije plodnosti od onog u Pakracu, što se vidi po manjem broju jaja u leglima (O). (U tumačenjima razvoja pojedinih generacija gubara služimo se kraticama: O=originalni materijal (sabran u šumi), P₁=prvo potomstvo, P₂=drugo potomstvo, P₃=treće potomstvo.) Većina legala u Spačvi sadržavala je prosječno manje od 150 kom. jaja. Materijal iz Pakraca sastojao se iz većih legala, od kojih je imala većina iznad 150 kom. jaja.

Ako usporedimo minimalni i maksimalni broj jaja O i P₁ (tab. 3), vidjet ćemo, da se u P₁ znatno povećala razlika u broju jaja (v) pojedinih legala. Opadanje broja jaja pod utjecajem hrane u doba degradacije kalamiteta nije prema tome pravilno, nego se povećava varijabilnost između broja jaja u pojedinim leglima. Ove razlike nastaju uglavnom uslijed toga, što se u P₁ povećao broj vrlo malih legala, koja sadržavaju prosječno manje od 50

komada jaja. Poneke ženke P₁ odložile su veći broj jaja nego ženke O (vidi u tabeli maksimalni broj jaja P₁ u uzgoju na kitnjaku, bukvi, jabuci i šljivii).

U daljim generacijama, P₂ i P₃, primjećuju se manje razlike (v) u broju jaja pojedinih legala (tab. 4 i 5). Prema ovoj činjenici i povećanom prosječnom broju jaja u leglima razabiramo, da su nakon ugibanja gubara u pokusima 1951. god. preostale ženke najjače vitalne i rasplodne sposobnosti.

Bijka Plant	Nalazište jačnog legla Origin of Egg-mass of Org. cast	O - Original material								P ₁ - 1st progeny									
		Broj leg. No. of Eggs of Org. cast	Uk. br. jaja Total No. of Eggs	Broj jaja u 1 leglu Number of Eggs in 1 Egg-mass	Mort. jaja 1 legla Egg mortality of 1 Egg-m.	M±m	v	%	Broj leg. No. of Eggs of Org. cast	Uk. br. jaja Total No. of Eggs	Broj jaja u 1 leglu Number of Eggs in 1 Egg-mass	Mort. jaja 1 legla Egg mortality of 1 Egg-m.	M±m	v	%				
kitnjak flour-pod	Pakrac	7	1559	186	273	225,0 ±14,9	17,5	8,9 ±3,2	84,8	4,2	13	937	6	192	74,6 ±15,4	76,2	54,6 ±10,9	73,5	74,5
	Spačva	8	1220	96	236	155,0 ±12,3	22,8	7,0 ±1,6	65,4	4,4	25	2291	3	229	87,0 ±12,0	68,9	47,6 ±10,1	106,3	49,5
kitnjak flour-stalk	Pakrac	8	1429	114	242	177,5 ±17,2	27,5	7,5 ±2,7	100,0	3,9	24	3671	29	270	155,0 ±12,1	38,4	61,2 ±12,9	102,9	38,1
	Spačva	6	562	30	192	99,9 ±23,8	58,5	15,0 ±3,8	94,2	14,1	14	2551	40	335	178,6 ±19,5	40,7	98,6 ±21,8	82,9	61,5
grab Caprin-hill	Pakrac	7	1070	121	222	169,9 ±11,2	17,6	1,1 ±0,3	73,0	0,6	8	438	1	147	60,0 ±17,0	79,8	30,0 ±9,4	88,3	48,6
	Spačva	8	586	33	129	87,6 ±8,6	27,9	22,5 ±7,4	93,2	27,6	15	1370	43	140	90,6 ±8,6	36,8	42,0 ±9,5	91,7	43,5
bukva Lepus-hill	Pakrac	8	1719	72	365	195,0 ±8,9	12,8	3,3 ±0,1	89,2	1,3	11	1100	1	156	100,9 ±10,7	41,7	60,8 ±11,6	63,2	59,6
	Spačva	8	550	38	96	70,0 ±8,4	34,0	30,0 ±10,9	107,7	40,3	8	766	9	206	100,0 ±20,0	56,6	32,4 ±17,5	94,3	52,1
lipa lila grand	Pakrac	8	2287	167	445	290,0 ±27,2	26,6	5,8 ±1,7	8,3	1,9	2	1	0	1	0,5 ±0,3	23,7	—	—	—
	Spačva	8	1040	82	218	132,4 ±11,5	33,4	28,8 ±3,9	38,5	21,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
jabuka Falic-dam	Pakrac	8	1047	67	216	128,6 ±19,4	42,7	5,7 ±1,3	62,3	3,8	19	2638	11	308	138,2 ±18,8	59,3	67,0 ±16,6	108,2	41,8
	Spačva	8	1980	171	328	247,5 ±28,5	32,6	40,0 ±9,3	66,0	14,5	15	1952	9	349	169,7 ±24,9	56,9	65,0 ±17,7	105,4	42,1
šljiva Prunus-dam	Pakrac	8	1568	119	300	232,0 ±20,0	24,4	6,0 ±2,3	109,0	7,8	17	4259	104	417	249,8 ±20,6	33,9	75,0 ±14,9	82,2	27,8
	Spačva	8	710	14	139	96,4 ±14,8	43,6	24,0 ±4,8	28,3	26,3	15	2434	17	287	162,9 ±18,7	44,8	69,1 ±15,7	68,4	51,7

Tab. 3

Broj i mortalitet jaja u leglima O i P₁
Number and mortality of the eggs in the egg masses O and P₁

Primijećeno je, da se gubar nakon prijenosa vjetrom u brdske šume dobro razvije na bukvi te može odložiti legla s velikim brojem jaja. Međutim, on u tim predjelima nestaje za 2-3 godine, što se može dovesti u vezu s lošim klimatskim uvjetima, koji vladaju u tim predjelima. U pokusima prehrane gubara bukvom pojedine su ženke odložile veći broj jaja, ali se zato znatno povisio mortalitet jaja. U idućoj se generaciji povećao broj malih legala. Najmanja su legla sadržavala samo nekoliko komada jaja. Gusjenice hranjene bukvom uginule su druge godine pokusa uglavnom prije prvog presvlačenja, a iste godine na bukvi se nije razvio nijedan leptir. Ova činjenica utvrđena pokusima prehrane gubara bukvom pokazuje, da bukva djeluje nepovoljno na razvoj većeg broja generacija gubara.

Prehrana gubara hrastom kitnjakom kroz 3 generacije utjecala je na plodnost ženki tako, da je ona postepeno rasla, jer se srednji broj jaja u jednom leglu znatno povećao do P_3 , a varijabilnost (v) se broja jaja u leglima smanjila. U pogledu djelovanja kitnjaka ima jedna zanimljiva činjenica, a to je da je kod materijala iz Pakraca, čiji se O u šumi hranio bukvom, došlo do opadanja broja jaja u P_1 , a povećala se varijabilnost broja jaja u leglima.

Biljka Plant	P_2 - 2nd progeny								
	Broj leg. jaja No. of eggs in Egg-m.	Uk. br. jaja No. of eggs	Broj jaja u 1 leglu Number of Eggs in 1 Egg-mass				Mort. jaja 1 legla Egg mortality of 1 Egg-m.		
			min.	max.	$M \pm m$	v	$M \pm m$	v %	
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	2	993	321	678	500,0 $\pm 124,0$	23,5	60,0 $\pm 32,5$	76,4	12,0
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	5	1288	157	353	255,0 $\pm 26,8$	35,0	15,5 $\pm 1,5$	21,4	6,1

Tab. 4

Broj i mortalitet jaja u leglima P_2 (Spačva)
Number and mortality of the eggs in the egg masse P_2 (Spačva)

dođuše, povećao broj jaja u leglima, ali smo zato imali mnogo veći broj jajnih legala nego godinu dana ranije.

Nakon 2 godine u pokusima s materijalom iz Pakraca uginule su nam gotovo sve gusjenice. Jedino u uzgoju na hrastu lužnjaku razvila se jedna ženka. Budući da smo namjeravali gojiti dalje generacije gubara iz brdskih šuma, kopulacija je izvršena s mužjakom iz Spačve. Nakon toga ova je ženka odložila leglo, koje se sastojalo od 501 kom. jaja. Iz svih jaja, osim jednog, izašle su gusjenice.

Plodnost ženki iz Spačve na bukvi i grabu povećala se u P_1 . Sasvim oprečne rezultate dobili smo u uzgoju gusjenica iz Pakraca, gdje se smanjio broj jaja u leglima. Mortalitet je jaja u svim uzgojima P_1 na grabu i bukvi povećan. U ovoj se generaciji nije razvio nijedan leptir, jer su gusjenice hranjene grabom i bukvom uginule.

Lipa djeluje na plodnost gubara nepovoljno. U relaciji s ostalim pokusima uzgoj na lipi najjače je utjecao na smanjenje broja jaja u leglima P_1 . Pokusni materijal sabran u Spačvi bio je mnogo slabiji od onog iz Pakraca, a to vidi ne samo po relativno malim leglima, već i po slabijoj otpornosti prema nepovoljnoj hrani kao

Utjecaj hrasta lužnjaka na plodnost gubara u toku generacija dosta je sličan utjecaju kitnjaka. U P_1 dolazi do opadanja plodnosti ženki, a isto tako i povećanja mortaliteta jaja. Brza regeneracija spolnih organa vidi se već u P_2 (tab. 4), jer se broj jaja u leglima znatno povećao, a mortalitet jaja je relativno manji. U P_3 nije se,

Biljka Plant	Potomstvo legala iz Progeny of Egg-masses from	P_3 - 3rd progeny					
		Broj leg. jaja No. of eggs	Uk. br. jaja No. of eggs	Broj jaja u 1 leglu Number of Eggs in 1 Egg-mass		$M \pm m$	v
				min.	max.		
lužnjak <i>Quercus pedunculata</i>	Spačve	10	4191	362	523	420,0 $\pm 17,3$	12,4
	Pakraca	10	3821	158	596	385,0 $\pm 37,9$	31,2
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	Spačve	6	1957	215	438	315,0 $\pm 28,7$	21,9

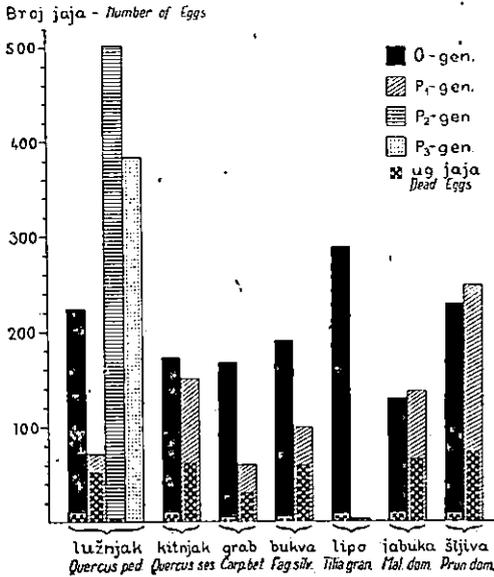
Tab. 5

Broj jaja u leglima P_3
Number of the eggs in the egg masses P_3

što je lipa. U pokusima prehrane gubara iz Spačve na lipi uopće nije bilo leptira.

S obzirom na produkciju jaja, odnosno povećanje plodnosti gubara šljiva i jabuka su vrlo povoljna hrana, ali u toku generacija prehrana tim biljkama utječe na prestanak zaraze potpunim uginućem gusjenica ili, kao što je slučaj na jabuci, s izlaskom samih mužjaka iz kukuljice.

U grafikonima 7 i 8 vidi-se mortalitet jaja u četiri generacije i srednji broj jaja u leglima pojedinih generacija. Mortalitet jaja u



Graf. 7

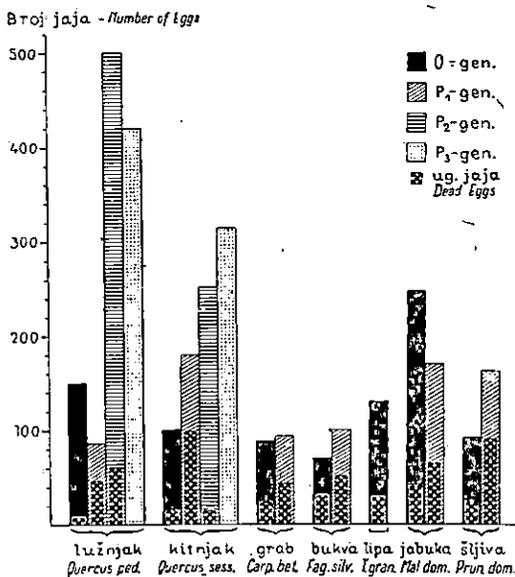
Grafički prikaz srednjeg broja jaja i mortaliteta legala iz Pakraca (O-P₃)
Graph showing the average number of the eggs and mortality of the egg masses from Pakrac (O-P₃)

O pokazuje, da su roditelji u brdskim šumama po svojoj konstituciji bili jači i zdraviji od roditelja, odnosno ženki iz nizinskih šuma, jer je % uginulih jaja iz nizinskih šuma mnogo veći od onih iz brdskih.

U P₁ vidimo, da je mortalitet jaja mnogo veći, nego u O, te pokazuje prilično velike razlike s obzirom na uzgoj na različitoj hrani. Međutim, i tu se može primijetiti, da je mortalitet jaja na materijalu, kojeg O potječe iz brdskih šuma, slabiji od onog u nizinskim šumama. S obzirom na to, što je došlo u P₂ do općeg uginuća individua, u grafikonima smo mogli prikazati samo mortalitet i broj jaja u uzgoju gusjenica na hrastu lužnjaku i kitnjaku.

Iz spomenutih grafikona jasno se vidi, da se na lipi nije razvila druga generacija. Kod P_2 i P_3 vidljivo je povećanje broja jaja, a ujedno i to da je u P_2 bilo ugibanje jaja razmjerno maleno, šta više i vrlo slabo. Za P_3 označen je samo srednji broj jaja, jer se dalja istraživanja prekidaju u ovoj radnji sa stadijem jaja P_3 . Broj jaja u P_2 i P_3 pokazuje tipičnu progradaciju gubara.

Iz naprijed iznesenih pokusa slijedi: Nakon generacije gubara s jakom plodnosti ženki dolazi do razvoja idućih generacija s oslabljenom funkcijom spolnih organa. To slabljenje plodnosti



Graf. 8

Grafički prikaz srednjeg broja jaja i mortaliteta legala iz Spačve (O-P₃)
Graph showing the average number of the eggs and mortality of the egg masses from Spačva (O-P₃)

redovito se jasno opaža kod treće i četvrte generacije u jednoj gradaciji. Već u drugoj generaciji, koja slijedi iza generacije s velikim brojem jaja u pojedinim leglima, pojavljuju se ženke, koje odlažu manji broj jaja nego njihove matere. Toj pojavi nije uzrok samo u pomanjkanju hrane, osobito ako nije došlo do golobrsta u zaraženoj šumi, već se kod generacije, koja se pojavila nakon latence fiziološki regenerirana te je u stanju da odloži maksimalni broj jaja, događa, da se iz velikog broja odloženih jaja ne razvije veliki ili potpun broj konstitucionalno jakih potomaka. Iako se za produkciju jaja u tijelu ženke troše $\frac{2}{3}$ rezervne hrane, ne mora biti ta hrana u jednakoj mjeri dovoljna za razvoj svih potomaka, te se tako razvijaju konstitucionalno jači i slabiji

individuumi. U godini progradacije ne opažaju se te razlike, jer su ženke odložile prosječno veliki broj jaja. Ali u godini kulminacije plodnosti dolaze sve jače do izražaja razlike u utjecaju hrane na plodnost gubara, a s namnoženjem velikog broja slabih individuumata utječu i ostali vanjski faktori jačom mjerom na populaciju.

Da ženke ne odlažu uvijek jaja, iz kojih će se razviti fiziološki zdrave gusjenice sposobne za život, dokazuje činjenica, da najjače ugibanje gusjenica slijedi još u jajima ili u prvoj fazi razvoja. Ovome mogu biti tri razloga: premalo rezervne hrane kod stvaranja jaja u ovarijima, utjecaj hrane na plodnost ženki i odlaganje jaja, i treće, zaraženost jaja i jajnih gusjenica poliedrijom. Uslijed nedovoljne i nepovoljne hrane ili velikog broja jaja ne mogu sva jaja sadržavati dovoljne količine hranjivih tvari. Nepovoljna hrana može utjecati s jedne strane na stvaranje nekog broja potomaka nesposobnih za život, a s druge strane uzrokovati kod ženke odlaganje malog broja jaja. Poliedrija može djelovati u istom pravcu. Ona izaziva razaranje krvnih zrnaca i rezervnih stanica i time nepovoljno djeluje na funkciju spolnih organa, odnosno stvaranje jaja u ovarijima. Pored toga ona se može pojaviti već u ovarijalnom filamentu i zaraziti jaja u ovarijima te tako izazvati ugibanje gusjenica u jajima ili u prvoj fazi razvoja. Do tih zaključaka došli smo opažanjima i istraživanjima na terenu, kao i laboratorijskim pokusima. Slične rezultate dobila je i Roegnerova kod istraživanja poliedrije smrekova prelca (*Lymantria monacha* L.) (lit. 104).

Svi ti faktori kao: različita količina rezervne hrane u tijelu ženke, utjecaj hrane, utjecaj patogenih mikroorganizama i klimatske prilike uzrokuju s jedne strane oscilacije u gradacijama gubara, a s druge strane djeluju na razlike u konstituciji individua. Ovi faktori stalno igraju važnu ulogu kod pojavljivanja gubara i izazivaju različitu plodnost gubara.

Na kraju spominjemo važne činjenice, koje dolaze do izražaja u izvršenim pokusima s gubarom. U »Metodici rada« naveli smo da je u pokusima vršena oplodnja ženki s mužjacima iz istog legla. Budući da su kalamiteti gubara u nizimskim šumama Posavine i Podravine autohtonog podrijetla, kod velikog broja individuumata u populaciji često se događa, da mužjaci kopuliraju sa ženkama istog legla. Uslijed toga dolazi kroz generacije do razvoja mase individuumata slabe vitalne sposobnosti, te se smanjuje postepeno i plodnost. Oslabljena populacija masovno propada to brže, što je jači utjecaj bolesti i klimatskih uvjeta. Nakon degradacije populacije ostaje mali broj najotpornijih individuumata, te mužjaci njihova potomstva moraju letjeti na veće udaljenosti, da bi došlo do oplodnje ženki. Posljedica parenja individuumata različitog podrijetla je regeneracija populacije, koja se ponovno razvija u kalamitet.

Partenogeneza

Mogućnost partenogenetskog razmnožavanja gubara istraživali su mnogi autori, ali na temelju njihovih rezultata ne možemo izvesti nikakve zaključke značajne za praksu. Uglavnom se istraživalo, da li uopće postoji partenogeneza i koliko se generacija gubara može uzgojiti bez oplodnje. Rezultati autora su oprečni: *Carlter* je uzgojio tri, partenogenetske generacije. *Weijenburg* dvije, a *Fernaldov* uzgoj nije uspio. (cit. *Schedl*, lit. 109).

U praksi nije važno, koliko se generacija uopće može razviti partenogenetski, jer u populaciji gubara nije poznato takvo pomanjkanje mužjaka, da bi partenogenetsko razmnožavanje došlo do izražaja. Osim toga u slučaju momentane odsutnosti mužjaka ženke ne odlažu jaja odmah nakon iskukuljenja, već čekaju neko vrijeme do oplodnje, a to može trajati i nekoliko dana. Rjeđe se događa, da se seksualni indes povisi 100% u korist ženki ili da dođe do slučaja jače protoginije u nekom području. U takvim slučajevima i opet dolazi do oplodnje, jer jedan mužjak može oploditi više ženki. *Eckstein* (lit. 28) navodi, da jedan mužjak može oploditi 11 ženki. Jača protoginija također ne može biti uzrok partenogenetskom razmnožavanju, jer je ta pojava u rasplodu gubara rjeđa i ne dolazi do izražaja na većem području, tako da mužjaci, koji vrlo dobro lete, traže ženku na veće udaljenosti i mogu da izvrše oplodnju.

Partenogeneza je prema tome slučajnost u rasplodu gubara, a praktično je njeno značenje samo utoliko, što nije poznato, kakvo je potomstvo neoplođene ženke. Osim toga su se u praksi često puta gubareva legla s malim brojem jaja dovodila u vezu s partenogenezom. U tab. 3 međutim, vidimo, da je moguće da oplođene ženke odlažu vrlo mala legla, pa čak ima slučajeva, da su pojedine ženke uzgojene na lipi, bukvi i grabu odložile jedno jaje.

Da bismo dobili uvid u značaj partenogeneze, iako je ona kod gubara slučajna pojava, izvršili smo umjetne pokuse izlučivanjem ženki s razne hrane isključujući kopulaciju.

U tab. 6 vidi se, da su najmanji broj partenogenetskih jaja odložile ženke hranjene grabom, a najveći šljivom. Srednji brojevi jaja u leglima (M) pokazuju, da legla neoplođenih ženki ne moraju biti malena, dapače gotovo se ne razlikuju od legala oplođenih ženki iste populacije. Usporedimo li mortalitet jaja oplođenih (tab. 3) i neoplođenih ženki (tab. 6) onda vidimo da je mortalitet jaja u leglima od ženki, koje nisu kopulirale, mnogo veći. Neoplođena jaja ugibaju 93,4–100%. Jaja su u leglima oplođenih ženki uginula maksimalno 75%.

Sekcijom 600 abdomena oplođenih i neoplođenih ženki nakon ležanja jaja ustanovili smo, da u tijelu oplođenih ostaje vrlo mali broj jaja, prosječno manje od 11 kom. (tab. 7). Izuzetak su ženke hranjene lipom, kojima je srednji broj jaja zaostalih u abdomenu

iznosio 30 kom., dok je srednji broj odloženih bio 0,5 kom. U jajnicima neoplođenih ženki ostaje nakon leženja velik broj jaja, oko 50%. Katkada može zaostati i dvostruko više jaja, nego što je ženka odložila.

Broj jaja Number of Eggs	Nalazište jajnog le- gla - Origin of Egg-mass	<i>Quercus ped-</i> lužnjak		<i>Quercus sess-</i> kitnjak		<i>Carpinus bet-</i> grab		<i>Fagus sylvat-</i> bukva		<i>Lilja grandif.</i> lipa		<i>Malus dom.</i> jabuka		<i>Prunus dom</i> šljiva	
		M±m	v	M±m	v	M±m	v	M±m	v	M±m	v	M±m	v	M±m	v
u 1 leglu in 1 Egg-mass	Pakrac	47,7 ±9,5	65,8	81,3 ±11,7	62,7	42,0 ±16,3	88,1	95,8 ±17,9	32,7	47,0	—	100,8 ±18,0	60,3	144,0 ±29,2	63,9
	Spačva	61,0 ±16,3	80,0	128,4 ±18,9	50,9	48,6 ±12,0	79,2	75,0 ±13,1	80,3	—	—	112,5 ±32,2	85,7	39,9 ±17,8	109,2
uginulih dead	Pakrac	47,7 ±9,5	65,8	79,8 ±12,3	66,8	38,0 ±13,0	76,8	87,5 ±9,7	19,2	47,0	—	98,4 ±18,6	69,0	138,0 ±29,3	67,0
	Spačva	52,2 ±15,5	89,4	125,0 ±18,3	50,7	46,8 ±12,4	84,6	72,0 ±15,0	83,4	—	—	108,3 ±32,8	90,8	39,0 ±16,3	119,9
u tijelu ♀ nakon leženja in the Body of ♀ after laying	Pakrac	52,5 ±12,6	79,8	92,4 ±16,4	79,6	41,3 ±7,0	38,2	65,1 ±22,6	57,0	—	—	107,2 ±22,6	107,2	117,0 ±29,9	81,0
	Spačva	122,6 ±30,5	75,2	87,0 ±21,1	84,7	72,0 ±20,0	92,7	75,6 ±19,5	103,2	—	—	88,1 ±17,6	56,6	40,0 ±17,3	107,0

Tab. 6

Jajna legla partenogenetskog razmnožavanja
Egg masses of unmated females

Iz priložene se tabele 6 jasno vide razlike u broju odloženih jaja i jaja zaostalih u ovariju; vidi se broj uginulih jaja, iz kojih nisu izašle gusjenice. Najčešće se u jajima neoplođenih ženki nisu uopće razvile jajne gusjenice.

Iz partenogenetskih legala izašlo je vrlo malo gusjenica, oko 1-4%, koje su uginule nakon nekoliko dana, a da se uopće nisu hranile.

Pri brojenju jaja u leglima neoplođenih ženki ustanovili smo, da su se uginula jaja osušila i sva su se bez razlike spljoštila te postala potpuno prozirna na mjestu uleknuća. Oko prozirne sredine skupio se žumanjak i stvrdnuo tako, da je jaje imalo izgled žutog prstena ili perle. Među uginulim jajima oplodjenih ženki nađena su također jaja takva oblika i boje. Po sličnosti ovih jaja mogli bismo pretpostaviti, da se i kod oplodjene ženke ne oploduju sva jaja, tako da u leglima takvih ženki može biti nekoliko neoplođenih jaja. Do konačnog zaključka o tome moglo bi se doći jedino na temelju detaljnih istraživanja, a to je zadaća daljeg studija biologije gubara.

Biljka Plant	Pakrac		Spačva	
	M±m	v	M±m	v
lužnjak <i>Quercus ped-</i>	16±0,5	109,6	38±1,3	159,3
kitnjak <i>Quercus sess-</i>	0,9±0,3	141,0	1,3±0,5	150,0
grab <i>Carpin. betul.</i>	2,6±1,4	123,0	5,4±1,8	124,4
bukva <i>Fagus sylvat.</i>	9,2±3,6	136,0	10,9±3,7	82,9
lipa <i>Lilja grandif.</i>	30,0±14,2	66,7	—	—
jabuka <i>Malus domest.</i>	3,2±1,2	150,0	1,0±0,5	150,0
šljiva <i>Prunus dom.</i>	1,9±0,8	160,2	10,6±5,4	145,0

Tab. 7

Broj jaja u jajnicima oplodjenih ženki nakon leženja
Number of the eggs in the ovaries of inseminated females after egg-lying

Legla neoplodenih ženki razlikuju se po vanjskom izgledu od legala oplodenih. Neoplodene ženke čekaju neko vrijeme mužjaka i skidaju dlačice sa zatka ostavljajući ih na kori, a onda počinju leći jaja u malim grupama ili pojedinačno. Jaja ostaju većinom nepokrivena ili ih ženke pokriju rijetkim slojem vunice sa zatka. Katkada puštaju jaja slobodno na zemlju. Vrlo rijetko se događa, da odlože leglo normalnog oblika, ali ono se razlikuje od legala oplodenih ženki po tome, što jaja nisu potpuno pokrivena vunicom.

Mortalitet gusjenica

Eksperimentima mnogih istraživača dokazano je da se konstitucija organizma mijenja pod utjecajem gladi, nepovoljne ishrane, loših klimatskih prilika, bolesti itd. a oslabljenje organizma ne ispoljuje se uvijek odmah, već može doći do izražaja tek u idućoj generaciji.

Kalamiteti gubara u našim krajevima javljaju se periodično, a poznato je, da se degradacija manifestira s povišenjem mortaliteta gusjenica, kukuljica i jaja gubara. Povišenje mortaliteta gubareve populacije istraživali su mnogi autori, koji navode kao uzroke klimu, parazite i bolesti, zatim pomanjkanje hrane, odnosno gladovanje gusjenica u doba golobrista u šumi. Utjecaj gladovanja na mortalitet kao važan faktor prestanka kalamiteta poznat je iz rezultata istraživanja mnogih autora, koje navodi *Schedl* (lit. 109).

Prema *Wellensteinu* (lit. 141) i *Sattleru* (lit. 108) gusjenice ugibaju iz ovih razloga: 1. Sklonosti da preferiraju neku vrstu hrane, 2. mehaničkog utjecaja, t. j. sposobnost je gusjenica veća ili manja, da neku hranu usitne odnosno sažvaču i 3. fiziološkog utjecaja; on je određen kvalitetom hrane.

Kod naših pokusa uzgoja gusjenica primijetili smo, da one ne pokazuju sklonost jedino prema lipi. Lišće su vrlo oskudno nagrizle, naročito dok su bile u mlađim razvojnim fazama. U ovom slučaju nije mogao biti mehanički utjecaj, jer smo posve mladim gusjenicama davali mekan, mladi list, koji su nerado jele. Sve ostale vrste hrane u pokusima utjecale su na mortalitet fiziološki.

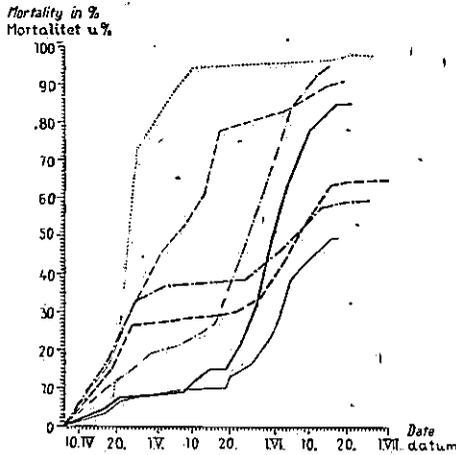
Radi velikog broja podataka dobivenih u toku tri godine, prikazali smo mortalitet gusjenica samo grafički. Grafikoni 9-18 pokazuju mortalitet gusjenica u skupnim pokusima. Sve su vrijednosti u njima srednje vrijednosti postotaka dnevnih ugibanja gusjenica od 8 repeticija. Postoci mortaliteta gusjenica svakog pojedinog legla, odnosno repeticije, računani su s obzirom na ukupni broj gusjenica izašlih iz legla. Krivulje u grafikonu označuju: ——— hrast lužnjak, ——— hrast kitnjak, —·— grab, ——— bukju, ····· lipu, —·— jabuku, ——— šljivu.

I. POKUSI 1950. G.O.D. (P₁)

a) Gusjenice iz brdskih šuma (Pakrac)

Broj gusjenica izašlih iz pojedinih legala brdskih šuma varirao je između 108 i 428 koñ.

U graf. 9 vidimo, da je relativno najmanji mortalitet gusjenica, ako se hrane hrastom kitnjakom (49,7^o/o), zatim bukrom (59,1^o/o) i šljivom (64,8^o/o), a najveći kod ishrane lipom (98,5^o/o). Mortalitet gusjenica na hrastu luñnjaku, bukvi i grabu dosta je visok, iznad 85^o/o.



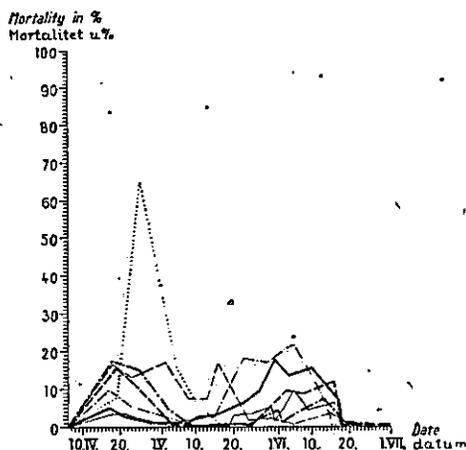
Graf. 9

Mortalitet gusjenica iz Pakraca (P₁)
Mortality of the larvae from Pakrac (P₁)

Iz ovog bi se moglo zaključiti da je u brdskim šumama Posavine i Podravine najvažnija biljka za prehranu gusjenica gubara hrast kitnjak, a ne bukva, jer je kod hrasta mortalitet manji, nego kod bukve. Zanimljivo je, da je u pokusima s gubarom iz Pakraca bio mortalitet na hrastu luñnjaku veći nego na kitnjaku, jabuci i šljivi. U tom pravcu postoje neke razlike između materijala iz Pakraca i onoga iz Spačve, što ćemo vidjeti iz graf. 11.

Kvaliteta hrane dosta jako utječe na tok ugibanja gusjenica, što prikazuje graf. 10. Gusjenice hranjene hrastom luñnjakom, kitnjakom i grabom najviše ugibaju u starijim razvojnim fazama, a bukrom, jabukom i šljivom u mlađim. U razdoblju između II. i

IV. razvojne faze gusjenice najmanje ugibaju, osim ako su hranjene bukvom. Krivulja mortaliteta, koja prikazuje utjecaj ishrane lipom, dosta je pravilna te ima maksimum u I. razvojnoj fazi gusjenica. Najviše je gusjenica uginulo 19. dan nakon izlaska iz jaja. Većina mladih gusjenica vrlo se nerado hranila lipom, tako da je gladovanje bilo primaran uzrok tako visokom mortalitetu.



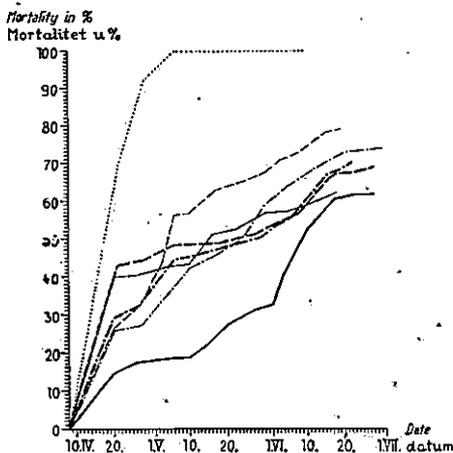
Graf. 10

Dnevni mortalitet gusjenica iz Pakraca (P_1)
Daily mortality of the larvae from Pakrac (P_1)

b) Gusjenice iz nizinskih šuma (Spačva)

Jajna legla sabrana u Spačvi imala su manji broj jaja nego ona iz Pakraca. Minimalni broj gusjenica izašlih iz jednog legla bio je 8 kom., a maksimalni 223 kom. Razlog ovoj pojavi bio bi ovaj: do progradacije je došlo u spačvanskom basenu 1946. god., a do kulminacije 1948. god. U Papuku je došlo do nagle progradacije 1948. god., kada je u nizini već bila kulminacija, jer su gusjenice gubara iz nizine prebačene vjetrom u brda. Malen broj jaja u jajnim leglima u materijalu iz Spačve (O) pokazuje, da je u tom predjelu bila populacija u degradaciji, uslijed čega je iste godine u jesen došlo do latence. Razlike u broju jaja kod gubara nizinskih i brdskih šuma mogu se tumačiti tako, da je bukva u brdima utjecala povoljno na porast plodnosti, ali je već u idućoj generaciji došlo do masovnog ugibanja gusjenica. Zato se gubar nakon prijelaza u brdske šume zadržava u njima redovito još 1-2 god., a onda dolazi do naglog propadanja populacije.

Usporedimo li graf. 9 s graf. 11, koji prikazuje mortalitet gusjenica iz legala nizinskih šuma, vidimo, da su u uzgoju gubara iz tog područja znatno manje razlike u mortalitetu gusjenica pod utjecajem razne hrane. Isto je tako i tok ugibanja jednoličniji. Najmanji je mortalitet gusjenica bio kod ishrane hrastom lužnjakom (61,8%) i kitnjakom (62,3%), a najveći kod lipe (100%).



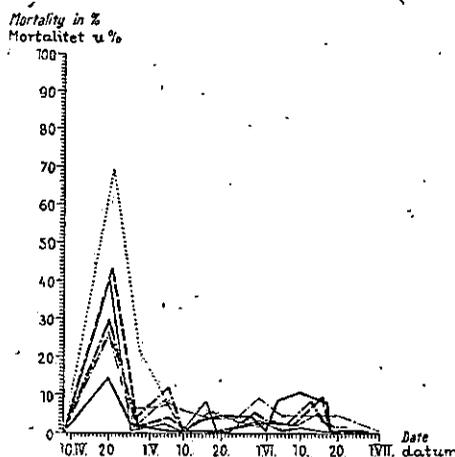
Graf. 11

Mortalitet gusjenica iz Spačve (P₁)
Mortality of the larvae from Spačva (P₁)

Jabuka i šljiva djeluju dosta slično (jabuka 70,2% mort., šljiva 69,1%), (graf. 11). Bukva i grab su biljke, koje djeluju na veće ugibanje gusjenica, premda u šumama ove biljke često stradavaju od gubara. Utjecaj bukve i graba na povećan mortalitet zapažen je i u pokusima s gusjenicama iz Pakraca.

Ugibanje gusjenica, prikazano graf. 12, slijedilo je po danima drugačijim tokom, nego kod gusjenica iz Pakraca. Sve vrste hrane u pokusima utjecale su na maksimalni mortalitet gusjenica u I. razvojnoj fazi, što pokazuje slabiju fiziološku konstituciju gusjenica iz Spačve od gusjenica iz Pakraca. Zanimljiva je u ovim pokusima razlika u utjecaju hrasta lužnjaka i kitnjaka. Ukupni je mortalitet gusjenica na ove dvije biljke približno jednak, ali su gusjenice na kitnjaku osjetljivije u I. fazi razvoja te više ugibaju. Maksimalni % mortaliteta pod utjecajem lipe bio je 13. dan nakon izlaska iz jaja, dakle 6 dana ranije nego kod gusjenica iz Pakraca, što opet dokazuje, da je pokusni materijal iz Spačve slabije konstitucije nego materijal iz Pakraca.

Grafikoni 11 i 12 pokazuju također s obzirom na mortalitet gusjenica prilične razlike od graf. 9. i 10. Na materijalu iz nizinskih šuma jače se ispoljuje utjecaj hrane na mortalitet gusjenica u prvoj fazi razvoja, jer su gusjenice iz Spačve po svojoj konstituciji slabije od onih iz Pakraca. Međutim, to ne znači, da ne će u dva različita ambijenta – brdo i nizina – ipak doći u isto vrijeme do fiziološkog oslabljenja, koje će se očitovati u vrlo malom broju odloženih jaja, odnosno u masovnom ugibanju gu-



Graf. 12

Dnevni mortalitet gusjenica iz Spačve (P₁)
Daily mortality of the larvae from Spačva (P₁)

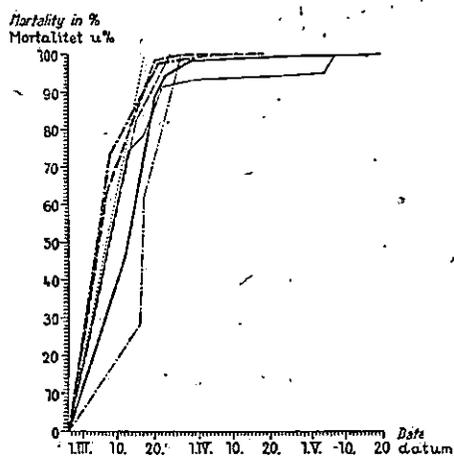
sjenica i kukuljica od bolesti, naročito poliedrije. Posljednja je gradacija gubara trajala od 1946—1950 god. s tom razlikom, da je bio golobrst u većoj ili manjoj mjeri u nizini od 1947—1949, a u brdskim šumama 1948. i 1949. god. Latenca je nastupila na obadva staništa u jesen 1950. god. Razlika je bila samo u tome, što je bilo slabljenje gubara u nizinama polaganije, a u brdskim je šumama gotovo bilo neprimjetno sve do pred kukuljenje 1950. god. Ovu činjenicu utvrdili smo jednu godinu kasnije i kod naših laboratorijskih pokusa.

II. POKUSI 1951. GOD. (P₂)

a) Potomstvo gubara iz brdskih šuma (Pakrac)

Mortalitet gusjenica P₂ znatno se povećao, tako da je u pokusu ostao na životu vrlo mali broj individua. Od gusjenica uzgojenih hrastom lužnjakom preostalo je živih 0,1%, a kitnjakom 0,3%.

Premda je tok krivulje mortaliteta P₂ (graf. 13) drugačiji od toka krivulje P₁, a ukupni mortalitet znatno veći, dobili smo slične rezultate s rezultatima P₁. Relativno je najmanji mortalitet gusjenica postignut kod ishrane kitnjakom. Potpuno je nepovoljna hrana za gusjenice lipa, na kojoj su sve gusjenice uginule do

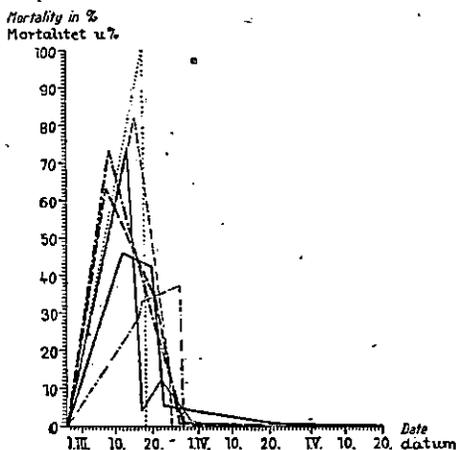


Graf. 13

Mortalitet gusjenica P₂ (Pakrac)
Mortality of the larvae P₂ (Pakrac)

desetog dana nakon izlaska iz jaja. Dakle, u P₂ osjetljivost se gusjenica na lipi povećala, tako da su sve gusjenice uginule 9 dana prije, nego što je uginuo maksimalan broj gusjenica P₁. Uzgoj na jabuci i šljivi, kao i na bukvi i grabu završen je 100% mortalitetom gusjenica. Gusjenice su osjetljivije kod ishrane bukvom i grabom te ugibaju mnogo prije nego gusjenice hranjene jabukom i šljivom. Hrast je lužnjak uzrokovao u P₁ ovog uzgoja mnogo veći mortalitet od jabuke i šljive, ali se u P₂ pokazao kao povoljna hrana, isto kao i hrast kitnjak.

U graf. 14 razabiramo jaku osjetljivost gusjenica u ranijim fazama razvoja, tako da su u pokusima većinom uginule u razdoblju od 10–31 dana od izlaska iz jaja.



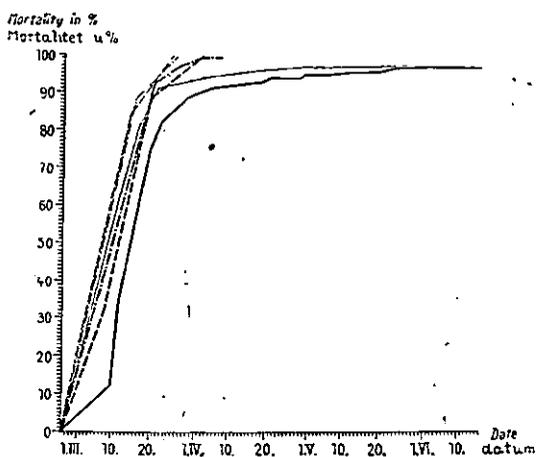
Graf. 14

Dnevni mortalitet gusjenica P_2 (Pakrac)
Daily mortality of the larvae P_2 (Pakrac)

b) Potomstvo gubara nizijskih šuma (Spačva)

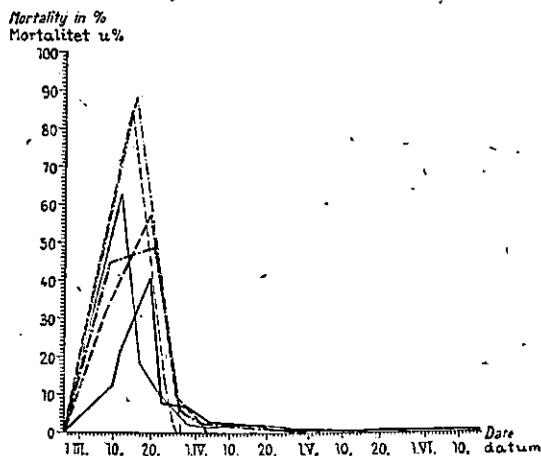
Rezultati pokusa uzgoja P_2 (graf. 15) pokazuju znatno povećanje mortaliteta gusjenica u odnosu na P_1 . Gusjenice su uginule 100% na bukvi, grabu i šljivi. U uzgoju na hrastu lužnjaku ostalo je živih 1,8%, na kitnjaku 1,4%, a na jabuci 0,1%. Najbrže je ugibanje gusjenica bilo na bukvi i grabu, što ukazuje na činjenicu, da su gusjenice oslabljene populacije vrlo osjetljive na tim biljkama te ugibaju brže nego na ostalim biljkama. U pokusima uzgoja P_2 nemamo rezultate s gusjenicama na lipi, jer su sve gusjenice hranjene tom biljkom uginule već u P_1 .

Graf. 16 pokazuje, da je najveći % gusjenica P_2 uginuo u toku prvog mjeseca od dana izlaska iz jaja. U ovim je pokusima dobio isti rezultat kao i u pokusima, kojih rezultate prikazuje graf. 14, u kojem se vidi, da su i gusjenice iz Pakraca ugibale najviše u ranijim razvojnim fazama.



Graf. 15

Mortalitet gusjenica P_2 (Spačva)
Mortality of the larvae P_2 (Spačva)

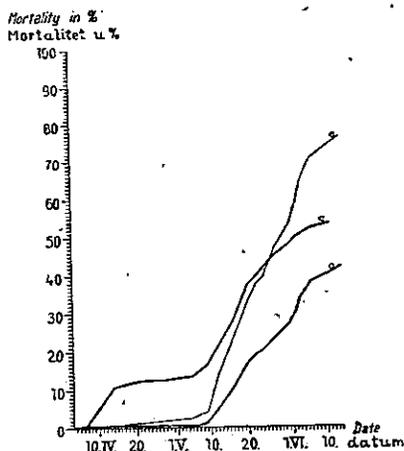


Graf. 16

Dnevni mortalitet gusjenica P_2 (Spačva)
Daily mortality of the larvae P_2 (Spačva)

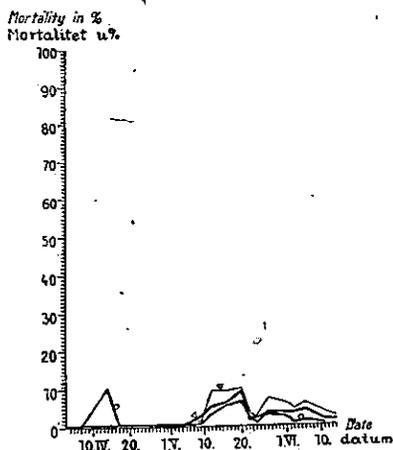
Graf. 17 pokazuje tok ugibanja gubara na hrastu. Ukupni mortalitet gusjenica na hrastu lužnjaku iznosio je 42,4–53,5%, a na kitnjaku 76,7%. U najvećem leglu, koje je sadržavalo 672 kom. jaja, bio je mortalitet gusjenica 20,0%.

Iz dnevnih % mortaliteta gusjenica (graf. 18) vidi se, da su gusjenice P₃ iz Pakraca ugibale najviše u I. razvojnoj fazi, a iz Spačve u IV. i V. fazi razvoja.



Graf. 17

Mortalitet gubara P₃; ○ legla iz Pakraca, △ iz Spačve
Mortality of gipsy-moth P₃; ○ egg masses from Pakrac, △ from Spačva



Graf. 18

Dnevni mortalitet gusjenica P₃; ○ Pakrac, △ Spačva
Daily mortality of the larvae P₃; ○ Pakrac, △ Spačva

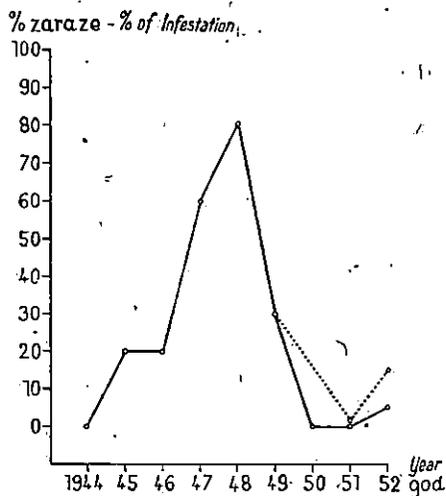
U svim je pokusima 1952 g. P₃ poliedrija imala vrlo malu ulogu kod ugibanja gusjenica. Poliedrično je bilo samo jedno leglo, i to ono, koje potječe od gubara hranjenog tri godine hrastom kitnjakom.

Prema rezultatima, koji su evidentni iz graf. 9–18, rezultiraju ove činjenice:

U toku uzgoja gubarevih gusjenica na raznim biljkama kroz 3 godine nastupilo je u drugoj godini pokusa takvo stanje, da smo s obzirom na veliki mortalitet gusjenica u god. 1951. dobili sličnu sliku kao u šumi s tom razlikom, da je došlo do masovnog ugibanja u laboratoriju jednu godinu kasnije.

U našim smo pokusima imali taj uspjeh, da smo mogli pratiti utjecaj hrane na tok jedne degradacije i početak progradacije. Već smo naprijed spomenuli, da se promjenom ambijenta mijenja

konstitucionalno stanje insekta. Kazali smo, da su gubareve gusjenice 1948. god. u nizinskim šumama pokazivale jasne znakove fiziološkog oslabljenja, u brdskim šumama nije bilo nikakvih znakova slabljenja. 1950. god. u posavskim i podravskim šumama prestaje zaraza gubara i dolazi do latence. Iste godine u laboratoriju dobivamo iz jaja donesenih iz Pakraca i Spačve gusjenice prilično zdrave, a 1951. god. dolazi do masovnog ugibanja gusjenica. Međutim, ženke, koje su se razvile od preostalog malog broja gusjenica, daju prosječno velika i jaka jajna legla. 1952. god. mortalitet gusjenica nije velik, već normalan, kao što se dešava u prirodi kod progradacije.



Graf. 19

Gradacijska krivulja gubareve populacije od 1944–1952 god. — u šumi, odstupanje od prirodne krivulje u laboratorijskim pokusima
 The curve of the gipsy-moth population development («gradation») 1944–1952, — in the forest, the deviation from the natural curve in laboratory experiments

Ako tok razvoja, jakost mortaliteta i veličina jajnih legala, koja smo dobili kroz tri godine u laboratoriju, usporedimo s onima u prirodi, dolazimo do zaključka, da se gradacija razvijala gotovo jednako u laboratoriju kao i u šumi. Ovaj proces dinamike populacije, koji možemo pratiti kod gradacije u prirodi, upoznali smo detaljnije pokusima u laboratoriju. U prvom redu jasna je činjenica, da je degradacija ili opadanje populacije posljedica fiziološkog oslabljenja, odnosno degradacije individua. Ta je degeneracija potpuno prirodna pojava izazvana u prvom redu potencijalom razmnožavanja, koji se očituje u godini progra-

dacije, a iscjpljuje organizme te uvjetuje oslabljenje, koje s jedne strane dovodi do odlaganja malog broja jaja, a s druge do pojave poliedrije, bakterioze ili pebrine, koje izazivaju masovno ugibanje gusjenica.

Prateći pojavu ugibanja gusjenica, kako u prirodi, tako i u laboratoriju, mogli smo ustanoviti, da je jedan od glavnih uzročnika mortaliteta poliedrija, koja se prenosi na potomstvo, a to nas dovodi u sumnju, da gubara smatramo latentno virotičnim. Iako postoje i neki drugi patogeni mikroorganizmi, koji mogu izazvati oboljenje gubara, smatramo ipak poliedriju važnim faktorom u propadanju populacije, koje je virulentnost zavisna i o vrsti hrane, koja utječe na fiziološku konstituciju gubara. To se jasno vidi iz grafikona kao i samog uzgoja, jer smo leptire, koji će dati novu gradaciju, dobili uzgojem gusjenica na hrastu lužnjaku, a gusjenice hranjene kitnjakom ugibaju u jačoj mjeri od poliedrije. To nas upućuje na pretpostavku, koju iznosi *Kovačević* (lit. 68), da se u našim nizinskim šumama radi o lužnjakovoj rasi gubara. Za stvaranje nove generacije, odnosno gradacije i masovne pojave gubara u slavonskim šumama uz povoljne klimatske prilike od najveće je važnost hrast lužnjak kao biljka, na kojoj ostaju najjači individuumi sposobni, da se u povoljnim uvjetima masovno razmnože. Iako smatramo, da je gubar s vremenom postao latentno virotičan, hrast je lužnjak jedan od faktora, koji zadržava kod nekih individuumova virusu u latentnom stanju. Tu našu pretpostavku potvrđuje činjenica, da smo u pokusima unatoč masovnom ugibanju gusjenica u 1951. god., dobili P_2 samo kod ishrane gusjenica hrastom lužnjakom, a donekle i hrastom kitnjakom. Na temelju ovih konstatacija pretpostavljamo, da bi se moglo s vremenom gubarevo periodičko masovno pojavljivanje svesti na manju mjeru uzgojem mješovitih šuma, u kojima ne će prevladivati hrast lužnjak.

Što se tiče drugih biljaka, na kojima smo vršili pokuse, mogli bismo kazati, da nijedna od njih ne utječe povoljno na populaciju gubara, a naročito se to opaža kod lipe. Prema našim istraživanjima bukva utječe nepovoljno osobito na gusjenice u I. razvojnoj fazi, pa je stoga potpuno jasno, da gradacija gubara u brdskim šumama traje mnogo kraće nego u nizinskim, jer gubara u tim šumama uzdržava u prvom redu hrast kitnjak. Grab je također nepovoljna hrana za razvoj gubara kroz generacije, jer od njega stradaju većim dijelom gusjenice u ranijim fazama razvoja.

Jabuka i šljiva utječu na populaciju gubara slično kao i grab i bukva.

Najnepovoljnija hrana za gubara je lipa, jer uzgojem gusjenica na lipi nismo dobili P_2 . Gusjenice su u P_1 uginule u I. fazi razvoja.

Dosadašnji zaključci o utjecaju kvalitete hrane na mortalitet gusjenica dovode nas do konstatacije, da je hrana vrlo važan-

faktor, koji regulira tok periodične pojave gubara. Iako je gubar polifagan štetnik, koji ima jak biotički potencijal, ipak do kalamiteta dolazi putem individua, koji su ostali na životu nakon degradacije gubareve populacije, a hranili su se hrastom lužnjakom.

Mortalitet kukuljica

Vrsta biljke <i>Plant Species</i>	Spačva		Pakrac	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
lužnjak <i>Quercus pedunc.</i>	3,9	17,1	9,9	21,6
kitnjak <i>Quercus sessilifl.</i>	10,2	15,3	3,9	7,9
grab <i>Carpinus betulus</i>	6,6	23,2	5,4	24,2
bukva <i>Fagus sylvatica</i>	16,8	15,9	0	5,8
lipa <i>Lilja grandifolia</i>	-	-	0	16,7
jabuka <i>Malus domestica</i>	3,1	13,7	5,2	6,8
šljiva <i>Prunus domest.</i>	22,3	13,4	10,1	30,0

Tab. 8

% mortaliteta kukuljica

Mortality rate of the pupae

U »skupnim pokusima« g. 1950. zakukuljilo se od gusjenica iz Spačve 1147, a iz Pakraca 2222. Mortalitet kukuljica varirao je pod utjecajem hrane kod ženki između 1% i 22,3%, a kod mužjaka između 5,8% i 30,0%. U tabeli 8 vidi se, da je mortalitet mužjaka veći od ženki. Izuzetak je kod ishrane šljivom i bukvom (Spačva), jer je uginuo veći postotak ženki. Mortalitet kukuljica obadva spola izračunat je s obzirom na ukupni broj kukuljica (ukupni broj = 100%).

Uzroci ugibanja gubara u pokusima

Utvrđeno je, da u tijelu insekata žive mikroorganizmi, koji kao simbioti potpomažu probavu ili su se nastanili u nekim organima, naročito crijevima, kao komenzali. Ovakvi pratioci, mogu u nekim slučajevima, a naročito u momentu fiziološkog oslabljenja organizma insekata promijeniti način života te postati paraziti, koji poremećuju funkciju pojedinih organa ili svojim štetnim utjecajem unište svog domadara. Simptomi oboljenja su često puta tako različiti, da na temelju vanjskih znakova nije moguće utvrditi uzročnike.

Ako analiziramo, šta je sve direktno uzrokovalo ugibanje gubara u našim pokusima, onda vidimo, da se promjene u gubarevu tijelu događaju pod neposrednim utjecajem različitih faktora. Prema tome smo uzroke mortaliteta podijelili u nekoliko grupa; 1. fiziološka slabost, odnosno nesposobnost razvoja i održanja organizma na životu, [a] rasplodna, odnosno ugibanje jaja i b) slabost gusjenica i kukuljica], 2. razorno djelovanje bakterija, koje su ili patogene ili u nekom momentu prelaze u patogeni oblik, 3. utjecaj poliedričkog oboljenja, 4. mješovite infekcije, poliedrija + bakterije kod kojih nije moguće odrediti, da li je uzročnik mortaliteta poliedrija ili bakterije.

Raznim metodama bojadisanja i mikroskopskom pretragom ustanovili smo stanje u organizmu gubara nakon smrti, premda u mnogo slučajeva nismo mogli utvrditi, da li je nađeni organizam primarni uzročnik mortaliteta, kao što je bio slučaj s bakterijama. Kod gusjenica u starijim razvojnim fazama ustanovili smo sasvim sigurno uzrok uginuća, a u mlađim fazama i naročito mješovitim zarazama determinacija uzročnika nije sigurna.

Za ustanovljenje uzroka uginuća gubara poslužili smo se s nekoliko metoda razmaza i bojadisanja, a u dubioznim slučajevima upotrebili smo za ustanovljenje bolesti razne metode. Ovakav način determinacije pokazao se kao vrlo pogodan, tako da su nalazi u većini slučajeva točni. Pri pretrazi obratili smo naročitu pažnju na ustanovljenje poliedrije s obzirom na to, što se smatralo, da do infekcije poliedrijom dolazi per os, a mi smo usprkos tomu, što je takva infekcija bila u našim pokusima nemoguća, ipak imali velik broj poliedričnih oboljenja. U determinaciju vrsta bakterija nismo se upuštali iz razloga, što nam je bilo nemoguće detaljno pretražiti tako mnogobrojan materijal, a i zato, što ustanovljenje pravog uzročnika mortaliteta među bakterijama predstavlja poseban studij, što nije bilo svrha našim istraživanjima. Determinacija poliedrije izvršena je ovim metodama bojadisanja.

1. Bojadisanje s Giemskom po Komáreku

Jakoj rastopini Giemse (2 kapi na 1 ccm dest. vode) doda se 30 ccm rastopine Na_2CO_3 , preparat se bojadiše i ostavi stajati 24 sata. Nakon toga se pere lakom strujom vode i odmah obojadiše vodenom rastopinom eosina (2-3 minute). Zatim se preparat stavi na nekoliko sekunda u 96% alkohola, prelije se apsolutnim alkoholom i premaže ksilol-balzomom. Rezultat je vrlo dobar: jezgre krvnih stanica obojadišu se crveno, plazma ružičasto, poliedri intenzivno modro. Nedostatak je te metode u tome, što su poliedri neprozirni, pa se u njima ne vide elementarna zrnca.

2. Bojadisanje razrijeđenom Giemskom

Preparat se fiksira metilnim alkoholom 2-3 minute, zatim se osuši i bojadiše 10-15 minuta razrijeđenom Giemskom (1 kap na 1 kap dest. vode). Nakon toga se pere običnom vodom.

Ovom metodom bojadisanja poliedri ne primaju boju, već se vide samo njihovi obrisi. Naprotiv, bakterije se obojadišu vrlo lijepo.

3. Bojadsanje metilenskim zelenilom

Od praha ove boje načini se otopina: 1 g vode + 100 ccm dest. vode + 25 ccm aps. alkohola. Preparat se fiksira metilnim alkoholom, osuši, bojadiše 15 minuta i pere vodom.

Ova metoda bojadsanja daje vrlo lijepe preparate poliedrije. Kromatinska se supstanca jezgre obojadiše blijedozeleno, poliedri svih veličina ružičasto.

4. Bojadsanje fuksin-diamantom

Otopina boje načini se u omjeru: 1 dio kristala fuksindiamanta + 100 dij. aps. alkohola + 200 dij. destilirane vode. Metoda bojadsanja je kao metilenskim modrilom.

Poliedri se kod ove metode obojadišu intenzivno crveno. Naravno, što se lijepo vidi vanjska struktura poliedara. Nedostatak je u tome, što su poliedri neprozirni i ne vide se elementarna zrnca. Kod jakih mikroskopskih povećanja mogu se na plastičnim poliedrima lijepo vidjeti plohe poliedara oštih bridova, a na pojedinim se može raspoznati slojevita površinska struktura.

5. Bojadsanje mješavinom karbol-fuksin-jodnog zelenila po Bergoldu

Preparat se fiksira 3 minute metanolom. Zatim se pere i na njega se kaplje 5% karbolna kiselina (3 minute). Bojadiše se 2-3 minute Ziehlom karbol-fuksin-otopinom. Nakon pranja i sušenja stavlja se na preparat otopina jodnog zelenila (4 minute), a zatim se pere vodom i suši.

Na preparatu se vidi: jezgre krvnih stanica su svijetlozelene boje, poliedri u njima intenzivno crvene, a stanična plazma svijetlo ljubičaste.

Osim navedenih metoda bojadsanja upotrebljene su još metode šafraninom, neutralnim crvenilom, fuksinom »S«, gentian-violetom metilenskim modrilom i anilinom. Ovim smo metodama uglavnom ustanovljivali bakterije.

Pretragom uzroka mortaliteta gusjenica gubara u našim pokusima ustanovili smo, da su gusjenice ugibale od slabosti, poliedrije, bakterija, mješovitih infekcija i *Plistophore Schubergi* Zwölfer. Naprijed smo već naveli, da kod bakterija nismo ustanovili primarnog uzročnika, a isto tako i kod mješovitih infekcija nije određen glavni uzročnik mortaliteta.

U tab. 9 i 10 izračunati su % s obzirom na ukupan broj uginulih gusjenica (ug. gusj. = 100%). God. 1951. gusjenice su ugibale i od *Plistophore*, do čega je došlo vjerojatno zbog infekcije lišćem, koje smo uzeli u šumi za hranu gusjenicama. Donje tabele pokazuju jasno, da je poliedrija jedan od vrlo važnih faktora, koji uništavaju gusjenice. Osim toga se vidi i to, da smo imali u

Biljka Plant	1950				1951					1952			
	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b	Plist.	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	41,7	42,7	5,0	10,6	54,4	28,2	8,3	9,1	—	89,6	—	10,4	—
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	39,8	31,4	6,7	2,1	50,5	29,1	10,0	9,2	1,2	—	—	—	—
grab <i>Carpin. betul.</i>	34,2	63,0	2,8	—	63,0	20,3	—	16,7	—	—	—	—	—
bukva <i>Fagus siliat.</i>	33,3	58,2	8,5	—	71,5	10,2	5,0	13,3	—	—	—	—	—
lipa <i>Tilia grandif.</i>	81,7	5,4	1,5	11,4	97,2	2,1	0,7	—	—	—	—	—	—
jabuka <i>Malus domesi.</i>	52,3	35,8	1,7	10,2	80,6	10,5	5,6	3,3	—	—	—	—	—
šljiva <i>Prunus domesi.</i>	40,1	44,6	—	15,3	82,0	8,9	3,2	5,9	—	—	—	—	—

Tab. 9

Procentni odnos uzroka mortaliteta gusjenica u pokusima na gubaru iz Pakraca
Percentage ratio of the causes of the larval mortality in experiments on the gipsy-moth from Pakrac

Biljka Plant	1950				1951					1952			
	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b	Plist.	slab weak	pol.	bakt. bacter.	pol.-b
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	35,0	47,5	6,5	11,0	40,2	35,0	2,2	17,5	5,1	95,7	—	4,3	—
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	4,0	48,2	9,0	2,8	51,3	28,9	6,8	12,0	1,9	48,5	50,2	—	1,3
grab <i>Carpin. betul.</i>	31,5	60,4	6,3	1,8	87,1	5,2	5,7	1,3	0,7	—	—	—	—
bukva <i>Fagus siliat.</i>	48,3	29,5	78,2	4,0	90,5	6,3	3,2	—	—	—	—	—	—
lipa <i>Tilia grandif.</i>	78,5	76,2	4,0	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
jabuka <i>Malus domesi.</i>	55,1	30,0	—	14,9	91,2	6,5	2,3	—	—	—	—	—	—
šljiva <i>Prunus domesi.</i>	61,5	28,1	5,8	4,6	89,3	7,2	—	3,5	—	—	—	—	—

Tab. 10

Procentni odnos uzroka mortaliteta gusjenica u pokusima na gubaru iz Spačve
Percentage ratio of the causes of the larval mortality in experiments on the gipsy-moth from Pakrac

pokusima u toku tri godine stalno poliedriju, makar da su se gusjenice hranile lišćem iz šume, gdje nije bilo zaraženih gusjenica. Prema tome je bila nemoguća infekcija per os, a poliedrija je potjecala od originalnog materijala. Nadalje se vidi, da je zaraza poliedrijom u 1950. god. utjecala znatno na mortalitet gusjenica od slabosti u 1951. god. Najviše su te godine

ugibale gusjenice mlađih razvojnih faza, kod kojih nije bilo nikakvih vanjskih znakova oboljenja poliedrijom. Zanimljivo je, da u 1952. god. nije bilo uopće poliedričnih gusjenica u uzgoju na hrastu lužnjaku, što pokazuje, da je nakon masovnog ugibanja gusjenica u god. 1951. ostalo na životu nekoliko potpuno zdravih individua među onima, koji su se hranili listom lužnjaka.

Gusjenice, koje su uginule od fiziološke slabosti, nisu imale nikakve naročite vanjske simptome. Uglavnom su se tjelesni segmenti skupili i gusjenice su se osušile. Pretragom mikroskopom nađen je malen broj bakterija ili neki kristali, koji jako lome svjetlo i ne primaju boje. Vjerojatno su to kristali oksalne kiseline ili neki drugi biokristali, koji nastaju uslijed fizioloških smetnji. Slične takve kristale našli smo i u velikom broju jajnih gusjenica, koje nisu izašle iz jaja. Starije gusjenice, od IV.–VI.

Biljka Plant	Spačva						Pakrac					
	1950			1951			1950			1951		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
lužnjak <i>Quercus ped.</i>	41,2	28,4	30,4	61,1	28,3	10,6	60,0	10,0	30,0	—	—	—
kitnjak <i>Quercus sess.</i>	42,8	27,6	29,6	20,5	79,5	—	50,0	29,5	20,5	—	—	—
grab <i>Carpin betul.</i>	62,1	6,9	31,0	—	—	—	57,5	14,0	28,5	—	—	—
bukva <i>Fagus silfat.</i>	80,2	10,9	8,9	—	—	—	41,7	33,3	25,0	—	—	—
lipa <i>Lilia grandif.</i>	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
jabuka <i>Malus domest.</i>	57,7	26,9	15,4	—	—	—	63,7	15,1	21,2	—	—	—
šljiva <i>Prunus domest.</i>	45,0	20,0	35,0	—	—	—	44,8	13,9	41,3	—	—	—

Tab. 11

Tabelarni prikaz rezultata pregleda uginulih jaja u jajnim leglima
Tabular representation of eggs perished in egg masses

razvojne faze pokazale su nakon uginuća tipične vanjske simptome oboljenja poliedrijom, mlohavost tijela uslijed raspadnutog mišićja, vješanje na analne noge i curenje guste tekućine neugodna mirisa iz tijela: U njihovoj krvnoj plazmi i u pojedinim još neraspadnutim jezgrama krvnih stanica nađeni su poliedri, a katkada i lizirani poliedri, odnosno elementarna zrnca.

U priloženoj tab. 11 označili smo pod točkom:

1 – % jajnih legala, u kojima nije bilo embrionalnog razvitka, pa se nisu razvile jajne gusjenice.

2 – % jajnih legala, u kojima su u svim uginulim jajima nađene jajne gusjenice. Uzrok mortaliteta je fiziološka slabost ili poliedrija.

3 – % jajnih legala s uginulim jajima, u kojima je uzrok mortaliteta do 50% nerazvijanje, a u ostalom % poliedrija ili fiziološka slabost jajnih gusjenica.

Gubareva jaja u našim pokusima uginula su uglavnom od fiziološke slabosti ili poliedrije jajnih gusjenica, koje su se razvile, ali nisu mogle izaći iz jaja, ili su jaja bila nedovoljno razvijena. Pretragom jajnih gusjenica našli smo u onima, koje su uginule od slabosti, nešto bakterija i kristalića istog oblika i loma svjetlosti kao u nekim uginulim starijim gusjenicama, ali su nađeni i neki kristali, koje nisu imale starije gusjenice. Ovi kristali nisu lomili svjetlost i bojadisali su se intenzivno. Po obliku nikako to nisu poliedri. Jajne gusjenice, koje su uginule od poliedrije, pokazivale su dvovrsne simptome oboljenja: gusjenice su se osušile i nisu se po vanjskom izgledu razlikovale od jajnih gusjenica uginulih od slabosti, ili su se jaja iznutra potpuno raspala. Izvana gledana ovakva jaja nemaju proziran chorion, nego su mutna, zamazanosmeđe boje. Na pritisak iglom takva se jaja raspadnu, a iz njih izlazi smeđa tekućina. Od jajne gusjenice ostaje samo koža, koja se daje jako razvući za razliku od kože jajnih gusjenica, koje su uginule od fizioloških poremetnja; njihova se koža stvrdne te se vrlo teško skida s otvrdnulog osušenog tijela jajne gusjenice. U bojadisanim preparatima poliedričnih jaja, u kojima su gusjenice nakon uginuća postale tvrde i manje, nađen je mali broj elementarnih zrnaca. U preparatima raspadnutih jaja nađeni su, osim elementarnih zrnaca, vrlo mali poliedri tipičnog oblika, kakve smo ustanovili u starijim gusjenicama oboljelim od poliedrije.

Prema najnovijim istraživanjima *Roegnerove* (lit. 104) ustanovljeno je, da se poliedrija duvne (*Lymantria monacha* L.) prenosi s oboljelih roditelja jajima na potomstvo. Naši nalazi poliedrije u uginulim jajima gubara dokazuju, da se i poliedrija gubara prenosi na potomstvo. Pored toga utvrđeno je prema podacima iz literature, da je moguća infekcija poliedrijom per os, ali su umjetne zaraze pokazale, da dolazi vrlo rijetko do infekcije, koja dovodi do ugibanja, ako ne postoji slabost zaraženih individuuma. Međutim, dogodilo se i to, da je umjetna infekcija izvršena per os dovela do ugibanja gusjenica u drugoj generaciji. To se moglo dogoditi još prije pod utjecajem naslijeđene poliedrije nego umjetnom infekcijom.

Uzroci mortaliteta jaja, koje smo u tabelarnom prikazu (tab. 11) označili pod točkom 1, nisu konačno riješeni. Pretpostavljamo, da su jaja, u kojima se uopće nisu razvile jajne gusjenice, ili neoplođena ili nedovoljno razvijena. Mogućnost, da bi takva jaja bila neoplođena, pretpostavljamo jedino po vanjskim simptomima, odnosno na temelju sličnosti s partenogenetski odloženim jajima. Detaljna istraživanja uzroka mortaliteta tih jaja nisu provedena zbog mnogobrojnog materijala u pokusima. Osim toga u tom pogledu trebalo bi posvetiti poseban studij razvoju spolnih organa i jaja gubara.

U posebnoj poglavlju iznesen je mortalitet kukuljica gubara. Prema broju uginulih gusjenica u našim pokusima, mortalitet gubara u stadiju kukuljice relativno je malen. Pretragom kukuljica nađeni su poliedri svih stadija ili bakterije, a u nekom broju nije ustanovljen nikakav uzročnik, tako da ne možemo kazati, od čega su uginule. Inače je u prirodi poznato, da u doba degradacije ne pogibaju samo starije gusjenice, već i veliki broj kukuljica od poliedrije.

Ako ukratko analiziramo podatke iznesene u ovom poglavlju, vidimo iz tabela i teksta, da je jedan od glavnih faktora pri ugibanju jajnih gusjenica i jaja fiziološke naravi, a i u dosta velikoj mjeri poliedrija. Kod gusjenica je od važnosti isto tako fiziološko oslabljenje i poliedrija, a manje ostali patogeni mikroorganizmi. Slična je situacija i kod kukuljica. U vezi s time mogli bismo kazati, da je ovim ugibanjima hrana jedan od važnih uzroka. Ona može dovesti do fiziološke slabosti i pojačanog širenja patogenih mikroorganizama. Hrana, koju uzimaju gusjenice, utječe na proces probave i na stvaranje rezervnih tvari. U koliko je ona u bilo kom pravcu nepovoljna, onda može doći do slabijeg prikupljanja rezervne hrane, što ima za posljedicu ugibanje kukuljica, opadanje plodnosti, razvoj kržljavih leptira i odlaganje jaja, iz kojih se ne razvijaju gusjenice, ili one uginu u jajetu, odnosno kratko vrijeme nakon izlaska iz jajeta. U ovim slučajevima, kod kojih se očituje fiziološko oslabljenje, pojava poliedrije pa i drugih mikroorganizama dolazi u većoj ili manjoj mjeri do izražaja.

Seksualni indeks

Teoretski idealni odnos spolova kod gubara (50% mužjaka : 50% ženki) mijenja se prema Hofmannu (lit. 50), Mithatu (lit. 87) i Schedlu (lit. 109) u tom smislu, što se u nepovoljnim uvjetima razvije veći broj mužjaka. Kao faktori, koji uvjetuju promjene u spolnom odnosu, navode se: klima, gladovanje, pretijesni životni prostor i bolesti. Utjecaj vrste hrane u tom pravcu nije istražen.

Iz naših dosadašnjih rezultata vidjeli smo, da se biotički potencijal gubara mijenja pod utjecajem hrane te da je prehrana važan faktor, koji djeluje na dinamiku njegove populacije. Prema tome su i odstupanja od idealnog odnosa spolova zavisna o vrsti hrane gusjenica. Istraživanjem utjecaja prehrane na razvoj gubara u vremenu od tri godine dobili smo rezultate, koji pokazuju, da su promjene u odnosu spolova varijabilne i da u slučaju slabljenja populacije seksualni indeks može biti poremećen u korist mužjaka. Ta poremetnja, međutim, ne mora biti uvijek odlučna za prognozu prestanka zaraze, kako ćemo vidjeti iz naših daljih izlaganja.

Seksualni indeks gubara izračunat je po *Zwölferovoj* formuli.

s. i. = $\frac{f}{m+f}$, u kojoj znači f broj ženki, a m broj mužjaka.

Rezultati pokusa o utjecaju razne prehrane na odnos spolova gubara u toku tri godine prikazani su tab. 12. Godine 1950. bio je seksualni indeks gubara hranjenog lužnjakom, kitnjakom, bukvom i šljivom dosta blizu idealnom indeksu - 0,5. Prema ovakvu odnosu mužjaka i ženki mogli bismo očekivati da će biti iduće godine normalan razvoj gubara na ovim biljkama. Međutim u podacima tabele vidimo, da se gubar 1951. god. potpuno razvio samo na lužnjaku i kitnjaku, a na ostalim je biljkama

God. / biljka	Odnos spolova Sex Ratio	Querc. ped lužnjak		Querc. sess. kitnjak		Carp. betul. grab		Fagus silv. bukva		Tilia grand lipa		Malus dom. jabuka		Prunus dom. šljiva	
		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
1950	kukulj. pupae n= % Seks. ind.	290 618	179 382	110 578	80 422	67 670	33 330	37 493	38 507	0 —	0 —	74 672	36 328	117 576	86 424
	leptira butterflies n= % Seks. ind.	225 591	156 409	101 583	72 417	53 662	27 338	31 517	29 483	— —	— —	53 654	28 346	97 581	70 419
1951	kukulj. pupae n= % Seks. ind.	6 54,5	5 45,5	8 80,0	2 20,0	0 —	0 —	0 —	0 —	— —	— —	1 100	0 0	0 —	0 —
	leptira butterflies n= % Seks. ind.	6 54,5	5 45,5	5 77,4	2 28,6	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
1952	kukulj. pupae n= % Seks. ind.	206 580	149 420	79 687	37 319	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	leptira butterflies n= % Seks. ind.	134 577	98 423	54 730	20 270	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —

Tab. 12

·Odnos spolova kukuljica i leptira od god. 1950-1952 (Spačva)
Sex ratio of the pupae and butterflies from 1950-1952 (Spačva)

uginulo 100% još u stadiju gusjenice. Usljed velikog mortaliteta gusjenica na lužnjaku razvio se mali broj leptira, ali je seksualni indeks ostao normalan, dapače gotovo idealan. Godine 1952. razvio se na lužnjaku znatno veći broj individua, ali je seksualni indeks nešto manji nego 1951. god.

Gubar, kojeg smo uzeli u Spačvi za pokuse, hranio se u šumi pretežno hrastom lužnjakom, a vjerojatno i dugi niz godina, tako da po našem mišljenju, kod promjene hrane nije došlo do jače poremetnje seksualnog indeksa u prvoj godini pokusa zbog jakog utjecaja stalne ishrane lužnjakom. Utjecaj prehrane došao je do izražaja tek u drugoj godini pokusa tako, da je na drugim vrstama biljaka uginulo 100%. Ovdje treba spomenuti utjecaj

kitnjaka i bukve na promjene u seksualnom indeksu. To je važno zbog toga što u doba kalamiteta u nizinskim šumama vjetar prenese gubara u brdske predjele, gdje prevladaju bukva i kitnjak. Seksualni indeks gubara, koji se nakon lužnjaka hrani bukvom, ostaje normalan, ali zaraza ipak prestaje zbog velikog mortaliteta jaja i gusjenica. Kitnjak djeluje na seksualni indeks tako, da se on znatno smanji, odnosno u populaciji prevlada broj mužjaka.

Seksualni indeks gubara iz Pakraca (tab. 13) potpuno se razlikuje od indeksa iz Spačve. Prema rezultatima ovog uzgoja možemo i ovdje izvesti zaključke, koji potvrđuju naše konstatacije s obzi-

God./lar	Odnos spolova Sex Ratio	Querc. ped. lužnjak		Querc. sess. kitnjak		Carp. betul. grab		Fagus silv. bukva		Tilia grand. lipa		Malus dom. jabuka		Prunus dom. šljiva	
		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
1950	kukulj. pupae	n=168 76,0	53 24,0	428 62,4	258 37,6	34 72,3	13 27,7	84 84,7	15 15,3	25 83,4	5 16,6	420 61,2	266 38,8	291 64,1	162 35,9
	Seks. ind.	0,24		0,38		0,28		0,15		0,17		0,39		0,36	
1951	leptira butterflies	n=138 77,1	41 22,9	389 62,8	230 37,2	24 72,7	9 27,3	76 83,5	15 16,5	20 80,0	5 20,0	387 62,7	230 37,3	245 67,8	117 32,2
	Seks. ind.	0,23		0,37		0,27		0,17		0,20		0,37		0,32	
1952	kukulj. pupae	n=0 0	1 100	8 100	0 0	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —
	Seks. ind.	1		0		—		—		—		—		—	
1952	leptira butterflies	n=22 56,4	17 43,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Seks. ind.	0,44		—		—		—		—		—		—	
1952	kukulj. pupae	n=13 44,8	16 55,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Seks. ind.	0,55		—		—		—		—		—		—	

Tab. 13.

Odnos spolova kukuljica i leptira iz Pakraca od god. 1950–1952
Sex ratio of the pupae and butterflies from Pakrac from 1950–1952

rom na utjecaj promjene hrane na seksualni indeks. God. 1950. razvio se u svim pokusima znatno veći broj mužjaka. Seksualni je indeks manji nego kod gubara iz Spačve. Na kitnjaku i jabuci razvilo se nešto više ženki u relaciji s ostalom hranom. Usprkos tome gubar hranjen ovim biljkama nestao je već iduće godine.

Mnogo manji seksualni indeks gubara iz Pakraca god. 1950. pokazuje, da je kod gubara, koji je sabran u bukovim šumama, znatno osjetljiviji ženski spol. Ta se osjetljivost ne može u jednoj godini umanjiti ni najpovoljnijom hranom kao što je list lužnjaka. Seksualni se indeks povećao na 1 prehranom lužnjakom tek druge godine. God. 1952. ostao je od gubara iz Pakraca samo gubar na lužnjaku. Seksualni je indeks te godine gotovo idealan.

U tab. 13 vidimo da kod gubara iz Pakraca 1951. god. dolazi do razvoja leptira samo na hrastu lužnjaku. Seksualni indeks je potpuno poremećen u korist ženki, a mužjaci se uopće ne javljaju. Da bismo ipak mogli nastaviti dalja istraživanja, izvršili smo kopulaciju između ženke iz Pakraca s mužjacom iz Spačve. Rezultat je bio taj, da se na hrastu lužnjaku seksualni indeks normalizirao.

Po seksualnom indeksu u pokusima različite prehrane vidi se jasno povoljan utjecaj hrasta lužnjaka: Dugogodišnja ishrana gubara hrastom lužnjakom djeluje tako, da se nakon prijelaza gusjenica na druge biljke seksualni indeks ne mijenja u korist mužjaka u idućoj generaciji. Prema tome utjecaj manje povoljne hrane na gubara dolazi do izražaja tek u drugoj generaciji, koja može nestati uslijed velikog mortaliteta jaja i gusjenica, a da seksualni indeks ostane gotovo normalan. Hrast lužnjak djeluje povoljno i u tom smislu, što se ishranom gubareve oslabljene populacije tom biljkom seksualni indeks normalizira.

Potencijal razmnožavanja

Za biotički potencijal, odnosno potencijal razmnožavanja ili održanja vrste vrlo su važne komponente plodnost ženki i seksualni indeks, naročito u onim slučajevima gdje se radi o insektima, koji se javljaju periodično u masama. Već samo njihovo periodično pojavljivanje u velikom broju pokazuje nenormalno stanje na staništu. Zbog toga je potrebno pri razmatranju biotičkog potencijala, a naročito pri postavljanju prognoza za kalamitete imati u vidu sve komponente, na koje je neposredno vezan potencijal razmnožavanja.

Do masovne pojave bilo kojeg štetnika može doći samo onda, ako na staništu vladaju prilike, koje uvjetuju opstanak velikog broja individuumu neke vrste (klimatske prilike, obilje hrane i neprijatelji). Drugim riječima, masovno pojavljivanje nekog štetnika na nekom staništu jasno pokazuje neuravnoteženost između štetnika i ostalih prirodnih faktora, koji mogu biti prolazno slabiji od štetnika.

U našem slučaju, gdje se radi o istraživanju utjecaja hrane na populaciju gubara, vidimo iz naprijed iznesenog teksta i grafikonu, da plodnost ženki i seksualni indeks nisu jedine komponente odlučne za dalje razmnožavanje gubara, već je tu isto tako od važnosti hrana, a pored nje i drugi faktori, naročito patogeni mikroorganizmi. Svi su ti faktori važni za progradaciju, degradaciju kao i za fiziološko oslabljenje gubara. Veliki broj jaja kao i normalan seksualni indeks ne mogu dovesti do progresa u razmnožavanju, ako gubar nema onu hranu, koja povoljno utječe na

dinamiku populacije, odnosno na njegovu konstituciju. Iz naših pokusa vidjeli smo, da untoč razmjerno velikom broju jaja može doći u roku jedne godine do naglog opadanja zaraze ili njena pre-stanka, a da tome ne možemo nikako naći uzrok u klimatskim pri-likama. Promatrajući kod pokusa razvoj gubara, broj jaja i mortalitet, uvjerali smo se da je vrsta hrane jedan od važnih fak-tora, koji reguliraju plodnost ženki, seksualni indeks, konstituciju i utjecaj patogenih mikroorganizama.

O tome smo se uvjerali i promatranjem u samoj šumi. Bilo je predjela, u kojima su 1949. god. gusjenice izazvale golobrst, po vanjskim se znakovima činilo, da su individuumi konstitucijski zdravi, a međutim desilo se to, da u šumi nismo našli u jesen ni-jedno gubarevo leglo (Stupničko Brdo kod Broda). Tog proljeća su jajna legla bila dosta velika, sa 200–400 kom. jaja, masovno ugibanje nije primijećeno sve do štadija kukuljice. U vezi s time laboratorijski pokusi i promatranja na terenu doveli su nas do zaključka:

U nizinskim šumama i kod prehrane lužnjakom gradacija je gubara obično tipična, te uz obilje hrane i povoljne klimatske pri-like dolazi do masovnog, tako reći eksplozivnog razmnožavanja, iza čega slijedi postepeno opadanje populacije s jedne strane, a s druge strane slabljenje konstitucije individuuma. Na životu pre-ostaje samo mali broj vitalno najsposobnijih individuuma. U brdskim šumama i voćnjacima, gdje se gubar hrani uglavnom bukvom, šljivom i jabukom, propadanje populacije je naglo te iza jakog golobrsta, koji obično traje dvije godine, gubar nestaje sa tih staništa. Iz ovog možemo zaključiti da prehrana gubara hrastom lužnjakom u našim nizinskim krajevima uz povoljnu klimu uvjetuje gradaciju, koja traje obično nekoliko godina. Na-protiv prehrana gubara ostalim vrstama hrane, koje u ovoj radnji navodimo, uzrokuje kratkotrajnu gradaciju s naglim, a ne poste-penim završetkom. Naši pokusi dokazuju, da gubar može imati svoja žarišta samo u šumama hrasta lužnjaka, jer se ekološki pri-lagodio hrastu lužnjaku i njegovu staništu i predstavlja rasu na toj vrsti drveća.

Da bismo naša dosadašnja izlaganja jače dokumentirali, po-služiti ćemo se tumačenjem i formulom *Zwölfera* (lit. 148), koja prikazuje teoretski potencijal razmnožavanja. Spomenuti autor postavio je formulu: $\Sigma = e \cdot \frac{f}{m+f}$, u kojoj e znači srednji broj odloženih jaja, (u našim tabelama $e=M$ – vidi tab. 3, 4 i 5), a $\frac{f}{m+f}$ seksualni indeks (tab. 12 i 13).

Pregledamo li u tab. 14 podatke o potencijalu razmnožavanja, a prema trogodišnjim pokusima, vidimo jasno, kako utječe hrana na plodnost ženki i seksualni indeks, iz kojih rezultira potencijal razmnožavanja. U toj tabeli primjećuje se, kako djeluje hrast

Biljka <i>Plant</i>	Spačva			Pakrac		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952
lužnjak <i>Querc. ped.</i>	35,67	230,00	176,40	17,16	501,00	211,75
kitnjak <i>Querc. agrif.</i>	75,01	73,95	85,05	57,35	—	—
grab <i>Querc. robur</i>	30,80	—	—	13,40	—	—
bukva <i>Fagus ssp.</i>	48,00	—	—	17,15	—	—
lipa <i>Lilix grand.</i>	—	—	—	0,10	—	—
jabuka <i>Malus dom.</i>	59,39	—	—	41,72	—	—
šljiva <i>Prun. domest.</i>	68,42	—	—	79,94	—	—

Tab. 14. Potencijal razmnožavanja gubara u trogodišnjem uzgoju na hrastu lužnjaku i kitnjaku. — Reproductive potential of gipsy-moth feeding on *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora* during three-year breeding experiments.

me mogli postaviti prognozu o daljem trajanju kalamiteta, vidimo, da do latence dolazi na tim biljkama kao i na hrastu lužnjaku.

Pored toga iz spomenute tabele razabiramo i to, da materijal iz Spačve daje jače potomstvo s obzirom na potencijal razmnožavanja, premda je bio razmjerno broj jaja u leglima iz Spačve 1949. god., odnosno 1950. god. znatno manji nego u leglima iz Pakraca. Tome treba fražiti uzrok u hrani, — hrast lužnjak u Spačvi, bukva i kitnjak u Pakracu — što se očitovalo i u seksualnom indeksu, koji je bio u Spačvi normalan, a u Pakracu poremećen u korist mužjaka.

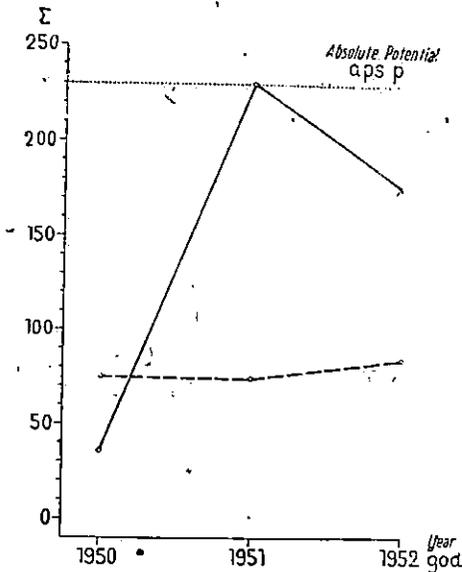
U tabeli 14, međutim, vidimo, da je prognoza o jakosti populacije na temelju veličine jajnih legala potpuno pogrešna, ako pritom ne uzmemo uz klimatske prilike i neprijatelje u obzir i seksualni indeks i hranu. Potencijal razmnožavanja može biti veći u populaciji s manjim leglima nego u populaciji, gdje prevladaju relativno veća legla.

1950. god. je potencijal razmnožavanja različan prema vrsti hrane. 1951. god. potencijal na lužnjaku naglo raste te je 7 puta veći od onog u 1950. god., a na kitnjaku je slabiji nego u 1950. god. Dok je tako bilo s materijalom iz Spačve, materijal iz Pakraca daje drugu sliku. Potencijal razmnožavanja je 1950. god. različan, najjači je na šljivi, kitnjaku i jabuci. Međutim, na toj hrani nema potomaka u P_1 . Naprotiv na hrastu je lužnjaku potencijal razmnožavanja bio 1950. god. razmjerno vrlo nizak, dok je 1951. god. gotovo 30 puta veći, ali je seksualni indeks negativan, jer su se

lužnjak na potencijal razmnožavanja, a kako djeluju ostale biljke. Brojevi pokazuju, kako iz retrogradacije ponovo raste potencijal razmnožavanja i kako možemo lužnjakom uzgojiti jednu generaciju gubara za drugom, a kitnjakom ide to već teže. S ostalom hranom ne možemo dobiti stalno jednu generaciju za drugom, jer u kraće vrijeme nastupa 100% mortalitet gubara. Međutim vidimo, iako je bio kod kitnjaka, bukve, jabuke i šljive potencijal razmnožavanja 1950. god. jači od potencijala na lužnjaku, te bismo prema to-

razvile same ženke. Kopulacija je izvršena s mužjacima iz Spačve. Prema plodnosti ovih ženki predstojala bi progradacija, ali seksualni indeks pokazuje prestanak zaraze zbog pomanjkanja mužjaka.

Potencijal razmnožavanja kod prehrane hrastom lužnjakom pokazuje jasno u god. 1951., kako ta vrsta hrane utječe na dinamiku populacije gubara. P₁ gubara iz Spačve potječe od materijala, koji se uglavnom hranio hrastom lužnjakom. Ona daje potencijal razmnožavanja 35,67 u 1950. god., a 230,00 u 1951. god., t. j. nakon fiziološke regeneracije, a u 1952. god. potencijal razmnožavanja



Graf. 20

Potencijal razmnožavanja gubara kod ishrane hrastom lužnjakom i kitnjakom

Relativni potencijal na: ——— lužnjaku
 — — — kitnjaku

aps. p. = apsolutni potencijal

Reproductive potential of gipsy moth feeding on *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora*

Relative potential by feeding on: ——— on *Qu. pedunculata*
 — — — „ *Qu. sessiliflora*

aps. p. = absolute potential

već nešto pada. Na materijalu iz Pakraca, koji je uglavnom hranjen bukvom i eventualno kitnjakom, a vidimo, da je 1950. god. potencijal razmnožavanja kod prehrane lužnjakom za polovicu manji, nego kod onog iz Spačve, ali u P₂, t. j. 1951. god., potencijal se razmnožavanja jako povećao.

Priloženi grafikon 20 pokazuje naglo povećanje potencijala razmnožavanja gubara na lužnjaku. Kao apsolutni potencijal raz-

množavanja uzeli smo vrijednost 230, broj koji označuje maksimalnu plodnost i idealan indeks malog broja ženki gubareve degradirane populacije u pokusima. Crta, koja prikazuje taj apsolutni potencijal razmnožavanja, pokazuje nam ne samo moment regeneracije spolnih organa, nego ujedno i granicu, od koje potencijal razmnožavanja prirodno pada. S većim brojem ženki odn. pojačanom gustoćom populacije opada i plodnost ženki kao i potencijal razmnožavanja. Kod toga seksualni indeks ne mora biti poremećen, kako smo vidjeli u tab. 12. Prema tome je točna naprijed navedena konstatacija, da kulminacija kalamiteta ne znači maksimalan broj odloženih jaja u jajnim leglima, već najveći broj individuuma u populaciji. Tako velik broj individuuma pokazuje već sve znakove, koji ukazuju na degradaciju populacije kao opadanje plodnosti potencijala razmnožavanja i povećani mortalitet jaja i gusjenica.

U graf. 20 vidimo također i razlike u potencijalu razmnožavanja pod utjecajem prehrane hrastom lužnjakom i kitnjakom. Relativni potencijal na kitnjaku nije se gotovo ništa promijenio u toku tri godine, premda se plodnost pojedinih ženki na ovoj biljci povećala (tab. 4 i 5). To je tadi toga, što se na kitnjaku seksualni indeks poremetio znatno u korist mužjaka.

Oscilacije u jakosti potencijala razmnožavanja pod utjecajem hrane pokazuju, da su kalamiteti gubara pojava, koja podliježe velikim promjenama, koje uvjetuju promjene ekoloških uslova na staništu. Ako isključimo sve faktore, osim hrane i bolesti, kao što smo učinili u našim pokusima u laboratoriju, onda na temelju rezultata iznesenih u ovoj radnji dolazimo do zaključka, da je hrana gubara jedan od najznačajnijih faktora, koji uvjetuju njegovu periodičnu masovnu pojavu.

Značaj hrane u gradacijama gubara

Prema rezultatima istraživanja, koji su obrađeni u ovoj radnji, vidimo, da je gubar tipičan štetnik hrasta lužnjaka, premda on može biti jednako štetan na kitnjaku, grabu i bukvi, zatim na jabuci i šljivi. Utvrđivanjem zavisnosti gubara o hrastu lužnjaku dolazimo do vrlo važnih činjenica, kako za zaštitu, tako i za uzgoj šuma u našim nizinama.

U čistim sastojinama hrasta lužnjaka gubar nalazi s obzirom na prehranu optimalne uvjete za razvoj, a u mješovitim, iako u njima ima za gubara dovoljno hrane, uvjeti života nisu tako povoljni. Prehrana gubara hrastom lužnjakom kroz generacije uz uvjet, da su i klimatske prilike povoljne, uvjetuje pojavu kalamiteta, jer se u gubarevoj populaciji, koja se gradacijama hranila hrastom lužnjakom, nakon masovnog ugibanja individua slabe

vitalnosti na životu održe individuumi, koji su po konstituciji najjači te uz povoljne uvjete vanjskih faktora daju potomstvo s jakim potencijalom razmnožavanja. Druge vrste biljaka kao: hrast kitnjak, grab, bukva, lipa, jabuka i šljiva, djeluju na oslabljenje individua u populaciji gubara do te mjere, da ona gotovo potpuno propada. Potomstvo oslabljenih individuuma, koji su se hranili hrastom kitnjakom, grabom, bukvom, lipom, jabukom i šljivom, može doduše da se u nekom broju održi na životu, ali nema sposobnost masovnog razmnožavanja. Analiziramo li slučaj gubara iz nizinskih šuma Posavine i Podravine sa stajališta prehrane, onda dolazimo do ovih konstatacija: Rezultati istraživanja utjecaja hrane na razvoj gubara i dinamiku njegove populacije pokazuju, da je gubar posavskih i podravskih šuma štetnik specijalno prilagođen hrastu lužnjaku. Iz pokusa se vidi, da sve ostale vrste biljaka, na kojima gubar počinja povremeno velike štete kao i na lužnjaku, utječe nepovoljno na njegovu populaciju. Iz ovih konstatacija slijedi, da je *gubar u našim nizinskim šumama lužnjakova rasa*, koja može da se razvija i na drugim biljkama, ali se njima nije prilagodila. Prema tome je točna pretpostavka Kovačevića (lit. 68), da je gubar posavskih i podravskih šuma lužnjakova rasa.

Jedna je zanimljiva pojava u našim pokusima, a opažanjima je utvrđeno, da dolazi do jakog izražaja i na terenu. To je pojava poliedrije, za koju se smatralo da je bolest samo infektivnog karaktera te da napada gubara u slučaju gladovanja, pojačane insolacije ili vlažne klime. Međutim, našim je pokusima utvrđeno, da se poliedrija prenosi na potomstvo te da se u latentnom obliku nalazi u gotovo svakom individuumu gubara. Prema tim zapažanjima mogli bismo kazati, da je gubar naših nizinskih šuma latentno virotičan. Budući da je poliedrija stalan pratilac svih gradacija gubara i jedan od glavnih uzročnika prestanka zaraze, trebalo bi u daljnim istraživanjima posvetiti naročitu pažnju poliedriji i faktorima, koji uz hranu uvjetuju rezistentnost malog broja individua preostalih u degradiranoj populaciji.

U vezi s naprijed iznesenim možemo kazati, da je glavni uzrok periodične masovne pojave gubara u posavskim i podravskim nizinskim šumama u autohtonom postanku kalamiteta.

Početak svih gradacija gubara nalazimo pretežno u čistim lužnjakovim sastojinama. U tim se žarištima nalazi mali broj individuuma sposobnih da stvaraju mnogobrojno potomstvo. Budući da se ta jaka sposobnost razmnožavanja prenosi sa roditelja na potomstvo, populacija se rel. brzo povećava. To se događa to brže, što su klimatski i prehrambeni uvjeti povoljniji. Kod velikog broja individuuma u populaciji dolazi do čestih slučajeva parenja u srodstvu. Uslijed toga u daljim generacijama nagomilavaju se sve više negativne nasljedne osobine te dolazi do propadanja masovno razmnožene populacije. Pri slabljenju vitalne sposobnosti ve-

likog broja individua u jako povećanoj populaciji slabi i otpornost prema poliedriji, koja pod utjecajem nepovoljnih vanjskih faktora postaje virulentna, te individui populacije propadaju u masama. *To propadanje događa se, međutim, i kod najpovoljnije hrane s tom razlikom, što je kod manje povoljne hrane propadanje brže i što kod povoljne hrane ostaju na životu najjači individui, koji su s obzirom na dalju gradaciju »početni«.*

Potomstvo »početnih« individua je malobrojno, te mužjaci lete na veće daljine i oploduju ženke drugog podrijetla. To može biti uzrok regeneraciji vitalne, odn. rasplodne sposobnosti individua, te se populacija uz povoljan utjecaj ekoloških faktora ponovo razmnožava u masama.

Istraživanja iznesena u ovoj radnji odnose se na opažanja u Posavini i Podravini i na materijal iz tih krajeva. Stoga ne možemo tvrditi, da mora tok gradacije biti u čitavoj Jugoslaviji jednak gradacijama u spomenutim krajevima. Poznato nam je, da je tok gradacije u našem Primorju i Dalmaciji drugačiji nego dalje na kontinentu. I u primorskim krajevima dolazi do gradacija gubara, ali su one vrlo kratkotrajne, donekle slične onima u brdskim šumama s tom razlikom, što u Primorju i Dalmaciji osim hrane utječu na gubara u jačoj mjeri prirodni neprijatelji. Vjerojatno u tim predjelima ima utjecaj na ovakav oblik gradacija i šarolika flora, u kojoj je biocenoza mnogo stabilnija od one u čistim ili slabo mješovitim sastojinama nizinskih šuma.

Zaključak

Iz postignutih rezultata istraživanja, koje smo iznijeli u ovoj radnji, može se izvesti ovo:

1. Vrsta hrane utječe na dužinu razvoja, mortalitet, plodnost i seksualni indeks gubara, a time i na dinamiku njegove populacije. Razlike u razvoju gubara na različitoj hrani najviše dolaze do izražaja kod gusjenica u I. i V. razvojnoj fazi. Što je hrana nepovoljnija, to su razlike veće.

2. Ista vrsta hrane ne utječe jednako na razvoj individua istog legla, a to zavisi po Franzu o nasljedno stečenim osobinama individua (37). Još su veće razlike u razvoju individua na istoj hrani, ako su im roditelji različitog porijekla.

3. Promjena hrane, u koliko se ne radi o vrlo nepovoljnoj hrani, kao i promjena ambijenta, ne dolazi do izražaja u prvoj generaciji gubara, nego tek u drugoj. Ovom činjenicom možemo objasniti, zašto su zaraze gubara u brdskim šumama, kuda ga prenese vjetar, kratkotrajne, odn. zašto obično traju dvije godine.

4. U pokusima s hrastom lužnjakom, kitnjakom, grabom, bukvom, lipom, jabukom i šljivom bio je prosječno najdulji razvoj kod

ženki na lipi (102 dana), gotovo jedamput dulji nego razvoj ženki na kitnjaku (66 dana). *Hrast lužnjak i kitnjak* djeluje približno slično na duljinu razvoja gubara (66–75,5 dana). *Grab* uvjetuje nešto veće razlike u duljini razvoja ženki (67–68 dana) i mužjaka (71–75 dana). *Na bukvi* traje razvoj gubara 69–79,5 dana. Gubar se na *šljivi* razvija prosječno isto kao na hrastu, lužnjaku. *Jabuka* može usporiti razvoj ženki.

5. U laboratorijskim pokusima uginula je na lipi većina gusjenica već u prvoj godini. Druge godine pokusa uginule su sve gusjenice na bukvi, grabu, lipi i šljivi, a na jabuci su se razvili samo mužjaci, tako da je preostao samo gubar hranjen hrastom lužnjakom i kitnjakom.

6. Uzroci ugibanja gubara u pokusima bili su: slabost, poliedrija, bakterije i *Plistophora Schubergi Zwölfer*. Ugibanje gusjenica i kukuljica od tih uzroka bilo je masovno bez obzira na vrstu hrane. U trećoj godini pokusa od poliedrije su ugibale samo gusjenice na kitnjaku. Ovdje se može istaknuti važnost poliedrije kao uzročnika degradacije gubareve masovno razmnožene populacije, a isto tako i činjenica da potomstvo individuuma, koji su nakon degradacije ostali na životu, a njihovi su se preci kroz 3 generacije hranili hrastom lužnjakom, nije pokazivalo nijedan slučaj oboljenja poliedrijom.

7. *Hrast lužnjak i kitnjak* utjecali su na plodnost gubara tako, da se ona treće godine pokusa znatno povećala. Naročito je bio znatan porast plodnosti na lužnjaku. *Na grabu i bukvi* bila je plodnost gubara različitog porijekla različita, ali je bio mortalitet jaja velik. Plodnost gubara na lipi jako je pala, tako da su nakon 2 godine pokusa ženke odložile samo po nekoliko jaja, ili jaja nisu bila odložena. *Jabuka i šljiva* djelovale su na plodnost povoljno, tako da se ona u drugoj godini povećala.

8. Pokusima je ustanovljeno, da se na temelju plodnosti ženki, odn. maksimalnog broja jaja u leglima ne može uvijek postaviti prognoza za pojavu kalamiteta, jer do progradacije može doći i kod populacije s manjim brojem jaja u jajnim leglima, ako je seksualni indeks normalan.

9. Partenogeneza nema značaja za održanje gubara, jer neoplođene ženke često odlaze jaja, u kojima se ne razviju gusjenice, a ukoliko se izlegu, onda nisu sposobne za život i ugibaju u prvoj fazi razvoja.

10. Utjecaj hrane na populaciju gubara u degradaciji sastoji se u tome, što je kod nepovoljne hrane degradacija brža. Kod najpovoljnije hrane, a to je hrast lužnjak, ostaju na životu najjači individuumi u populaciji, koji se u povoljnim ekološkim prilikama masovno razmnožavaju.

11. Ustanovljeno je pokusima, da prehrana gubara hrastom lužnjakom utječe kod individuuma, preostalih nakon degradacije

populacije, na naglo povećanje potencijala razmnožavanja. Naravno da u tome, kao i u svim pojavama u životu gubara, ima važnu ulogu i klima, jer do povećanja potencijala razmnožavanja može doći samo u slučaju, ako su klimatski uvjeti optimalni.

12. Kao jedan od uzroka, koji dovodi do razvoja i pojavljivanja individuuma degenerativnog karaktera, koji pogibaju zbog unutarnjih ili konstitucijskih razloga, svakako je incest, uslijed čega dolazi do slabljenja individuuma i jače osjetljivosti prema poliedriji.

13. Na temelju činjenica utvrđenih u iznesenim pokusima možemo zaključiti, da je gubar u nizinskim šumama Posavine i Podravine *lužnjakova rasa* prilagođena ekološkim uvjetima tih krajeva. Budući da su monokulture hrasta lužnjaka u tim krajevima pretežno žarišta gubara, u kojima počinje zaraza, gradacija gubara u njima dolazi najjače do izražaja. *Gradacija gubara prema tome može nastati samo u lužnjakovim šumama.* To pokazuju rezultati pokusa, u kojima kod druge hrane populacija potpuno propada, a na hrastu lužnjaku ostaju individuumi jakog potencijala razmnožavanja. Dalji zadatak istraživanja problema periodične pojave gubara u masama bio bi u istraživanju genetske strukture populacije u svim stupnjima gradacije.

CONCLUSION

On the basis of the results obtained by the experiments on the influence of food on the development of the gipsy-moth (*Lymantria dispar* L.) we can conclude as follow:

1. The kind of the food influences the duration of the development, mortality, fertility and sex ratio of the gipsy-moth and thereby the dynamics of its population. The differences in the development of the gipsy-moth fed on different foods is most evident in the first and fifth developmental stages of larvae. The more unfavourable the food, the greater the differences.

2. The same kind of food does not influence in the same way the development of the individuals of the same eggs mass, which depends after Franz (37), on the inherited characters of the individuals. The differences in the development of the individuals fed on the same food are still greater, if the parents are of different origin.

3. Change of food in so far as very unfavourable food is not concerned, as well as changes of environment, do not manifest themselves in the first generation of the gipsy-moth, but only in the second. This would explain the short duration (mostly two years) of the infestations of mountain forests by air-borne gipsy-moth larvae.

4. Feeding experiments with *Quercus pedunculata* Ehrh., *Quercus sessiliflora* Salisb., *Carpinus betulus* L., *Fagus silvatica* L., *Tilia grandifolia* Ehrh., *Malus domestica* L., and *Prunus domestica* L. have shown the females fed on *Tilia* to possess the longest average development (102 days), i. e. almost twice as long as the development of the females fed on *Quercus sessiliflora* (66 days). *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora* influence in a similar way the development of the gipsy-moth (66–75,5 days). *Carpinus betulus* produces slightly greater differences in the development of the females (67–68 days) and males (71–75 days). Fed on *Fagus silvatica*, the development of the gipsy-moth lasts 69–79,5 days. Fed on *Prunus domestica* the gipsy-moth develops similarly as when fed on *Quercus pedunculata*. *Malus domestica* may retard the development of the females.

5. In the laboratory experiments the majority of larvae fed on *Tilia* already perished in the first year. In the second year of experiments all the larvae fed on *Fagus silvatica*, *Carpinus betulus*, *Tilia grandifolia*, and *Prunus domestica* perished, while on *Malus domestica* only males developed. Thus there only remained the gipsy-moths fed on *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora*.

6. The following were the causes of mortality of the gipsy-moths: weakness, polyhedral virus disease, bacteria and *Plistophora Schubergi* Zwölfer. The perishing of the larvae and pupae from these causes occurred in masses irrespective of the kind of food. In the third experimental year it was only the larvae fed on *Quercus sessiliflora* that perished of polyhedral disease. At this juncture the importance should be stressed of the polyhedral disease as the causative agent of the decline («degradation») of the vast gipsy-moth populations as well as of the fact that the offsprings of the individuals which survived the decline – and whose ancestors had been fed on *Quercus pedunculata* through three generations – did not show any case of polyhedral disease whatsoever.

7. *Quercus pedunculata* and *Qu. sessiliflora* influenced the fertility of the gipsy-moths to such an extent, that it increased considerably in the third experimental year. The fertility especially increased on *Quercus pedunculata*. *Carpinus betulus* and *Fagus silvatica* influenced the fertility of the gipsy-moth differently because of different origins, but in this case egg mortality was very high. The fertility of the gipsy-moths fed on *Tilia grandifolia* dropped to such a degree, that after two years of trials the females only laid several eggs or no eggs were laid at all. *Malus domestica* and *Prunus domestica* influenced favourably the fertility of females, so that it increased in the second year.

8. Experiments have shown that it is not always possible to make a prognosis as to the outbreak of the gipsy-moth pest, if this is based on the fertility of females, i. e. on the extremely great number of eggs in egg masses, because an outbreak («progradation») can occur in populations with a smaller number of eggs in egg masses, when the sex ratio is normal.

9. The parthenogenesis has no significance for the reproduction of species, because unmated females frequently lay eggs in which larvae do not develop, and if they do develop, they are not able to live and die in the first stage of their development.

10. The influence of food on the gipsy-moth population in the stage of its decline consists in a quicker decline owing to food being inadequate. By feeding the gipsy-moths on most favourable food, i. e. on *Quercus pedunculata* the most vigorous individuals of the population survive and multiply in masses, if ecological conditions are favourable.

11. Experiments have shown that feeding the gipsy-moths on *Quercus pedunculata* has a stimulating influence on the rapid increase of the reproductive potential of the individuals surviving the population decline. Naturally, in this, as in all the life manifestations of the gipsy-moth, climate also plays an important rôle, for the reproductive potential can only be increased if the climate conditions are at their optimum.

12. As one of the causes leading to the development and outbreak of degenerated individuals dying of internal or constitutional defects, is certainly incest which weakens the individuals as well as creates a greater susceptibility to polyhedral disease.

13. On the basis of the facts established in the mentioned experiments we can conclude, that the gipsy-moth of lowland forests of Posavina and Podravina is *the race on Quercus pedunculata*, adapted to the ecological conditions of these areas. The monocultures of *Quercus pedunculata* in these areas being predominantly the centres where the gipsy-moth infestation starts, it is there that the outbreak is most marked. *According to these facts, an outbreak of gipsy-moth can only start in forests of Quercus pedunculata.* This was proved by experiments which have shown that the population fed on other kinds of food was completely ruined, while individuals which a strong reproductive potential remained only on *Quercus pedunculata*.

A further task of the investigations of the problem of periodical mass outbreaks of the gipsy-moths would consist in a research of the genetical structure of population in all its developmental stages.

L I T E R A T U R A

1. *Andersen K. Th.*, Der Einfluss der Umweltbedingungen (Temperatur und Ernährung) auf die Eierzeugung und Lebensdauer eines Insekts (*Sitona lineata* L.) mit postmetaboler Eientwicklung und langer Legezeit. Z. angew. Ent., XX. Bd., Berlin 1934.
2. *Badoux H.*, Apparition du Bombyx disparate dans un taillis de châtaignier au Tessin. J. for. suisse, 1924.
3. *Barbey A.*, Der Schwammspinner (*Liparis dispar* L.) in den schweizerischen Hochalpen. Naturwiss. Z. Forst- u. Landw., Stuttgart, VII, 1909.
4. *Barbey A.*, Traité d'entomologie forestière, Paris 1925.
5. *Beltram V.*, Pojava gubara (*Lymantria dispar* L.) na primorskoj makiji, Šum. list 1935.
6. *Bergold G.*, Bündelförmige Ordnung von Polyederviren. Z. Naturforschung, Bd. 3 b, Heft 1/2 (1948).
7. *Bergold G.*, Fortschritte und Probleme auf dem Gebiete der Insektiviren. Z. angew. Ent., Bd. 33, Heft 1/2 (1951).
8. *Bergold G.*, The Multiplication of Insect Viruses as Organisms. Canad. J. Research, E. 28 (1948).
9. *Bergold G.*, Über die Kapselvirus-Krankheit. Z. Naturforschung, Bd. 3 b, Heft 9/10 (1948).
10. *Bergold G.*, Über Polyederkrankheiten bei Insekten. Biol. Bd. 63., Heft 1/3, Leipzig 1943.
11. *Berlese A.*, Gli insetti. I. Milano 1909.
12. *Bayer G.*, Haranje gubara po šumama okolišja sisačkoga, Šum. list, 1885.
13. *Blunck H.*, Der Massenwechsel der Insekten und seine Ursachen, 4. Wanderversammlung deutscher Entomologen in Kiel, 19-41 (1930).
14. *Bodenheimer F. S.*, Studien zur Epidemiologie, Ökologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.), Z. angew. Ent., Br. 15.
15. *Bodenheimer F. S.*, Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. Z. angew. Ent. Bd. 16. 1930.
16. *Bodenheimer F. S.*, Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Z.bl., Bd. 48, 1928.
17. *Börner G.*, Über den Einfluss der Nahrung auf die Entwicklungsdauer von Pflanzenparasiten nach Untersuchungen an der Reblaus. Z. angew. Ent., Bd. XIII., 1928.
18. *Bragina A.*, Proširenje »*Porthetria dispar* L.« u Jugoslaviji 1923. g., Glasnik Minist. zdravlja, 1925.
19. *Brand H.*, Über die Änderung des Geschlechtsverhältnisses bei Insekten und ihre Ursachen. Arb. Physiol. u. angew. Ent., Berlin-Dahlem, Bd. 3, 1936.
20. *Bremer H.*, Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Z. angew. Ent., Bd. 14, 1928.
21. *Chapman J. W.*, *Glaser R. W.*, Further Studies on Wilt of Gipsy-Moth Caterpillars, J. econ. Ent., IX, 1916.
22. *Demorlaine J.*, La grande misère du chêne dans nos forêts françaises, Rev. Eaux For., 1927.
23. *Doflein F.*, Tierbau und Tierleben. Bd. II. Das Tier als Glied des Naturganzen. Leipzig-Berlin 1914.
24. *Đorđević P.*, Sušenje hrastovih šuma u Slavoniji. Min. šuma i rudnika, 1926.
25. *Đorđević P.*, Uzroci sušenja naših hrastovih šuma. Šum. list 51, Zagreb 1927.
26. *Đurđić T.*, Uzroci sušenja hrastovih sastojina i preduzete mjere u području direkcije šuma Vinkovci. Šum. list 1932.

27. *Eckstein K.*, Die Schmetterlinge Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. II. Bd., Stuttgart 1915.
28. *Eckstein K.*, Forstliche Zoologie. Berlin 1897.
29. *Eidmann H.*, Eizahl und Eireifung einiger forstlich wichtiger Schmetterlinge. Z. angew. Ent., Bd. XIII. 1928.
30. *Eidmann H.*, Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. Z. angew. Ent., 15.
31. *Eidmann H.*, Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren: II Physiologischer Teil. Z. angew. Ent. XVIII, 1931.
32. *Eidmann H.*, Zur Kenntnis der Periodizität der Insektenepidemien. Z. angew. Ent. Bd. 18, 1931.
33. *Eidmann H.*, Zur Theorie der Bevölkerungsbewegung der Insekten. Anz. Schädlingsk. XIII. Jahrg. 1937.
34. *Escherich K.*, Die Forstinsekten Mitteleuropas, 3 Bd. Berlin 1931.
35. *Escherich K.*, Nonnenprobleme. NW. Z. Forst- u. Landw., 10. Jahrg., 1912.
36. *Escherich K.*, Tote Nonneneier. Naturwissenschaftliche Z. Forst- u. Landw., 1911.
37. *Franz Jost*, Über die genetischen Grundlagen des Zusammenbruches einer Masservermehrung aus inneren Ursachen. Z. angew. Ent. 31. Bd. (1949), Heft 2
38. *Friederichs K.*, Bedeutung der Biocönosen für den Pflanzenschutz gegen Tiere. Z. angew. Ent., Bd. XII. Berlin 1927.
39. *Friederichs K.*, Der Raupenfrass in der Schwinzer und Wooster Heide in ökologischer Betrachtung. Verhandl. VII. Int. Kongress. Ent. Bd. II., Weimar 1939.
40. *Friederichs K.*, Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der Land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Bd. I, Ökolog. Teil, Berlin 1930.
41. *Friederichs K.*, Die Grundfragen und Gesetzmässigkeiten der Land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Bd. II. Wirtschaftl. Teil, Berlin 1930.
42. *Friederichs K.*, Waldkatastrophen in biocönotischer Betrachtung. Anz. Schädlingsk. IV. Jahrg. (1928) Heft 11.
43. *Friederichs K.*, Welche Faktoren regeln die Individuenzahl in der Natur? Anz. Schädlingsk., 1929, Heft 10.
44. *Friederichs K.*, Zu den Meinungsverschiedenheiten über die Bewertung der einzelnen die Vermehrung von Insekten begrenzenden Faktoren. Anz. Schädlingsk. Jahrg. VII (1931), Heft 7.
45. *Gasow H.*, Das Eichensterben in Westfalen. Ein Gegenstück zu der Eichentrocknis in Slawonien und im Karste. Wien. allg. Forst- und Jagdztg. 1925.
46. *Gäbler H.*, Nadelmassen und kritische Eizahlen der Nonne für Fichte und Kiefer. Forstwiss. 1941.
47. *Glaser R. W.-Chapman J. W.*, Die »Wilt« (Polyederkrankheit) des Schwammspinners. Z. angew. Ent., Bd. I. 1914.
48. *Glaser R. W.*, Wilt of gipsy-moth caterpillars. J. agric. Res. No. 4, 1915.
49. *Hering M.*, Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.
50. *Hofmann Chr.*, Der Einfluss von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung von Lepidopteren. Z. angew. Ent., Bd. 20.
51. *Janisch E.*, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkungsgrösse der Umweltfaktoren auf Insekten. Z. Morphol. u. Ökol. Tiere, Bd. 17, 1930.
52. *Janisch E.*, Massenvermehrung forstlicher Schadinsekten. Dtsch. Forstztg. No. 10, 1941.
53. *Janisch E.*, Physiologische Grundlagen der Nonnenprognose. Anz. Schädlingsk. Nr. 12, 1936.

54. *Janisch E.*, Untersuchungen über Massenwechsel von Schadinsekten. Z. Pflanzenkrakh., 48, 1948.
55. *Janisch E.*, Über die Bewertung der Mortalitätsfaktoren beim Massenwechsel von Schadinsekten. Z. angew. Ent., Bd. XXVIII, 1941.
56. *Jordan H.*, Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere. Bd. I. Die Ernährung, Jena 1913.
57. *Josifović M.*, Le dépérissement du chêne (*Quercus pedunculata* Ehrh.) dans les forêts de Slavonie. Rev. Eaux For., 1926.
58. *Jošovec A.*, Gubar i ostale štetočinke. Opažanja u Žutici god. 1926. Šum. list 1926.
59. *Jošovec A.*, Gubar u Žutici 1927. Šum. list 1927.
60. *Judeich J. F.-Nitsche H.*, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, Wien 1895.
61. *Katzer K.*, Zum Frasse des Schwammspinners in Kroatien 1886/1889. Öst. Forst- u. Jagdztg., 1890.
62. *Kirchner H.*, Versuche über den Einfluss der Nahrung auf die Entwicklung und Fruchtbarkeit von *Carausis (Dixippus) morosus*. Z. angew. Ent., Bd. 27, 1940/41.
63. *Klimesch J.*, Eichensterben in Jugoslavien. Wien, allg. Forst- u. Jagdztg., 1924.
64. *Koča G.*, Gubar (*Ocneria dispar*). Šum. list 1888.
65. *Komárek J.-Breindl V.*, Die Wipfelkrankheit der Nonne und der Erreger derselben. Z. angew. Ent., Bd. X, 1924.
66. *Komárek J.*, Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne. Anz. Schädlingk. 11 Jahrg. Heft 6, 1933.
67. *Kovačević Z.*, Gubar i hrastove šume. Šum. list, br. 7 1931.
68. *Kovačević Z.*, Osvrt na masovnu pojavu gubara. Masovna pojava i sužbijanje gubara (*Lymantria dispar* L.) Institut za šumarska istraživanja, sv. 3, Zagreb 1949.
69. *Kovačević Z.*, Sušenje hrastova u Posavini s entomološko-biološkog gledišta. Šum. list 1928.
70. *Kurir A.*, Die Massenvermehrungsgebiete des Schwammspinners *Lymantria dispar* L. in Kroatien. Schriftenreihe des Südostinstitutes für Wald- und Holzforschung der Hochschule für Bodenkultur in Wien 1944.
71. *Langhoffer A.*, Gubar i sušenje naših hrastovih šuma. I. dodatak, Glasnik za šum. pokuse, 1927.
72. *Langhoffer A.*, Gusjenice prelaca u našim hrastovim šumama i obrana od njih. Šum. list 1925.
73. *Langhoffer A.*, Još o gubaru. Šum. list 1927.
74. *Langhoffer A.*, Najvažniji štetnici hrastovih šuma. Pola stoljeća šumarstva 1926.
75. *Langhoffer A.*, Gubar i sušenje naših hrastovih šuma, Glasnik za šumske pokuse 1926.
76. *Langhoffer A.*, Primjedbe o gubaru (*Ocneria dispar* L.). Šum. list 1900.
77. *Langhoffer A.*, Riječ o gusjenici gubara i rodbine. Šum. list 1925.
78. *Langhoffer A.*, Štetočinke hrasta prema sušenju hrastovih sastojina. Glasnik prirodosl. društva 1927.
79. *Langhoffer A.*, Štetočinke naših hrastovih šuma. Šum. list 1926.
80. *Maercks H.*, Der Einfluss der Nahrung auf die Entwicklung der Nonnenraupe. Arb. Physiol. u. angew. Ent., Berlin-Dahlem, Bd. 2, 3.
81. *Manojlović P.*, Sadanje stanje hrastovih šuma u Slavoniji. Pola stoljeća šumarstva 1876-1926, Zagreb 1926.
82. *Marcus B. A.*, Die Entwicklung der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) 1931 im Lorenzer Reichswald. Z. angew. Ent., Bd. 20, 1934.
83. *Martini E.*, Zur Terminologie in der Lehre von Massenwechsel der Organismen. Z. angew. Ent., Bd. VIII, 1931.
84. *Matić J.*, Sušenje hrastovih sastojina. Šum. list, 1926.

85. Mayer A., Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonnenraupen (*Lymantria monacha* L.) I.-II. Z. angew. Ent., Bd. 27.
86. Mayer E., Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. Z. angew. Ent., Bd. 18, 1931.
87. Mithat A., Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung des Schwammspinners, *Porthetria dispar* L. Z. angew. Ent., Bd. XX, 1934.
88. Mitscherlich H.-Wellenstein G., Die Nonne an Früh- und Spättreiberformen der Fichte. Monograph. angew. Ent., Nr. 15.
89. Mors H., Aktivität und Frass der Nonnenraupe in den verschiedenen Jahren ihrer Massenvermehrung. Monograph. angew. Ent., Nr. 15.
90. Mors H., Die Nonnefalter während ihrer Massenvermehrung. Monograph. angew. Ent. Nr. 15.
91. Mors H., Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Frasspflanze. Monograph. angew. Ent., Nr. 15.
92. Müller F., Sterblichkeit und Wachstum der Kiefernspannerraupe bei Futter aus Rheinbeständen und aus Mischwald. Z. angew. Ent., Bd. 26.
93. Nechleba A., Der Schwammspinner und das Eingehen der Kroato-slawonischen Eichenwäldungen. Anz. Schädlingsk., 1926.
94. Nechleba A., Verkümmern und Verderben von Brutten fortschädlicher Insekten. Anz. Schädlingsk. Jahrg. 3, 1927.
95. Nolte H. W., Beiträge zur Fortpflanzungsbiologie der Nonne (*Lymantria monacha*). Allg. Forst- u. Jagdztg. 115. Jahrg., Heft 5.
96. Nunberg M., Das schädliche Auftreten des Schwammspinners in der Gegend von Bochnia. Bull. ent. Pologne, T. IV. 2, Lwow 1925.
97. Nüsslin-Rhumbler, Forstinsektenkunde, 1922.
98. Oppel A.-Böhm A., Taschenbuch der mikroskopischen Technik. München-Berlin 1912.
99. Petkoff P., Der Einfluss des Futters auf die Entwicklung des Goldafters *Nygmia phacorrhoea* L. und des Ringelspinners *Malacosoma neustria* L., Verhandl. VII. Int. Kongress. Ent., Bd. IV, Weimar 1939.
100. Prüffer J., Observations et expériences sur les phénomènes de la vie sexuelle de *Lymantria dispar* L., Bull. Acad. polon. Sci. Lettr. Sér. B, Sci. Nat. Cracovie 1924.
101. Ratzeburg J. T. C., Die Waldverderber und ihre Feinde. 4. Aufl., Berlin 1856.
102. Ratzeburg J. T. C., Die Forstinsekten. 2. Teil: Die Falter, Berlin 1840.
103. Reh L., Witterung und Insekten. Anz. Schädlingsk. IX. Jahrg. (1933), H. 9.
104. Roegner-Aust S., Der Infektionsweg der Polyederepidemie der Nonne, Z. angew. Ent., Bd. 31, H. 1.
105. Ružička J., Die neuesten Erfahrungen über die Nonne in Böhmen. Cbl. ges. Forstw. 50 Jahrg. (1924), Nr. 1-3.
106. Ružička J., Erfahrungen über die Nonne (*Liparis monacha*). Referat für den int. Forstkongress in Rom, 1926.
107. Sachtleben H., Die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.). Monogr. Pflsch. 3, Berlin 1929.
108. Sattler H., Die Entwicklung der Nonne, *Lymantria monacha*, in ihrer Abhängigkeit von der Nahrungsqualität. Z. angew. Ent., Bd. XXV. H. 4.
109. Schedl K., Der Schwammspinner (*Porthetria dispar* L.) in Euroasien, Afrika und Neuengland. Berlin 1936.
110. Scheidter F., Über Begattung und Eiablage von *Lymantria dispar* L. Z. Land- u. Forstw., 1909.
111. Schwerdtfeger F., Die Ermittlung der Mortalität der Raupen während einer Insektenepidemie. Anz. Schädlingsk. VII. Jahrg., H. 8.
112. Schwerdtfeger F., Studien über Massenwechsel einiger Forstschädlinge. Z. Forst- u. Jagdw. Berlin, Jahrg. 67 (1935).

113. *Schwerdtfeger F.*, Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. Z. angew. Ent., Bd. XXVIII, 1941.
114. *Sedlaczek W.*, Die Nonne (*Lymantria Monacha L.*) Wien 1909.
115. *Sedlaczek W.*, Verbreitung und Befallsdichte des Schwammspinners im Burgenland im Jahre 1931. Cbl. ges. Forstw. 58 Jahrg., Wien 1932.
116. *Speyer W.*, Entomologie, mit besonderer Berücksichtigung der Biologie, Ökologie und Gradationslehre der Insekten. Dresden-Leipzig 1937.
117. *Sprengel L.*, Untersuchungen über Zustand und Entwicklung der Eier in der Ovarien geschlüpfter Lepidopteren. Anz. Schädlingssk., 4. Jahrg. 1928.
118. *Stauder H.*, Beiträge zur Biologie der Raupen von *Lymantria dispar* und *Phalacropteryx praeceus* Stgr. Z. wiss. Insektenbiol. 9. Jahrg.
119. *Stober W. K.*, Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Lepidopteren. Z. vergleich. Physiol., Bd. 6. H. 3/4.
120. *Stojanović I.*, O gubaru (*Lyparis dispar L.*) Šum. list 1889.
121. *Tavčar A.*, Biometrika u poljoprivredi. Zagreb 1946.
122. *Titschack E.*, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der Massenzucht auf das Einzeltier. Z. angew. Ent., Bd. 23, 1937.
123. *Titschack E.*, Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. II. *Tineola biselliella* Hum. Z. wiss. Zool. 128, 126.
124. *Titschack E.*, Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. III. *Cimex lecturalis L.* Z. Morph. u. Ökol. Tiere, 17, 1930.
125. *Tubeuf von.*, Weitere Beobachtungen über die Krankheit der Nonne, Forstnaturw. Z. 1892.
126. *Ulmann E.*, Die regulatorische Bedeutung der Bevölkerungsdichte für das natürliche Gleichgewicht einer Art. Z. angew. Ent., Bd. XXVIII, 1941.
127. *Ugrenović A.*, Waldinsektenschäden in Slawonien. Ost. Forst- u. Jagdztg., 1907.
128. *Vajda Z.*, Klimatske okolnosti i gradacija gubara u razdoblju od godine 1942-1948. Masovna pojava i suzbijanje gubara. Inst. šum. istraž. sv. 3, Zagreb 1949.
129. *Vajda Z.*, Koji su uzroci sušenju hrastovih posavskih i donjopodravskih šuma. Šum. list 1948.
130. *Vajda Z.*, Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje hrastovih posavskih i donjopodravskih nizinskih šuma. Inst. šum. istraž. sv. 1, Zagreb 1948.
131. *Vajda Z.*, Uzroci epidemijskog ugibanja brijestova. Glasnik za šumske pokuse knj. 10, 1952.
132. *Voelkel H.*, Vorläufige Mitteilung über den gesetzmässigen Ablauf der Massenvermehrung von Insekten. NachrBl. dtsh. PflSchDienst., Bd. 10, 1930.
133. *Vukasović P.*, O navali gusjenica gubara (*Lymantria dispar*) u 1934. god. Arh. Min. poljoprivrede 1934.
134. *Vukasović P.*, Prilog proučavanju gusenice gubara (*Lymantria dispar*) u 1935. god. Arh. Min. poljoprivrede 1936.
135. *Wachtl A.*, Die Nonne (*Lymantria (Psilura) Monacha L.*) Wien 1907.
136. *Wachtl F. A.*, Neue Gesichtspunkte über die Entstehung von Nonnenkalamitäten und die Mittel zu ihrer Abwehr. Cbl. ges. Forstw., H. 4, Jahrg. 1910.
137. *Wachtl A. F.-Kornauth K.*, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Biologie und Pathologie der Nonne (*Psilura monacha L.*). Mitt. forstl. Versuchsw. Ost., XVI H. Wien 1893.
138. *Wehmer C.*, Die Pflanzenstoffe I. II. Bd., Jena 1929-35.
139. *Weidling K.*, Die Beeinflussung von Eiröhrenzahl und grösse einiger Dipteren durch Hunger in Larvalstadium mit einigen Beobachtungen über die Chaetotaxis der Hungertiere und über den Einfluss verschiedener physikalischer und chemischer Einwirkungen auf den Entwicklungsgang dieser Tiere. Z. angew. Ent. 14, 1929.

140. *Wellenstein G.*, Die Bearbeitung der ostpreussischen Nonnenvermehrung (1933–1937) durch die Waldstation für Schädlingsbekämpfung und Jagdhaus Rominten. Monogr. angew. Ent. Nr. 15.
141. *Wellenstein G.*, Zum Massenwechsel der Nonne. Monogr. angew. Ent. Nr. 15.
142. *Wilke S.*, Die diesjährigen Schäden im Obstbau. NachrBl. dtsh. PflSchDienst., 1925.
143. *Wolff M.-Krausse A.*, Die Forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.
144. *Zezulka:* *Ocneria dispar* und *Porthesia chrysoorrhoea* in Slawonien. Ust. Forst- u. Jagdztg. 1915.
145. *Zezulka:* *Ovogodišnja opažanja gubara (Ocneria dispar) i zlatokraja Porthetria chrysoorrhoea*. Sum. list 1915.
146. *Zwölfer W.*, Die Pebrine des Schwammspinners und des Goldafters, eine neue wirtschaftlich bedeutungsvolle Infektionskrankheit. Z. angew. Ent., XII.
147. *Zwölfer W.*, Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. angew. Ent., Bd. 19, 1932.
148. *Zwölfer W.*, Studien über Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. Z. angew. Ent., XX.
149. *Zwölfer W.*, Studien über Ökologie und Epidemiologie der Insekten. I. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Z. angew. Ent., Bd. 17.
150. *Zwölfer W.*, Zur Theorie der Insektenepidemien. Biol. Cbl., Bd. 50, 1930.
151. *Živojinović S.*, Šumarska entomologija. Beograd 1948.

Dodatak:

152. *Roegner-Aust S.*, Populationsanalytische Untersuchungen über die Sterblichkeit von Nonnenraupen, Z. angew. Ent., Bd. 31, H. 2.

Dr. ing. for. et ing. techn. ZDENKO TOMAŠEGOVIĆ:

**O POUZDANOSTI AEROFOTOTAKSACIJE
ZA NEKE DENDROMETRIJSKE POTREBE
ŠUMSKOG GOSPODARSTVA**

ON THE RELIABILITY OF APPLICATION OF AERIAL
PHOTOGRAPHS IN FOREST MENSURATION

Radnja primljena na štampanje 18. IV. 1954.

Disertacija

Uvod - Introduction

- A) O odnosu dimenzija krošnje i prsnovisienskog promjera - On the correlation between the crown diameter and d, b, h. of stems
1. Prikaz problema - Presentation of the problem
 2. Osvrt na neka dosadašnja istraživanja - Comments on some investigations carried out so far
- B) Fotogrametrijsko određivanje drvnih masa - Stand volume estimation by means of aerial photographs
1. Karakteristike - Characteristics
 2. Sistematika metoda - Methods
 - a) po Neumannu - after Neumann
 - b) po Spurru - after Spurr
 - c) po Woderi - after Wodera
 3. Izbor metode - Choice of the method
- C) Vlastita istraživanja s naročitim obzirom na bukove sastojine u Zagrebačkoj gori - The author's own investigations with regard to beech stands in Zagrebačka gora Mountain
1. Podaci općih prirasno prihodnih tablica - Yield tables data
 2. Prikupljanje podataka na terenu - Field data collection
 3. Korelacija između prosječne širine krošnje D i $d_{1,3}$ - Correlation between average total crown diameter and d, b, h.
 - a) bez obzira na sklop - without regard to crown closure of stands
 - b) s obzirom na sklop - with reference to crown closure of stands
 4. Višestruka korelacija - Correlation between average total crown diameter, total tree height and d, b, h.
 5. Točnost posrednog određivanja $d_{1,3}$ - Accuracy of indirect measurement of d, b, h.
 6. Točnost mjerenja visina stabala i dimenzija krošanja na aerofotogramcima - Accuracy of the height- and crown diameter measurements on aerial photographs
 7. Točnost fotogrametrijskog određivanja drvnih masa - Accuracy of volume estimation on aerial photographs
 8. Razmatranja o primijenjenoj tehnici fotogrametrijske restitucije - Observation on the techniques applied to photo-interpretation by the author
- D) Zaključna razmatranja - Conclusive comments

Promatrajući sa šumarske točke gledanja, fotogrametrija nam se predočuje kao geodetska i kao šumarska fotogrametrija. U oba ta vida fotogrametrija je skup mjernih metoda. U svom prvom vidu ima za konačan cilj kartiranje manjih ili većih, nepošumljenih ili pošumljenih površina u horizontalnom i vertikalnom smislu. Kao glavne ciljeve šumarske fotogrametrije treba istaknuti izlučivanje sastojina i utvrđivanje elemenata za njihov opis, a posebno za brzu i dovoljno pouzdanu procjenu drvnih masa. Od elemenata za procjenu drvnih masa pomoću aerofotosnimaka dolaze u obzir: širina krošnje, visina stabala, sklop sastojine, odnosno broj stabala na jedinici površine.

Šumarska fotogrametrija treba dakle da pokaže put i unaprijedi metode za određivanje drvnih masa na temelju raspoloživih elemenata. Kao jedno od osnovnih problema javlja se pitanje korelacije između elemenata (krošnja, visina stabala), koji se na snimcima mogu mjeriti, i promjera debla u visini 1,3 m ($d_{1,3}$), tog glavnog-dosadašnjeg indikatora drvne mase.

Svrha je ove radnje, da na temelju dosada poznatih kao i vlastitih istraživanja nešto pridonese:

1. *pitanju spomenute korelacije, kao i dostiživog stupnja aerofototaksacijske pouzdanosti za neke dendrometrijske potrebe;*
2. *unapređenju tehnike rada (fotogrametrijske restitucije pomoću kontaktnih kopija).*

Vlastita istraživanja osnovana na terenskim mjerenjima (god. 1951.), kao i kasnijim institutskim radovima (god. 1952.) bila su omogućena susretljivom podrškom *Glavne uprave za šumarstvo Narodne republike Hrvatske, Zavoda za geodeziju na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu, Zavoda za fotogrametriju Tehničkog fakulteta u Zagrebu i suradnjom slušača šumarstva Josipa Ferbežara, Rene Sušnja i Hinka Špendla, koji su me savjesno pomagali u mojim nastojanjima.*

A) O ODNOSU DIMENZIJA KROŠNJE I PRSNOVISINSKOG PROMJERA - ON THE CORRELATION BETWEEN THE CROWN DIAMETER AND D. B. H. OF STEMS

1. *Prikaz problema - Presentation of the problem*

Najvažniji proizvod aerofotogrametrijskog snimanja predstavljaju strmi snimci dobiveni sa snimališta, koja se nalaze nekoliko stotina ili hiljada metara nad Zemljom. Od snimljenih šumskih sastojina preslikavaju se na ravninu negativa krošnje i mjestimice između njih tlo. Prsnovisinski ili koji drugi promjer debla

ostaje nepreslikan. Za određivanje drvene mase sastojina (ili stabala) potrebno je pored visine stabala i obličnog broja poznavanje haš prsnovisinskog (ili kog drugog promjera) debla, jer je poznato iz nauke o izmjeri drveća da:

a) prsnovisinski promjer debla oscilira unutar sastojine relativno jače negoli visina ili oblični broj,

b) prsnovisinski promjeri indiciraju debljinsku strukturu sastojine, te da se

c) točnost određivanja drvnih masa osniva najviše na točnom poznavanju prsnovisinskog promjera.

Budući da se na aerosnimcima mogu odrediti: dimenzije projekcije krošnje, visine stabala i sklop, to se nameće pitanje, da li je moguće i s kakvom pouzdanosti odrediti $d_{1,3}$ na temelju spomenutih mjernih elemenata.

Količina drvene mase stabla rezultat je hranjenja stabla mineralnim tvarima iz tla s jedne i asimilacijskog procesa s druge strane. Što je proces asimilacije jači, to je veća količina organskih tvari, koje se deponiraju u živom dijelu debla [22]. Analizom suhe tvari drveta ustanovljeno je, da se ona sastoji pretežno iz elemenata atmosfere. Učešće tih elemenata iznosi oko 99% [8].

Kad se govori o odnosu krošnje i promjera $d_{1,3}$, ustvari bi trebalo uzimati biološki aktivnu masu lišća te nju dovoditi u vezu sa dimenzijama stabla. No taj način ne bi bio u aerofototaksaciji izvodljiv, jer se masa lišća pa ni volumen krošnje na aerofotonsnimcima sadašnjim sredstvima ne može odrediti. Umjesto mase lišća ili volumena krošnje prinuđeni smo služiti se projekcijom krošnje odnosno dimenzijama (promjerima D) te projekcije, želimo li odrediti promjer $d_{1,3}$. To nas dovodi do korelacijske zavisnosti veličina D i $d_{1,3}$. Ta korelacijska zavisnost treba da pokaže, da li postoji neka karakteristična raspodjela (distribucija) promjera $d_{1,3}$ u zavisnosti o D (ili i još kojem drugom mjernom elementu).

Da li će snimci velikog mjerila (1 : 500 ili krupnije) dobiveni Continuous Strip kamerom [20] ili t. zv. mikrofotometar [4] [21] omogućiti mjerenje volumena krošnje, pokazat će budućnost.

U prvim nastojanjima za indirektno određivanje $d_{1,3}$ služe se neki autori samo dimenzijama projekcije krošnje. Kasnije dolazi u nekim radovima do izražaja primjena i drugih mjernih elemenata (sklop, visina, pa čak i starost sastojine). Prvi radovi odlikuju se izlaganjem općenitih misli, djeluju direktivno u razmjerno uskom području razmatranja. Razvojem je došlo do svestranije analize problema.

Problematika odnosa krošnje (dimenzija krošnje) i nekih naprijed spomenutih elemenata i promjera $d_{1,3}$ nalazi se zapravo još u početnoj fazi. Broj radova iz tog područja razmjerno je malen, ograničen samo na neke vrste drveća i manje dijelove areala tih vrsta.

2. Osvrt na neka dosadašnja istraživanja – Comments on some investigations carried out so far

O odnosu dimenzija krošnje i promjera $d_{1,3}$ izražene su prve misli, ma da samo u općem obliku, već kod nekih autora 19. vijeka. Spomenut ću samo dvojicu: *Königa* [9] i *Presslera* [17].

Prema prvom je autoru prostor, što ga zaprema stablo, predstavljen stupom, za koji je karakterističan tlocrt. Taj tlocrt naznačuje prostor, na kome se odvijaju životne funkcije stabla od najdonjeg dijela korijenova sistema do vrha krošnje. *König* izvodi – sasvim spekulativno – zaključak: Što jače dimenzije debla (promatra u krajnjoj konsekvenci opseg debla u visini 1,3 m) u nekoj sastojini podjednakog rasta, to veći prostor zaprema to stablo. Drugim riječima: široj krošnji (pod inače podjednakim okolnostima) pripadaju i jače dimenzije debla. Nije pristaša mjerenja projekcije krošnje, a najmanje pretpostavke, da je ta projekcija kružnog oblika. Smatra, da je projekcija teško ustanovljiva, te se izjašnjava za kvadrat, kao tlocrt prostora stabla. Taj je kvadrat kvocijent površine sastojine P i broja stabala N . To znači, da bi ustanovljivanje odnosa D i $d_{1,3}$ po *Königu* bilo moguće izvršiti samo u sklopljenim sastojinama. Kod nepotpuno sklopljenih sastojina došli bismo u veliku nepraviliku timē, što bi pojedinim stablima trebalo pridati razmjerno velik tlocrt krošnje, koji sa stvarnim asimilacijskim aparatom nema prave veze. A i forma kvadrata, za koju se zalagao *König*, izgleda suviše umjetna, pa zadovoljava kalkulatora samo apstraktno.

Nešto određenije o odnosu dimenzija krošnje i dimenzija debla izražava se *Pressler* [17]. Svoja izlaganja osniva djelomično na promatranju voćaka, a i šumskog drveća. On kaže od riječi do riječi: »Stablo ili sastojina sa dvostruko većom sposobnosti asimilacijskog aparata ima, dakle, (pod inače istim okolnostima) i dvostruko veću godišnju proizvodnju, t. j. dvostruki prirast izražen u kubičnim stopama ili hvatima«. U svojoj rečenici kao da se, s obzirom na iznesene elemente, opredjeljuje za linearnu korelaciju. Pritom misli na površinu lišća s istim biološkim intenzitetom. Smatra, da gornji i vanjski dijelovi krošnje pridonose bitno više za proizvodnju drveta negoli nutarnji i donji dijelovi. Takvim mišljenjima trebalo je dati stvarniju osnovu, koja se može postići putem potrebnih mjerenja.

Zaključke izražene numerički po prvi put nalazimo u aerofototaksacijskoj literaturi tek u god. 1924. kod *Ristowa* [10]. Taj

autor smatra, da se odnos $\frac{D}{d}$ mijenja prema vrsti drveća, starosti,

sklopu i bonitetu. Koliko god ovo mišljenje izgleda na prvi mah i prihvatljivo, trebalo ga je svakako potrebnim opažanjima braniti, jer bi se tek u tom slučaju dali izvesti potpuniji zaključci.

Odnos $\frac{D}{d}$ *Ristow* je odredio za bor u reviru *Bärentshoren* (u

jednoj sastojini rijetkog sklopa). Dimenzije krošanja (iz dva mjerenja promjera) za 100 stabala spomenute sastojine odredio je na aerosnimcima krupnog mjerila (1 : 4.000). Služio se Hugerhoffovim instrumentom *Autokartografom*. Prsnovisinski promjer stabla mjerio je direktno na terenu. Komparacijom tih podataka došao je do odnosa za bor

$$\frac{D}{d_{1,3}} = 15,55 \quad \text{a)}$$

Grafički prikaz odnosa $\frac{D}{d}$, prema *Ristowu*, pokazuje, da su promjeri $d_{1,3}$ u jednoj te istoj sastojini linearne funkcije promjera krošnje.

Radove *Ristowa*, u pogledu odnosa $\frac{D}{d_{1,3}}$; izvršene, doduše, preciznim restitucijskim instrumentom treba, s obzirom na metode i opseg, shvatiti kao prve, razmjerno skromne, priloge aerofototaksaciji. Odnos a) bio bi pouzdaniji, da je osnovan na direktnom mjerenju promjera D .

I *Zieger* [25] se bavi odnosom D i $d_{1,3}$ za bor u sklopljenim sastojinama Saske. I kod njega je izražena misao, da je ustanovljivanje odnosa asimilacijskih organa i produkcije drvene mase težak problem. Stoga se zalaže, da se za potrebe aerofototaksacije uzima element krošnje, koji se može i na snimcima mjeriti. Pritom smatra, da to treba biti maksimalni promjer krošnje (D_{maz}). Za određivanje odnosa $\frac{D}{d}$ služi se podacima Saske pokusne stanice

(2015 borovih stabala). Grafički izjednačena krivulja $\frac{D}{d} = f(d)$

u prvom svom dijelu okrenuta je osi apscisa (d) konveksnom stranom; od $d = 12 \text{ cm}$ spušta se laganim nagibom gotovo linearno do $d = 34 \text{ cm}$, gdje počinje stagnirati, t. j. prolazi dalje gotovo paralelno s osi apscisa. Da bi tražio, bar grafičkim zorom, utjecaj starosti na odnos $\frac{D}{d}$, svoj je opažački materijal razdijelio na tri dijela: a) stabla od 1 do 40 god. starosti b) 40 do 80 g. i c) preko 80 g. Za svaki taj dio nanio je redom nad apscise pripadne ordinate $\frac{D}{d}$. Iz tog je grafičkog zora zaključio, da ordinate kod različite starosti ne mijenjaju tok prvobitne krivulje ($\frac{D}{d} = f(d)$)

te da prema tome starost ne utječe na tražene odnose. Točnost krivulje $\frac{D}{d} = f(d)$ istražio je za različite apscise (d) pomoću

formule za srednju pogrešku aritmetiske sredine. Ova pogreška je prosječno iznosila $\pm 5,19\%$.

Ziegerov rad predstavlja vrijedan prilog aerofototaksaciji. Analitička umjesto grafičke metode izjednačenja može imati prednosti pri obradi rezultata, da smanjuje eventualni osobni utjecaj (personalno shvaćanje odnosno pogrešku). Zieger se u izvodu odnosa $\frac{D}{d}$ zadovoljava jednim jedinim ulazom, t. j. D . Da li je to baš opravdano, razmotrit ćemo u poglavlju C.

Odnos promjera D i $d_{1,3}$ za bor u Škotskoj studirao je Macdonald [5] u dvjema 50-godišnjim borovim sastojinama. Te odnose daje na osnovu grafičke analize u linearnom obliku, i to posebno za dominantna (α), a posebno za kodominantna stabla (β) jedne slabo (I) i jedne jako prorijedene sastojine (II). Spomenute linearne jednadžbe glase:

$$\begin{array}{ll} I & \begin{array}{l} a) D = -0,32 + 14,5 d_{1,3} \\ \beta) D = -0,55 + 15,9 d_{1,3} \end{array} \\ II & \begin{array}{l} a) D = -0,77 + 17,5 d_{1,3} \\ \beta) D = -0,96 + 19,4 d_{1,3} \end{array} \end{array} \quad \dots \dots \dots b)$$

Glavna je mana tog Macdonaldova rada u neobično uskom izabranom području za $d_{1,3}$. U svom studiju navedenih dviju sastojina opazio je stabla sa d u intervalu od 16 do 24 cm, tako da je teško iz njegovih korelacijskih jednadžbi b) izvoditi mjerodavne zaključke.

Na temelju podataka švicarske pokusne stanice (radovi Fluryja iz g. 1907. i Balsigera) postavio je Wodera [24] korelacijske jednadžbe za sklopljene sastojine smreke (α), bukve (β), jele (γ) i bora (δ), koje glase

$$\left. \begin{array}{l} a) d = -33,6 + 26,6 D - 2,5 D^2 \\ \beta) d = -6,4 + 8,7 D - 0,4 D^2 \\ \gamma) d = -5,2 + 6,8 D \\ \delta) d = -3,5 + 8,1 D + 0,31 D^2 \end{array} \right\} \dots \dots \dots c)$$

Wodera se poput Ziegera izjašnjava za upotrebu maksimalnog promjera krošnje. Wodera [24] nije precizirao razlog upotrebe polinoma ($d = a_0 + a_1 D + a_2 D^2$). Iz sl. 4. se razabira, da polinom za bukvu kulminira kod $D = 10 m$, t. j. da je jednadžba c β) za $D > 10 m$ neuporabljiva. Kulminacija kod $D = 10 m$ uvjetuje naravski i tok krivulje prije kulminacije, što može da poremeti prirodni tok krivulje.

Za indirektno određivanje $d_{1,3}$ Spurr [20] daje grafikone za američke vrste smreke, bora, breze, javora i bukve. Spurr smatra,

da je promjer krošnje približno šesnaest puta veći od prsnovisinskog promjera, te da taj odnos vrijedi za mnoge američke vrste (srednji debljinski razredi). Zaključuje, da se $d_{1,3}$ indirektnim određivanjem može ustanoviti s pogreškom od ± 2 inča.

Opsežan studij indirektnog određivanja $d_{1,3}$ proveo je *Halaj* [5] za smreku, na osnovu vlastitih terenskih opažanja. Izbor smreke izvršen je, prema autorovim riječima, iz razloga, što se njen pravilan rast pokazuje naročito prikladan za istraživanje korelacijskih zavisnosti. Terenska opažanja izvršio je na 21.750 stabala u 25 sastojina. Starost tih sastojina kretala se od 40 do 110 godina; bonitetni razredi od I do III. Za svaku od 25 sastojina odredio je pomoću visinske krivulje visinu plošnog srednjeg stabla.

Sklop je tih sastojina odredio okularno i mjerno ($\frac{g^*}{P}$; g^* je zbroj

površina projekcija krošanja, a P površina uzorka sastojine) na primjernim krugovima veličine 0,1 ha (po dva u svakoj sastojini). Projekcije krošanja odredio je pomoću letava dužine 5-6 m, koje su pomoćnici postavljali od oka pod rub krošnje. Brzina rada kod projiciranja krošnje bila je velika (dva figuranta izmjerili su u jednom satu 70-170 krošanja). Starost sastojina odredio je izbrajanjem godova na panju.

Halaj studira najprije korelaciju između širine krošnje i $d_{1,3}$. Dolazi do zaključka, da je ta korelacija linearna. Taj zaključak izvodi razmatranjem grafičkog prikaza zavisnosti $d = f(D)$, te za 3 od 25 sastojina pomoću t. zv. *Pearsonova* korelacijskog faktora ϱ_{12} , ϱ_{21} (indeks 1 odnosi se na D , indeks 2 na $d_{1,3}$) koji daje uvid u kvalitet korelacije između znakova 1 i 2 nezavisno od okolnosti, da li se radi o linearnoj ili krivocrtnoj korelaciji. Usporedba korelacijskog koeficijenta $r_{1,2}$, koji karakterizira kvalitet linearne korelacije, s veličinama ϱ_{12} , ϱ_{21} daje odgovor, da li je bolja pretpostavka linearne ili krivocrtne korelacije. Za spomenute 3 sastojine, za koje autor smatra, promatranjem grafikona, da bi se mogla očekivati krivocrtna korelacija, ustanovio je, da je

$$r_{1,2} \doteq \varrho_{12} \doteq \varrho_{21} \quad \dots \quad d)$$

t. j. da su odnosi $\varrho_{12} = \varrho_{21}$ (međusobno jednaki) i osim toga približno jednaki koeficijentu $r_{1,2}$. Time autor dolazi do definitivnog zaključka, da je korelacijski odnos $d = f(D)$ linearan. Korelacijski koeficijent $r_{1,2}$ iznosi u srednjem $0,7248 \pm 0,0572$ (srednja pogreška korelacijskog koeficijenta razmjerno je velika, pogotovo ako se uzme u obzir broj opažanja). Minimalna vrijednost korelacijskog koeficijenta iznosi 0,5907, a maksimalna 0,8551. Ovo kolebanje smatra slučajnim, jer se ne može korelacijom između $r_{1,2}$ i bilo koje druge mjerne veličine (visina, starost, sklop) ustanoviti zavisnost koeficijenta $r_{1,2}$ o tim veličinama.

Dalji stupanj u *Halajevu* radu je istraživanje međusobne zavisnosti veličina X_1 (promjer krošnje) X_2 ($d_{1,3}$), X_3 (srednja

sastojinska visina H_s), X_4 (starost) i X_5 (sklop s). Na temelju komparacije parcijalnih korelacijskih koeficijenata r_{ij} između navedenih pojedinih veličina (X) sa q_{ij} i q_{ji} dolazi do zaključka, da postoji linearna korelacija samo između X_1 i X_2 (D i $d_{1,s}$), X_1 i X_5 (D i s), te X_2 i X_5 ($d_{1,s}$ i s). Korelacije između

$$\left. \begin{array}{l} X_1, X_3 \\ X_1, X_4 \\ X_2, X_3 \\ X_2, X_4 \end{array} \right\} \dots \dots \dots e)$$

su za smreku prema *Halaju* izrazito krivocrtne, tako da se te 4 parcijalne korelacije ne bi mogle tretirati kao linearne. Svrha je autorova, da $d_{1,s}$ izrazi kao korelacijsko zavisnu veličinu o D , H_s , A (starosti) i s . No uvođenjem H_s i A remetila bi se linearnost takve korelacije, kako to pokazuju već parcijalne korelacije između veličina navedenih pod *e*).

Ni uvođenje eksponencijalne zavisnosti

$$\left. \begin{array}{l} X_3 = e^{X_1} \\ X_4 = e^{X_2} \end{array} \right\} \dots \dots \dots f)$$

koja u logaritamskom obliku daje linearne jednadžbe

$$\left. \begin{array}{l} \log X_3 = k X_1 \\ \log X_4 = k X_2 \end{array} \right\} \dots \dots \dots g)$$

ne vodi do željene linearne korelacije, jer se korelacijski koeficijenti r_{ij} pri logaritamskom obliku ne popravljaju, štoviše, oni postaju nešto manji.

Podjela opažaćkog materijala prema $d_{1,s}$ ($d < 24,5 \text{ cm}$ i $d > 24,5 \text{ cm}$), odnosno prema D ($D < 3,7 \text{ m}$ i $D > 3,7 \text{ m}$) u dva kolektiva, i uvođenje slomljenog pravca (prijelomi kod navedenih vrijednosti od $24,5 \text{ cm}$ odnosno $3,7 \text{ m}$) smanjuje korelacijske koeficijente.

Autor napušta dalje istraživanje o nelinearnosti odnosa veličina navedenih u *e*), pa pribjegava aproksimaciji o linearnoj korelaciji, koja u definitivnoj numeričkoj formi glasi .

$$\begin{aligned} X_2 = & +4,9970 + 6,2123 X_1 + 0,1086 X_3 - \\ & - 0,04705 X_4 + 4,9088 X_5 \dots \dots \dots h), \end{aligned}$$

te istražuje točnost ove pretpostavke i točnost, koju daju linearne korelacijske jednadžbe

$$X_2 = +26,8357 + 7,3486 X_1 - 28,4626 X_5 \dots \dots \dots i)$$

$$X_2 = 2,5 + 8,031 X_1 \dots \dots \dots j),$$

t. j. jednadžbe, koje su građene na dva, odnosno na jednom argumentu (X_2 je u tim jednadžbama izražen u *cm*, a X_1 u *m*).

Na osnovu direktno mjerenih X_2 ($d_{1,3}$) i onih, koji se dobiju indirektno pomoću jednadžbi h , i , j), dolazi Halaj do zaključka, da jednadžba h) daje najbolje rezultate. Srednja pogreška procjene $d_{1,3}$ pomoću jednadžbe h) iznosi $\pm 3,93$ cm.

Tom je dakle jednadžbom promjer $d_{1,3}$ za opažane sastojine najbolje opisan.

Što se tiče prikupljanja podataka na terenu treba primijetiti, da tako dugačke letve (5–6 m), kao što ih je upotrebio Halaj, i pri spomenutoj brzini rada (opažanja 70 do 170 stabala u jednom satu) ne mogu osigurati točnost projiciranja krošnje. Već mali nagib letve od 2° na dužini (visini) od 5 m izaziva linearnu pogrešku od 17,5 cm.

Mjerenje visina nije autor obavio na svakom stablu sastojine, nego samo na jednom dijelu stabala. U istraživanjima i sastavu korelacijskih jednadžbi služio se srednjom sastojinskom visinom očitanoj iz visinske krivulje za plošno srednje stablo. Mjerenje visina svih stabala u sastojini skopčano je zaista s nekim teškoćama. No izgradnja korelacija s individualnim visinama bila bi vjerojatno finija. A pogotovo u onim sastojinama, gdje visina jače koleba.

Smatram da uvođenje u korelacijsku jednadžbu h) starosti i sklopa, izraženog u desetinkama, ima svojih nedostataka. Starost se naime na aerofotosnimcima ne da dovoljno točno utvrditi. Pretpostavka, da je starost sastojina poznata a priori, te da se za pojedine sastojine na snimcima prema tome zna za starost, mislim da ima svoje mane. Naime i tamo, gdje su iz knjigovodstva poznate starosti sastojina, ostaje još neriješeno pitanje besprije-korne identifikacije tih sastojina na snimcima. (Vidi i C-1).

Zatečeni pak sklop sastojine ne mora nipošto značiti, da se u tom sklopu sastojina razvijala u toku cijelog svog života. Taj zatečeni sklop (0, x) mogao je nastati iz većeg, a i iz manjeg sklopa, što ne može biti svejedno. Ako je potrebno uzimati sklop u obzir, onda će biti probitačnije klasificirati sastojine kao uglavnom trajno gusto (sklopljeno) rasle ili uglavnom rjeđe sastojine (manji sklop), ukoliko je takvo saznanje o sastojinama moguće.

Da je Halaj tražio korelacijsku jednadžbu h) i na nekim drugim plohama izvan njegovih primjernih sastojina, došao bi do još potpunijih rezultata.

Što se tiče sklopa, treba navesti i misli, koje je izrekao Ilvessalo [6], naime: da li konkretni sklop potječe od nepotpune sjetve, prebirne sječe ili kapaciteta stojbine, ne može biti potpuno svejedno.

Pri skupljanju podataka za sastav drveno gromadnih tablica za vrste bor (*Pinus silvestris*), smreku (*Picea excelsa*) i brezu (*Betula alba*) i Ilvessalo [6] izučava odnos promjera krošnje i $d_{1,3}$. Pritom se služi maksimalnim promjerom krošnje, koji je mjerio

na oborenim stablima. O dopustljivosti linearne korelacije *Ivessalo* izričito ništa ne kaže, no on je, u vezi sa grafikonima, uzima kao pretpostavku. Za 2815 borovih stabala dobiva korelacijski koeficijent 0,77, ako visine stabala ne uzima u obzir. Kod grupiranja stabala u visinske razrede od 2 m dobiva veći korelacijski koeficijent, i to za bor od 0,77 do 0,85, za smreku (broj opažanja 978) od 0,39 do 0,55, a za brezu (broj opažanja 734) od 0,64 do 0,79. Relativno najveće pogreške pokazuje korelacijski koeficijent za smreku (od $\pm 0,047$ do $\pm 0,094$). Njegova istraživanja o korelaciji maksimalnog promjera krošnje i promjera debla u visini maksimalne širine krošnje pokazuju, da je pripadni korelacijski koeficijent isti kao i kod korelacije $d_{1,3} = f(D)$. Zaključuje, da se tom, pa onda još i daljom korelacijom između promjera debla u visini maksimalne širine krošnje i promjera $d_{1,3}$, ne može doći do boljih rezultata negoli direktnim odnosom $d_{1,3} = f(D)$.

Ivessalo zaključuje prema svojim opažanjima, da se promjer $d_{1,3}$ pojedinih stepena stabala, formiranih po širinama krošnje (stepeni širine 0,5 m), može odrediti sa srednjom pogreškom (prosječno) od $\pm 5\%$ do $\pm 10\%$.

Rezultati za smreku (vidi naprijed navedene korelacijske koeficijente) nisu u skladu s *Halajevim* rezultatima. Korelacijski koeficijent za smreku po *Ivessalu* kreće se od 0,39 do 0,55; po *Halaju* (kod odnosa j) od 0,5907 do 0,8551. *Ivessalo* drži, da je maloj vrijednosti korelacijskog koeficijenta za smreku razlog, što je maksimalna širina krošnje kod te vrste mnogo niže na stablu negoli kod bora ili breze, i drugo vrlo važno svojstvo, da ta visina na raznim stablima pokazuje veće kolebanje negoli kod drugih vrsta drveća. To vrijedi po *Ivessalu* naročito za južni dio Finske.

B) FOTOGRAMETRIJSKO ODREĐIVANJE DRVNIH MASA - STAND VOLUME ESTIMATION BY MEANS OF AERIAL PHOTOGRAPHS

1. Karakteristike - Characteristic

Fotogrametrijsko određivanje drvnih masa može se izvršiti na pojedinačnim snimcima ili na stereoparovima. Mogućnost razlučivanja detalja, kao i količina svijetla, koja se dovodi očima opažača, veća je kod primjene stereoparova. No u oba slučaja mjerila su redovito sitna, pa čak ako se primijene i optička sredstva primjerenog povećanja.

Sitno mjerilo snimka i optičkog modela prva je teškoća, koja nas očekuje u fotogrametrijskom određivanju drvnih masa.

Promjer $d_{1,3}$ izostaje na aerofotosnimcima, kao što je to već istaknuto. Taj promjer treba odrediti indirektnim mjerenjem preko krošnje i drugih mjernih elemenata.

Indirektno određivanje promjera $d_{1,2}$ druga je teškoća aerofototaksacije.

Dimenzije pojedinih krošanja mjerit ćemo na snimcima točnije, što je sastojina rjeda i što je krošnja na stablu viša. Kod gustih sastojina otežava se mjerenje pojedinih krošanja. Tu će biti potrebno površinu sastojine ili primjerne plohe u sastojini dijeliti s brojem stabala te na taj način odrediti prosječnu veličinu projekcije krošnje, a odatle i prosječni D u plosi ili sastojini (točnije rečeno \bar{D} prosječne krošnje). Kod gusto raslih sastojina, gdje će se moći mjeriti pojedinačne krošnje, ipak će jedan dio njih ostati nezapažen, bilo da se nalazi u sjeni susjednih stabala ili da zadire u susjedne krošnje. Pa i totalna visina stabala ne će se moći uvijek posve izmjeriti. Jednom će smetnju činiti prizemno rašće; drugi put, kod vitkih habitusa stabala, stanjeni vrh, koji se na optičkom modelu ne razaznaje.

Nepotpuno obuhvaćanje mjernih veličina na optičkom modelu treća je poteškoća aerofototaksacije.

Prednosti fotogrametrijskog određivanja drvnih masa sastoje se prije svega u prijenosu terenskog rada u ured, pa zatim u dobivanju podataka, koji se odnose i za veća šumska područja, ne samo na istu godinu, nego gotovo na isti dan. Kontrolna i dopunska mjerenja moguće je izvršiti po volji mnogo puta uz vrlo male troškove. A da je pri takvu mjerenju moguće prosuditi, bar uglavnom, i razne druge okolnosti, kao što su prilike na tlu, mogućnosti izvoza, zdravstveno stanje sastojina i t. d., ne će posebno ni isticati. Radi toga da bi se bolje mogla prosuditi problematika aerofototaksacije, donosim ovdje kratak pregled dosadašnjih fototaksacijskih metoda.

2. Sistematika metoda – Methods

a) po Neumannu – after Neumann

α) primjena prirasno prihodnih tablica

β) primjena drvno-gromiadih tablica.

γ) primjena indeksa gustoće

Slučaj pod α) traži poznavanje vrste drveća srednje sastojinske visine i starosti ili srednje sastojinske visine i broja stabala. U oba slučaja treba drvenu masu, što je iskazuju prihodne tablice, reducirati s faktorom obrasta. Pomoću aerofotosnimaka moguće je direktno odrediti samo sklop. U kakvu odnosu stoji sklop i obrast, pitanje je za sebe, koje treba posebno rješavati. Neumann je bio zapravo jedini (na području literature aerofototaksacije), koji je u tom pitanju pristupio u svojoj disertacijskoj radnji pod naslovom: »Beitrag zur Vorratsermittlung aus Luftmessbildern«.

U vezi sa metodom pod α) autor ističe i mogućnost primjene samo jednog ulaza, naime srednje sastojinske visine. Primjenom tog elementa otpada nužda direktnog poznavanja bonitetnog razreda. I ovdje je potrebna redukcija s faktorom obrasta.

Metoda pod β) pretpostavlja poznavanje odnosa promjera krošnje (i drugih mjernih elemenata na snimcima) i promjera $d_{1,3}$. Kod te metode moguća su dva slučaja. Ili se »klupiraju« sva stabla (mjere promjeri D), pa odredi plošno-srednje stablo (po aritmetički srednjoj površini projekcije krošnje), a zatim pomoću pripadne visine, a uz pomoću drvno-gromadnih tablica njegova drvna masa (v) i napokon drvna masa cijele sastojine ($V = nv$), ili se može upotrebiti u modificiranom obliku formula.

$$V = G H f = \frac{\pi}{4} H f \Sigma d_{1,3}^2 \dots \dots \dots k)$$

Obilježimo li odnos $\frac{D}{d_{1,3}} = q$, formula $k)$ se daje dalje pisati

$$V = \frac{\pi}{4} H f \Sigma \left(\frac{D}{q} \right)^2$$

Uzme li se za svaku sastojinu (ili njen dio) neki srednji q (q_s), dobit ćemo

$$V = \frac{\pi}{4} H \frac{f}{q_s^2} \Sigma D^2.$$

Ako $\frac{\pi}{4} \Sigma D^2$, t. j. sumu projekcija sviju krošanja u sastojini označimo sa K , kvocijent $\frac{f}{q_s^2}$ sa F , dolazimo do formule slične onoj pod $k)$, t. j.

$$V = K H F \dots \dots \dots l)$$

Faktor F ima po smislu neku sličnost sa sastojinskim obličnim brojem f .

Metoda pod γ) proizlazi iz mogućnosti da se odrede profili (paralelni) sastojine, koji sadržavaju liniju tla i liniju krošanja. Ta metoda polazi od pretpostavke, da je površina takvih profila (p) mjerilo za sastojinski prostor, dakle i neko mjerilo sastojinske drvne mase. Drvna masa sastojine bila bi po toj metodi

$$V = R \tau \dots \dots \dots m)$$

gdje je R sastojinski prostor, a τ indeks gustoće. Veličina R dobije se multiplikacijom zbroja površina profila i stalne (ukoliko se takva odabere) udaljenosti između tih profila naima $R = a \Sigma p$.

b) po Spurr - after Spurr

- a) okularna komparacija
- β) primjena drvno-gromadnih tablica
- γ) primjena indeksa gustoće.

Metoda pod a) bazira na okularnom uspoređivanju karakteristika sastojina na snimcima sa snimcima sličnih ploha, za koje su poznate drvene mase iz terestričkih mjerenja. Karakteristike, koje dolaze u obzir za usporedbu jesu: vrsta drveća, veličina projekcije krošnje, sklop, visina i t. d.

Drvno-gromadne tabele, za potrebe aerofototaksacije, konstruirane su za sastojine na jednom ulazu, t. j. srednjoj sastojinskoj visini ili za pojedina stabla na dva ulaza, i to: na promjeru krošnje i totalnoj vidljivoj visini stabala.

Tabele, što ih je izdao *Central States forest experiment station* baziraju se na 3 ulaza, naime na D , H i sklopu s . D i H predstavljaju prosječne veličine za odnosnu sastojinu. Sklop s izražen je u tim tablicama u postocima potpunog sklopa [14].

Metoda pod γ) identična je s metodom pod a) γ).

c) po Wodera - after Wodera

- a) primjenom drvno-gromadnih tablica
- β) primjenom formule $V = K H F$
- γ) korelacijskom jednadžbom $V = f(H)$
- δ) korelacijskom jednadžbom $V = f(H F)$

Metoda pod a) i β) opisane su pod a). Faktor F računa Wodera iz korelacije $F = f\left(\frac{K}{H}\right)$. Metoda pod γ) također je načelno navedena pod a). Kako je već tamo istaknuto, osniva se na dvije pretpostavke: prvo, da je drvena masa sastojina u korelaciji sa srednjim visinama (H), i drugo, da je dopuštena primjena sklopa umjesto obrasta, odnosno da je poznata korelacija između sklopa i obrasta. Wodera daje dvije korelacijske jednadžbe (na osnovu podataka švicarske pokusne stanice), i to:

za smreku: $V = -210,1 + 34,1 H_p + 0,18 H^2$

za bukvu: $V = -155,1 + 19,0 H_p + 0,14 H^2$ n)

V je drvena masa sastojine po 1 ha kod obrasta 1,0. Wodera smatra, da je drvnu masu sastojine moguće točnije odrediti metodom δ) negoli γ). Po metodi δ) dovodi se drvena masa sastojine u korelaciju sa produktom $H F$ (H srednja sastojinska visina, F spome-

nuti redukcijski faktor pod $\alpha \beta$). Tako je za bukvu i smreku izrazio drvenu masu V po 1 ha (kod normalnog obrasta) jednadžbom

$$V = 36 + 0,109 HF \quad \dots \quad p)$$

I ovdje se javlja pitanje redukcije podataka sklopom (izraženim u desetinkama ili postocima) umjesto obrastom.

3. Izbor metode – Choice of the method

Fotogrametrijsko određivanje drvnih masa može biti otežano ili čak onemogućeno u slučaju potpuno sklopljenih sastojina. Ovo otežanje rada ne će nastupiti toliko radi težeg određivanja dimenzija krošanja, koje se uostalom mogu za neku sastojinu odrediti – kako je to već i spomenuto – u prosječnom iznosu (pomoću kvocijenta $\frac{K}{N}$), nego radi izostajanja visine stabala. Dakle jedan

od najvažnijih uvjeta fotogrametrijskog određivanja drvnih masa sastoji se u mogućnosti mjerenja visine sastojine. U rijetko raslim sastojinama bit će tome lakše zadovoljiti. U gusto raslim sastojinama bit će tom zahtjevu zadovoljeno, ako se unutar sastojine nalaze čistine, prosjeke, putovi, jezera, vodotoci ili slično.

Ako se visina sastojine ne može odrediti, a ni visina susjedne sastojine, koja bi (u vezi s mjerenjem promjera krošanja) mogla indicirati bar bonitetni razred, nijedna od navedenih metoda pod $a)$, $b)$, i $c)$ ne vodi cilju.

Kad se radi o izboru metode (metoda mjerenja), mislim, da je najvažniji kriterij točnosti. Ona se metoda u tom smislu može smatrati kao povoljna, koja vodi cilju uz što manji broj pretpostavaka*, a uz uvjet, da se te pretpostavke temelje na pouzdano sakupljenom i valjano obrađenom opažaćkom materijalu. Polazeći s tog stajališta prednost bi trebalo dati metodi, koja radi sa srednjim stablom ili onoj, koja radi pomoću formule $V = K H F$. Obje te metode temelje se samo na jednoj pretpostavci, t. j. na odnosu promjera krošnje i promjera $d_{1,3}$. Ostale veličine preuzimaju se iz postojećih dendrometrijskih tablica te za aerofototaksaciju ne predstavljaju pretpostavke.

I metoda profila radi samo na jednoj pretpostavci. Za tu metodu nije iz dosadašnjih izvora vidljivo, kakvom se pouzdanosti može odrediti indeks gustoće. *Woderine* metode pod $\gamma)$ i $\delta)$ temelje se, kako smo vidjeli, na dvije pretpostavke.

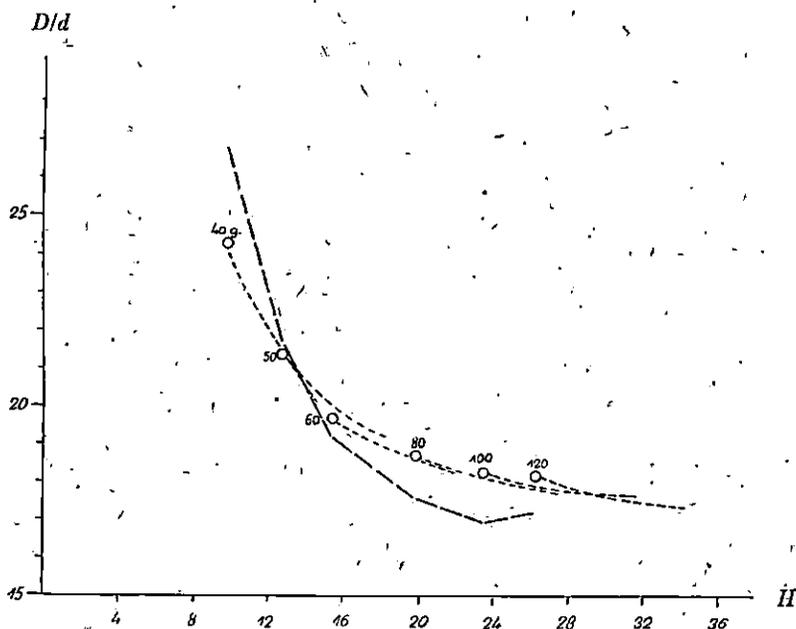
Koliko zadovoljava primjena prirasno prihodnih tablica, trebalo bi biti predmetom posebnog istraživanja u aerofototaksaciji.

* Ovdje se misli na indirektno određivanje taksacijskih elemenata.

C) VLASTITA ISTRAŽIVANJA S NAROČITIM
 OBZIROM NA BUKOVE SASTOJINE U ZAGREBAČKOJ
 GORI – THE AUTHOR'S OWN INVESTIGATIONS
 WITH REGARD TO BEECH STANDS IN ZAGREBAČKA
 GORA MOUNTAIN

1. Podaci općih prirasno-prihodnih tablica – Yield tables data

Pomoću elemenata prirasno-prihodnih tablica Wiedemanna [23]
 za bukvu – pri umjerenoj proredi – izveo sam krivulje $\frac{D}{d} = f(H)$
 za razne starosti na bonitetnom razredu I, II i III (sl. 1).



Sl. – Fig. 1 Odnos $\frac{D}{d}$ u ovisnosti od H za bukvu

Relationship $\frac{D}{d}$ in dependence on H for beech

----- Podaci Wiedemannovih tablica (1938)
 Data of Wiedemann's tables (1938)

○ III. bonitetni razred (Wiedemann)
 Site class III. (Wiedemann)

----- Podaci iz Zagrebačke gore
 Data from Zagrebačka Gora Mountain

Kružićem označena početna ordinata tih krivulja odnosi se na III, srednja ordinata na II, a krajnja na I bon. razred. Za prosječnu širinu krošnje D uzet je izraz $\sqrt{\frac{40.000}{N \cdot \pi}}$ (N broj stabala na 1 ha) za d prsnovisinski promjer, a za H srednja visina glavne sastojine. Iz toka parcijalnih crtkanih grafikona moguće je načelno zaključiti na neke okolnosti s obzirom na odnos dimenzija krošnje i prsnovisinskog promjera, i to:

a) u istoj starosti odnos $\frac{D}{d}$ zavisan je o bonitetnom razredu, t. j. taj se kvocijent bitno smanjuje, što je stajbina bolja. Kao numerički indikator stajbine može se uzeti srednja sastojinska visina. Prema tome možemo zaključiti, da kvocijent $\frac{D}{d}$ kod iste starosti pada s porastom srednje sastojinske visine (na različitim stajbinama). Drugim riječima: jednako široka krošnja proizvodi na boljoj stajbini veće dimenzije debla ($d_{1,3}$) negoli na slabijoj stajbini.

β) parcijalne se krivulje u sl. 1 kod različite starosti prilično tijesno priljubljuju jedna prema drugoj, tako da je moguće krivulju izjednačenja definirati uz razmjerno mala odstupanja od parcijalnih krivulja. Ta bi krivulja dala kretanje kvocijenta $\frac{D}{d}$ u zavisnosti sa kretanjem srednje sastojinske visine. Time se može utjecaj starosti eliminirati te nadomjestiti utjecajem srednje sastojinske visine.

Koristan zaključak iz provedene diskusije kaže, da su za indirektno određivanje $d_{1,3}$ od odlučne važnosti širine krošanja i visine stabala; utjecaj starosti može se eliminirati. Podaci *Gerhardtovih* prirasno-prihodnih tablica [3] za bukvu pri umjerenoj proredi slažu se u pogledu kretanja odnos kvocijenta $\frac{D}{d}$ prema H vrlo dobro, do starosti od 90 godina sa podacima *Wiedemanna*.

Pri vlastitim zapažanjima u *Zagrebačkoj gori* imao sam u vidu i gornje zaključke.

2. Prikupljanje podataka na terenu – Field data collection

Širom *Zagrebačke gore* odabrano je 15 različitih predjela u čistim bukovim sastojinama visokog uzgoja, donekle preborne strukture. Odabrane su plohe uzete na raznim bonitetnim razredima (II do IV), na raznim nadmorskim visinama (500 do 900 m) i ekspozicijama.

Tablica I daje nekoliko topografskih i sastojinskih podataka odabranih predjela, odnosno ploha sa brojem stabala, na kojima su izmjereni potrebni elementi: širina krošnje, totalna visina stabala i $d_{1,3}$. Redni brojevi 1, 4, 5, 6, 7, 10, 11 i 13 u tablici I predstavljaju suvise primjerne plohe. Kod ostalih rednih brojeva uzeta su opažanja porazbacano unutar navedenih predjela.

Tablica - Table I

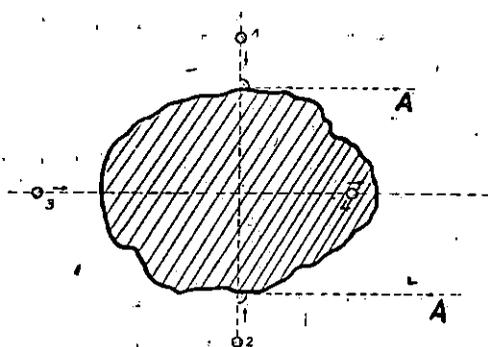
Red. br. Ser. no.	Predjel, odjel i odsjek Region, compartement and sub-comp.	Nadm. visina Altitude m	Ekspozicija Aspect	Površina Area ha	Broj opažanja (N) Number of observations	Bonitetni razred Site class	Stariost (prosj.) Age (average)	Sklop Crown closure
1	Gorštica	750	SO	1,00	65	III	>120	0,65
2	Srednje Sljeme	700	NW	—	26	II	40	1,00
3	Mađarov brijeg	650	N	—	38	—	—	soliteri
4	Kališće 9a	700	N	0,64	151	III	90	0,81
5	Kališće 8a	725	O	0,94	90	IV	90	0,78
6	Kališće 8c	760	S	0,65	171	IV	—	1,03
7	Brezni hrbet 6g	850	SO	1,18	154	IV	90	0,94
8	Puntijarka 10d	780	S	—	246	III	90	1,00
9	Gorštica	750	SO	—	75	IV	>120	0,40
10	Malo Sljeme 42a	750	NO	1,46	215	IV	80	0,56
11	Varoška gora 8a	750	NO	1,39	213	IV	90	0,80
12	Srednje Sljeme	720	N.	—	19	—	—	soliteri
13	Puntijarka selj. ž.	850	S	0,97	164	III	—	0,70
14	Kralj. zdenac 21a	550	W	—	75	III	80	0,80
14a	Kralj. zdenac 21a	600	O	—	69	III	70	0,80

Neki topografski i sastojinski podaci za primjerne plohe
Several topography and stand data of sample plots

Kod mjerenja dimenzija krošanja na terenu trebalo je pomišljati na izmjeru krošanja na snimcima, koja će biti racionalna i moguća. Težilo se stoga za dobivanjem prosječne širine pojedine krošnje, koja se kod većine manje ili više zaobljenih bukovih krošanja dobila izmjerom dviju dimenzija (dvaju promjera). Jedna je bila reprezentant najveće, a druga po mogućnosti jedne od najmanjih dimenzija krošnje. Opservator krošanja razgledao ih je prije mjerenja, te se odlučio za dva smjera, u kojima će mjeriti dimenzije, pobivši na tlu u tim smjerovima trasirke (1 do 4 u sl. 2). Kad je projicirao rubove krošanja, on se nalazio u pravcima, koji su bili okomiti na iskolčene smjerove (položaj A u sl. 2), te pomoću viska - vizirajući preko konopca viska na rub krošnje - utjerivao figuranta sa trasirkama 1 i 2 zatim 3 i 4 u vertikalnu ruba krošnje. Pritom su i opservator i figurant vodili računa o okomitosti smjera promatranja prema linijama 1-2, 3-4, prema potrebi i pentago-

nalnom prizmom. U jednom satu rada izmjereno je prosječno 10 do 15 projekcija krošanja.

U sklopljenim sastojinama opservator se morao približiti stablu, koje je mjerio; u svijetlim sastojinama mogao se udaljiti od stabla. Nakon iskolčenja rubova krošanja dimenzije su projekcija bile izmjerene čeličnom vrpcom i zapisane u manual. Pisar je u međuvremenu mjerio rektificiranom *Fluryjevom* milimetričkom promjerkom dva unakrsna $d_{1,3}$. Kod stabala sa promjerom većim od 80 cm mjeren je opseg u 1,3 m umjesto promjera.



Sl. - Fig. 2. Metoda projiciranja krošanja primijenjena u ovoj radnji
Method of crown projecting applied in this paper

Totalna visina stabala mjerena je visinomjerom *Blume-Leiss*. Čitanja su izvršena na visinomjeru za svako stablo s istog stajališta bar dva puta, da bi se smanjila pogreška, koja može nastati njihovim visinomjerne kazaljke. Dužine od visinomjera do stabla određene su optički pomoću daljinomjernog klina i daljinomjerne letve. Podaci o kososti vizure na letvu očitavani su pomoću stupanjske skale visinomjera.

Primjerne plohe 1, 4, 5, 6, 7, 10, 11 i 13 tako su odabrane, da se dadu i fotogrametrijski interpretirati, t. j. pružaju mogućnost da se na njima izvrše mjerenja, koja vode procjeni drvnih masa.

Sl. 3 prikazuje dio plohe br. 14, a slika 3 a dio plohe 13.

3. Korelacija između prosječne širine krošnje D i $d_{1,3}$ - Correlation between average total crown diameter and d . b . h .

a) bez obzira na sklop - without regard to crown closure of stands

Gledajući tablicu II, u kojoj je svrstano preko 1700 opažanja (bez stabala plohe 3 i 12) u širinskim stepenima krošanja od



Sl. - Fig. 3. Primjerna ploha br. 14 - Sample plot No. 14



Sl. - Fig. 3 a. Primjerna ploha br. 13 - Sample plot No. 13

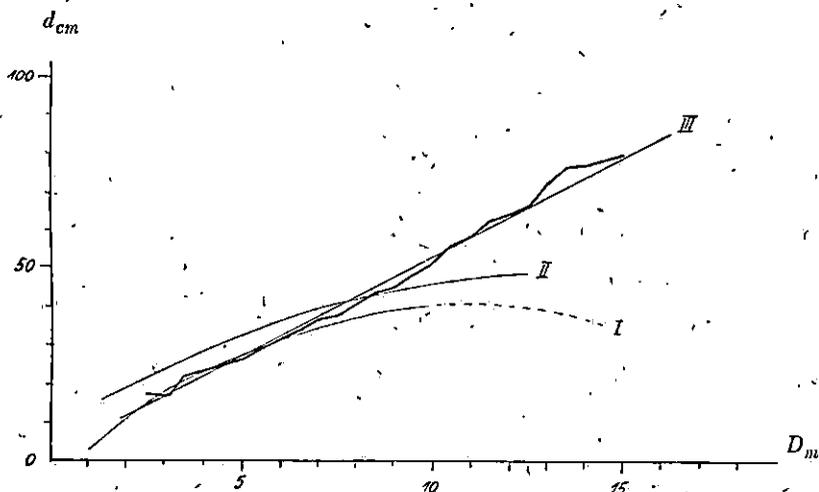
0,5 m i debljinskim stepenima za $d_{1,3}$ od 2 cm, vidimo, da su većim širinama krošanja pridijeljeni i veći $d_{1,3}$. Tablica II sadržava i aritmetičke sredine (d_{sr}) za $d_{1,3}$ u pojedinim širinskim stepenima krošanja sa srednjom pogreškom tih sredina ($\pm M$) i srednjim pogreškama (ili točnije standardnim devijacijama) pojedinog opažanja $\pm \mu$. Grafički prikaz tih srednjaka sadržava sl. 4 (deblje iscrtana izlomljena crta pod III). Opiše li se veza između D i $d_{1,3}$ linearnom korelacijom, dobije se nakon izjednačenja po teoriji najmanjih kvadrata jednadžba pravca

$$d = 0,008 + 0,0520 D \quad 1)$$

odnosno

$$D = 1,5 + 15,2 d \quad 2)$$

Pravac 1) ucrtan je u sl. 4 pod III tankom crtom. D i d treba u jednadžbe 1) i 2) uvrstiti u metrima. Taj pravac (III u sl. 4),



Sl. - Fig. 4. Odnos prosječne širine krošnje (D) i prsno-visinskog promjera (d) za bukve: I prema švicarskim podacima, II podaci iz White Mountains of New Hampshire (U. S. A.), III podaci iz Zagrebačke gore

Relation of mean crown width (D) to d. b. h. (d) for beech: I After data from Suis sources, II Data from White Mountains of New Hampshire (U. S. A.), III Data from Zagrebačka Gora Mountain

uz pretpostavku linearne korelacije, daje traženu vezu bez obzira na sklop ili još koji drugi promjenljivi argumenat baš kao što krivulja I daje tu vezu za $d_{1,3}$ i D bukve prema švicarskim podacima, odnosno krivulja II prema podacima (482 opažanja) iz White Mountains of New Hampshire (S. A. D.) [20]. Krivulja pod I, koju je izračunao na osnovu švicarskih podataka (Flury 1907) Wodera,

[24] ima tu slabu stranu, kao što je već spomenuto, da kulminira kod promjera $D = 10$ m. Pravac pod III (sl. 4) daje neku mogućnost za usporedbu s krivuljama I i II, koje su građene (baš kao i pravac III) zapravo samo na jednom argumentu, t. j. na D .

Ilvessalo [6] u promatranju odnosa krošnje i promjera $d_{1,3}$ za bor, smreku i brezu služi se kao i *Wodera* [24] maksimalnim promjerom krošnje. Da odgovorim na pitanje, da li je za bukvu racionalnija upotreba maksimalne ili prosječne širine projekcije krošnje, izračunao sam za sve primjerne plohe sumu kvadrata odstupanja pojedinih opažanja (d) od sredina (d_{sr}), koje pripadaju širinskim stepenima krošnja (stepeni širine 0,5 m). Ti izrazi

Tablica - Table III

Br. plohe No. of plot	A	B
1	6345	4845
2	295	355
3 i 12	1688	1449
4	3846	3251
5	4049	5056
6	4420	3178
7	6424	4797
8	5022	4454
9	2710	2729
10	4092	3539
11	8291	6625
13	4718	4168
14 i 14a	2332	1688

- Suma kvadrata odstupanja $\sum_1^n \Sigma (d - d_{sr})^2$ kod primjene maksimalne širine projekcije krošnje (kolona A) i kod primjene prosječne širine projekcije (kolona B)
- Sum of squares of deviation $\sum_1^n \Sigma (d - d_{sr})^2$ by the application of maximum crown width projection (column A) and the application of mean crown width projection (column B)

($\Sigma \Sigma (d - d_{sr})^2$) daju primjenom maksimalne širine krošnje gotovo bezizuzetno veće iznose negoli kod primjene prosječne širine krošnje.

Stupac A u tablici III daje spomenuti sumu kvadrata odstupanja za maksimalnu, a stupac B za prosječnu širinu krošnje kao indikatora. Stupac B daje u gotovo svim slučajevima (izuzetak čini ploha 2 i 5, a donekle i ploha 9) manju disperziju pojedinih opažanja oko aritmetičkih sredina d_{sr} , jer su primjenom nešto strože definiranog ulaza, t. j. prosječne, a ne maksimalne širine krošnje

opažanja bliža svojoj aritmetskoj sredini. Stoga sam uvijek radio sa prosječnom širinom krošnje, koju sam dobio kao aritmetsku sredinu dvaju promjera krošnje.

Na ovom sam mjestu za sve primjerne plohe izračunao parametre korelacijskih pravaca i pomoću Fisherova *F-testa* [12] provjerio dopustljivost linearne korelacije za te plohe.

Korelacija se naime može smatrati linearnom, ako su pojedina opažanja (u našem su to slučaju bile aritmetške sredine d_{sr} za pojedine širinske stepene krošanja) distribuirana oko pravca ili ravnine po principu »slučajnosti«. U svijetlu teorije pogrešaka slučajna distribucija d_{sr} oko pravca znači, da su odstupanja $d_{sr} - d_p$ (d_p je ordinata korelacijskog pravca) s podjednakom vjerojatnosti pozitivna i negativna te da su vjerojatnija manja nego li velika odstupanja. Da bi istražila takvu slučajnu distribuciju, novija se statistička literatura služi također i spomenutim *F-testom*. Pritome se na postavljeno pitanje odgovara posredno, t. j. uspoređuje se distribucija pojedinih opažanja oko aritmetških sredina (pripadnih) i distribucija tih sredina oko korelacijskog pravca. Ako su obje distribucije kvalitativno i kvantitativno iste ili se bar bitno ne razlikuju, korelacija se može smatrati linearnom.

Za kontrolu se može linearnost korelacije donekle prosuditi i iz grafikona srednjaka. Za spomenute primjerne plohe primjenom *F-testa* došao sam do zaključka, da je za sve te plohe s izuzetkom plohe br. 6 dopustljiva pretpostavka o linearnoj korelaciji, primijeni li se maksimalna ili prosječna širina krošnje.

b) s obzirom na sklop - with regard to crown closure of stands

Plohe 1 do 14 a daju se svrstati u tri kolektiva:

1. sklopljene sastojine ($s > 0,8$)
2. progaljene sastojine ($s < 0,8$)
3. soliterna stabla

U prvi kolektiv idu plohe br. 2, 4, 6, 7, 8, 14 i 14 a, u drugi 1, 5, 9, 10, 11 i 13, a u treći plohe 3 i 12. Prvi kolektiv sadržava 890, drugi 811, a treći 57 opažanja.

Srednje vrijednosti promjera $d_{1,3}$ za širinske stepene krošanja od 0,5 m prikazane su u grafikonu na sl. 5 posebno za kolektiv 1, a posebno za kolektiv 2. Za kolektiv 3 priložena je sl. 6. Veća kolebanja izlomljenih, deblje izvučenih grafova u sl. 5 kod $D > 10$ m potječu i zbog manjeg broja opažanja u tom području. Tok tih grafova do $D = 10$ m razmjerno je pravilan i upućuje na linearnu korelaciju. Za sva tri naprijed spomenuta kolektiva izračunati su

metodom najmanjih kvadrata pravci (II u sl. 5). U tablici IV dane su vrijednosti parametara a_0 i a_1 tih pravaca i srednje pogreške (μ_{a_0} , μ_{a_1}) tih parametara.*

Tablica - Table IV

Kolektiv Population	$a_0 + \mu_{a_0}$	$a_1 \pm \mu_{a_1}$
1.	+ 0,05 ± 0,006.	+ 0,044 ± 0,0008
2.	- 0,03 ± 0,010	+ 0,058 ± 0,0011
3.	+ 0,05 ± 0,012	+ 0,040 ± 0,0014

Parametri a_0 i a_1 korelacijskih jednadžbi $d = a_0 + a_1 D$ za sklopljene (1) i progajene bukove sastojine (2), te soliterna stabla (3) u Zagrebačkoj gori

Parameters a_0 and a_1 of correlation equations $d = a_0 + a_1 D$ for unopened (1) and opened beech stands (2), and for solitary trees (3) in Zagrebačka Gora Mountain

Pomoću Wiedemannovih tablica [23] za bukvu izračunati su zatim odnosi $\frac{D}{d}$ za III. bonitetni razred, i to: a) kod umjerene i b) kod jake prorede. Taj odnos daju grafikoni a i b u donjoj polovini sl. 5. Pripadni D_m dobiven je iz spomenutih tablica kao i u poglavlju C-1.

* Normalne jednadžbe, pomoću kojih sam izračunao koeficijente a_0 i a_1 (tablica IV), bile su formirane u ovom obliku:

$$\begin{aligned} (\sum p_i) a_0 + (\sum p_i D) a_1 &= \sum p_i d_i \\ (\sum p_i \bar{D}) a_0 + (\sum p_i \bar{D}^2) a_1 &= \sum p_i d_i \bar{D} \end{aligned} \quad a)$$

gdje su: D sredine za račun uzetih širinskih stepena krošanja (širina stepena po 0,5 m), d_i aritmetičke sredine onih prsnovisinskih promjera, koji pripadaju dotičnim širinskim stepenima krošanja, a p_i težine (broj opažanja u pojedinim širinskim stepenima krošanja). Koeficijente a_0 i a_1 izračunao sam i iz normalnih jednadžbi tipa:

$$\begin{aligned} n a_0 + (\sum D) a_1 &= \sum d \\ (\sum D) a_0 + (\sum D^2) a_1 &= \sum D d \end{aligned} \quad \beta)$$

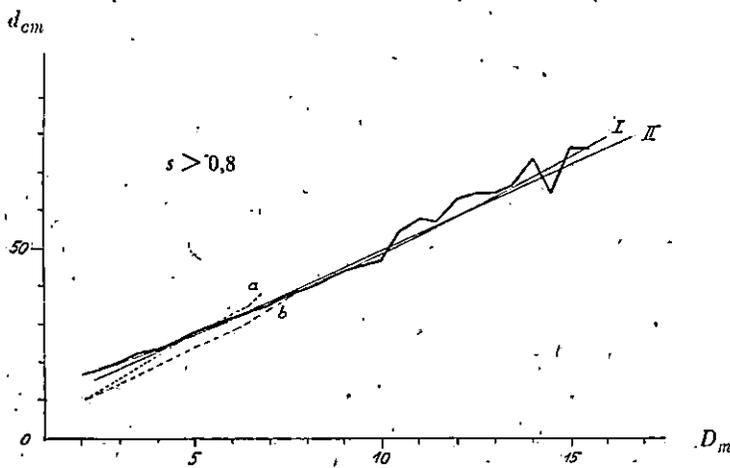
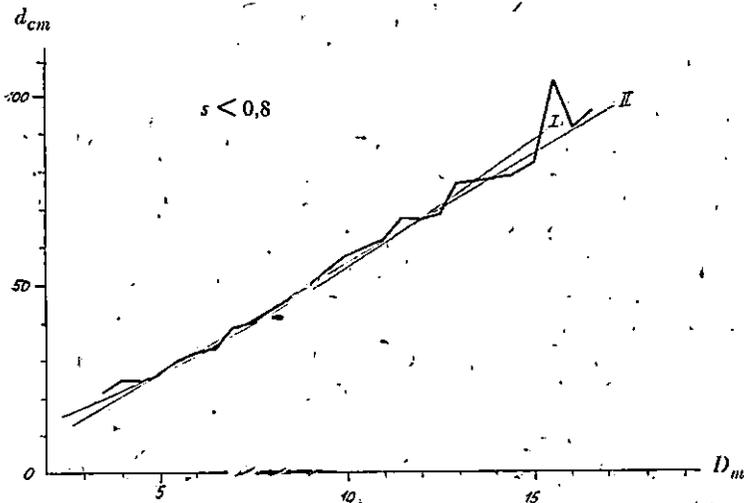
gdje su D i d pojedinačna opažanja širina krošanja i prsnovisinskih promjera. Kod primjene normalnih jednadžbi tipa β) koeficijenti a_0 i a_1 iznose:

	a_0	a_1
$s > 0,8$	0,05	0,044
$s < 0,8$	-0,02	0,057

Tip normalnih jednadžbi navedenih ovdje pod β primijenio sam i kod računanja koeficijenata za jednadžbe 1), 2) 4) i 4 a).

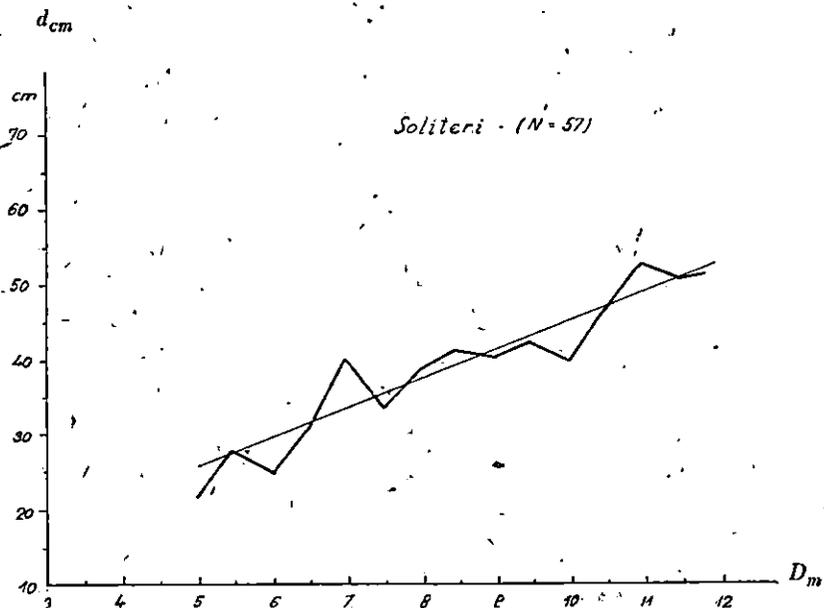
Korelacijski koeficijenti za prva dva kolektiva iznose

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1. $s > 0,8$ | $r = 0,884 \pm 0,007$ |
| 2. $s < 0,8$ | $0,889 \pm 0,007$ |

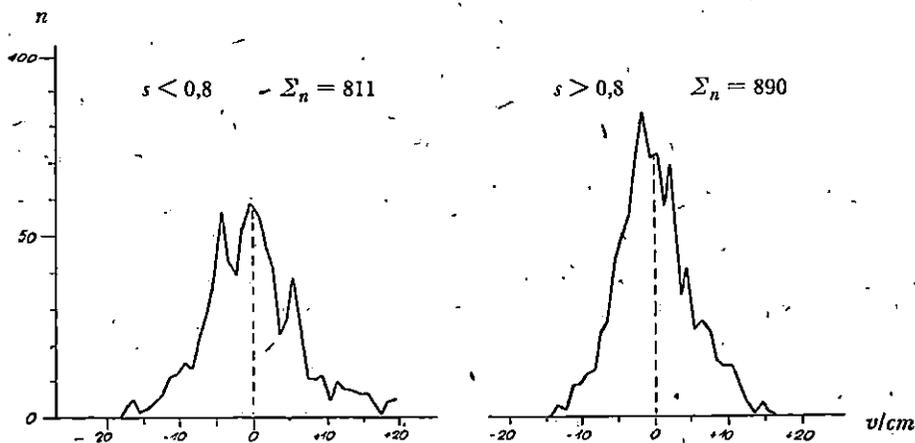


Sl. - Fig. 5. Odnos prosječne širine krošnje (D) i prsno-visinskog promjera (d) za bukvu u Zagrebačkoj gori za progaljene ($s < 0,8$) i sklopljene sastojine ($s > 0,8$)

Relation of mean crown width (D) to d. b. h. (d) for beech in Zagrebačka Gora-Mountain for stands with opened ($s < 0,8$) and unopened ($s > 0,8$) canopy



Sl. - Fig. 6. Odnos prosječne širine krošnje (D) i prsno-visinskog promjera (d) za soliterna stabla bukve u Zagrebačkoj gori
 Relation of mean crown width (D) to d. b. h. (d) for beech solitary trees in Zagrebačka Gora Mountain
 Soliteri ($N = 57$)
 Solitaries ($N = 57$)



Sl. - Fig. 7. Frekvencija odstupanja direktnih opažanja d od iznosa d_{sr} pojedinih širinskih stepena krošnje
 Frequency of deviation of direct observations (d) from the d_{sr} -amount of individual crown width classes

Grafikon frekvencija odstupanja pojedinih d od d_{sr} unutar širinskih stepena (D od 2,5 do 15,5 m u prvom, odnosno D od 3,0 do 16,5 m u drugom kolektivu), koju nam daje sl. 7 različit je za oba kolektiva. U kolektivu 2 n_0 je manji, tok grafikona nešto nepravilniji, poprma male n (n malo različite od nule) počevši od ± 20 cm . U kolektivu 1 n_0 je veći, tok grafikona pravilniji, te on poprma male n kod ± 15 cm .

Dopuštenost pretpostavke o linearnoj korelaciji istražena je za sva tri kolektiva spomenutom Fisherovom metodom (F -test). Za drugi kolektiv dobiven je neodređen, a za treći kolektiv pozitivan odgovor. Za sklopljene sastojine, prema rezultatu F -testa, ne može se pretpostaviti linearna korelacija.

Krivulje drugoga reda (parabole I u sl. 5) za kolektive 1 i 2

$$d = a_0 + a_1 D + a_2 D^2 \quad \dots \quad 3)$$

sa parametrima, koji su dani u tablici U, pokazuju bar jednake pogreške parametara a_0 , a_1 i a_2 , kao i kod naprijed citiranih pravaca (II u sl. 5), a njihovi grafovi se neprimjetno razlikuju od grafova pravaca pod II u sl. 5. Spomenuti F -test protegnuo sam (kod kolektiva sa $s > 0,8$) i na parabolu. Rezultat tog testa pokazuje, da bi parabola bila bolja aproksimacija od pravca, no ni ona ne bi bila po tom testu potpuno dopuštena. Srednjaci predočeni u sl. 5 za $s > 0,8$ upućuju bar do $D = 10$ m uvjerljivo na linearnu korelaciju, te je za dalje razmatranje uzeta u oba slučaja ($s > 0,8$ i $s < 0,8$) linearna korelacija. Za prednji zaključak o nelinearnosti korelacije kod $s > 0,8$ pridonijela su djelomično opažanja za $D > 10$ m .

Tablica - Table V

Kolektiv	$a_0 \pm \mu_{a_0}$	$a_1 \pm \mu_{a_1}$	$a_2 \pm \mu_{a_2}$
1	$+ 0,090 \pm 0,014$	$+ 0,0319 \pm 0,0036$	$+ 0,0008 \pm 0,0002$
2	$+ 0,055 \pm 0,029$	$+ 0,037 \pm 0,0068$	$+ 0,0012 \pm 0,0004$

Parametri a_0 , a_1 i a_2 korelacijskih jednadžbi $d = a_0 + a_1 D + a_2 D^2$

Parameters a_0 , a_1 and a_2 of correlation equations $d = a_0 + a_1 D + a_2 D^2$

U g. 1952. imao sam prilike, da istom metodom rada, koju sam primijenio za prikupljene podatke na Zagrebačkoj gori (g. 1951.), odredim tražene korelacijske odnose za bukvu na području

Nacionalnog parka »Plitvička jezera«. Potrebna mjerenja izvršio sam na 221 stablu najgornje etaže u čistim bukovim sastojinama gospodarske jedinice B (odjeli z. š. 5., z. š. 6. i 10.).

Tablica - Table VI

	a_0	a_1	r	n
a.	$-0,05 \pm 0,02$	$0,058 \pm 0,002^*$	0,80	221
b.	$-0,04 \pm 0,03$	$0,058 \pm 0,003$		86
c.	$-0,04 \pm 0,02$	$0,055 \pm 0,003$		135

Parametri a_0 , a_1 jednadžbi $d = a_0 + a_1 D$, korelacijski koeficijent (r), te broj opažanja (n) za bukove sastojine na području nacionalnog parka Plitvička jezera. (Redak b) sastojine s prekinutim sklopom, (redak c) sastojine s potpunim sklopom (redak a) sva opažanja bez obzira na sklop

Parameters a_0 , a_1 of equations $d = a_0 + a_1 D$, correlation coefficient (r), and number of observations (n) for beech stands on the territory of Plitvička jezera National Park. (Array b) stands with broken crown closure, (Array c) stands with complete crown closure, (Array a) all observations without regard to crown closure

Mjerenja su izvršena u dijelovima sastojina s prekinutim sklopom (redak b u tablici VI) i u dijelovima sastojina sa gotovo potpunim sklopom. Tablica VI daje podatke (parametre, korelacijski koeficijent, broj opažanja n) za korelacijske pravce $d = f(D)$ za Nacionalni park »Plitvička jezera«. Redak a) daje te podatke za čitav kolektiv bez obzira na sklop, redak b za stabla iz sastojina gotovo potpunog sklopa. Po *F-testu* dozvoljena je pretpostavka korelacijskog pravca za sva tri retka.

Razlika između podataka u retku b i c nije bitna (signifikantna), te se ti podaci mogu napustiti i umjesto njih upotrebiti podaci iz retka a. Pravac, što ga određuju podaci iz retka a tablice VI, razlikuje se (izraženo u cm) od onoga za Zagrebačku goru (i tamo kod cijelog kolektiva bez obzira na sklop) kod $D = 4 m$ za $-4 cm$, kod $D = 10 m$ nema razlike, a kod $D = 15 m$ ta razlika iznosi $+3 cm$.

Stupanj prorede u sastojinama Nacionalnog parka manji je od onoga u Zagrebačkoj gori, tako da imamo posla samo s jednim kolektivom, u kome se tragovi prorede na odnos $\frac{D}{d}$ ne opažaju u dovoljnoj mjeri.

4. Višestruka korelacija – Correlation between average total crown diameter, total tree height and d. b. h.

Unutar spomenutih kolektiva moguće je izvršiti i višestruku korelaciju uvođenjem visine stabala kao novog argumenta (h). To sam proveo za kolektive 1 i 2.

Mijenja li se h ili D kod raznih $D = konst.$, odnosno $h = konst.$, može se Fisherovim F -testom pokazati, da postoji opravdanost linearne korelacije $d_{1,3}$ i D za neki $h = konst.$ odnosno $d_{1,3}$ i h za $D = konst.$ No svi ti pravci $d = \varphi'(D, h_{konst})$ i $d = \varphi'(D_{konst}, h)$ u oba kolektiva, strogo uzevši, nisu međusobno paralelni. Oni se uglavnom sistematski, a u manjoj mjeri slučajno, za male iznose udaljuju od paralelnog položaja. Drugim riječima profili plove (dobiveni prijesjekom paralelnih međusobno ravnina) $d = f(D, h)$, strogo uzevši nisu paralelni pravci. Budući da je promjer krošnje (D) i debla u 1,3 m u većoj međusobnoj zavisnosti negoli h i d na što sam mogao zaključiti iz prethodnih razmatranja pravaca $d = \varphi'(D, h_{konst})$ i $d = \varphi'(D_{konst}, h)$ i korelacijskih koeficijenata r_{dh} , koji znose za

$$\begin{aligned} s > 0,8 & \quad 0,518 \pm 0,025 \\ s < 0,8 & \quad 0,697 \pm 0,018, \end{aligned}$$

to je korelacijska ploha $d = F(D, h)$ uzeta u linearnom obliku, kao što je to učinjeno i kod $d = f(D)$, i to kao

$$d = a_0 + a_1 D + a_2 h \quad \dots \quad 4)$$

Nakon izjednačenja dobiveni su parametri, koje sadržava tablica VII.*

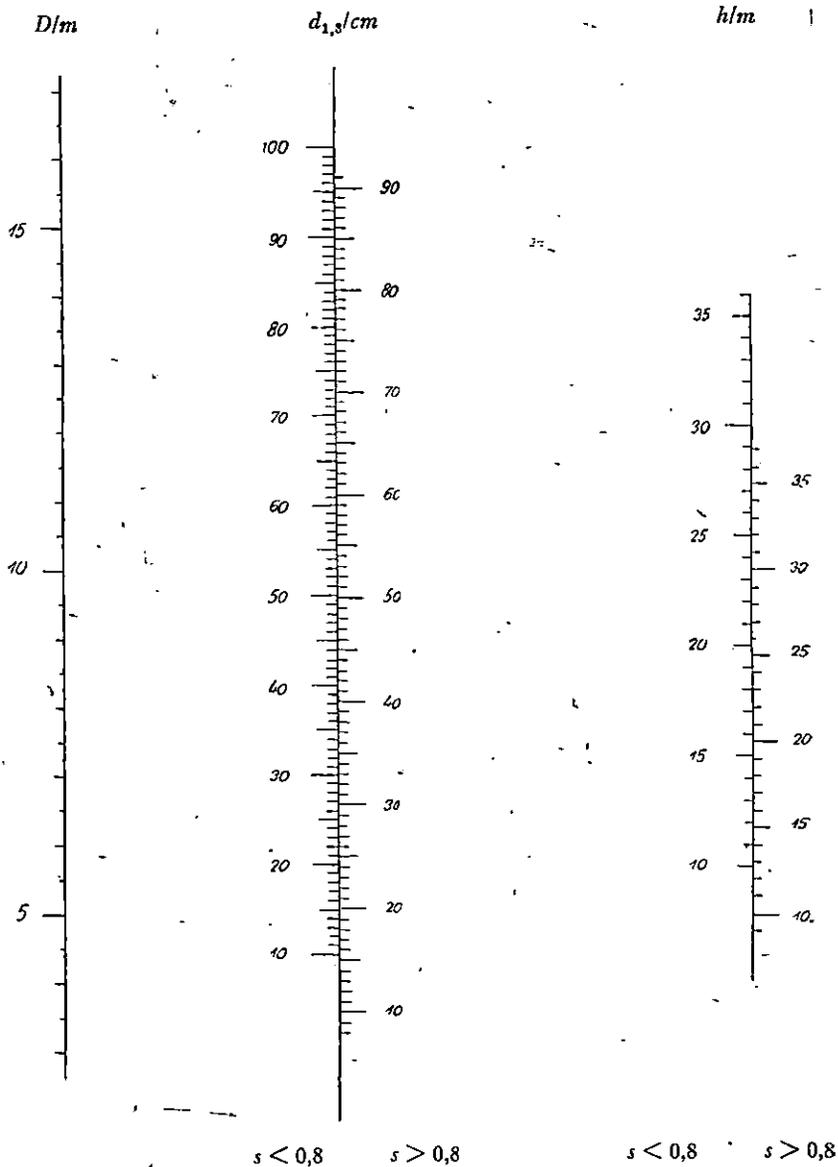
Tablica – Table VII

Kolektiv Population	$a_0 \pm \mu_{a_0}$	$a_1 \pm \mu_{a_1}$	$a_2 \pm \mu_{a_2}$
1	$-0,073 \pm 0,004$	$+0,040 \pm 0,002$	$+0,0066 \pm 0,0003$
2	$-0,165 \pm 0,012$	$+0,046 \pm 0,003$	$+0,0098 \pm 0,0007$

Parametri a_0 , a_1 i a_2 korelacijskih jednadžbi $d = a_0 + a_1 D + a_2 h$ za sklopljene (1) i progaljane bukove sastojine (2) u Zagrebačkoj gori

Parameters a_0 , a_1 and a_2 of correlation equations $d = a_0 + a_1 d + a_2 h$ for unopened (1) and opened beech stands in Zagrebačka Gora Mountain

* Odnos između d , D i h bez obzira na sastojinski sklop izražen je korelacijskom jednadžbom $d = -0,14 + 0,045 D + 0,009 h$ (4 a). Pogreške koeficijenata $m_{a_0} = \pm 0,009$, $m_{a_1} = \pm 0,0029$, $m_{a_2} = \pm 0,00056$.



Sl. - Fig. 8. Nomogram za korelacijske jednažbe $d = f(D, h)$
 Alignment chart for correlation equations $d = f(D, h)$

Veza između d te D i h kod $s < 0,8$ i $s > 0,8$, koja proizlazi iz korelacijske jednadžbe 4), dan je nomogramom u sl. 8.

Kretanje odnosa $\frac{D}{d}$ sa visinom stabala, na temelju vlastitih opažanja, pokazuje deblje izvučena krivulja u sl. 1. Podaci za tu krivulju $\left(\frac{D}{d}\right)$ dobiveni su pomoću nomograma u sl. 8 za $s > 0,8$ na temelju dviju varijabla: 1) apscise grafikona (H) i 2) promjera krošnje (D), koja je služila za sastav grafikona po *Wiedemannovim* podacima (III. bonitetni razred) u sl. 1. III. razred uzet je kao prosjek bonitetnih razreda (II do IV), na kojima su izvršena opažanja na *Zagrebačkoj gori*.

5. Točnost posrednog određivanja $d_{1,3}$ - Accuracy of indirect measurement of d . b. h.

Glavna je svrha korelacijskog pravca (ili ravnine), kako to ističe *Czuber* [2], da se na temelju dane promjene jedne varijable (ili dviju) pokaže prosječna promjena druge varijable (odnosno treće). Kao mjera za točnost te procjene služe veličine $m = \pm \mu \sqrt{1 - r^2}$, u kojima μ znači srednje kvadratno odstupanje pojedinih opažanja od aritmet. sredine, naime $\mu = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \sum (n \delta^2)}$, a r korelacijski koeficijent.

U svrhu određivanja veličine $\pm m$ sastavio sam korelacijske tablice sa dva ulaza, t. j.

a) prsnovisinske promjere pojedinih stabala određene direktnim mjerenjem (\mathcal{U}).

β) prsnovisinske promjere pojedinih stabala određene indirektno (X), i to posebno za kolektiv sa $s > 0,8$ (I u priloženoj tablici VIII), te sa $s < 0,8$ (II u priloženoj tablici). Recima a) u toj tablici daju podatke u slučaju kad je $d_{1,3}$ određen indirektno samo na temelju D , a recima b) kad je $d_{1,3}$ određen na temelju D i H . Tablica srednjih pogrešaka procjene pokazuje razmjerno velike korelacijske koeficijente kao mjeru za kvalitet linearne korelacije između direktno i indirektno određenih $d_{1,3}$. Pogreške $\pm m$, koje predstavljaju srednje pogreške ocjene pojedinog $d_{1,3}$ na osnovu dobivenih kore-

lacijskih odnosa, smanjuju se, kako se to vidi iz priložene tablice, kad se pored D primijeni kao ulaz i visina stabla.

Tablica IX sadrži prsnovisinske promjere ($d_{1,2-3}$) plošno srednjih stabala određene iz direktnih opažanja, te prsnovisinske promjere srednjih stabala određene posredno pomoću jednadžbi 1) (kolona 1) ili 3) (kolona 3) ili 4) (kolona 4) ili uz linearnu korelaciju $d = a_0 + a_1 D$ s parametrima iz tablice IU (kolona 2). Kod posrednog određivanja prsnovisinskog promjera (kolone 1, 2, 3 i 4) služili su kao argumenti aritmetiski srednje širine krošanja pojedinih ploha ili i aritmetiski srednje visine ploha (kolona 4). Za određivanje prsnovisinskih promjera u koloni 4 služio sam se nomogramom iz sl. 8.

Tablica - Table VIII

Srednja pogreška procjene ($\pm m$) - Standard error of estimate ($\pm m$)

		N	I	$\pm m/cm$
I	a	888	0,902	4,6
	b	878	0,926	4,0
II	a	804	0,900	6,7
	b	799	0,930	5,8

Srednja pogreška procjene ($\pm m$). I = sklopljene sastojine, II = progaljane sastojine; (a) d je procijenjen samo na temelju D ; (b) d je procijenjen na temelju D i H .

Standard error of estimate ($\pm m$). I = unopened stands, II = opened stands; (a) d is estimated only on the basis of D ; (b) d is estimated on the basis of D and H .

Pri dnu tablice IX sadržane slučajne, prosječne ($\pm t$) i sistemske (s) pogreške pojedinih posrednih načina određivanja $d_{1,2}$ pokazuju da relativno najbolje rezultate daje način primijenjen u koloni 4.

Upotrebimo li za primjerne plohe na *Plitvičkim jezerima* korelacijsku jednadžbu 1) dobivenu za bukvu u *Zagrebačkoj gori* i izračunamo li pomoću direktno izmjerenih prosječnih širina

Tablica - Table IX

Br. plohe Plot no.	D_{sr}	$d_{1,3-s}$	1.	2.	3.	4.	n
1	-11,0	70,1	58,0	60,5	60,7	66,5	65
4	6,4	84,2	34,1	33,5	32,7	34,0	151
5	9,9	56,5	52,3	54,2	53,9	53,9	90
6	6,7	34,1	35,6	34,8	34,0	33,3	171
7	9,1	50,3	48,1	45,4	49,1	44,7	154
8	6,0	33,7	32,0	31,7	31,0	32,8	246
10	6,8	35,8	36,2	36,7	36,2	35,0	215
11	7,9	43,2	41,9	42,9	42,2	42,5	213
13	6,9	40,4	36,7	37,3	36,7	39,5	164
14	7,5	37,3	39,8	38,4	37,4	38,9	75
14a	8,3	42,1	44,0	41,9	41,0	44,1	69
$\pm, t/cm$	—	—	2,8	2,3	1,8	1,1	—
s/cm	—	—	-1,7	-1,9	-2,1	-1,1	—

Promjer srednjeg stabla pojedinih ploha određen posredno na temelju jednadžbi 1 (kolona 1) ili 3 (kolona 3) ili 4 (kolona 4) ili uz linearnu korelaciju $d = a_0 + a_1 D$ s parametrima iz tablice IV (kolona 2)

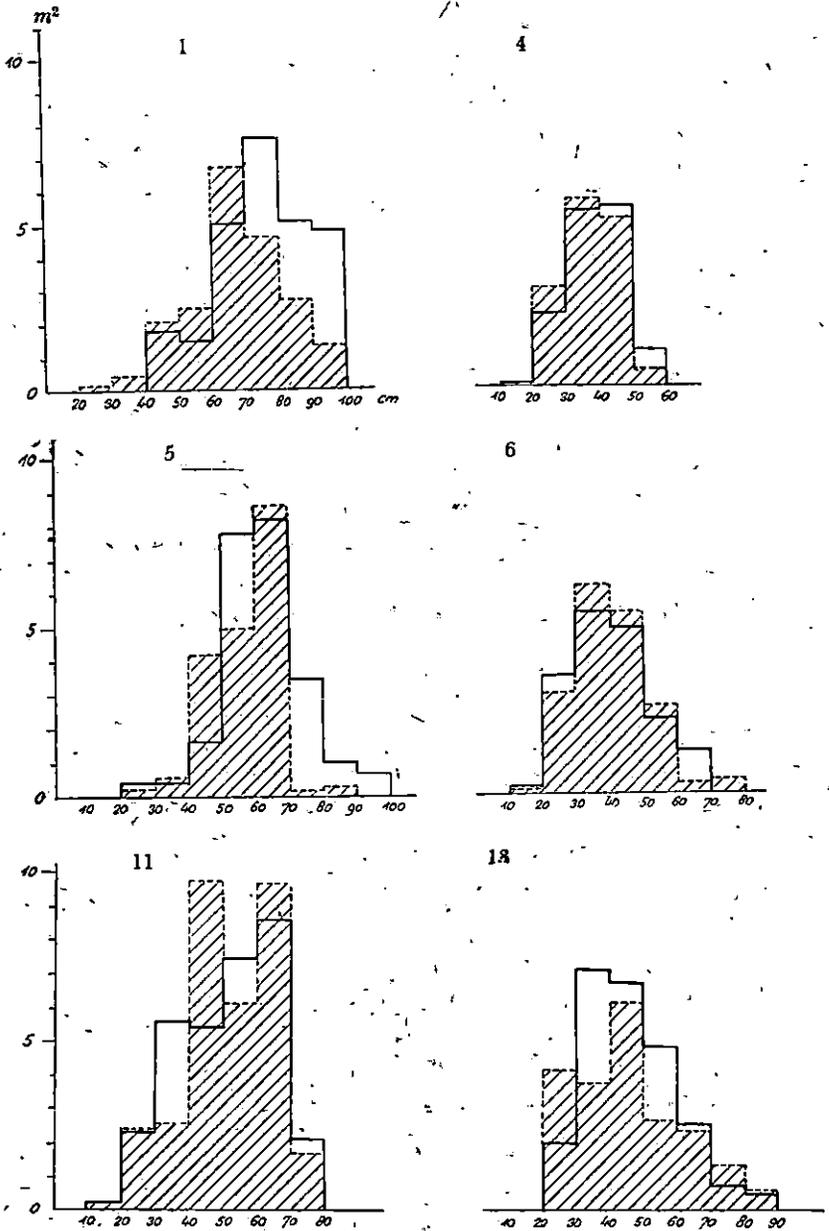
D. b. h. for mean stems of individual plots. D. b. h. is determined indirectly on the basis of the equations 1 (column 1) or 3 (column 3) or 4 (column 4) or by means of the linear correlation $d = a_0 + a_1 D$ with parameters from table IV (column 2)

krošanja i korelacijskih odnosa za Zagrebačku goru zbrojeve temeljnica tih ploha (*Plitvička jezera*), dobit ćemo za njih ove stvarne postotne pogreške:

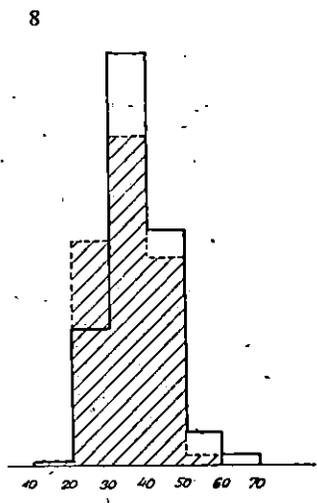
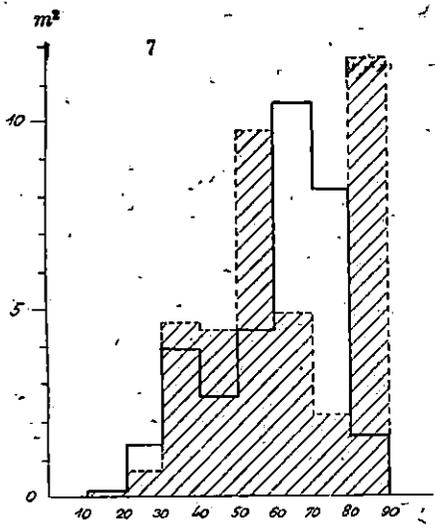
- | | |
|---------------------------|--------|
| 1. ploha (prekinut sklop) | -5,6% |
| 2. ploha | +10,0% |
| 3. ploha | -2,7% |
| 4. ploha | +19,8% |
- (potpun sklop)

Zbroj temeljnica tih četiriju ploha kao jedne cjeline izračunat na osnovu navedene korelacije pogrešan je za +1,6%.

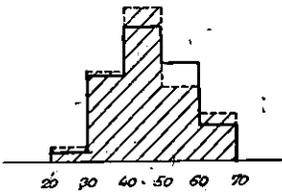
Slike 9 i 10 daju pregled o razlici strukture primjernih ploha iz Zagrebačke gore s obzirom na zbrojeve temeljnica, odrede li se ovi direktnim odnosno indirektnim opažanjem (na osnovu $d = f(D)$ (vidi tablicu IV)). Posredno dobivena struktura na pr. za plohe 1, 5, 7 i 11 pokazuje veće razlike od stvarnog stanja negoli na pr. plohe 4, 6, 10, 14 i 14 a.



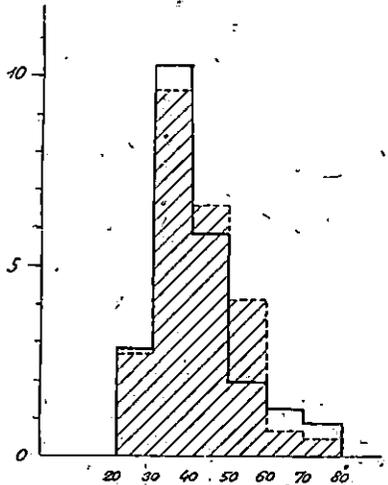
Sl. - Fig. 9. Zbrojevi temeljnice primjernih ploha: — na osnovu d_{dir} ,
 ----- na osnovu $d = \varphi(D)$
 Basal area of simple plots: — on the basis of d_{dir} , ----- on the
 basis of $d = \varphi(D)$



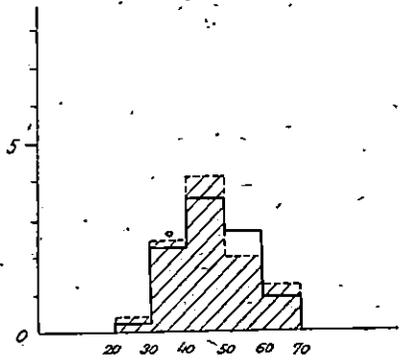
14 a



10



(14)



Sl. - Fig. 10. Zbrojevi temeljnica primjernih ploha: — na osnovu d_{dir} ,
 - - - - - na osnovu $d = \varphi(D)$
 Basal area of simple plots: — on the basis of d_{dir} , - - - - - on the
 basis of $d = \varphi(D)$

Naša razmatranja o korelacijama osnivaju se na prosječnoj širini krošnje (D), naime na aritmetskoj sredini jedne od najvećih (a) i jedne od najmanjih dimenzija (b), t. j. na veličinama $\frac{a+b}{2}$. Nastaje pitanje, da li ne bi geometrijska sredina $D' = \sqrt{ab}$ tih veličina bolje karakterizirala površinu projekcije krošnje.

Razlika između a i b neka iznosi δ , t. j. $b = a - \delta$. Aritmetaska sredina (D) može se sada pisati u drugom obliku, t. j.

$$D = \frac{a + (a - \delta)}{2} = a - \frac{\delta}{2},$$

a geometrijska sredina

$$D' = \sqrt{a(a - \delta)} = \sqrt{a^2 - a\delta} = a \sqrt{1 - \frac{\delta}{a}}$$

ili ako se $\left(1 - \frac{\delta}{a}\right)^{\frac{1}{2}}$ razvije u binomni red uzimajući u obzir samo prva tri člana, dobiva se

$$D' = a - \frac{\delta}{2} - \frac{\delta^2}{8a} \pm \dots \dots \dots 5)$$

Razlika između tako izraženih D' i D iznosi

$$D - D' = \frac{\delta^2}{8a}$$

Razlika $\delta = a - b$ određena je statističkim putem. Ona je za kolektiv sa $s > 0,8$ iznosila prosječno

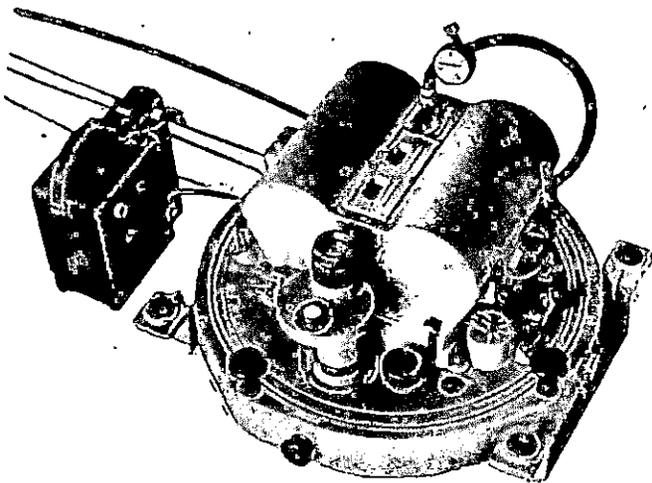
kod D do 5 m	$\pm 1,1$ m
D od 5 do 10 m	$\pm 1,7$ m
D od 10 do 15 m	$\pm 2,2$ m

U najgorem dakle slučaju, kod krošanja na pr. sa $D = 2,5$ m i $\delta = \pm 1,1$ m, $D - D'$ iznosi približno 0,06 m, a to je veličina takva reda, koji je ispod pogreške mjerenja dimenzija krošanja.

Dosadašnja razmatranja u ovoj radnji temelje se na elementima (krošnja, visina, sklop), koji su bili određeni terestrički. Naš je cilj određivanje tih elemenata, kao i drvene mase sastojina pomoću aerofotosnimaka. Stoga je potrebno razmotriti točnost mjerenja spomenutih elemenata na tim snimcima.

6. Točnost mjerenja visina stabala i dimenzija krošanja na aerofotosnimcima – Accuracy of the height- and diameter measurements on aerial photographs

Za Zagrebačku goru postoje ljetni, panhromatski aerofotosnimci iz god. 1950. dobiveni automatskom filmskom fotokamerom (Wild RC 5 sl. 11); format snimaka 18×18 cm. Za pokusna mje-



Sl. – Fig. 11. Aerofotokamera Wild RC 5 upotrebljena kod snimanja Zagrebačke gore

Wild RC 5 serial film camera used in aerial photosurveying of Zagrebačka Gora Mountain

renja upotrebljene su kontaktne kopije na kontrastnom *Agfa-Lupex* papiru (približno mjerilo 1 : 10.000) i povećanja (približno (mjerilo 1 : 5.000) na fotopapiru domaće produkcije. Zbog određivanja srednje pogreške mjerenja visina stabala i širina krošanja identificirano je na snimcima br. 3284 i 3285 sedamdeset i pet stabala plohe br. 9. Približan raspored tih stabala plohe br. 9 vidljiv je iz skice sl. 12. Za sva ta stabla određene su pored prosječne širine krošnje i visine na terenu teodolitom Wild T-1 mjerenjem u oba položaja durbina i neposredno iza toga, približno s istoga stajališta i vizirajući na istu vršnu granu, hipsometrom *Blume-Leiss*. Visine su hipsometrom određene na temelju bar dvaju mjerenja. Iz odstupanja visina stabala određenih teodo-

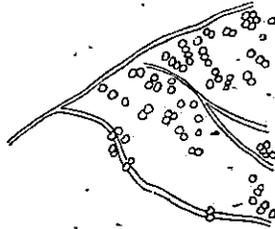
litom i hipsometrom *Blume-Leiss* dobio sam sistematsku pogrešku tog hipsometra u zajednici s njegovim daljinomjerom) $s = \frac{\sum v}{n} =$
 $= -0,9 m$ i srednju slučajnu pogrešku $\mu = \pm \sqrt{\frac{\sum (v - s)^2}{n}} =$
 $= \pm 1,2 m.$

U svim računskim operacijama, u kojima se javlja visina stabala izmjerena tim hipsometrom, uzeta je ta pogreška (sistematska) u obzir.

Visine spomenutih 75 stabala kretale su se od 14 do 32 m. Mjerenje dužina od teodolita do stabla izvršeno je provjerenom, vertikalnom daljinomjernom letvom sistema *Tachytóp*.

Mjerenje visina stabala hipsometrom *Blume-Leiss* izvršeno je kod udaljenosti 20 ili 30 m uz nagnutu vizuru (do 25°) na pripadnu daljinomjernu letvu.

Da istražim sistematsku i slučajnu pogrešku pri radu s hipsometrom *Blume-Leiss* kod dužina 15 i 20 m i uz horizontalnu vizuru na daljinomjernu letvu proveo sam u zajednici s još tri opažaća ukupno 80 pokusnih mjerenja na zgradi Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu (visine repera 8,8 m i 13,0 m). Pritom su visine na zgradi bile izmjerene direktno čeličnom vrpcom. Na temelju tih pokusnih mjerenja dobio sam za sistematsku pogrešku hipso-



Sl. - Fig. 12. Skica rasporeda stabala na primjernoj plohi br. 9
 Sketch of trees distribution in No. 9 sample plot.

metra (u zajednici s pripadnim daljinomjernim uređajem) iznos $s = -0,4 m$, a kao srednju slučajnu pogrešku izvršenih 80 mjerenja $\mu = \pm 0,3 m.$

Primjenom manje dužine, dakle i skale na hipsometru *Blume-Leiss*, koja ima šire intervale, dobio sam manji iznos sistematske i slučajne pogreške.

Visina stabala na snimcima (stereoparovima) određene su stereometrom* uz zrcalni stereoskop sa durbinima četverostrukog povećanja.

Pokusno mjerenje visina i krošanja na plosi br. 9 izvršila su nezavisno tri opažaća na spomenutim kopijama i povećanjima.

* Zeiss-Aerotopograph br. 66073

Kvaliteta prvih bila je osrednja, izrada potonjih slaba. Srednje slučajne pogreške pojedinih opažanja te trojice opažača sadržava tablica X. Iz 134 opažanja visina na snimcima *Zagrebačke gore* (1 : 5.000) izračunat je prosječni iznos te srednje slučajne pogreške sa $\pm 2,2 m$, a iz 424 opažanja na snimcima mjerila 1 : 10.000

Tablica - Table X

Predjel Region	Mjerilo Scale		1.	2.	3.	Prosječno Average	Ukupan broj opažanja Total number of observations
			$\pm \mu/m$				
Zagrebačka gora	1 : 5000	Krošnje Crowns	1,5	1,4	1,6	1,5	205
		Visine Heights	3,1	1,8	1,7	2,2	134
	1 : 10000	Krošnje Crowns	1,4	1,2	1,3	1,3	203
		Visine Heights	2,9	2,2	2,2	2,4	424
Maksimir	1 : 10000	Visine Heights	2,0	—	1,6	1,8	49

Srednje slučajne pogreške mjerenja visina stabala i širina krošnja na aerostimcima mjerila 1 : 5000 i 1 : 10.000 za trojicu opažača

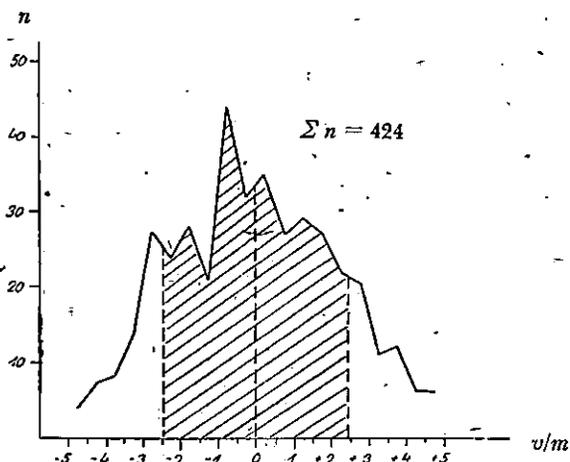
Mean incidental errors of measurement of tree heights and crown widths on aerial photographs (scales 1 : 5.000 and 1 : 10.000) for three interpreters

s iznosom $\pm 2,4 m$. Opažači 1 i 3 izvršili su pokusna mjerenja i na kvalitetnijim snimcima (*Maksimir kod Zagreba*) te iz 49 opažanja dobili prosječni iznos srednje slučajne pogreške $\pm 1,8 m$.

Sigurnost mjerenja prostornom markicom stereometra uvelike zavisi o kvaliteti snimaka (kopija) i definiranosti krošnje. Tablica X sadržava srednje pogreške mjerenja krošnja na snimcima. Očekivana, bitno veća točnost na kopijama (povećanjima) mjerila 1 : 5.000 nije postignuta radi razmjerno slabe kvalitete tih povećanja.

Mjesta za postavljanje markice stereometra (kod mjerenja visina stabala na optičkom modelu) određena su uz pomoć kontaktnih kopija još na terenu, te teodolitom izmjerene i te visinske razlike, t. j. od tih mjesta do vrha stabala. Te visine bile su uspoređivane s onima dobivenim fotogrametrijskom restitucijom. Izvršenim su dakle mjerenjima visina uspoređeni rezultati dobiveni teodolitom i visinomjerom *Blume-Leiss* s jedne strane i teodolitom i stereometrom s druge strane.

Tamo, gdje je teren u vertikalnom smislu isprijecan ili nagnut ili oko stabala zarastao, može se očekivati jedan izvor pogrešaka kod mjerenja pojedinih visina, jer se ne će mjeriti stvarne visine stabala od tla. Kod određivanja pak aritmetičke srednje sastojinske visine vezani smo na visinsku izmjeru onih stabala sastojine, kraj kojih se na snimcima može vidjeti tlo.



Sl. - Fig. 13. Frekvencija odstupanja v kod mjerenja visina stabala stereometrom na snimcima mjerila 1 : 10.000

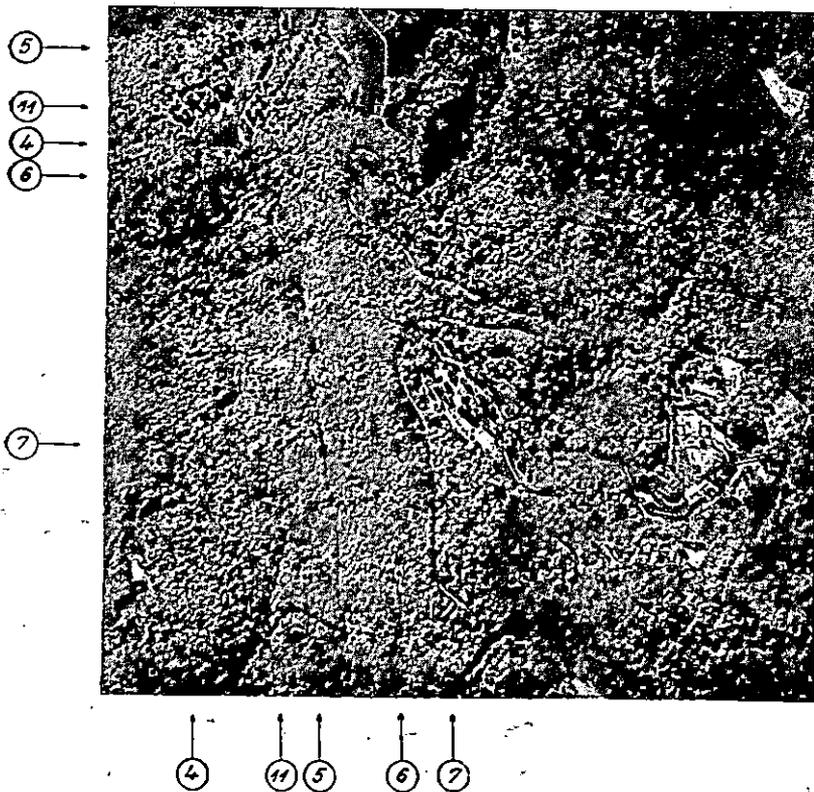
Frequency of deviation (v) in measuring tree heights by means of stereometer (parallax bar) on aerial photographs (approximate scale 1 : 10.000)

U sl. 13 prikazana je frekvencija odstupanja v kod mjerenja visina stabala stereometrom na kontaktnim kopijama Zagrebačke gore (1 : 10.000).

Pokusno posredno određivanje $d_{1,3}$ uz pomoć snimaka plohe br. 9 i nomograma iz sl. 8 pokazuje, da srednja slučajna pogreška pojedinog opažanja iznosi $\pm 8,5$ cm. Promjeri $d_{1,3}$ u plohi 9 kreću se od 50 do 100 cm. Najjači (po broju stabala) je debljinski razred od 70 do 80 cm. Raspored odstupanja $v = d_{air} - d_k$ (d_{air} na terenu izmjereni $d_{1,3}$; d_k posredno određen) dan je u tablici XI.

Σn je ovdje 67. Ostatak do punog broja (75) te plohe predstavljaju stabla javora, graba i kitnjaka, koja ovdje nisu tretirana.

Treba spomenuti, da je ploha 9 jedna od najtežih za posredna opažanja od svih 15 ploha ne samo zato, jer pripada kolektivu sa $s < 0,8$, nego mnogo više zato, što predstavlja prestarjele stabalne skupine. Ona se naprotiv radi svoje progoljenosti pokazala kao prikladna za istraživanje točnosti mjerenja visina stereometrom i mjerenja krošnja, jer su se pojedina stabla dala lako identificirati.



Sl. - Fig. 14. Raspored primjernih ploha br. 4, 5, 6, 7 i 11
Arrangement of sample plots Nos. 4, 5, 6, 7 and 11

Tablica - Table XI

v	0—4	4—8	8—12	12—16	preko 16 cm over
n	27	21	9	3	7

Frekvencija odstupanja $v = d_{dir} - d_k$ (d_{dir} = direktno opažani $d_{1,3}$; d_k = posredno određen na aerosnimcima); za plohu 9

Frequency of deviation $v = d_{dir} - d_k$ (d_{dir} = directly observed; d_k = indirectly determined on aerial photographs), for plot No. 9

Pogreška od $\pm 8,5$ cm rezultira iz pogreške, koja je iskazana u tablici VIII, i pogreška iskazanih u tablici X.

7. Točnost fotogrametrijskog određivanja drvnih masa Accuracy of volume estimation on aerial photographs

Konačnom cilju aerofototaksacije, t. j. određivanju drvnih masa sastojine, kako smo vidjeli u poglavlju B-2 vodi više putova.

Naročito u svijetlim sastojinama postoji na aerofotosnimcima mogućnost »klupiranja iz zraka«, t. j. mjerenja dimenzija projekcija krošanja. Tim se postupkom vrši ujedno i izbrazanje stabala odnosno sastojine. Mjerenje visina dat će se izvršiti samo za neka stabla, i to za ona, kojima je vrh krošnje fotografski dobro definiran, i gdje se vidi tlo kraj stabla. Izbor visinskih reprezentanata sastojine uvjetovan je dakle osobinama optičkog modela i prilikama na tlu. Na to mjerenje nepovoljno će utjecati nagnutost i naročito zaraslost okolnog terena, kako je to već i istaknuto, tako da se za srednju sastojinsku visinu ne može očekivati smanjenje dobivene srednje pogreške mjerenja visina pojedinih stabala proporcionalno sa \sqrt{n} (n broj izmjerenih visina).

Kod potpunog ili gotovo potpunog sklopa može se drvna masa sastojine odrediti i kao funkcija srednje sastojinske visine, ako se bar na nekim mjestima mogu visine stabala izmjeriti (vidi B-2). Pomoću prednjih dviju metoda određena je drvna masa fotogrametrijskim putem za primjerne plohe 1, 4, 5, 6, 7, 10, 11 i 13, koje se mogu identificirati na snimcima, a osim toga i za dijelove odjela 8 a, 21 a, 1 d (Lekenjica), u kojima nisam vršio nikakva terenska mjerenja. Direktna opažanja za te dijelove (masa, prirast, bonitetni razred) uzeta su iz podataka inventarizacije gradske šumarije u Zagrebu. Raspored za neke od tih ploha daje sl. 14 (približno mjerilo 1 : 10.000). Rezultati mjerenja na aerofotosnimcima sadržani su u tablici XII. Prvi dio tablice daje podatke direktnih opažanja. Ovdje je N broj stabala sa $d_{1,3} > 10$ cm.

Tablica - Table XII

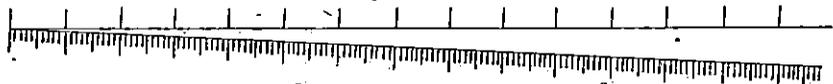
Broj plohe Plot No	Direktna opažanja - Direct observations								Fotogrametrijska opažanja - Photogrammetric observations										
	N	H_L	$d'_{1,3-s}$	Bonitetni razred Site class	v/m^2	V/m^2	Površina Area ha	s	N'	H'_s	$d'_{1,3-s}$	Bonitetni razred Site class	v'/m^2	V'/m^2			Površina Area ha	s'	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	65	33,4	70,1	II	6,99	454	1,000	0,65	58	33,0	75,9	II	8,12	471	518	468	—	(0,58)	0,75
4	151	24,2	24,2	III	1,11	168	0,640	0,81	137	—	34,8	IV	0,92	126	139	—	0,68	(0,70)	0,87
5	90	26,3	56,5	IV	3,45	311	0,941	0,78	90	26,3	50,4	III	2,71	244	268	296	0,97	(0,52)	0,69
6	171	22,0	33,9	III	0,98	167	0,645	1,03	141	19,8	33,7	IV	0,87	123	135	166	0,67	(0,73)	0,90
7	158	24,7	50,1	IV	2,51	397	1,176	0,94	154	25,7	44,0	III	2,00	308	339	464	1,16	(0,77)	0,94
10	222	21,1	36,1	IV	1,08	240	1,458	0,56	200	23,2	36,2	III	1,19	238	262	343	1,53	(0,45)	0,62
11	213	24,2	43,0	III	1,79	381	1,385	0,80	176	25,0	38,5	III	1,47	259	285	343	1,17	(0,55)	0,72
13	170	26,6	40,5	III	1,74	296	0,970	0,70	151	24,0	41,2	III	1,63	246	269	322	1,19	(0,54)	0,71
8a	—	—	—	IV	—	261	—	—	113	—	41,3	III	1,71	193	212	—	0,85	(0,59)	0,76
1d	—	—	—	IV	—	62	—	—	57	—	32,5	IV	0,76	43	47	—	0,35	(0,31)	0,48
21a	—	—	—	III	—	106	—	—	89	21,6	36,7	IV	1,14	101	111	150	0,47	(0,33)	1,00
21a	—	—	—	III	—	70	—	—	53	—	38,8	IV	1,24	66	73	—	0,31	(0,75)	0,92

Primijerna ploha u
odjelima - Sample
plot in compartments

Direktna i fotogrametrijska opažanja taksacionih elemenata na pojedinim plohama
Direct and photogrammetric observations of mensurational elements on individual plots

H_L srednja sastojinska visina određena je Loreyevom formulom (o sistematskoj pogreški visinomjera vođeno je računa) $d_{1,3-s}$ prsnovisinski promjer srednje-plošnog stabla, v drvena masa srednje-kubnog stabla, određena pomoću Grundnerovih drvnogromadnih tablica za bukvu, a $V (=Nv)$ drvena masa odnosne primjerne plohe. Bonitet je procijenjen pomoću Šurićevih tablica za bukvu (1938) na osnovu dimenzija srednjeg stabla pojedinih ploha. Sklop je određen pomoću kvocijenta $\frac{K}{P}$, gdje je K suma površina projekcija krošanja. Drugi dio tablice XII sadržava rezultate fotogrametrijskih opažanja. N' je broj stabala vidljivih na snimcima H_s , aritmetški srednja sastojinska visina $\frac{\sum h}{n}$

(h visine određene fotogrametrijski na n stabala; n se kretao od 10 do 30; sistematske pogreške opažanja 1, 2 i 3 – ustanovljene pri spomenutim pokusnim fotogrametrijskim mjerenjima visina na plosi 9 – uzete su u obzir: one iznose za mjerilo 1 : 5.000 – 1,5, – 0,7, – 0,8 m); $d'_{1,3-s}$ je promjer plošno-srednje stabla, v' drvena masa srednjeg stabla određene pomoću spomenutih Grundnerovih tablica. Širine krošanja mjerene su na stereoparovima (povećanja 1 : 5.000; ploha 10 na snimcima 1 : 10.000) pomoću klinolikog



Sl. – Fig. 15. Razmjernik za mjerenje širine krošanja na aerosnimcima
Wedge for measuring tree crowns on aerial photographs

razmjernika iz sl. 15. Za svako stablo uzeta su dva promjera krošnje, te po prosječnim širinama krošnje formirani stepeni širine 0,5 m. Sistematske pogreške opažanja 1, 2 i 3 u mjerenju promjera krošnje – ustanovljene pri pokusnim mjerenjima širina krošanja na plosi 9. – koje iznose – 0,6, – 0,3, – 0,1 m uzete su u obzir.

Visine stabala mjerene su stereometrom. Za procjenu drvnih masa upotrebljena je aritmetški srednja umjesto srednje sastojinske visine. U pogledu odnosa visine kubno srednjeg stabla (H_v dakle zapravo srednje sastojinske visine izračunate po Loreyevoj formuli) i aritmetški srednje sastojinske visine za bukove sastojine navest ću istraživanja Nördlingerera [15]. Taj je autor na temelju opažanja visina u 35 normalno obraslih bukovih sastojina ustanovio, da razlika između dviju spomenutih visina za konkretnih 35 sastojina ($H_v - H_s$) iznosi +0,4 m, t. j. da je aritmetški srednja visina sistematski bila preniska (u srednjem) za 0,4 m od visine kubno srednje stabla.

Pomoću nomograma iz sl. 8 – uzevši kao ulaze prosječne širine krošanja pojedinih primjernih ploha i aritmetски srednju sastojinsku visinu $\frac{\sum h}{n}$ – određeni su $d'_{1,3-s}$.

Tablica XII daje uvid u točnost provedenih fotogrametrijskih opažanja na spomenutih 12 ploha. Srednja pogreška aritmetски srednje sastojinske visine H'_s iznosi $\pm 1,6$ m (s obzirom na H_L). Moessner [13] je na osnovu velikog broja opažanja na kvalitetnim recentnim snimcima mjenila 1 : 20.000 i pomoću t. zv. *Harvard Parallax wedge* [20], uz sudjelovanje trojice opažача došao do srednje pogreške visine H'_s u iznosu od $\pm 1,8$ m.

Točnost određivanja $d'_{1,3-s}$ iznosi prema našim istraživanjima za navedenih (tablica XII) prvih 8 ploha $\pm 3,9$ cm. Bonitet je i ovdje procijenjen na isti način kao kod direktnih opažanja. Za plohu br. 4, na kojoj se radi sklopljenosti nisu mogle mjeriti visine na snimcima, određen je na osnovu mjerenja u neposrednom okolišu, pomoću D , H i nomograma iz sl. 8, najprije bonitetni razred pomoću *Šurićevih* tablica, a zatim po istim tablicama i drvena masa srednjeg stabla. Isti je postupak primijenjen i u dijelovima odjela 1 d, 8 a i 21 a.

Tablica – Table XIII

d/cm	20	35	50	65
h/m	$\pm \mu_v \left(i \frac{\mu_v}{v} \cdot 100 \right)$			
20	0,12 (40)	0,22 (23)	0,35 (17)	—
25	0,15 (39)	0,28 (23)	0,43 (17)	0,60 (14)
30	0,19 (39)	0,34 (23)	0,51 (16)	0,70 (13)
35	—	0,39 (23)	0,59 (16)	0,81 (13)
$m_d = \pm 3,9$ cm		$m_H = \pm 1,6$ m		

Srednje pogreške ($\pm \mu_v$) drvene mase srednjeg sastojinskog stabla, koje nastaju uslijed $m_{d_{1,3}} = \pm 3,9$ cm, te $m_H = \pm 1,5$ m

Mean volumetric errors ($\pm \mu_v$) in stand mean tree resulting from $m_{d_{1,3}} = \pm 3,9$ cm, and $m_H = \pm 1,5$ m

U tablici XIII sadržane su srednje pogreške drvene mase srednjeg sastojinskog stabla, koje nastaju zbog pogrešaka $m_{d_{1,3}}$ ($= \pm 3,9$ cm) i m_H ($= \pm 1,6$ m). Te su pogreške izražene u m^3

i relativno (u postocima – iznosi u zgradama) za razne d i za razne H .

Prosječna procentualna pogreška izbrajanja stabala iznosi $-10,0\%$. Prisustvo je ove sistematske minus pogreške razumljivo, ako se uzme u obzir, da su snimci Zagrebačke gore izvršeni u jutarnjim satima (oko 8^h), dakle s razmjerno dugačkim sjenama, te da su razlike u visinama najslabijih i najjačih debljinskih stepena svih ploha veći od $5 m$. S druge strane mjestimice je radi sklopljenosti vrlo sumnjivo na snimcima odrediti, da li se radi o jednom, dva ili možda čak i tri stabla. No baš kao što se ni geodetska fotogrametrija popuno ne emancipira od terestričkih radova, tako je i u šumarskoj fotogrametriji potrebno bar mjestimice provjeravanje odnosno usporedba s terenom. Naša nam usporedba pokazuje, da broj stabala pojedinih ploha treba povisiti za 10% . Nakon isključenja te sistematske pogreške ostaje srednja slučajna pogreška u izbrajanju stabala od $\pm 5,6\%$.

Uz nekorigiran broj stabala drvena masa svih 12 ploha kao cjeline određena je sa stvarnom procentualnom pogreškom od $-17,0\%$ (kolona 14 tablice XII), uzmu li se kao stvarne mase one iskazane u koloni 6. Nakon spomenute korekcije broja stabala dobiva se za gromadu tih ploha pogreška u iznosu od $-8,8\%$ (kolona 15). U koloni 16 određena je drvena masa pojedinih ploha na osnovu H' i površine tih ploha, a uz pomoć *Woderine* korelacijske jednadžbe za bukvu n). Tako dobivena drvena masa reducirana je s obzirom na sklop pojedinih ploha. Ispravnija bi bila redukcija s obzirom na obrast, ali taj se iz snimaka ne može dovoljno točno odrediti. Drvena masa određena *Woderinom* jednadžbom za spomenutu je cjelinu (vidi 8 primijenjenih ploha u tablici XII) previsoka za $8,5\%$.

Prosječna procentualna stvarna pogreška u drvnim masama (za kolonu 15) iznosi $\pm 15,2\%$.

Kolone 18 i 19 sadržavaju sklop određen fotogrametrijski, i to podaci u zgradama pokazuju neposredno opažanje $\left(\frac{K'}{P'}\right)$, a brojke u koloni 19 korigiran sklop. Slično naime kao kod broja stabala – a iz istih razloga – pojavljuje se u fotogrametrijskom određivanju sklopa sistematska pogreška $s = -0,17$. Tim je iznosom popravljen neposredni podatak fotogrametrijskog opažanja.

Pojedine primjerne plohe planimetrirane su metodom kvadratne mreže, a na osnovu prethodnog kopiranja tih ploha sa snimaka na proziran papir. Ploha br. 1 nije bila posebno identificirana po nekim graničnim linijama kao plohe 4, 5, 6, 7, 10, 11 i 13, već je u odgovarajućoj sastojini za aerofototaksacijsku interpretaciju na snimcima uzeta ploha od 1 ha na približno istom mjestu, gdje je u prirodi bila uzeta isto tako velika ploha za određivanje kore-

lacija. Mjerilo za pojedine plohe određeno ju uz pomoć formule 19) (vidi dalje) na taj način, da je

1. stereometrom određena visinska razlika Δh nivoa osnovice O i približne sredine pojedinih ploha i
2. povećan (u slučaju kad je Δh pozitivno) model mjerila, koji pripada nivou osnovice.

Površine, koje su na takav način ustanovljene, sadržava kolona 17 u tablici XII. Površine pojedinih ploha bile su određene i terestričkom metodom (račun površina iz koordinata primjenom teodolita *Wild TO*), a iskazane su u koloni 7 tablice XII. Unatoč primjeni prikladnog mjerila pojavila su se za pojedine plohe pogreške u određivanju površine (1,3% do 18,5%), koje prema-

šuju maksimalne pogreške određene iznosom $\pm \frac{4,0}{\sqrt{2}} \sqrt{P}$, a koje se za pojedine predmetne plohe kreću od $\pm 2,2\%$ do $\pm 3,5\%$. Razlog razmjerno velikim pogreškama treba tražiti ne toliko u sistematskoj pogrešci mjerila i razlikama u ortogonalnoj i centralnoj projekciji i slučajnim pogreškama planimetriranja, nego više u identifikaciji pojedinih ploha. U sustavnom izlučivanju sastojina te bi se pogreške vjerojatno uvelike međusobno poništile.

8. Razmatranja o primijenjenoj tehnici fotogrametrijske restitucije *Observations on the techniques applied to the photo-interpretation by the author*

Princip mjerenja visina Δh na stereoparovima (vertikalni snimci) vidljiv je na iz sl. 16. Iz sličnosti trokuta ALD i A_dED izlazi

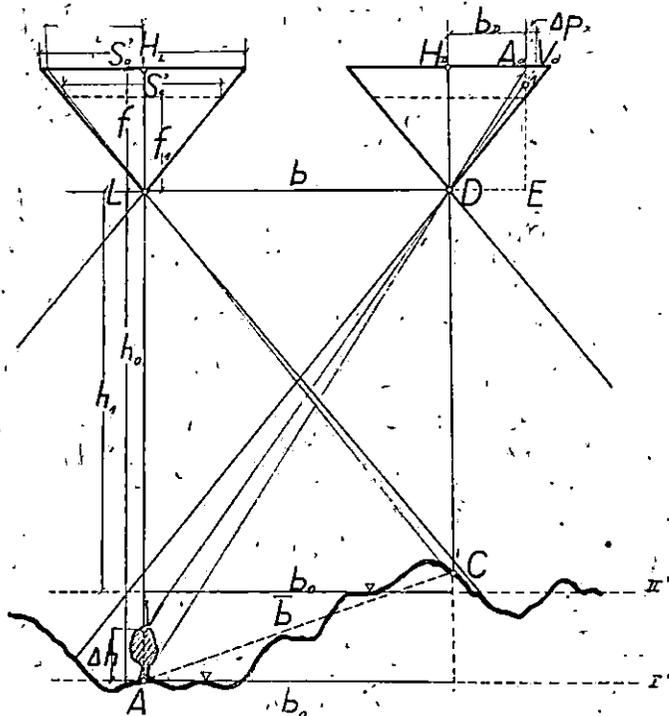
$$\frac{\Delta h}{h_0} = \frac{A_d 1}{A_d E} = \frac{A_d 1}{f} = \frac{\Delta p_x}{b'_D + \Delta p_x}, \text{ t. j.}$$

$$\Delta h = \frac{h_0}{b'_D + \Delta p_x} \Delta p_x \quad \dots \quad 6)$$

gdje je Δh visina stabla, h_0 visina snimališta (L i D) iznad nivoa plohe položene kroz dno stabla, b'_D centralna projekcija baze $b_0 \equiv b$, a Δp_x razlika stereoskopskih paralaksa izmjerena prostornom markicom stereometra. Isti izvod vrijedi naravno i u slučaju, kad stablo (objekt, komu mjerimo visinu) nije točno u optičkoj osi lijevog (L) ili desnog (D) položaja fotokamere. Određivanje visina stabala izvršio sam skraćenom formulom

$$\Delta h = \frac{h_0}{b'} \Delta p_x \quad \dots \quad 7)$$

Razlike, koje nastaju upotrebom formule 7) umjesto 6) iznose prema Schwydefskom [19] $\varepsilon_{\Delta h} \doteq \frac{\Delta h^2}{h_0}$. Uzme li se na pr. $h_0 = 2000 \text{ m}$, a $\Delta h = 30 \text{ m}$, to će biti $\varepsilon_{\Delta h} \doteq 0,5 \text{ m}$.*



Sl. - Fig. 16.

Vrijednost Δp_x čitali smo na stereometru do na 0,1 mm, te s lakoćom ocjenjivali i 0,01 mm.

* Navedeni iznos stvarne pogreške $\varepsilon_{\Delta h} \doteq \frac{\Delta h^2}{h_0}$, koja nastaje primjenom skraćene formule 7), vrijedi za normalan slučaj (optičke osi okomite na bazu snimanja), vertikalnog snimka, i ako se objekti (stabla), kojima određujemo visine Δh , nalaze na vodoravnom terenu. U tom se naime slučaju iznosi Δp_x za vrhove stabala odnose na nivo, iz kojega potječe i preslikana baza b' (Δp_x razlika t. zv. apsolutnih paralaksa vrha i podnožja stabala). Nalazi li se stablo svojim podnožjem na pr. a metara iznad nivoa, iz kojega potječe preslikana baza b' nastupit će, radi primjene formule 7), za vrh stabla visokog Δh pogreška s iznosom $\frac{(a + \Delta h)^2}{h_0}$, a za podnožje stabla pogreška $\frac{a^2}{h_0}$, dakle, za visinu stabla pogreška $\frac{(a + \Delta h)^2}{h_0} - \frac{a^2}{h_0}$. Taj iznos može popri-

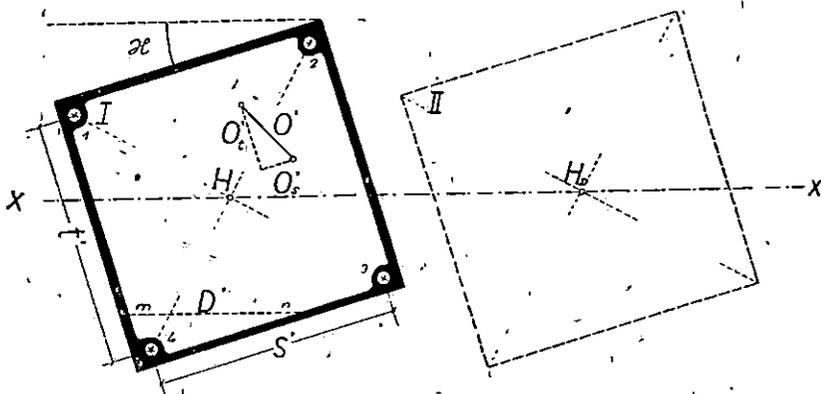
Određivanju h_0 i b' posvetili smo posebnu pažnju.

a) određivanje h_0 . Braum [1] primjećuje, da kod nepravilnog usuha snimaka nije opravdano uzeti aritmetičku sredinu dobivenu (kod određivanja mjerila) iz oba ortogonalna smjera snimaka, već da treba dati prednost dimenziji snimka u smjeru stereoparalaktičkog mjerenja. Izvodi i razmatranja, koja slijede u odsječku a), polaze od ove osnovne misli.

Mjerilo snimaka ($M = 1 : m$) u nekom smjeru i za neki nivo odredi se na osnovu odnosa dužine na snimku i njoj pripadne u prirodi, na pr. iz sl. 16.

$$M = \frac{1}{m} = \frac{b'_D}{b_0} = \frac{f}{h_0} \quad 8)$$

t. j. $h_0 = m f$. Mjerenje Δp_x vršimo u smjeru leta (os $x - x$) tako, da nas prvenstveno zanima mjerilo u tom smjeru, jer znamo, da se mjerilo snimaka mijenja ne samo promjenom nivoa plohe,



Sl. - Fig. 17

nego i promjenom smjera. Ovo posljednje dolazi kod vertikalnih snimaka i radi razlika u deformaciji (usuhu) snimaka. U prirodi je negdje, na uglavnom horizontalnom terenu, po mogućnosti u blizini sastojine, u kojoj smo vršili mjerenja, izmjerena što duža osnovica O , koja se preslikala kao O' (vidi snimak I u sl. 17).

miti vrijednost i od nekoliko metara. Da bi se dakle u slučaju brdovitog terena, kad se stabla nalaze u nivou, koji je viši ili niži od onoga, iz kojega potječe b' , izbjegla veća pogreška, radi primjene skraćene formule 7), bit će švrishodno pribjeći metodi navedenoj ovdje u poglavlju 8 b. Time se općenitiji slučaj, vrlo približno, svodi na slučaj vodoravnog terena (uvodenjem u račun nove baze b'_1 ; koja potječe iz novog nivoa), pri čemu ϵ_{sh} ne će premašiti spomenuti iznos pogreške od 0,5 m.

Mjerilo je dakle snimka u tom određenom smjeru i za odnorni nivo (na pr. I' u sl. 16)

$$M = \frac{1}{m} = \frac{O'}{O} \quad 9)$$

Nas zanima mjerilo u smjeru osi x . Pogledajmo najprije, kako se odnose mjerila u smjeru s i t (sl. 17), t. j. da li postoji razlika u deformaciji kontaktnih kopija u tim smjerovima. Dužinama s' i t' odgovaraju u prirodi u nivou I' (sl. 16) neke nepoznate, međusobno jednake dužine q (prvobitni nedeformirani oblik snimka je kvadrat 1-2-3-4 u sl. 17), tako da su mjerila M_s i M_t

$$M_s = \frac{1}{m_s} = \frac{s'}{q}; \quad M_t = \frac{1}{m_t} = \frac{t'}{q} \quad 10)$$

Odnos tih mjerila jednak je

$$\frac{M_s}{M_t} = \frac{m_t}{m_s} = \frac{s'}{t'} = c, \text{ t. j. } m_t = c m_s \quad 11)$$

Budući da s' i t' dobivamo direktno izmjerom na snimcima, faktor c je određen.

Rastavimo O' u dvije komponente O'_s i O'_t i izmjerimo ih na snimcima (na pr. Majzakovim trokutima).

Dužina O je rezultanta nepoznatih komponenata O_s i O_t , dakle

$$\begin{aligned} O^2 &= O_s^2 + O_t^2 \\ &= O'^2_s m_s^2 + O'^2_t m_t^2 \\ &= O'^2_s m_s^2 + O'^2_t c^2 m_s^2 \\ &= m_s^2 (O'^2_s + c^2 O'^2_t) \end{aligned} \quad 12)$$

U jednadžbi 12) jedina je nepoznanica m_s .

Iz jednadžbe 12) možemo pisati

$$m_s^2 = \frac{O^2}{O'^2_s + c^2 O'^2_t} = \frac{O'^2 m_0^2}{O'^2_s + c^2 O'^2_t} \quad 13)$$

gdje je m_0 modul mjerila u (općem smjeru) osnovice O' . Budući da se c može izraziti i u procentualnom iznosu kao

$$c = 1 \pm 0, op' \quad 14),$$

gdje nam p kazuje koliko je procentata dimenzija s u odnosu na t (kvadratičan format) manja ili veća, to nam je otvoren put za računanje maksimalno dopuštene razlike usuha uz određene zahtjeve na mjerenju točnosti visina. Želimo li na primjer, da ta točnost (primjena formule 7)) ne premaši iznos $\pm 0,2 m$, dola-

zimo do zaključka na ovaj način. Uvrstimo li 14) u 13), $O'^2 (= O'_s{}^2 + O'_t{}^2)$ svrsishodno odaberemo jedinicom, O'_t zamijenimo sa $1 \cos \alpha$ (α kut osnovice O' i komponentne O'_t), dolazi se do formule

$$m_0^2 = m_s^2 (1 \pm 2 \cdot 0, \text{ op } \cos^2 \alpha) \quad 15)$$

Uzme li se nadalje kao najvjerojatnija vrijednost za α kut od 45° formula 15) može se pisati i na ovaj način

$$m_0^2 - m_s^2 = \Delta(m^2) = \pm 0, \text{ op } m_s^2 \text{ ili}$$

$$p = \pm \frac{100 \Delta(m^2)}{m_s^2} \quad 16)$$

Promjenu visine u optičkom modelu od $\pm 0,2 \text{ m}$ (kod $f = 0,20 \text{ m}$, $b' = 0,06 \text{ m}$, a $\Delta p_x = 0,001 \text{ m}$) izaziva promjena modula mjerila $\Delta m = \pm 29$. Uvrsti li se ta vrijednost u 16), a za m_s uzme na pr. 10.000, dobiva se $p = \pm 0,57\%$.

Znači, kad je razlika usuha (dviju ortogonalnih dimenzija snimaka) veća od $\pm 6\%$, treba primijeniti naprijed navedeni način (jednadžba 12) za određivanje mjerila u smjeru osi x (odnosno s).

Kod primijenjenih snimaka *Zagrebačke gore* i *Maksimira* prosječna procentualna razlika deformacije kontaktnih kopija (1.) odnosno povećanja (2.) iznosila je

1.	2.
$p\% \pm 1,23\%$	$\pm 2,88\%$

Za male zakretaje snimaka ($\alpha < 10^\circ$) i male razlike u m_s i m_t bit će $m_x = m_s$. Kod većih α trebat će m_x odrediti računski iz m_s . Dužina $D' \equiv \overline{mn}$ ima komponente D'_s koju svrsishodno odaberemo kao okrugao broj na pr. 10 cm) i $D'_s \text{ tg } \alpha$ (α nakon orijentacije izmjeren kutomjerom), dakle

$$D' = \sqrt{D'_s{}^2 + D'_s{}^2 \text{ tg}^2 \alpha} \quad 17)$$

možemo bez teškoće odrediti. Dužinama D'_s i $D'_s \text{ tg } \alpha$ odgovaraju u prirodi dužine $D'_s m_s$ i $D'_s \text{ tg } \alpha m_t$ dakle

$$D = \sqrt{D'_s{}^2 m_s^2 + D'_s{}^2 \text{ tg}^2 \alpha m_t^2} \quad 18)$$

Iz odnosa $\frac{D'}{D}$ dobiva se mjenilo $M_x = 1 : m_x$ za nivo I' .

Budući da je $m = \frac{h}{f}$, to je

$$\Delta m = \frac{1}{f} \Delta h \quad 19)$$

a modul mjerila u smjeru osi x u nekom nivou II' , koji leži na pr. iznad nivoa I' , bit će

$$m'_x = m_x - \Delta m.$$

Ova nam je formula korisno poslužila kod mjerenja širina krošanja na snimcima u raznim nivoima.

Žarišna daljina (f) fotokamere određena je po proizvađaču, te se može uzeti kao a priori poznata, što smo i uradili. Ukoliko se dimenzije 3-4 (razmak rubnih maraka na sl. 17) na kontaktnim kopijama usušila na iznos s'_1 vidi i sl. 16) ili povećanjem snimaka povećala, to treba i prvobitni f računski smanjiti odnosno povećati na iznos

$$f_1 = \frac{f}{s'_0} \cdot s'_1 \quad (20)$$

gdje je s'_0 neusušena (nepovećana) udaljenost maraka (3 do 4 a s'_1 nova, promijenjena. Ako nam prava veličina udaljenosti s'_0 nije poznata, mogli bismo se poslužiti za određivanje stvarnog usuha ili povećanja u smjeru x razmakom rubova maske (crno u sl. 17. I), koji iznos prvobitno u smjeru s' 18 cm. Tako sam postupio kod spomenutih pokusnih mjerenja.

Kad znamo m_x i f (odnosno f_1) h_0 odredimo po formuli 8), t. j.

$$h_0 = f m_x \quad (21)$$

b) Promjena h_0 i b' . U slučaju horizontalnog terena ostat će h_0 isti za cijelo stereopolje. b' u formuli 7) uzet ćemo kao aritmetičku sredinu $\frac{b'_L + b'_D}{2}$ (sl. 16). b'_L je udaljenost na lijevom snimku

(I. sl. 17) od glavne točke toga snimka H_L do konjugirane glavne točke desnog snimka, prenesene na lijevi snimak stereoskopskom identifikacijom ili pomoću okolišnog detalja; b'_D je udaljenost na desnom snimku od glavne točke toga snimka H_D do konjugirane glavne točke lijevog snimka prenesene na desni snimak. Ako je teren brdovit, to se ne može diljem cijelog stereopolja uzeti isti b' i h_0 . Postavimo li zahtjev da izazvane pogreške u Δh , uslijed stvarne promjene b' i h_0 budu $< \pm 0,5 m$, pitamo se, za kolikuu visinsku razliku dh_0 smijemo držati b' i h_0 konstantno, t. j. do kojeg visinskog nivoa nam vrijedi konstanta $\frac{h_0}{b'}$ nepromijenjena. Odgo-

vor dobivamo diferenciranjem formule 7) po h_0 i b' i uz pomoć formule 22). Uz $d\Delta h = \pm 0,5 m$, $\Delta p_x = 0,001 m$, $b' = 0,06 m$, te $h_0 = 2000 m$ dobivamo $dh_0 = \pm 30 m$. Dakle 30 m iznad određenog nivoa i 30 m ispod njega (na pr. I' u sl. 16) možemo $\frac{h_0}{b'}$ smatrati konstantom, a da pritom pogreška u mjerenju visina ne perkorači postavljenu granicu.

Bitno je za konstantu $\frac{h_0}{b'}$, da se h_0 i b' odnose na isti nivo. U brdovitom terenu tome ne će biti gotovo nikada zadovoljeno, t. j. h_0 prema 8) određen je s obzirom na nivo mjerene osnovice O , a $b' = \frac{b'_L + b'_D}{2}$ odnosit će se približno na neki srednji nivo $\frac{H_A + H_C}{2}$ (sl. 16). Uzevši kao provizornu konstantu $\frac{h_0}{b'}$ s takvim elementima, najprije ćemo odrediti mjerenjem pomoću stereometra visinsku razliku nivoa $\frac{H_A + H_C}{2}$ i I' (nivo osnovice O), zatim visinsku razliku nivoa I' i željenog nivoa na pr. II' . S tim visinskim razlikama odredimo h_{0B} , t. j. visinu snimališta (polazimo od pretpostavke, da nema razlike u visini između L i D) nad sredinom baze b , te h_1 (sl. 16) i b'_1 , koji pripadaju novom nivou (II'). Odnos između preslikane baze nivoa II' i one, koja potječe iz nivoa $\frac{H_A + H_C}{2}$ predložen je izrazom

$$\frac{b'_1}{b'} = \frac{h_{0B}}{h_1}, \text{ t. j.}$$

$$b'_1 = \frac{h_{0B}}{h_1} b' \quad \dots \quad 22)$$

Pomoću h_1 i b'_1 dobivamo novu konstantu. Tu možemo iskoristiti za mjerenje visina stabala u nivoima, koji se ne razlikuju za više od ± 30 m od nivoa II' .

Radi li se na jednom stereoparu više dana, to je potrebno ustanoviti eventualnu promjenu deformacije kopija mjereći ponovo b'_L i b'_D .

Za mjerenje širina krošanja zgodno je poslužio klinoliki razmjernik na prozirnrom materijalu, koji prikazuje sl. 15. I za mjerenje krošanja prikladan je optički model, što ga definiraju stereoparovi. Izmjerene dimenzije krošanja na snimcima treba množiti sa modulom mjerila m , t. j.

$$D = k m \quad \dots \quad 23)$$

gdje je k dimenzija krošnje izmjerena klinolikim razmjernikom. I ovdje će trebati m , koji se odnosi na nivo osnovice O , mijenjati za iznos Δm prema formuli 19). Ako držimo m (na pr. $m = 10.000$) konstantnim kod promjena visina nivoa do ± 30 m, a uz $k = 0,001 m$, te $f = 0,2 m$, to će se zbog toga dobiti pogreške u mjerenju dimenzije krošanja

$$dD = k dm = k \frac{dh}{f} = \pm 0,15 m$$

D) ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Za aerofotogrametrijsko određivanje drvnih masa od prvorazrednog je značenja pitanje korelacija između dimenzija krošnje i prsnovisinskog promjera debla ($d_{1,3}$). Postavljanje takve korelacije nužno je, budući da se na vertikalnim aerofotosnimcima ne može $d_{1,3}$ ili koji drugi promjer debla direktno izmjeriti. Aerofototaksacijski radovi uvjetovani su realnim tehničkim dostignućima koja omogućuju određivanje broja stabala u sastojini, sklopljenosti sastojine i visine stabala pored dimenzije projekcija krošanja. Te tehničke mogućnosti djelomično uvjetuju i izgradnju spomenutih korelacija, t. j. uvjetuju izbor argumenata.

Na temelju navedenih istraživanja u Zagrebačkoj gori i na području Plitvičkih jezera u pitanju korelacije između prosječne širine krošnje i prsnovisinskog promjera za bukvu dolazim do zaključka (pomoću Fisherova *F-testa*) da je linearna korelacija za *progaljene sastojine* (oko 820 opažanja u Zagrebačkoj gori) *vjerojatna, a potpuno dopustljiva za sastojine sa područja Plitvičkih jezera* (oko 220 opažanja) *i za soliterna stabla* (oko 70 opažanja u Zagrebačkoj gori). *Za sklopljene sastojine* (oko 890 opažanja u Zagrebačkoj gori) *pretpostavka o linearnoj korelaciji nije dopustljiva*. Odstrane li se u kolektivnu sa sklopom $s > 0,8$ opažanja za $D > 10 m$, još uvijek postoji vrlo malena vjerojatnost za linearnu korelaciju. Pravac, koji se dobije izjednačenjem u području od $D = 2,5 m$ do $10,0 m$ ($d = 0,082 + 0,03899 D$), po *F-testu* ne pokazuje pouzdanost. Parabola (vidi sl. 5), koja se dobila izjednačenjem kroz čitavo opažano područje (D od $2,5 m$ do $17 m$), kod $s > 0,8$ naravno bolje aproksimira spomenutu korelaciju. No ni ta parabola, po ocjeni pomoću *F-testa*, nije dopuštena pretpostavka. *Ta ocjena pravca i parabole po F-testu traži detaljniju analizu problema. Ona upućuje na nehomogenost u opažanom materijalu, na koju treba posebno ukazati i o kojoj treba povesti računa znatnim proširenjem istraživanja.*

Iz navedenih podataka – za dobu od 30 do 120 godina – pomoću prirasno-prihodnih tablica (Grundner, Gehrhardt) vidi se naime, da prirast krošnje (periodički prirast) sa starošću opada ili da se bar bitno ne povećava (Wiedemann). Izuzetak čine podaci za III. bonitetni razred po Wiedemannovim prihodnim tablicama. Grafička predodžba izvedenih numeričkih podataka prirasno-prihodnih tablica (Grundner, Gehrhardt kod slabe, umjerene i jake prorde, te Wiedemann kod normalnog sklopa i umjerene prorde) za različite bonitetne razrede pokazuje, da je krivulja $d = f(D)$ pravac.

No ako se ispita dopustljivost linearne korelacije za svaku od ploha u Zagrebačkoj gori citiranih u radnji kod $s > 0,8$, vidi-se:

1. da je linearna korelacija za pojedine plohe dopustljiva (izuzetak čini ploha br. 6), te
2. da su ti pravci u kvantitativnom pogledu bitno različiti.

Grafička predodžba tih pravaca zorno pokazuje, da *ista dimenzija krošnje u raznim plohama proizvodi razne dimenzije debela u ovisnosti o topografskom položaju plohe*. Tako na pr. ploha sa sjevernom ekspozicijom (ploha br. 4) počevši od $D = 6 m$ proizvodi bitno manje dimenzije debela ($d_{1,3}$) nego li ona sa jugoistočnom (ploha br. 7) ili sjeverozapadnom (ploha br. 2) ekspozicijom. Razlika u $d_{1,3}$ za plohe 4 i 7 iznosi kod $D = 12 m$ oko 14 cm.

Bukva je vrsta, koja je osjetljiva na kasne proljetne mrazove, traži dovoljno svježe tlo, a ne podnosi dulje sušne ljetne periode. Prema tome i korelacija između D i $d_{1,3}$ ovisna je o tim zahtjevima, odnosno o njihovu ispunjenju, što se prikladno može izraziti ekspozicijom ili stojbinskim karakteristikama. Odatle izlazi, da se naprosto samo širinom krošnje ne može tako pouzdano odrediti prsnovisinski promjer, kao kad se uzme u obzir i topografski položaj sastojina, koji se uostalom i na aerosnircima može odrediti. Tu dakle leži razlog spomenutoj nehomogenosti opažanog materijala, u koji se ne može uklopiti ni pravac ni parabola (prema ocjeni *F-testa*). A odatle izlazi *zaključak, da se korelacijska veza između D i $d_{1,3}$ ne može dovoljno opisati, ako se uzme samo D kao ulaz*. Izvršena istraživanja samo zacrtavaju ove indikacije. Njih bi trebalo u posebnom radu proširiti (želi li se $d_{1,3}$ indirektno odrediti samo na osnovu D) uzimajući obzira na topografski položaj sastojina, i to naročito na ekspoziciju, nadmorsku visinu, a po potrebi i na geografsku širinu. Pojedine ekspozicije, odnosno pojedine nadmorske visine dale bi vjerojatno individualne korelacijske odnose $d = f(D)$.

Detaljno analizom može se pokazati i za progaljene sastojine u Zagrebačkoj gori (sastojine br. 1, 5, 10, 11 i 13), da su korelacijski pravci $d = f(D)$ za pojedine od tih ploha po *F-testu* dopustljivi, no da se i oni bitno razlikuju u kvantitativnom pogledu.

U poglavlju o višestrukoj korelaciji uzeta je kao indikator boniteta stojbine visina stabala. Na temelju grafičkog prikaza profila ploha $d = F(D, H)$, te razmatranja istih dolazi se do zaključka o dopustljivosti linearne korelacije. Numerički zaključak pomoću *F-testa* bio bi pouzdan, kad bi se opažanja izvršila u većem opsegu, nego li što je učinjeno u ovoj radnji.

Sadašnje dakle stanje aerofototaksacije u kojem se ona služi promjerom projekcije krošnje, traži, da se uzmu u razmatranje i karakteristike sastojinske stojbine: bilo kao topografske odlike terena, bilo kao srednja sastojinska visina. Ako se uzme srednja

sastojinska visina kao argument, otpada, kako je to u radnji pokazano, potreba za starošću kao argumentom. Sklop bi se sastojine mogao uzeti kao argument samo u slučaju, ako se on u toku razvoja sastojine nije bitno mijenjao.

Daljni razvoj fotogrametrijske tehnike (snimci velikog mjerila pomoću Continuous Strip kamere ili mjerenja pomoću mikrofotometra) ukazuje na sve veću mogućnost, da se umjesto širine krošnje, mjeri *volumen* krošnje, koji bi poslužio i za izgradnju korelacije. Trodimenzionalnost krošnje moguće je izraziti promjerom i dužinom krošnje. U tom smislu bit će potrebno da se izvrše dalja istraživanja, te u slučaju jačih korelacijskih odnosa tih elemenata sa *d*, iste primijeniti i u aerofototaksaciji. Veća mogućnost primjene tih elemenata u aerofototaksaciji pokazat će se vjerovatno kod onih vrsta drveća, koja izgrađuju koničan habitus svojih krošanja, kao što je to slučaj na pr. kod jele i smreke. Osim toga postavlja se pitanje određivanja mjesta za izmjeru dimnezija debla. Ustanovljivanje promjera debla u prsnoj visini predstavlja tehničku nuždu u dendrometrijskoj praksi. Ali ta se nužda može prema potrebi i preudeliti. Ako je promjer debla u polovici njegove visine bolji reprezentant drvene mase debla, to će biti ispravnije, da se korelacijom procjenjuje taj promjer (a na osnovu volumena krošnje i karakteristika stobine).

Izvršena istraživanja u pogledu taksacijskih veličina pokazuju, da su za određivanje broja stabala i sastojinskog sklopa jutarnji snimci nepovoljni. Zbog postojećih sjena u sastojinama pojavljuju se sistematske pogreške u izbrajanju stabala. Za te su radove podjedniji podnevni snimci, koji za ispitivano područje zasada ne postoje. Ta istraživanja nadalje pokazuju, da se (prema današnjim tehničkim mogućnostima) *drvena masa srednjeg stabla pojedine sastojine može fotogrametrijskom metodom navedenom ovdje pod B-2c-a odrediti sa procentualnom srednjom pogreškom, koja se kreće od $\pm 13\%$ do $\pm 40\%$ u zavisnosti od prsnovisinskog promjera i visine stabala.* To nas upućuje na zaključak, da će aerofotogrametrijsko određivanje drvnih masa uz povoljan izbor metode biti pouzdanije za veće i jednolične šumske komplekse (jednolične s obzirom na vrstu drveća i starost) uz primjenu odgovarajućeg broja uzoraka. Pouzdana procjena sortimenata, je isključena.

Primijene li se u radu kontaktne kopije na papiru bez metalnih uložaka, to je potrebno, da se mjerilo snimaka u stereoparalaktičnom smjeru određuje na temelju poznavanja razlike usuha u oba ortogonalna smjera kopije. *U radnji izvedena formula 16) pokazuje, da je takav postupak nuždan, kad te razlike usuha premašuju $\pm 6\%$, a pogreška se u određivanju visinskih razlika u optičkom modelu želi zbog tog izvora pogrešaka (razlika usuha) držati manjom od $\pm 0,2$ m.*

CONCLUSIVE COMMENTS

In the volume estimation by means of aerial photographs correlation between the crown dimensions and *d. b. h.* ($d_{1,3}$) is of great importance, because in the vertical aerial photographs one cannot take direct measurements of $d_{1,3}$ or of any other stem diameter. The use of aerial photographs in forest inventories depends upon the real technical possibilities, which permit the determination of the number of stems in a given stand, the stand crown closure and the tree heights besides the size of crown projection. These technical possibilities condition in part also the establishment of the mentioned correlations; i. e. they condition the selecting of arguments.

On the basis of the investigations carried out in *Zagrebačka Gora Mountain* ($\varphi = 46^\circ$, $\lambda = 16^\circ$ *Greenw.*, $H = 500-1000$ m) as well as those carried out in the region of the *Plitvice Lakes* in matter of correlation between the mean crown diameter and $d_{1,3}$ for beech, I am arriving at the conclusion (by means of *Fisher's F-test*), that the straight line correlation for the stands with opened canopy (based upon about 820 observations in *Zagrebačka Gora Mountain*) is probable, and that it is completely permissible for the stands from the area of *Plitvice Lakes* (about 220 observations) as well as for solitary trees (about 70 observations in *Zagrebačka Gora Mountain*). If in the population possessing the crown closure $s > 0,8$, we abstain from all the observations with crown diameter $D > 10$ m, there is still a very slight probability for the existence of straight line correlation. According to the *F-test*, the straight line obtained by the adjustment ranging from $D = 2,5$ m to $10,0$ m ($d = 0,82 + 0,03899 D$) does not offer any reliability. The parabola (see fig. 5.) obtained by the adjustment through the whole range observed (D from $2,5$ m to 17 m) at $s > 0,8$, will naturally approximate the mentioned correlation much better. Neither is this parabola - being checked by means of the *F-test* - a permissible hypothesis. This checking of the straight line and parabola, by means of the *F-test*, requires a more detailed analysis of the problem. It refers to the non-homogeneity of the test material, which should be taken into consideration by an extension of the investigations.

From the data computed - for the age ranging from 30 to 120 years - by means of yield tables (Grundner, Gehrhardt) - it is conspicuous, of course, that the increment of the crown diameter (the periodical increment) decreases with age, or that, at least, it does not show any essential increase (Wiedemann). The data of the site class *III* according to Wiedemann's yield tables are here an exception. The graphical representation of the computed nume-

rical data from the yield tables, for different site classes (Grundner, Gehhardt for slight, moderate and heavy thinning, Wiedemann for normal closure and moderate thinning) shows that the curve $d = f(D)$ is a straight line.

If one checks the fitness of the straight line correlation for each of the plots cited in the paper (and located in *Zagrebačka Gora Mountain*) for $s > 0,8$, it is noteworthy for the following:

1. Linear correlation is permissible for individual plots (only the plot no. 6 is an exception), and
2. Quantitatively, these straight lines are essentially different.

The graphical representation of these straight lines is an evidence, that the same dimension of crown in various plots yields various dimensions of stem depending on the topographical location of the plot. Thus, for instance, the plot with a north aspect (plot no. 4) starting with $D = 6$ m yields essentially smaller stem dimensions ($d_{1,3}$) than that with a southeast (plot no. 7) or northwest (plot no. 2) aspect. The difference in $d_{1,3}$ for plots Nos. 4 and 7 amounts at $D = 12$ m to about 14 cm.

The beech is a species sensitive to late spring frosts, requiring fairly fresh soils, and not bearing prolonged summer drought. Thus the correlation between D and $d_{1,3}$ also depends upon these requirements and their fulfilment, which can suitably be expressed with the aspect or site characteristics. It follows, that it is not possible to determine the d. b. h. reliably merely by the crown width as in the case when topographic location of the stands is taken into consideration, which can also be determined on aerial photographs. Hence the mentioned non-homogeneity of the experimental material which does not allow of an adjustment of (according to the F -test estimate) straight line or parabola. From this fact we can draw the conclusion that the correlation between D and $d_{1,3}$ cannot be established to a sufficient degree if only D is taken as an entry. The performed investigations merely outline these indications. They should be extended in a special work (if we desire to determine $d_{1,3}$ indirectly on the basis of D only), taking into consideration the topographic location of the stand, and especially its aspect, altitude and, if need be, also the latitude. Particular aspects or particular altitudes would probably give individual correlations $d = f(D)$.

A detailed analysis will prove also for open stands in the *Zagrebačka Gora Mountain* (stands no. 1., 5., 10. and 13.), that the correlation straight lines $d = f(D)$ (after the F -test) are permissible for individual plots of these, but they nevertheless essentially differ from the quantitative point of view.

In the chapter dealing with the multiple correlation the tree height is taken as the indicator of site class. On the basis of the

graphic representation of plot profiles $d = f(D, h)$ and of the examination of these, the conclusion may be drawn as to the fitness of the straight line correlation. The numerical conclusion by means of the *F-test* would be quite reliable, if observations were carried out on a larger scale than has been done in this paper.

Consequently, the present day status of volume estimation by aerial photographs where it uses the crown projection, requires taking into consideration the characteristics of the sites: either as topographic features of the area, or as the mean stand height. If the mean stand height is taken as an argument, there is no need — as was confirmed in this paper — to take the age as an argument. The stand crown closure be taken as an argument only in case it has not undergone essential changes in the course of the development of the stand.

Further development of the photogrammetric techniques (large-scale photos by means of a *Continuous Strip Camera* or measurements by means of *Microphotometer* [21]) points to an ever greater possibility to measure instead of the crown width the crown volume, which would equally serve for the establishment of the correlation. The three-dimensionality of the tree crown can be expressed by the diameter and length of the crown. In this sense it will be necessary to carry out subsequent investigations, and in the case of a closer correlation of these elements with $d_{1.3}$ to apply them also in the forest inventories by means of aerial photographs. A greater possibility of application of these elements in the stock-taking by the use of aerial photographs will probably be displayed in those tree species which produce a tapering shape of their crowns, as is the case with firs and spruces. Besides, there is also the question of height in measuring the stem diameters. Determination of stem diameter in breast height represents a technical necessity in dendrometric practice. But this requirement can be altered, if necessary. If the diameter of the stem in its mid-height is a better representative of the stem volume, it will be better to evaluate this diameter by means of correlation (on the basis of crown volume and stand site characteristics).

The performed investigations concerning the stand mensurational data, prove, that for the determination of the number of stems and of stand crown closure, morning-flown photographs are not quite satisfactory. Because of the existing shadows in stands, there occur systematic errors in the counting of stems. For these kinds of work midday-flown photographs would be more suitable, which, however, were not available for the area investigated. Furthermore, these investigations confirm, that (according to present-day technical possibilities) by the photogrammetric method mentioned here under B-2c-a, the volume of the mean tree of

individual stands can be determined with a mean percentage error ranging from $\pm 13\%$ to $\pm 40\%$ depending upon *d. b. h.* and tree height. This leads to the conclusion, that the determination of the tree volume by the use of aerial photographs and a proper method, will be more reliable for larger and uniform forest complexes (uniforms as regards tree species and age) by the application of a corresponding number of samples. A reliable estimate of assortments of the question.

If one employs contact prints on paper not possessing metal insertions, it is necessary, that the scale of photographs in stereoparallactic direction should be computed on the basis of knowledge of the shrinkage difference in both directions of the copy. The formula (16) carried out in the paper indicates that this procedure is indispensable when the shrinkage differences exceed $\pm 6\%$, while the error of determination of tree heights in the optic model owing to this source of errors (shrinkage differences) should be kept under $\pm 0,2 m$.

LITERATURA - LITERATURE:

- [1] *Braum F.*, O unutarnjoj orijentaciji fotogrametrijskog snimka i nekim njezinim posebnim problemima, Geod. list, 1952. str. 220.
- [2] *Czuber E.*, Die statistischen Forschungsmethoden, Wien 1927.
- [3] *Gerhardt*, Ertragstabeln für reine und gleichartige Hochwaldbestände von Eiche, Buche, Tanne, Fichte, Kiefer, grüner Douglasie und Lärche, Berlin 1930.
- [4] *Gieruszynski T.*, Zastosowanie fotogrametrii przy urządzeniu gospodarstw leśnych, Warszawa 1948.
- [5] *Halaj J.*, Príspevok k odhadu drevnej hmoty s leteckej snímky, Brno 1949.
- [6] *Ivessalo Y.*, On the correlation between the crown diameter and the stem of trees, Commun. Inst. for. Fenn., Helsinki 1950.
- [7] *Jordan-Eggert*, Handbuch der Vermessungskunde I, Stuttgart 1935.
- [8] *Klepac D.*, Sastojinsko ili stabilimično gospodarjenje, Šum. list 1 i 2 g. 1950.
- [9] *König G.*, Die Forstmathematik, Gotha 1835.
- [10] *Krutsch*, Das Luftbild im Dienste der Forsteinrichtung, Tharandt. forstl. Jb., Berlin 1925.
- [11] *Levaković A.*, Dendrometrija, Zagreb 1922.
- [12] *Linder A.*, Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure, Basel 1945.
- [13] *Moessner K. E.*, The accuracy of stand height measurement on air photos, Cent. St. For. Exp. Sta., Columbus, Ohio 1950.
- [14] *Moessner, Brunson, Jensen*, Aerial volume tables for hardwood stands in the Central States, Cent. St. For. Exp. Sta., 1951.
- [15] *Nördlinger T.*, Scheitelhöhe des Mittelstammes und durchschnittliche Bestandeshöhe, Allg. Forst- u. Jagdztg. str. 290, 1887.
- [16] *Petračić A.*, Uzgajanje šuma I., Zagreb 1925.
- [17] *Pressler M. R.*, Das Gesetz der Stammbildung, Leipzig 1865.

- [18] *Prodan M.*, Messung der Waldbestände, Frankfurt 1951.
- [19] *Schwidersky K.*, Grundriss der Photogrammetrie, Bielefeld 1950.
- [20] *Spurr S. H.*, Aerial photographs in forestry, New York 1948.
- [21] *Tomaševović Ž.*, Zur Frage der Forstphotogrammetrie, Schweiz. Z. Forstw. XI. 1952.
- [22] *Ugrenović A.*, Tehnologija drveta, Zagreb 1932.
- [23] *Wiedemann*, Ertragstafeln für Buche, Fichte und Douglasie, Hannover 1938.
- [24] *Wodera H.*, Holzmassenermittlung nach Luftbildern, Forst- u. holzw. Ztg. Nr. 13-14 i 15-16, Wien 1948.
- [25] *Zieger E.*, Ermittlung von Bestandesmassen mit Hilfe des Hugerhoff-Heydeschen Autokartographen, Mitteilungen aus der sächsischen forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt, Berlin 1929.

Dr. DUŠAN KLEPAC

ISTRAŽIVANJA DEBLJINSKOG PRIRASTA JELE U NAJRAŠIRENIJIM FITOCENOZAMA GORSKOG KOTARA

RECHERCHES SUR L'ACCROISSEMENT DU
DIAMÈTRE À HAUTEUR D'HOMME POUR LE SAPIN
DANS LES ASSOCIATIONS LES PLUS RÉPANDUES
DE LA RÉGION DU »GORSKI KOTAR«

Uvod - Introduction

Problem - Problème

Metoda rada - Méthode de travail

Izbor pokusnih ploha - Choix des places d'essai

Opis pokusnih ploha - Description des places d'essai

Tehnika rada na terenu - Méthode de travail sur le terrain

Tehnika obračuna - Méthode de calcul

Rezultati - Résultats

Debljinski prirast jele i njegov tok - Accroissement du diamètre
à hauteur d'homme pour le sapin et sa marche

Kulminacija debljinskog prirasta jele - Maximum de l'accroisse-
ment du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin

Prosječno vrijeme prijelaza za jelu - Temps de passage moyen
pour le sapin

Razmatranje dobivenih rezultata - Discussion des résultats obtenus

O debljinskom prirastu jele i njegovu toku - A propos de l'accrois-
sement du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin et sa
marche

O kulminaciji debljinskog prirasta jele - A propos du maximum
de l'accroissement du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin

O prosječnom vremenu prijelaza jele - A propos du temps de
passage moyen pour le sapin

Završna razmatranja - Discussions finales

Zaključak - Conclusion

Literatura - Bibliographie

Résumé

Godine 1948. i 1949. organizirao je dr. *Ivo Horvat*, redoviti profesor Veterinarskog fakulteta u Zagrebu, istraživanje i kartiranje vegetacije planinskog skupa Risnjaka i Snježnika. Temeljna misao tih istraživanja bila je »što uže povezati rad svih onih, koji se zanimaju za biljni pokrov u teoretskom ili u praktičnom pogledu. U tu svrhu trebalo je okupiti botaničare, zoologe, mikrobiologe, pedologe, klimatologe, šumare i stočare, da se stvori radna zajednica istraživača, koja će, polazeći od jasno omeđene biljne zajednice - šume, livade ili kamenjare - obuhvatiti sva pitanja, koja se na nju odnose i tako omogućiti ne samo njezino svestrano poznavanje, nego i njezino najracionalnije iskorišćivanje« (*Horvat*, 1950.).

Kako je suradnicima te radne zajednice bilo omogućeno, da slobodno razrađuju svoje probleme po svojim metodama rada, ja sam se ljeto 1950. godine priključio istraživanjima prof. *Horvata* u cilju, da bi istražio kako prirašćuje jela u *debljini u dvjema najraširenijim fitocenozama Gorskog Kotara*. Ta su istraživanja bila za mene od velike koristi, prvo, jer sam na taj način mogao svoj problem tretirati na bazi sigurno postavljenih tipova šuma, i drugo, što u ono vrijeme Zagrebački Poljoprivredno-šumarski fakultet još nije imao svojih šumskih objekata, pa su samostalna opsežnija terenska istraživanja te vrste bila skopčana s velikim teškoćama. Zato smatram svojom ugodnom dužnošću, da se prof. *Horvatu* ovdje najsrdačnije zahvalim.

Svoja sam terenska istraživanja započeo ljeti 1950. godine. No već u jesen iste godine vidio sam, da je problem, koji sam počeo istraživati, kompleksne naravi i da ću morati ta istraživanja proširiti. Radi toga su se terenska istraživanja - uz manje i veće prekide - zavukla do 1953. godine. Sasvim je razumljivo, da sam tom prilikom naišao na velike materijalne zapreke, koje su bile konačno svladane dotacijama; što sam ih dobio od Saveznog ministarstva šumarstva FNRJ (preko prof. *Horvata*), od Šumarskog instituta Ministarstva šumarstva N. R. Hrvatske i od Odbora za fakultetske šume Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, za što im ovom prilikom mnogo zahvaljujem.

Pri terenskim istraživanjima izašli su mi u susret šumari Gorskog Kotara, kolege ing. *Marijan Matijašić*, ing. *Petar Nežić*, ing. *Ivica Navratil*, ing. *Josip Radošević* i ing. *Eduard Gradečki*, pa im za to lijepa hvala.

Obrada sakupljenog materijala bio je *golem* posao. Trebalo je analizirati 6.304 izvrtka jele sa 7. pokusnih ploha i dobivene rezultate statistički obraditi. Kod toga posla pomagali su mi: *Oskar Hores*, šum. tehničar, i ovi studenti šumarstva: *Ivan Šmit*, *Josip Trohar*, *Nikola Spudić*, *Miroslav Novosel*, *August Helbl*, *Esad*

* Ovu sam radnju predao za štampu dne 5. lipnja 1953. godine.

Kuskunović, Josip Štanfl i Dragutin Bedžula za što im mnogo zahvaljujem.

Kod statističke obrade materijala pomogao mi je kolega dr. Borivoj *Emrović*, komu ovdje naročito zahvaljujem.

Crteže i slike izradio je uglavnom *Petar Prebježić*, šum. tehničar, a djelomice *Oskar Horeš* i *August Helbl*, student šumarstva, za što im dugujem svoju zahvalnost.

Obračun podataka, kao i njihovu statističku obradu izvršio sam djelomice u Zavodu za uređivanje šuma, a djelomice u Zavodu za dendrometriju Zagrebačkog Poljoprivredno-šumarskog fakulteta, pa se predstojnicima tih zavoda prof. dru. *Plavšiću* i docentu dru. *Emroviću* najljepše zahvaljujem.

PROBLEM - PROBLEME

Dvije najraširenije fitocenoze Gorskog Kotara jesu *šuma bukve i jele* (Fagetum Abietetosum Horv.) i *šuma jele i rebrače* (Abieto-Blechnetum Horv.). Kako su to ujedno najvrednije šume u zapadnom dijelu Hrvatske, smatrao sam za korisno, da istražim *kako prirašćuje jela u tim dvjema zajednicama, t. j. kako prirašćuje jela na vapnenoj, a kako na glinenoj (silikatnoj) podlozi*. Taj mi se problem činio toliko interesantnijim, što nije ni u domaćoj, a ni u stranoj literaturi dovoljno proučen.

METODA RADA - MÉTHODE DE TRAVAIL

Da bih riješio spomenuti problem, izabrao sam *metodu uzoraka* (sampling method).

Izbor pokusnih ploha - Choix des places d'essai

Fitocenološka kanta Gorskog Kotara, koju je sastavio *Horvat*, poslužila mi je kao baza za izbor pokusnih ploha.

Pri izboru pokusnih ploha držao sam se nekih principa. Prvo, nastojao sam, da pokusne plohe budu dovoljno velike, kako bih u njima obuhvatio veliki broj debelih stabala. Drugo, pazio sam na to, da one obuhvate prirodne tipove šuma, neoštećene jakim sječama. Treće, trudio sam se, da pokusnim ploham, postavljenima u jednoj fitocenozi, nadem pandan plohe u drugoj fitocenozi. Četvrto, pazio sam na to, da granice pokusnih ploha po mogućnosti koincidiraju s granicama odjela i odsjeka kako bih izbjegnuo omedašivanje ploha.

Držeći se tih principa, položio sam ljeti 1950. godine pet pokusnih ploha: dvije u *risnjačkom*, a tri u *fužinskom* basenu. Prve dvije plohe »Ruhač« i »Križe« nalaze se gotovo na istoj nad-

morskoj visini (oko 800 m) i to, prva u fitocenozi bukve i jele, a druga u fitocenozi jele i rebrače. I jedna i druga ploha obuhvaćaju različite ekspoziције. Obje plohe pripadaju gospodarskoj jedinici »Crni Lug«, premda se prva nalazi na vapnenoj, a druga na glinenoj podlozi. U cijeloj gospodarskoj jedinici gospodarilo se dosada na isti način, po principima prebornog gospodarjenja. Obje pokusne plohe pripadale su prije rata njemačkom feudalcu *Thurn-Taxisu*.

Treću, četvrtu i petu pokusnu plohu postavio sam u fužinskom basenu; treću i četvrtu u šumskom predjelu »Lisičine«, u šumi bukve i jele na vapnencu, a petu u šumskom predjelu »Brloškom«, u šumi jele i rebrače, na glinenu tlu. Peta ploha je pandan trećoj i četvrtoj, jer se nalazi na gotovo istoj nadmorskoj visini i istoj ekspoziциji kao i prethodne dvije. U »Lisičinama« i u »Brloškom« vođeno je također preborno gospodarjenje. Plohe u »Lisičinama« pripadale su prije rata zemljišnoj zajednici Fužine, a ploha u »Brloškom« zemljišnoj zajednici Hreljin.

Šestu i sedmu pokusnu plohu položio sam 1951. godine u šumama, koje je iste godine dobio Zagrebački Poljoprivredno-šumarski fakultet u naučne i nastavne svrhe. Šesta se pokusna ploha nalazi na »Kupjačkom Vrh«, u šumi bukve i jele na vapnencu, a sedma u »Tuškom Lazu« u šumi jele i rebrače na glinenu tlu. Obje plohe nalazile su se u istoj gospodarskoj jedinici »Zalesina«, koja je prije rata pripadala njemačkom veleposjedniku *Thurn-Taxisu*. U toj gospodarskoj jedinici vodilo se također preborno gospodarjenje. Šesta i sedma ploha imaju karakter *stalnih pokusnih ploha*.

Opis pokusnih ploha – Description des places d'essai

Položaj i smještaj pokusnih ploha prikazao sam na preglednom nacrtu br. 1. Pokusne plohe I, III, IV i VI su reprezentanti bazično-neutrofilne šume bukve i jele (*Fagetum Abietetosum* Horv.). Ostale plohe II, V i VII su predstavnici acidofilne šume jele i rebrače (*Abieto-Blechnetum* Horv.).

Površine pokusnih ploha prikazane su u tabeli 1, a dobivene su iz postojećih gospodarskih osnova. No kako te površine ne dolaze u obzir kod ustanovljivanja debljinskog prirasta i prosječnog vremena prijelaza, nije bilo nužno, da ih provjerim ponovnim mjerenjem na terenu.

Topografski faktori (nadmorska visina, ekspoziција i inklinacija) pokusnih ploha vide se iz nacрта br. 1.

Što se tiče edafskih faktora ističem, da je na plohama I, III, IV i VI tlo kameno, skeletno, skeletoidno, plitko, suho, neutralno do bazično, a ono na plohama II, V i VII humozno, duboko, svježije i kiselo.

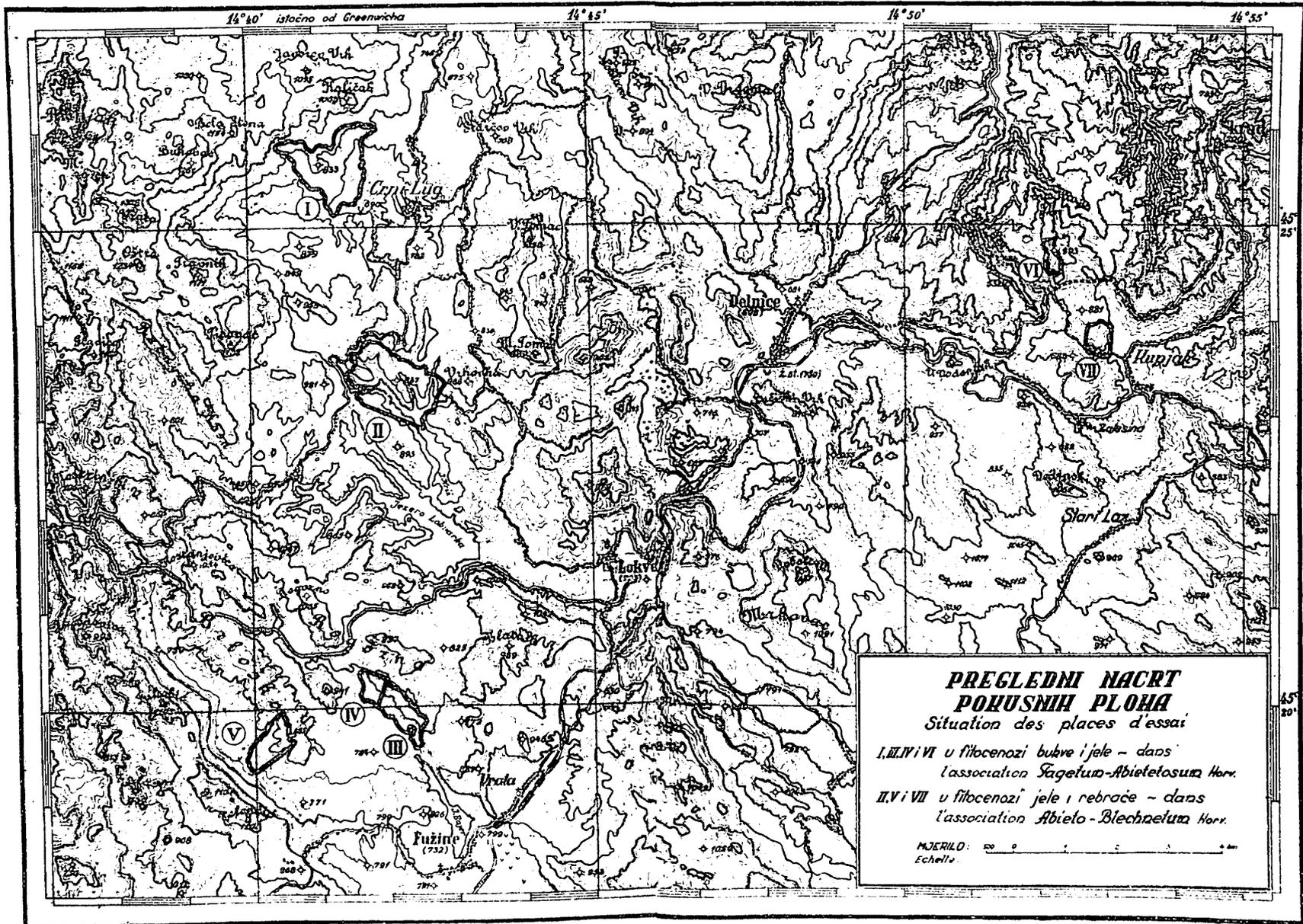


Tabela - Table 1

Oznaka, naziv i površina pokusnih ploha Numérotage des places d'essai avec leurs surfaces							
u fitocenozi bukve i jele (na vapnencu) dans l'association <i>Fagetum abietetosum</i> Horv. (sur le sol calcaire)				u fitocenozi jele i rebrače (na glinenu tlu) dans l'association <i>Abieto-Blechnetum</i> Horv. (sur le sol silico-humifère)			
Broj plohe Numéro de la place d'essai	Naziv plohe Nom de la place d'essai	Odjel i odsjek Parcelle	Površina plohe u ha Surface de la place d'essai en hectares	Broj plohe Numéro de la place d'essai	Naziv plohe Nom de la place d'essai	Odjel i odsjek Parcelle	Površina plohe u ha Surface de la place d'essai en hectares
I	Ruhač	II, 1, a, b, e, f, g, h, i, k	143,10	II	Križe	IV, 6, a, b; c, d, f, g, h, i	149,80
III	Lisičine	6 b	38,03	V	Brloško	2	44,95
IV	Lisičine	6 a	18,21				
VI	Kupjački Vrh	III, 2, f	11,70	VII	Tuški Laz	VII, 4, b	21,00

Klimatske su prilike podjednake za sve pokusne plohe s tom razlikom, što su godišnje oborine na plohama III, IV i V nešto veće od prosjeka, koji za Gorski Kotar iznosi oko 2.000 mm. Srednja godišnja temperatura kreće se prosječno oko 7° C. Klima je na prijelazu između kontinentalne i oceanske.

Floristički sastav primjernih ploha I, III, IV i VI je ovakav. Od prizemnog rašća najkarakterističnije su: *Cardamine enneaphyllos*, *Cardamine trifolia*, *Cardamine bulbifera*, *Asperula odorata*, *Paris quadrifolia*, *Calamintha grandiflora*, *Omphalodes verna*, *Anemone nemorosa*, *Cyclamen europaeum*, *Polygonatum multiflorum*, *Hacquetia epipactis*, *Asarum europaeum*, *Prenanthes purpurea*, *Aspidium aculeatum*, *A. filix. mas*, *Sanicula europaea*, *Arum maculatum*.

Slaj grmlja je dobro razvijen, a sastoji se od: *Ilex aquifolium*, *Daphne laureola*, *Sambucus racemosa*, *Lonicera alpigena*, *Rhamnus fallax*, *Evonymus latifolus*, *Corylus avellana*.

Slaj drveća čine bukva, jela, gorski javor i gorski brijest.

Na pokusnim plohama II, V i VII flora je bitno različita. Prizemno rašće se sastoji uglavnom od ovih vrsta: *Blechnum spicant*, *Lycopodium annotinum*, *Lycopodium selago*, *Calamagrostidis arundinacea*, *Hieracium murorum*, *Luzula nemorosa*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum attenuatum* i dr.

Od grmlja se javlja *Lonicera nigra*, *Sorbus aucuparia*, *Rubus ideus* i dr. Mjestimično je obilan pomladak i mladik bukve, manje jele.

Dominantnu etažu čini čista jela.

Struktura sastojina na pokusnim plohama prikazana je na slici 2. Struktura prve i druge pokusne plohe prikazana je po debljinskim razredima od 10 cm prema podacima, koje sam dobio od Šumskog gospodarstva »Viševica« na Rijeci.* Za ostale plohe dobio sam strukturu direktnim klupiranjem svih stabala iznad 12,5 cm p. p. Da bih izbjegnulo utjecaj površine pokusnih ploha, prikazao sam na slici 2 relativni broj stabala po debljinskim razredima (prve dvije plohe) i po debljinskim stepenima (sve ostale plohe). Na taj se način iz spomenute slike vidi, da pokusne plohe u šumi bukve i jele imaju uglavnom *prebornu strukturu*, a struktura pokusnih ploha u šumi jele i rebrače je na prijelazu između *preborne* i *binomske*.

Što se tiče *obrasta*, pojedine plohe imaju ove temeljnice po hektaru: I. ploha 45 m², III. ploha 47 m², IV. ploha 43 m², VI. ploha 41 m²; II. ploha 39 m², V. ploha 44 m² i VII. ploha 46 m².

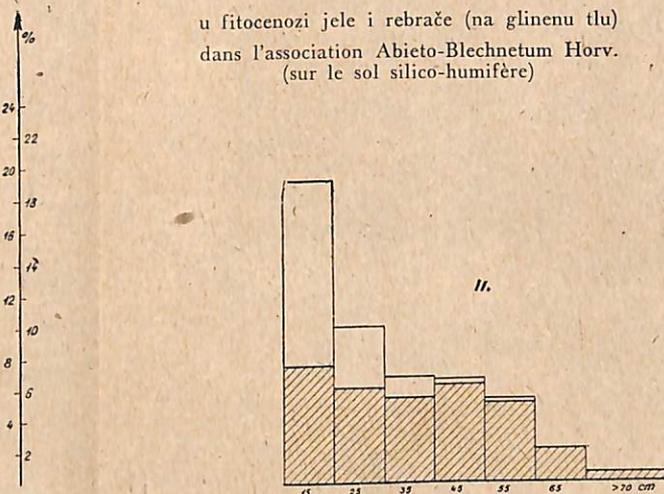
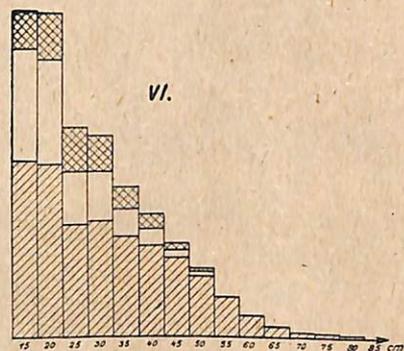
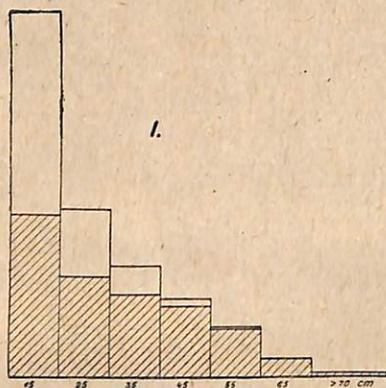
Bonitet stojbine odredio sam na temelju *Alganovih* uređajnih tablica za pokusne plohe u šumi bukve i jele, a *Schaefferove*

* U tim podacima nema ni gorskog javora, a ni gorskog brijesta, jer su oni supsumirani pod bukvu; to je učinjeno i na grafikonu za I. i II. pokusnu plohu.

Struktura sastojina po broju stabala na pokusnim plohama
Répartition des tiges par catégories du diamètre dans les places d'essai

u fitocenozu bukve i jele (na vapnenu tlu)
dans l'association Fagetum-abietetosum Horv.
(sur le sol calcaire)

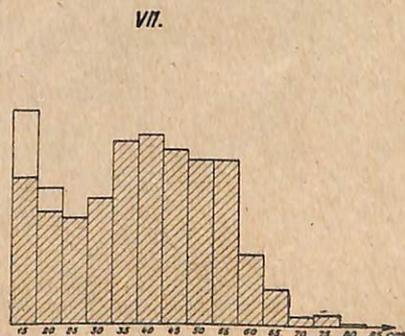
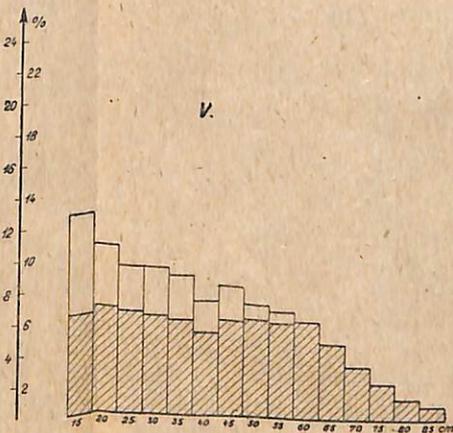
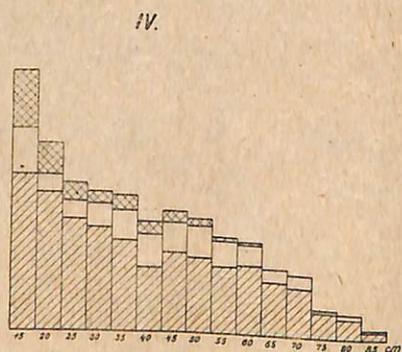
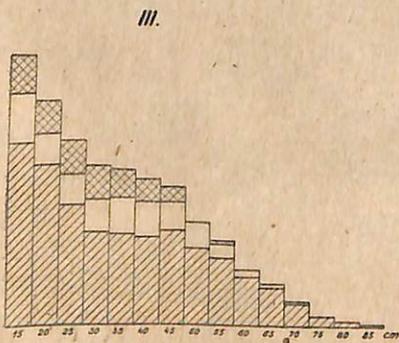
u fitocenozu jele i rebrače (na glinenu tlu)
dans l'association Abieto-Blechnetum Horv.
(sur le sol silico-humifère)



▨ jele - sapin

□ bukva - hêtre

▩ gorski javor i gorski brijest - sycamore, orme de montagne.



Slika br. 2

tablice upotrebio sam za bonitiranje ploha u šumi jele i rebrače. I. ploha odgovara petnaestoj, III. i IV. ploha četrnaestoj, a VI. ploha jedanaestoj *Alganovoj* tarifi. II. ploha odgovara šesnaestoj, V. ploha sedamnaestoj, a VII. ploha četrnaestoj *Schaefferovoj* tarifi.

Tehnika rada na terenu – Méthode de travail sur le terrain

Kako je osnovni cilj ovih istraživanja bio istražiti debljinski prirast i vrijeme prijelaza za jelu na vapnencu i na silikatu, bačeno je težište rada na bušenje jelovih stabala. Pomoću *Presslerova* svrdla uzimao sam s jelovih stabala izvrtke (uzonke) minimalne duljine od 2,5 cm bez kore. Pri uzimanju uzoraka bio je zadovoljen *princip slučajnosti*: bušena su samo ona stabla, koja su pala u unaprijed određene vizurne linije. U tu sam svrhu, prije bušenja stabala, položio nekoliko ekvidistantnih linija na nacrtu svake pokusne plohe. Zatim sam početne točke tih linija iskolčio na terenu i odredio njihov smjer. U prvim dvjema pokusnim plohamu smjer linija bio je istok-zapad, jer je na taj način bila najbolje obuhvaćena konfiguracija terena. U ostalim plohamu smjer tih linija bio je drugačiji, ali uvijek okomit na izohipse terena. Svako jelovo stablo, deblje od 17,5 cm p. p., koje je palo u vizuru, bilo je izbušeno u prsnoj visini.

Na primjernim plohamu od I do V uključivo uzimao sam sa svakog jelova stabla, koje je palo u vizuru iskolčenog pravca, dva izvrtka, bušeci stablo u prsnoj visini dijametralno, t. j. na dvije suprotne strane. Takvim je postupkom bio, doduše, zadovoljen princip slučajnosti, ali nakon završenog bušenja (pri sortiranju izvrtaka) pokazao se premalen broj izvrtaka za debela stabla. Zato sam bio prisiljen nadopuniti svoja istraživanja novim bušenjem stabala ograničavajući se na jelova stabla deblja od 60 cm p. p. Ponovljeno bušenje stabala izvršio sam na svih pet ploha iduće godine, t. j. ljeti 1951.

Radi ilustracije donosim ovdje podatke sa druge plohe. Tu sam plovu razdijelio na 13 paralelnih ekvidistantnih linija međusobnog razmaka od 60 metara. Ukupna duljina tih linija iznosila je oko 11 km (10.940 m). Na tim sam linijama izbušio 1950. godine 531 jelovo stablo i uzeo sa njih 1062 izvrtka. Za najjače debljinske stepene dobio sam takvim postupkom samo nekoliko uzoraka. Zato sam na istoj plosi iduće godine ponovo položio po istom principu 4 nove ekvidistantne *pruge* u razmacima od 250 metara. Na tim prugama izbušena su 163 jelova stabla deblja od 60 cm p. p., te je dobiveno još 326 izvrtaka. Takvim sam postupkom dobio na drugoj pokusnoj plosi 1388 izvrtaka. Potpuno sam analogno postupio na plohamu I, III, IV i V, te broj izvrtaka sa tih ploha donosim u tabeli 2.

Tabela -- Table 2

<i>Broj izvrtaka izbušenih na jelovim stablima</i> <i>Nombre d'échantillons (cigarettes de bois) pris avec la tarière de Pressler</i> <i>sur les sapins</i>									Napomena Note
u fitocenozi bukve i jele (na vapnenu tlu) dans l'association <i>Fagetum abietetosum</i> Horv. (sur le sol calcaire)					u fitocenozi jele i rebrače (na glinenu tlu) dans l'association <i>Abieto-Blechnietum</i> Horv. (sur le sol silico-humifère)				Sve- ukupno Total
na pokusnim plohama sur les places d'essai									
I.	III.	IV.	VI.	Ukupno Total	II.	V.	VII.	Ukupno Total	
1276	802	734	466	3278	1888	1054	584	3026	6.304

Na plohama I, II, III, IV i V uzeta su sa svakog stabla po dva izvrtka. Na plohama VI i VII uzet je sa svakog stabla po jedan izvrtak.
 On a pris deux échantillons sur chaque tige dans les places d'essai N. I, II, III, IV et V. Dans les autres places on n'a pris qu'un échantillon sur chaque tige.

Na pokusnim plohama VI i VII radio sam jednostavnije, služeći se stečenim iskustvom iz prošle godine. I te sam plohe razdijelio po istom principu na ekvidistantne linije, koje sam iskolčio na terenu. Sa svakog jelova stabla, koje je palo u vizuru iskolčene linije, a koje je bilo deblje od 17,5 cm p. p., uzeo sam 1951. godine po jedan izvrtak. Ali pored toga vadio sam izvrtke sa svih jelovih stabala debljih od 55 cm p. p., koja su pala u prugu široku 10 metara, t. j. 5 metara s lijeve i 5 metara s desne vizurne linije.

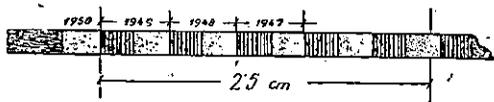
Bušenje nije izvršeno uvijek s iste strane nego s različitih strana stabala, da bi se dobio što bolji presjek.

Dobar dio izvrtaka izbušio sam lično sam, a kod ostalih sam bušenja lično prisustvovao.

Tehnika obračuna – Méthode de calcul

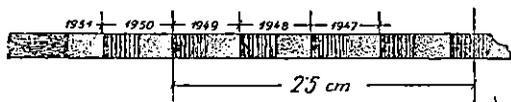
Analiza izvrtaka izvršena je u laboratoriju. Analizirani su suhi izvrci tako, da je sa svakog izvrtka očitana broj godina na duljini od 2,5 cm počevši od najmlađeg goda (vidi sliku 3).

Na izvrcima, izbušenima na plohama od I do V, brojenje godina svedeno je na 1949. godinu. To je učinjeno na taj način, što sam kod izvrtaka izbušenih ljeti 1950. odbio rani dio goda, koji se odnosi na 1950. godinu, (vidi sliku 3).



Sl. - Fig. 3

Kod naknadno uzetih izvrtaka ljeti 1951. godine odbio sam rani dio goda, koji se odnosi na 1951. godinu, i cijeli god iz 1950. godine (vidi sliku 4).



Sl. - Fig. 4.

Na izvrcima, izbušenima na plohama VI i VII brojenje godina svedeno je na 1950. godinu.

Prema tome će se rezultati analiza odnositi kod ploha od I do V na proteklu periodu od 1949., a kod ploha VI i VII na proteklu periodu od 1950. unatrag.

Analiza izvrtaka izvršena je zasebno za svaku pokusnu plohu. Za plohe od I do V postupak je bio ovaj. Sa svakog je izvrtka očitani broj godina na duljini od 2,5 cm i upisan na papirić, u kome se izvrtak nalazio. Tako očitani broj godina zovemo individualnim vremenom prijelaza.

Analizirajući na taj način sve izvrtke s jedne plohe, prešao sam na njihovo sortiranje po debljinskim stepenima. Radi ilustracije donosim ovdje tabele 3 i 4, u kojima je provedeno sortiranje individualnih vremena prijelaza za prvu i drugu pokusnu plohu. Radi štednje na prostoru ispuštam ovdje analogne tabele za plohe III, IV i V, a takve tabele za pokusne plohe VI i VII nalaze se u mojoj studiji »O šumskoj proizvodnji u fakultetskoj šumi Zalesini«, Glasnik za šumske pokuse knj. 11, Zagreb 1953.

Ističem, da se analizom izvrtaka, izbušenih sa stabala jednog debljinskog stepena, dobivaju individualna vremena prijelaza prethodnog debljinskog stepena. Stoga u tabelama 3 i 4 individualno vrijeme prijelaza, ustanovljeno na izvrcima, izbušenim u jednom debljinskom stepenu, nosi indeks prethodnog debljinskog stepena. To isto vrijedi i za debljinski prirast.

Budući da su na plohama od I do V izbušena sa svakog stabla po dva izvrtka, individualni prosječni godišnji debljinski prirast (Z_d) u milimetrima definiran je jednadžbom (1).

$$Z_d = \frac{25}{T'_d} + \frac{25}{T''_d} \quad (1)$$

U cilju lakšeg i bržeg obračuna individualnog prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta konstruirao sam tabelu 5, u kojoj (x) označava individualno vrijeme prijelaza, a (y) individualni prosječni godišnji debljinski prirast s jedne strane stabla. Pomoću te tabele odmah očitavamo individualne prosječne godišnje debljinske priraste s jedne strane stabla $\left(\frac{25}{T'_d}\right)$ za odgovarajuće individualno vrijeme prijelaza. Ako se tome iznosu doda individualni prosječni godišnji debljinski prirast s druge, dijametralne strane stabla $\left(\frac{25}{T''_d}\right)$, onda dobivamo individualni prosječni godišnji debljinski prirast stabla.

U tabeli 3 i 4, kao i u ostalim analognim tabelama za plohe III, IV i V, naveden je za svako stablo individualni prosječni godišnji debljinski prirast s jedne i s druge strane stabla, jer je na tim plohama svako stablo bušeno sa dvije strane. Tako na pr. u trećoj koloni tabele 3 vidimo cifre: 0,595 i 0,490. To su individualni prosječni godišnji debljinski prirasti u milimetrima, jedan s jedne strane, a drugi s druge strane stabla. Izračunati su na temelju izmjerenih individualnih vremena prijelaza od 42 i 51 godinu pomoću tabele 5.

I. Pokusna g"ruha" 143,10 ha

1^a Place d'essai de 143,10 ha

Tabula br. 5

Table with columns for yield (Zdos) and rows for different experimental plots (20-90). Each cell contains numerical data representing yield values for various treatments and plots.

II. Pokusna ploha „Križe“ 149, 30 ha
 II^e Place d'essai de 149,30 ha

Tabela 604

22-25 cm		25-27,5 cm		30-32,5 cm		35		40		45		50		55		60		65		70		75		80		85		90		Opaska														
T ₁₅	Z ₁₅	T ₂₀	Z ₂₀	T ₂₅	Z ₂₅	T ₃₀	Z ₃₀	T ₃₅	Z ₃₅	T ₄₀	Z ₄₀	T ₄₅	Z ₄₅	T ₅₀	Z ₅₀	T ₅₅	Z ₅₅	T ₆₀	Z ₆₀	T ₆₅	Z ₆₅	T ₇₀	Z ₇₀	T ₇₅	Z ₇₅	T ₈₀	Z ₈₀	T ₈₅	Z ₈₅		T ₉₀	Z ₉₀												
a	30	622	h	33	581	h	37	540	i	37	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
b	37	626	h	43	621	h	47	632	i	37	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
c	44	724	g	39	643	h	44	653	b	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
d	49	640	g	38	643	h	44	653	b	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
e	54	654	g	38	643	h	44	653	b	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
f	68	567	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
g	82	634	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
h	100	560	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
i	115	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
j	132	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
k	149	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
l	166	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
m	183	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
n	200	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
o	217	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
p	234	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
q	251	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
r	268	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
s	285	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
t	302	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
u	319	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
v	336	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
w	353	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
x	370	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
y	387	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
z	404	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
aa	421	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
ab	438	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
ac	455	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
ad	472	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
ae	489	549	g	42	628	h	45	724	h	44	679	g	31	1250	g	6	3446	h	9	2777	f	14	1280	g	8	3425	g	20	2862	g	83	2444	g	4	2520	g	9	2777	g	32	1436	g	105	2300
af	506	549	g</																																									

Tabela - Table 5 a

$$y = \frac{25}{x}$$

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
31,0	0,806	36,0	0,694	41,0	0,609	46,0	0,543	51,0	0,490	56,0	0,446
1	0,803	1	0,692	1	0,608	1	0,542	1	0,489	1	0,445
2	0,801	2	0,690	2	0,606	2	0,541	2	0,488	2	0,444
3	0,798	3	0,688	3	0,605	3	0,539	3	0,487	3	0,444
4	0,796	4	0,686	4	0,603	4	0,538	4	0,486	4	0,443
5	0,793	5	0,684	5	0,602	5	0,537	5	0,485	5	0,442
6	0,791	6	0,683	6	0,600	6	0,536	6	0,484	6	0,441
7	0,788	7	0,681	7	0,599	7	0,535	7	0,483	7	0,440
8	0,786	8	0,679	8	0,598	8	0,534	8	0,482	8	0,440
9	0,783	9	0,677	9	0,596	9	0,533	9	0,481	9	0,439
32,0	0,781	37,0	0,675	42,0	0,595	47,0	0,532	52,0	0,480	57,0	0,438
1	0,778	1	0,673	1	0,593	1	0,530	1	0,479	1	0,437
2	0,776	2	0,672	2	0,592	2	0,529	2	0,478	2	0,437
3	0,774	3	0,670	3	0,591	3	0,528	3	0,478	3	0,436
4	0,771	4	0,668	4	0,589	4	0,527	4	0,477	4	0,435
5	0,769	5	0,667	5	0,588	5	0,526	5	0,476	5	0,434
6	0,766	6	0,664	6	0,586	6	0,525	6	0,475	6	0,434
7	0,764	7	0,663	7	0,585	7	0,524	7	0,474	7	0,433
8	0,762	8	0,661	8	0,584	8	0,523	8	0,473	8	0,432
9	0,759	9	0,659	9	0,582	9	0,521	9	0,472	9	0,431
33,0	0,757	38,0	0,657	43,0	0,581	48,0	0,520	53,0	0,471	58,0	0,431
1	0,755	1	0,656	1	0,580	1	0,519	1	0,470	1	0,430
2	0,753	2	0,654	2	0,578	2	0,518	2	0,469	2	0,429
3	0,751	3	0,652	3	0,577	3	0,517	3	0,469	3	0,428
4	0,748	4	0,651	4	0,576	4	0,516	4	0,468	4	0,428
5	0,746	5	0,649	5	0,575	5	0,515	5	0,467	5	0,427
6	0,744	6	0,647	6	0,573	6	0,514	6	0,466	6	0,426
7	0,741	7	0,645	7	0,572	7	0,513	7	0,465	7	0,425
8	0,739	8	0,644	8	0,570	8	0,512	8	0,464	8	0,425
9	0,737	9	0,642	9	0,569	9	0,511	9	0,463	9	0,424
34,0	0,735	39,0	0,641	44,0	0,568	49,0	0,510	54,0	0,463	59,0	0,423
1	0,733	1	0,639	1	0,566	1	0,509	1	0,462	1	0,423

Iz individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta izračunao sam za svaki debljinski stepen prosječni godišnji debljinski prirast (m) po formuli (2).

$$m = \frac{\sum Z_d}{n} \quad (2)$$

U toj formuli ($\sum Z_d$) označava sumu individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta, a (n) označava broj izbušenih stabala. U tabelama 3 i 4 navedene su sume individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta. U prvom debljinskom stepenu I. pokusne plohe ta suma iznosi 102,583 mm, a broj izbušenih stabala je 54 (vidi tabelu 3). Prema tome je prosječni godišnji debljinski prirast prvog debljinskog stepena od 15 cm (12,5–17,5 cm) 1,899 mm.

Na plohamo VI. i VII. izbušen je sa svakog stabla samo po jedan izvrtak. Sa tih su izvrtaka očitana individualna vremena prijelaza po istom principu, t. j. na duljini izvrtka od 2,5 cm. Na temelju individualnih vremena prijelaza izračunati su individualni prosječni godišnji debljinski prirasti po formuli (3)

$$Z_d = \frac{50}{T_d} \quad (3)$$

Individualne prosječne godišnje debljinske priraste nisam računao direktno po formuli (3), nego sam se poslužio specijalnom tabelom, koju sam u tu svrhu sastavio, a koja se nalazi u mojoj studiji »Vrijeme prijelaza«, Šum. list 1/1953, na str. 40.

Iz individualnih prosječnih godišnjih debljinskih prirasta izračunati su prosječni godišnji debljinski prirasti za svaki debljinski stepen po formuli (2).

Izračunavši na taj način prosječne godišnje debljinske priraste (m) za pokusne plohe (I, III, IV i VI) u fitocenozi bukve i jele i za plohe (II, V i VII) u fitocenozi jele i rebrače (vidi tabelu 6), prešao sam na *numeričko izračunavanje izmjerenih podataka i na iznalaženje analitičkog izraza za prosječni godišnji debljinski prirast jele u spomenutim dvjema fitocenzama.*

Da bih izbjegnulo bilo kakvo idealiziranje kod numeričkog izravnavanja izmjerenih veličina, prvobitne sam podatke iz 1950. godine nadopunio novim podacima, dobivenim bušenjem debelih stabala u 1951. godini na plohamo od I do V. Nadopunivši tako svoja istraživanja novim brojem uzoraka, pokazala se jasna slika: *u fitocenozi jele i rebrače debljinski prirast jele postizava izrazitu kulminaciju, poslije koje dosta naglo pada. U fitocenozi bukve i jele nema te kulminacije do 80 cm prsnog promjera.* Prosječni godišnji debljinski prirasti jele (m), izmjereni na temelju 6.304

uzonka iz 7 pokusnih ploha (vidi tabelu 6), indicirali su, da kod numeričkog izravnavanja debljinskog prirasta treba uzeti jednadžbu tipa $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$ za jelu u fitocenozi jele i rebrače, a jednadžbu tipa $y = a - b \cdot \frac{1}{x} + c \cdot \frac{1}{x^2}$ za jelu u fitocenozi bukve i jele.

Došavši do te važne konstatacije i upoznavši stvarni tok debljinskog prirasta jele u dvjema najraširenijim fitocenzama Gorskog Kotara, izravnao sam izmjerene prosječne godišnje debljinske priraste numeričkom metodom pomoću normalnih, navedenih jednadžbi. Rezultati toga rada navedeni su u idućem poglavlju.

Prosječno vrijeme prijelaza izračunao sam iz prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta pomoću formule (3).

REZULTATI - RÉSULTATS

Debljinski prirast jele i njegov tok - Accroissement du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin et sa marche

Na temelju analize 3.278 uzoraka izbušenih sa 1.872 jelova stabla u četiri pokusne plohe šume bukve i jele izračunao sam ove jednadžbe prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta za jelu

na prvoj pokusnoj plosi »Ruhač«:

$$m_r = 4,66574 - 0,41163 \frac{1}{d} - 0,00031 \frac{1}{d^2} \quad (4)$$

na trećoj pokusnoj plosi »Lisičine« (6 b):

$$m_r = 4,50651 - 59,544 \frac{1}{d} + 194,5 \frac{1}{d^2} \quad (5)$$

na četvrtj pokusnoj plosi »Lisičine« (6 a):

$$m_r = 5,05021 - 98,481 \frac{1}{d} + 746,7 \frac{1}{d^2} \quad (6)$$

na šestoj pokusnoj plosi »Kupjački Vrh«:

$$m_r = 5,73170 - 55,865 \frac{1}{d} + 76,9 \frac{1}{d^2} \quad (7)$$

Na temelju analize 3.026 uzoraka izbušenih sa 1.805 jelovih stabala u tri pokusne plohe šume jele i rebrače izračunao sam niže navedene jednadžbe prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta za jelu

na drugoj pokusnoj plosi »Križe«:

$$m_r = 1,931420 - 0,060540 d + 0,00416 d^2 - 0,000036 d^3 \quad (8)$$

na petoj pokusnoj plosi »Brloško«:

$$m_r = 0,43236 + 0,12581 d - 0,00087 d^2 \quad (9)$$

na sedmoj pokusnoj plosi »Tuški Laz«:

$$m_r = 0,26030 + 0,11423 d - 0,00087 d^2 \quad (10)$$

U jednadžbama od (4) do (10) (m_r) označava rektificirani (izravnani) prosječni godišnji debljinski prirast jele u milimetrima; (d) označava prsni promjer jele u centimetrima.

Pomoću tih sam jednadžbi izračunao za svaku pokusnu plohu, prosječni godišnji debljinski prirast jele po debljinskim stepenima. Rezultate tih obračuna donio sam u tabeli 6. Te sam rezultate prikazao grafički na slici br. 5. Na toj su slici debelim linijama označeni *izmjereni* prosječni godišnji debljinski prirasti, a tankim su linijama prikazane *krivulje debljinskog* prirasta, koje odgovaraju naprijed navedenim jednadžbama. Na istoj je slici označen broj izvrtaka u svakom debljinskom stepenu.

Osim toga je obračunat prosječni godišnji debljinski prirast jele za svaku pokusnu plohu, tretirajući je kao cjelinu. Ti se rezultati nalaze u tabeli 7. Oni su obrađeni statistički. Najglavnije statističke veličine debljinskog prirasta jele donio sam u toj istoj tabeli: (M) je prosječni godišnji sastojinski debljinski prirast jele, (σ) je srednji kvadratni otklon, (v) je koeficijent varijacije, (f_m) je srednja pogreška aritmetške sredine i (P) je mjera točnosti. Golemi dokazni i obračunski materijal, koji je bio potreban za izračunavanje srednjeg kvadratnog otklona (σ) debljinskog prirasta jele ispušten je radi štednje na prostoru.

Kod izračunavanja statističkih veličina poslužio sam se metodom, koju sam detaljno opisao u jednoj prethodnoj studiji (Klepac, 1953.). Navedene statističke veličine izračunao sam na dva načina. Prvo, po debljinskim stepenima, i drugo, pomoću jednadžbi (4) do (10). U tabeli 7 navedene statističke veličine dobivene su na temelju spomenutih jednadžbi.

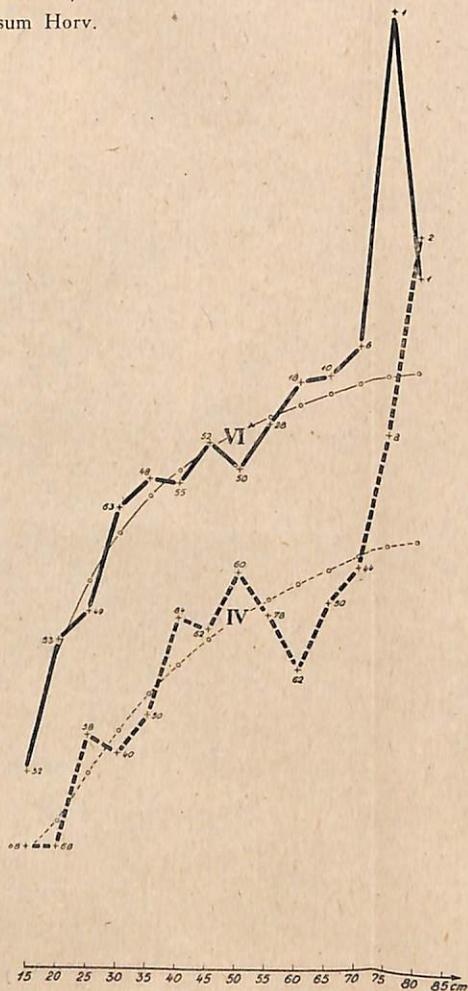
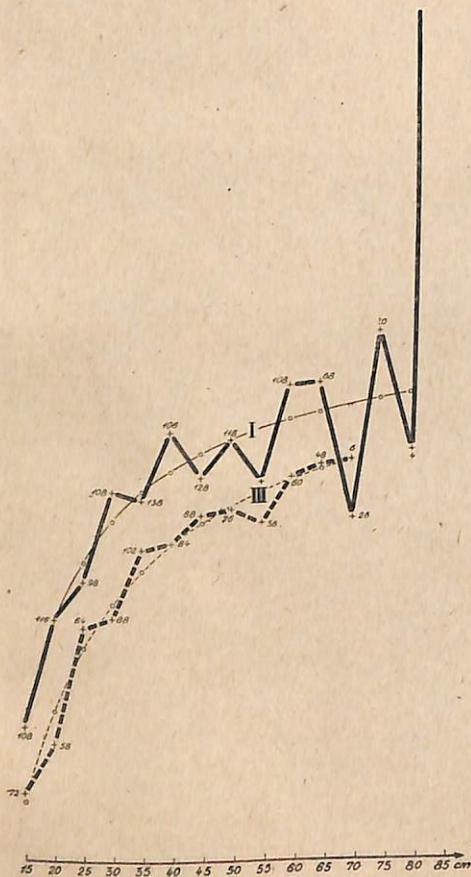
Bitno različiti tok debljinskog prirasta jele na pokusnim plohamu jedne i druge fitocenoze može se smatrati njihovom taksonomskom karakteristikom. Ta se karakteristika sastoji u ovom: *u šumi bukve i jele tok debljinskog prirasta jele sličan je jednom kraku hiperbole, a u šumi jele i rebrče tok toga prirasta ima oblik parabole.*

Tabela - Table 6

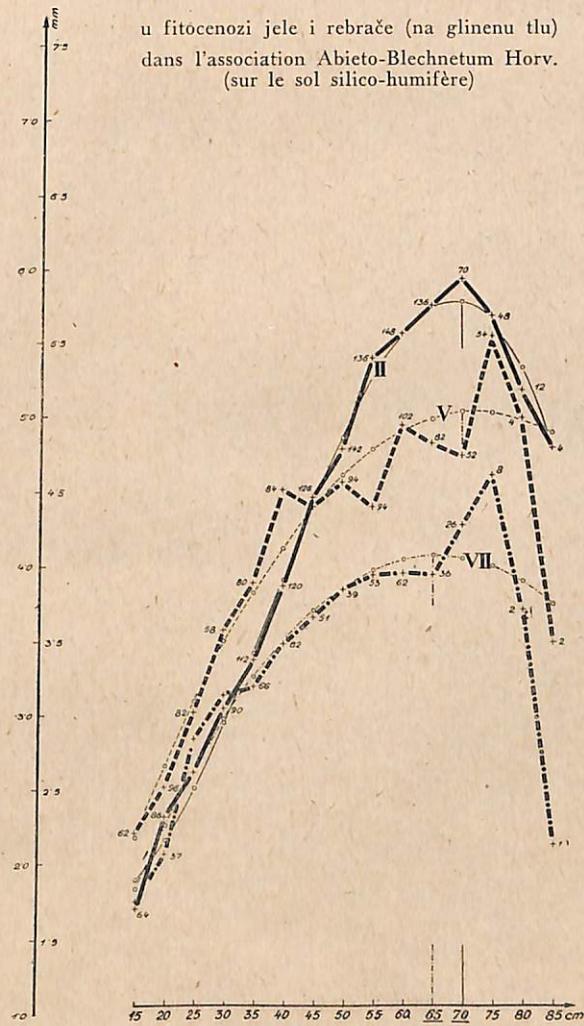
<p style="text-align: center;"><i>Prosječni godišnji debljinski prirast jele</i> <i>Accroissement moyen annuel du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin</i></p>															
Debljinski stepen Catégorie de diamètre	u fitocenozi bukve i jele (na vapnenu tlu) dans l'association <i>Fagetum-Abietetosum</i> Horv. (sur le sol calcaire)						u fitocenozi jele i rebrače (na glinenu tlu) dans l'association <i>Abieto-Blechnetum</i> Horv. (sur le sol silico-humifère)						Opaska Note		
	na pokusnim plohama - sur les places d'essai														
	I.		III.		IV.		VI.		II.		V.			VII.	
	<i>m</i>	<i>m_r</i>	<i>m</i>	<i>m_r</i>	<i>m</i>	<i>m_r</i>	<i>m</i>	<i>m_r</i>	<i>m</i>	<i>m_r</i>	<i>m</i>	<i>m_r</i>		<i>m</i>	<i>m_r</i>
mm															
15	1,899	1,908	1,458	1,401	1,823	1,808	2,320	2,349	1,649	1,838	2,146	2,124	1,702	1,779	<i>m</i> = izmjereni prirast <i>m_r</i> = numerički izračunani prirast <i>m</i> = accroissement mesuré <i>m_r</i> = accroissement rectifié
20	2,625	2,610	1,786	2,016	1,817	1,993	3,209	3,131	2,261	2,097	2,463	2,601	2,008	2,199	
25	2,883	3,014	2,574	2,436	2,569	2,306	3,409	3,620	2,563	2,455	2,965	3,034	2,779	2,575	
30	3,476	3,290	2,644	2,738	2,449	2,597	4,118	3,955	2,993	2,887	3,520	3,424	3,080	2,908	
35	3,430	3,487	3,105	2,964	2,710	2,846	4,319	4,198	3,316	3,365	3,837	3,770	3,139	3,198	
40	3,892	3,634	3,143	3,139	3,369	3,055	4,292	4,383	3,816	3,862	4,468	4,073	3,435	3,444	
45	3,586	3,749	3,330	3,279	3,304	3,230	4,561	4,528	4,408	4,351	4,354	4,332	3,612	3,647	
50	3,851	3,841	3,374	3,393	3,694	3,379	4,394	4,645	4,730	4,804	4,508	4,548	3,802	3,807	
55	3,563	3,916	3,277	3,438	3,400	3,506	4,687	4,741	5,346	5,196	4,351	4,720	3,903	3,924	
60	4,212	3,979	3,589	3,568	3,031	3,616	4,968	4,822	5,517	5,499	4,891	4,849	3,906	3,997	
65	4,227	4,032	3,673	3,637	3,486	3,712	5,009	4,890	5,707	5,686	4,772	4,934	3,903	4,027	
70	3,298	4,077	3,693	3,696	3,721	3,796	5,198	4,949	5,895	5,730	4,691	4,976	4,230	4,018	
75	4,574	4,116			4,614	3,870	7,462	5,000	5,645	5,603	5,501	4,974	4,557	3,957	
80	3,759	4,151			5,962	3,934	5,681	5,045	5,134	5,280	4,943	4,929	3,669	3,857	
85	9,375								4,744	4,733	3,451	4,840	2,083	3,714	

Prosječni godišnji debljinski prirast za jelu
Accroissement moyen annuel du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin

u fitocenozi bukve i jele (na vapnenu tlu)
 dans l'association Fagetum-abietetosum Horv.
 (sur le sol calcaire)



u fitocenozi jele i rebrače (na glinenu tlu)
 dans l'association Abieto-Blechnetum Horv.
 (sur le sol silico-humifère)



Slika br. 5

Tabela - Table 7

<p style="text-align: center;"><i>Prosječni godišnji sastojinski debljinski prirast jele (M) s nekim statističkim veličinama</i> <i>Accroissement moyen annuel du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin (M), relatif à l'ensemble du peuplement, avec quelques données statistiques</i></p>						
u fitocenozi dans l'association	na pokusnoj plosi dans la place d'essai	<i>M</i>	σ	$v = \frac{\sigma}{M} \cdot 100$	$f_M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$P = \frac{f_M}{M} \cdot 100$
		mm	mm	%	mm	%
bukve i jele (na vapnencu) <i>Fagetum abietetosum</i> (Horv.) sur le sol calcaire)	I.	3,43	±1,58	±46	0,044	2,58
	III.	2,91	±1,68	±58	0,059	4,09
	IV.	2,97	±1,45	±49	0,053	3,46
	VI.	4,05	±1,85	±46	0,086	2,11
jele i rebrače (na glinenú tlu) <i>Abieto-Blechnetum</i> Horv. (sur le sol silico-humifère)	II.	4,29	±2,16	±50	0,058	2,69
	V.	4,04	±2,36	±59	0,072	3,60
	VII.	3,03	±1,31	±39	0,054	1,63

Kulminacija debljinskog prirasta jele – Maximum de l'accroissement du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin

U fitocenozi bukve i jele debljinski prirast jele ne kulminira prosječno prije 80 cm prsnog promjera. To je u skladu s više manje hiperboličnim tokom debljinskog prirasta u toj fitocenozi, dakako, do dimenzija, s kojima mi danas raspolazemo u šumama Gorskog Kotara.

U fitocenozi jele i rebrače kulminacija debljinskog prirasta jele jasno je izražena. Kako tok debljinskog prirasta jele u toj fitocenozi ima oblik parabole, to je njezina kulminacija izražena jednadžbom (11).

$$d = - \frac{b}{2c} \dots \dots \dots (11)$$

U toj jednadžbi (d) označava prsni promjer jele, kod kojeg nastupa kulminacija debljinskog prirasta; (b) i (c) su parametri parabole.

Jednadžbu (11) dobio sam tako, da sam općenitu jednadžbu parabole derivirao i izjednačio s nulom.

Pomoću jednadžbe (11), odnosno deriviranjem jednadžbi (8), (9) i (10), izračunao sam, da debljinski prirast jele kulminira:

- na drugoj pokusnoj plosi »Križe« kod 70 cm p. p.;
- na petoj pokusnoj plosi »Brloško« kod 70 cm p. p.;
- na sedmoj pokusnoj plosi »Tuški Laz« kod 65 cm p. p.

Prosječno vrijeme prijelaza za jelu – Temps de passage moyen pour le sapin

Prosječno vrijeme prijelaza za jelu obračunao sam po debljinskim stepenima za svaku pokusnu plohu posebno. Taj je obračun izvršen na temelju jednadžbe (3), u koju su za (Z_d) uvršteni rektificirani prosječni godišnji debljinski prirasti (m_r) dobiveni iz jednadžbi (4) do (10). Tako izračunata prosječna vremena prijelaza svrstao sam u tabelu 8, a grafički sam ih prikazao na slici 6.

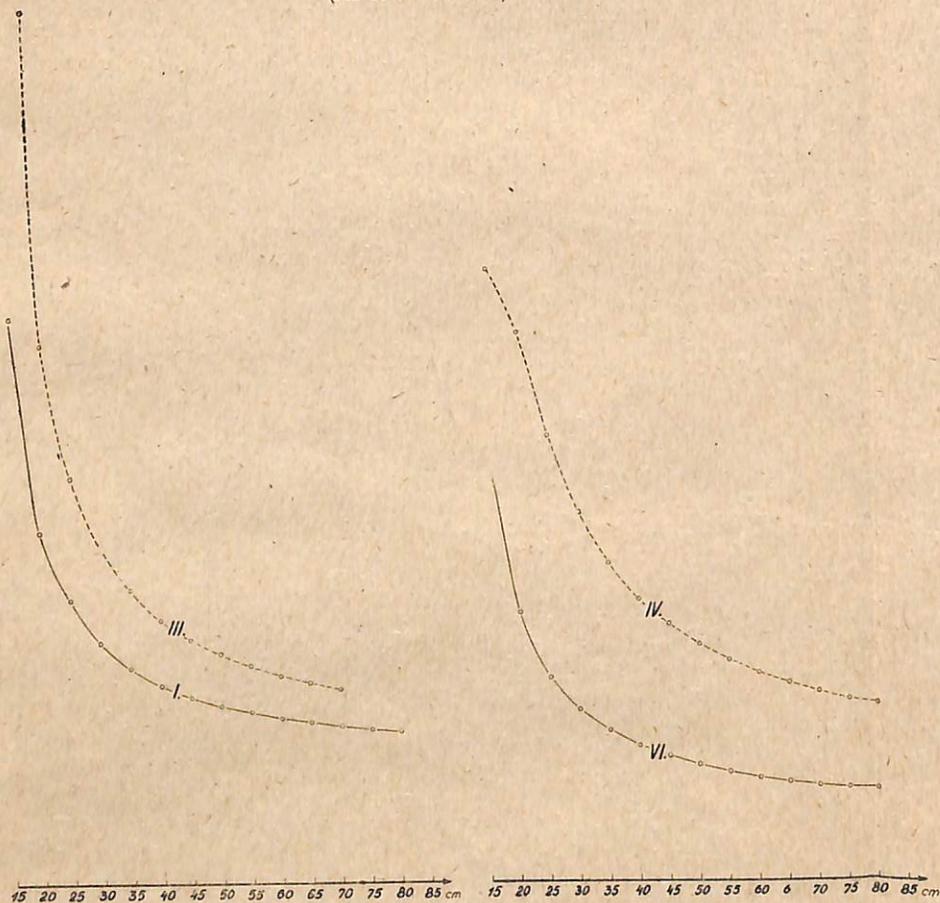
Iz te tabele i njoj odgovarajuće slike vidimo kako u fitocenozi bukve i jele prosječno vrijeme prijelaza za jelu teži k jednom minimalnom iznosu, ali koji nije ustanovljen do 80 cm p. p.

U fitocenozi jele i rebrače, naprotiv, prosječno vrijeme prijelaza za jelu ima jasno izražen minimum, koji odgovara kulminaciji prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta. Minimum prosječnog vremena prijelaza nastupa:

- na drugoj pokusnoj plosi »Križe« kod 70 cm p. p. i iznosi 8,73 god.;

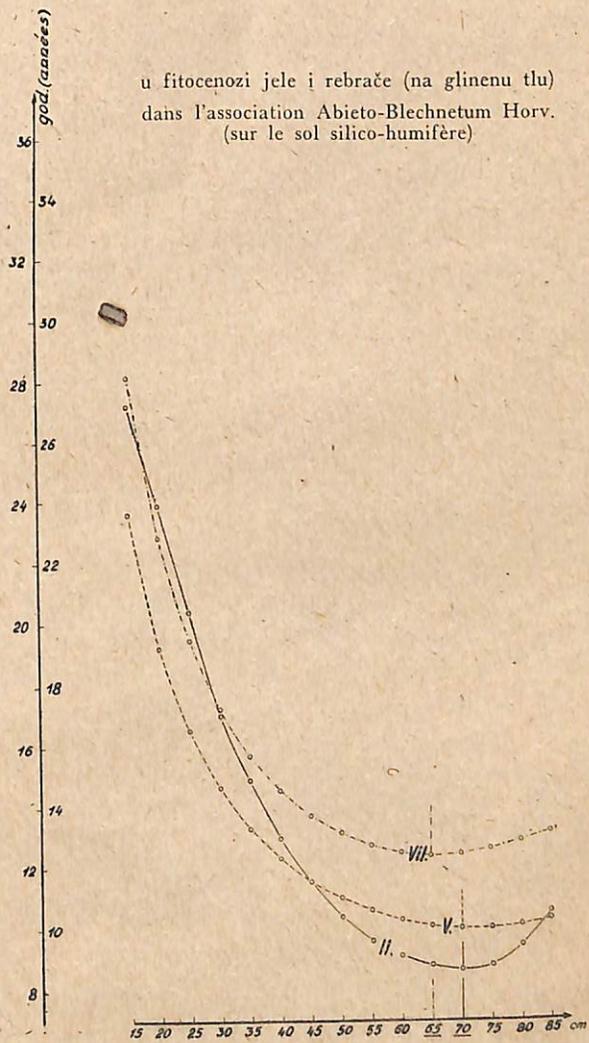
Prosječno vrijeme prijelaza za jelu
Temps de passage moyen pour le sapin

u fitocenozu bukve i jele (na vapnenu tlu)
dans l'association Fagetum-abietetosum Horv.
(sur le sol calcaire)



Slika br. 6

u fitocenozu jele i rebrače (na glinenu tlu)
dans l'association Abieto-Blechnetum Horv.
(sur le sol silico-humifère)



Tabeļa - Table 8

Prosječno vrijeme prijelaza za jelu Temps de passage moyen pour le sapin							
Debljinski stepen Catégorie de diamètre	u fitocenozi bukve i jele (na vapnenu tlu) dans l'association Fagetum-abietetosum Horv. (sur le sol calcaire)				u fitocenozi jele i rebrače (na glinenu tlu) dans l'association Abieto-Blechnetum Horv. (sur le sol-silico-humifère)		
	na pokusnim plohama - sur les places d'essai						
	I.	III.	IV.	VI.	II.	V.	VII.
	godina - années						
15	25,68	35,69	27,18	21,29	27,20	23,54	28,11
20	18,77	24,80	25,09	15,97	23,84	19,22	22,74
25	16,59	20,53	21,68	13,81	20,37	16,48	19,42
30	15,20	18,26	19,25	12,64	16,97	14,60	17,19
35	14,34	16,87	17,57	11,91	14,86	13,26	15,64
40	13,76	15,93	16,37	11,41	12,95	12,28	14,52
45	13,34	15,25	15,48	11,04	11,49	11,54	13,71
50	13,02	14,74	14,80	10,76	10,41	10,99	13,13
55	12,77	14,34	14,26	10,55	9,62	10,59	12,74
60	12,57	14,01	13,83	10,37	9,09	10,31	12,51
65	12,40	13,75	13,47	10,23	8,80	10,13	12,42
70	12,26	13,53	13,17	10,10	8,73	10,05	12,46
75	12,15		12,92	10,00	8,75	10,05	12,64
80	12,05		12,71	9,91	9,47	10,14	12,96
85				9,83	10,56	10,33	13,19

na petoj pokusnoj plosi »Brloška« kod 70 cm p. p. i iznosi 10,05 god.;

na sedmoj pokusnoj plosi »Tuški Laz« kod 65 cm p. p. i iznosi 12,42 god.

RAZMATRANJE DOBIVENIH REZULTATA DISCUSSION DES RESULTATS OBTENUS

O debljinskom prirastu jele i njegovu toku - A propos de l'accroissement du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin et sa marche

Jednadžbe prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta jele u fitocenozi bukve i jele imaju oblik $y = a - b \cdot \frac{1}{x} + c \cdot \frac{1}{x^2}$ [Vidi jednadžbe od (4) do (7)]. Promatrajući te jednadžbe s biološkog gledišta, nameće se pitanje, jesu li one ispravne, kad znamo, da

po fiziološkim zakonima debljinski prirast mora postignuti svoju kulminaciju.

Sigurno je, da debljinski prirast jele u fitocenozi bukve i jele kulminira kod određene dimenzije, t. j. kod određenog prsnog promjera. No u šumi bukve i jele Gorskog Kotara nije mi pošlo za rukom ustanoviti tu kulminaciju, premda pokusne plohe »Ruháč«, »Lisičine« (6 a) i (6 b) i »Kupjački Vrh« obuhvataju sastojine jakih dimenzija i premda je s debelih stabala izbušen razmjerno velik broj uzoraka. Pogledamo li rezultate o izmjerenom prosječnom godišnjem debljinskom prirastu (m) u tabeli 6, vidimo, da na sve četiri plohe fitocenoze bukve i jele ti prirasti neprestano rastu. To se još zornije vidi na slici 5, gdje su debelim linijama označeni debljinski prirasti, koji i poslije 80 cm p. p. pokazuju još uvijek tendencu rastežanja. Usprkos svemu tome, pokušao sam u izlomljene linije debljinskog prirasta uklopiti parabolu pomoću numeričkog izravnavanja, jer mi se to s biološkog gledišta činilo najispravnije, to više, što sam na to bio indirektno naveden njemačkom dendrometrijskom literaturom. *Prodan* (1951., str. 205.) naime tvrdi, da u prebornoj šumi debljinski prirast ima oblik parabole, a u jednodobnoj oblik pravca. No parabole, koje sam numeričkom metodom dobio za debljinski prirast jele na nekim pokusnim ploham fitocenoze bukve i jele, ne odgovaraju stvarnom toku debljinskog prirasta, kao ni njegovim izmjenjenim veličinama. Stvarni tok debljinskog prirasta jele, dobiven na temelju nekoliko

hiljada uzoraka, naveo me na jednadžbu tipa $y = a - b \cdot \frac{1}{x} + c \cdot \frac{1}{x^2}$

koju sam uspio u sva četiri slučaja uklopiti u postojeći (izmjereni) tok debljinskog prirasta jele na vapnencu. Prema tome proizlazi, da jednadžbe (4) do (7) daju dobre rezultate za debljinski prirast jele u šumi bukve i jele, dakako, do onih dimenzija, kojima mi danas raspolazemo u šumama Gorskog Kotara.

Rezultati mojih istraživanja podudaraju se s novijim rezultatima francuskog uređivanja šuma. Nažalost Francuzi u principu ne operiraju s debljinskim prirastom, nego s prosječnim vremenom prijelaza. *Schaeffer* (1947., str. 251.) je izrazio vrijeme prijelaza za jelu u prebornoj šumi, kojom se primjereno gospodari, jednadžbom (12):

$$T = K \cdot \frac{d}{d-5} \quad \dots \dots \dots (12)$$

U toj jednadžbi (K) označava optimumni (minimalni iznos), prema kojemu teži prosječno vrijeme prijelaza (T); (d) je prsni promjer jele u centimetrima.

Iz jednadžbe (3) izlazi, da je prosječni godišnji debljinski prirast (m_r) jednak:

$$m_r = \frac{1}{T} \cdot 50 \quad \dots \dots \dots (3 a)$$

Ako u jednadžbu (3 a) uvrstimo za (T) vrijednost iz jednadžbe (12), dobivamo jednadžbe (13) i (13 a).

$$m_r = \frac{50}{K} - \frac{250}{K} \cdot \frac{1}{d} \dots \dots \dots (13)$$

$$m_r = a - b \cdot \frac{1}{d} \dots \dots \dots (13 a)$$

Jednadžbe (13) i (13 a) definiraju prosječni godišnji debljinski prirast jele u prebornoj šumi, kojom se primjereno gospodari.

Jednadžbe (4), (5), (6) i (7), do kojih sam ja došao vlastitim istraživanjem, imaju ovaj oblik:

$$m_r = a - b \cdot \frac{1}{d} + c \cdot \frac{1}{d^2} \dots \dots \dots (14)$$

Između *Schaefferove* formule (13 a), koju sam ja transformirao, i mojih formula (4), (5), (6) i (7) postoji očito podudaranje. Razlika je samo u tome, što *Schaefferova* jednadžba ima samo dva parametra (a) i (b), a moje jednadžbe imaju još i treći parametar (c) [vidi jednadžbu (14)]. To je potpuno razumljivo, jer je *Schaeffer* izveo svoju formulu za tako reći normalnu prebornu šumu, a ja sam svoje formule izračunao za prirodnu fitocenozu bukve i jele, koje jesu, doduše, preborne strukture, ali nisu normalne.

U fitocenozi jele i rebrače izmjereni tok debljinskog prirasta jele pokazuje neobično izrazitu parabolu, što se lijepo vidi na slici 5. Prema tome se naprijed spomenuta *Prodanova* (1951., str. 204.) tvrdnja o toku debljinskog prirasta jele u jednodobnoj sastojini ne bi mogla protegnuti na fitocenozu jele i rebrače. Ta bi tvrdnja mogla eventualno vrijediti za jelova stabla do određenog prsnog promjera. Tako na II. pokusnoj plosi »Križe« tok debljinskog prirasta jele do 55 cm p. p. ima formu pravca. No nakon tog promjera prosječni godišnji debljinski prirast mijenja svoj tok, zatim postizava kulminaciju kod 70 cm p. p., nakon čega naglo pada.

O kulminaciji debljinskog prirasta jele - A propos du maximum de l'accroissement du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin

Činjenica, da u šumi bukve i jele nisam ustanovio debljinu stabla, kod koje bi prosječni godišnji debljinski prirast kulminirao (dakako u prosjeku), u skladu je s *prebornom* strukturom te fitocenoze. U prebornoj šumi sličnu su činjenicu ustanovili i drugi autori. Radi ilustracije citirat ću u tom smjeru *Hufnagla* (1939. str. 3), koji za prebornu šumu kaže:

»Im Plenterwald ist der Gang des Stärkenwachstums ein entgegengesetzter; die Breite der Jahrringe nimmt im allgemeinen mit den Jahren zu und erhält sich von einer gewissen Stammstärke ab auf ungefähr gleicher Höhe«.

Sličnog su mišljenja *Biolley* (1920), *Meyer* (1932), *Šurić* (1933), *Knuchel* (1950) i drugi.

Na pokusnim plohama u šumi jele i rebrače ustanovio sam, da prosječni godišnji debljinski prirast jele kulminira kod stabala prsnog promjera između 65 i 70 cm. Ta se konstatacija čini na prvi pogled nevjerojatna, jer prema njemačkim prirasno-prihodnim tablicama debljinski prirast jele kulminira vrlo rano. Tako na pr. prema *Eichornovim* tablicama (1903.) ta kulminacija nastupa kod prsnog promjera od 10,2 cm. *Hufnagl* (1939., str. 3) navodi, da debljinski prirast jednodobne jelove sastojine kulminira prije 35 cm prsnog promjera. Međutim, moji rezultati o kulminaciji debljinskog prirasta jele ne podudaraju se s podacima njemačkih prirasno-prihodnih tablica, jer su moji podaci dobiveni za *faktično, današnje stanje šume* jele i rebrače, a njemački su izračunati na temelju analize cijelog poprečnog presjeka stabla za *nekadašnje stanje* jednodobnih sastojina. Drugi razlog, zašto se moji rezultati ne podudaraju s navedenim njemačkim podacima, leži u tome, što šuma jele i rebrače Gorskog Kotara nije čiste binomske strukture, nego je na prijelazu između preborne i regularne.

Za samo šumsko gospodarstvo čini se svakako mnogo interesantnije istražiti, kako jela prirašćuje *danas* u pojedinim debljinskim stepenicima, jer bi prema sadašnjem prirastu trebalo usmjeriti doznaku stabala za sječu. To je bio ujedno i glavni razlog, da sam se odlučio za metodu bušenja, koja je pored toga i mnogo jeftinija od analize čitavih stabala.

Služeći se metodom bušenja ustanovio sam, da na pokusnim plohama II, V i VII tanka jelova stabla imaju kudikamo manji debljinski prirast od debelih stabala i da najveći debljinski prirast imaju stabla od 60–70 cm p. p. Da li su ta stabla u toku svoga života prirašćivala više, nego što prirašćuju danas – što se čini vrlo vjerojatno – ne mogu odgovoriti ova istraživanja. Razlog leži u tome, što se moji rezultati odnose samo na jednu proteklu periodu, definiranu duljinom prosječnog vremena prijelaza. Kako se minimalna vremena prijelaza kreću oko 10 godina kod debelih stabala, a maksimalna oko 30 godina kod tankih stabala, rezultati ovih istraživanja odnose se na proteklu periodu, dugu od 10 do 30 godina, i to od 1949., odnosno od 1950. godine unatrag. Kako se pak može pretpostaviti, da će prosječni godišnji debljinski prirast naredne periode od 1949., odnosno od 1950. godine *unaprijed* biti podjednak prirastu protekle periode, *moji podaci vrijede samo za sadašnje, faktično, stanje pokusnih ploha.*

Kulminacije debljinskog prirasta na II, V i VII pokusnoj plosi, izračunate na temelju derivacije jednadžbi (8), (9) i (10) *podudara*ju se s kulminacijama, koje sam ustanovio pri obračunavanju i sortiranju izmjerenih podataka. To se vidi na slici 5.

O prosječnom vremenu prijelaza jele – A propos du temps de passage moyen pour le sapin

Rezultati o prosječnom vremenu prijelaza jele u tabeli 8 očiti su indikator našeg dosadašnjeg šumskog gospodarenja u Gorskom Kotaru. Iz tabele 8 vidimo, da jelova stabla u debljinskom stepenu od 15 cm trebaju na I. plosi 26 godina, na III. plosi 36 godina, na IV. plosi 27 godina, na VI. plosi 21 godinu, na II. plosi 27 godina, na V. plosi 24 godine, na VII. plosi 28 godina, da prijeđu u debljinski stepen od 20 cm. Ta su prosječna vremena prijelaza preduga u odnosu prema onima, kakva bi morala biti u dobro njegovanoj šumi. Razlog za to leži u tome, što su pokusne plohe I, III, IV i VI prevelikog obrasta, t. j. prejake temeljnice za prebornu šumu. Temeljnice veće od 37 m² po hektaru u prebornoj šumi ne dopuštaju tankim stablima, da se pravilno razvijaju, te prouzrokuju strme i krivulje prosječnog vremena prijelaza, kakve sam ustanovio u fitocenozi bukve i jele (vidi sliku 5), koje su nepovoljne i s gledišta proizvodnje kvantitete i kvalitete. U dobro njegovanoj prebornoj šumi, u kojoj prosječno vrijeme prijelaza teži prema 10 godina, kao na primjer na plosi »Kupjački Vrh«, trebalo bi da prema formuli (12) imamo ova prosječna vremena prijelaza (*T*) u pojedinim debljinskim stepenima:

Tabela. – Table 10

Deblj. stepen Catégo- rie du dia- mètre	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
<i>T</i>	14,0	12,4	11,7	12,0	10,9	10,5	10,5	10,4	10,3	10,2	12,1	10,5	10,0	9,9

Međutim, stvarna, današnja prosječna vremena prijelaza su na toj plosi dulja, i to naročito u tanjim debljinskim stepenima, kako se to vidi iz tabele 8.

Prema tome vidimo, da bi u fitocenozi bukve i jele krivulje prosječnog vremena prijelaza trebale biti nešto položitiije.

Analogni je slučaj s krivuljama prosječnog vremena prijelaza na pokusnim plohama u fitocenozi jele i rebrāče.

Završna razmatranja – Discussions finales

Kad sam 1950. godine započeo ova istraživanja, smatrao sam, da ću naći znatne razlike u apsolutnim veličinama debljinskog prirasta u navedenim fitocenozama Gorskog Kotara. Međutim, ta su istraživanja pokazala, da na veličinu debljinskog prirasta jele kudikamo više utječe temeljnica, t. j. obrast sastojina, negoli tip šume, t. j. vapnena ili glinena podloga.

Tabela – Table 11

Prosječni godišnji debljinski prirast jele <i>Accroissement moyen annuel du diamètre pour le sapin</i>		
Debljinski stepen Catégorie de diamètre	na pokusnim plohama u fitocenozi bukve i jele dans les places d'essai de l'association <i>Fagetum</i> <i>abietetosum</i> (Horv.)	na pokusnim plohama u fitocenozi jele i rebrače dans les places d'essai de l'association <i>Abieto-Blechnetum</i> (Horv.)
	mm	
15	1,87	1,91
20	2,44	2,30
25	2,84	2,69
30	3,15	3,07
35	3,37	3,44
40	3,55	3,79
45	3,70	4,11
50	3,81	4,39
55	3,91	4,61
60	4,00	4,78
65	4,07	4,88
70	4,13	4,91
75	4,33	4,84
80	4,38	4,67

Usporedimo li u tabeli 11 prosječne rezultate o debljinskom prirastu za sve četiri pokusne plohe na vapnencu s analognim rezultatima za tri pokusne plohe na silikatu, vidimo, da je debljinski prirast jele na silikatu u *prosjeku* veći od onoga na vapnencu. No u pojedinim slučajevima debljinski prirast jele na vapnencu može biti veći od onoga na silikatu, kao što je to slučaj s pokusnim plohama »Kupjački Vrh« i »Tuški Laz«.

Potpunosti radi spominjemo, da su naši stari taksatori razlikovali debljinski prirast na vapnenom i na glinenom tlu, te su ustanovili, da je poprečni godišnji prirast u prsnom promjeru kod jele:

za deblj. razred od	na glinenom tlu	na vapnenom tlu
50-59 cm	0,76 cm	0,59 cm

(Prema gospodarskoj osnovi za šume Thurn-Taxisa od 1926.)

Usporedimo li te rezultate s mojim rezultatima iz tabela 6 i 11, vidimo, da su moji podaci nešto niži. Razlog za to mogao bi biti u tome, da su šume Gorskog Kotara pred 50 godina, kad su ta mjerenja vršena, bile rjeđe nego danas.

Pored toga moram istaknuti, da su moji rezultati o prirastima i o vremenu prijelaza vezani negativnom sistematskom pogreškom od oko 8% radi koeficijenta sigurnosti, koji je namjerno došao do izražaja u samoj metodi rada. (Vidi Šum. list od 1953., str. 37-50.)

Rezultati mojih istraživanja nam pokazuju, da se *ne može općenito reći, da je debljinski prirast u fitocenozi jele i rebrače uvijek veći od onoga u fitocenozi bukve i jele. Ali se može reći, da je tok tog prirasta bitno različit u objema fitocenzama. Tu bi se moglo napomenuti, da je tok debljinskog prirasta direktna posljedica strukture šume. No, ako uzmemo u obzir činjenicu, da u fitocenozi jele i rebrače gotovo svuda prevladavaju prelazni oblici između binomske i preborne strukture, a da u fitocenozi bukve i jele prevladuje uglavnom preborna struktura, onda dolazimo do zaključka, da je tok debljinskog prirasta indirektna posljedica tipa šume, t. j. da postoji korelacija između prirašćivanja jele i fitocenoze, u kojima ona od prirode dolazi.*

Rezultati o varijabilnosti debljinskog prirasta, koji se nalaze u tabeli 7, pokazuju nam, da u tom pogledu ne postoje neke bitne razlike u navedenim fitocenzama, što sam bio prije naslućivao (Vidi moju studiju: »O šumskoj proizvodnji u fakultetskoj šumi Zalesini«, Glasnik za šumske pokuse knj. 11, str. 206 i 207, Zagreb 1953).

Držim, da je potrebno naročito istaknuti, da *moji zaključci vrijede za sadašnje stanje fitocenoze bukve i jele i fitocenoze jele i rebrače. Načinom gospodarenja može se postojeća struktura, a i postojeći omjer smjese vrsta drveća promijeniti, pa će se, dakako, u izvjesnoj mjeri promijeniti tok i veličina debljinskog prirasta jele.*

ZAKLJUČAK - CONCLUSION

1. Na temelju analize 3.278 izvrtaka izbušenih sa 1.872 jelova stabla u četiri pokusne plohe fitocenoze bukve i jele (*Fagetum Abietetosum* Horv.) izračunate su ove jednadžbe prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta za jelu (m_r):

na prvoj pokusnoj plosi »Ruhač«:

$$m_r = 4,66574 - 0,41163 \frac{1}{d} - 0,00031 \frac{1}{d^2} \quad (4)$$

na trećoj pokusnoj plosi »Lisičine« (6 b):

$$m_r = 4,50651 - 59,544 \frac{1}{d} + 194,5 \frac{1}{d^2} \quad (5)$$

na četvrtoj pokusnoj plosi »Lisičine« (6 a):

$$m_r = 5,05021 - 98,481 \frac{1}{d} + 746,7 \frac{1}{d^2} \quad (6)$$

na šestoj pokusnoj plosi »Kupjački Vrh«:

$$m_r = 5,73170 - 55,865 \frac{1}{d} + 76,9 \frac{1}{d^2} \quad (7)$$

Na temelju analize 3.026 jelovih izvrtaka izbušenih sa 1.805 jelovih stabala u tri pokusne plohe fitocenoze jele i rebrače (*Abieto-Blechnetum* Horv.) izračunate su ove jednadžbe prosječnog godišnjeg debljinskog prirasta jele (m_r):

na drugoj pokusnoj plosi »Križe«:

$$m_r = 1,931420 - 0,060540 d + 0,004160 d^2 - 0,000036 d^3 \quad (8)$$

na petoj pokusnoj plosi »Brloško«:

$$m_r = 0,43236 + 0,12581 d - 0,0087 d^2 \quad (9)$$

na sedmoj pokusnoj plosi »Tuški Laz«:

$$m_r = 0,26030 + 0,11423 d - 0,00087 d^2 \quad (10)$$

U jednadžbama od (4) do (10) (m_r) označava izravni prosječni godišnji debljinski prirast jele u milimetrima; (d) označava prsni promjer u centimetrima.

U fitocenozi bukve i jele tok debljinskog prirasta jele sličan je jednom kraku hiperbole.

U fitocenozi jele i rebrače debljinski prirast jele ima parabolični tok.

2. U tabelama 6 i 7 svrstani su rezultati o prosječnom godišnjem debljinskom prirastu jele u apsolutnom iznosu za svih 7 pokusnih ploha.

3. U tabeli 8 navedeni su rezultati o prosječnom prijelazu jele za iste pokusne plohe.

4. Bitno različiti tok prirašćivanja jele u navedenim fitoceno-
zama daje nam putokaz za gospodarenje u šumama Gorskog
Kotara: *preborna stablimična sječa* u fitocenozi bukve i jele na
vapnencu, *grupimična preborna sječa* u fitocenozi jele i rebrače
na glinenu tlu.

LITERATURA

- Biolley H.*, L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle, Paris 1922.
- Bizot de Fonteny*, Détermination des accroissements en diamètre des arbres, Rev. Eaux For., Paris 1914.
- Eichorn F.*, Ertragstafeln für die Weisstanne, Berlin 1930.
- Gospodarska osnova za revir Crni Lug, 1926. godina.
- Gospodarska osnova za revir Zalesinu, 1926. godina.
- Horvat I.*, Istraživanje i kartiranje vegetacije planinskog skupa Risnjaka i Snježnika, Šum. list, Zagreb 1950.
- Horvat I.*, Šumske zajednice Jugoslavije, Zagreb 1950.
- Horvat I.*, Istraživanje i kartiranje vegetacije primorskih obronaka zapadne Hrvatske i područja izvora Kupe, Šum. list, Zagreb 1951.
- Hufnagl L.*, Des Plenterwaldes Wirtschaftsziel, Normalbild und Einrichtung, Cbl. ges. Forst., Wien 1939
- Kern A.*, Praksa uređenja šuma uopće, a kod zemljišnih zajednica napose, Šum. list, Zagreb 1916.
- Klepac D.*, O šumskoj proizvodnji u fakultetskoj šumi Zalesini, Glasnik za šumske pokuse, knj. 11, Zagreb 1953.
- Klepac D.*, Vrijeme prijelaza, Šum. list, Zagreb 1953.
- Klepac D.*, Uredajne tablice, Šum. list, Zagreb 1953.
- Klepac D.*, Komparativna istraživanja debljinskog, visinskog i volumnog prirašta u fitocenozi jele i rebrače, Šum. list, Zagreb 1954.
- Knuchel H.*, Planung und Kontrolle im Forstbetrieb, Zürich 1950.
- Leibundgut H.*, Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern, Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw., Zürich 1945.
- Levaković A.*, Dendrometrija, Zagreb 1922.
- Mali šumarsko-tehnički priručnik, I. dio, Zagreb 1949.
- Meyer H. A.*, Über den Verlauf des Stärkezuwachses als Funktion des Durchmessers, Schweiz. Z. Forstw., Zürich 1932.
- Miletić Ž.*, Osnovi uređivanja preborne šume, I. knjiga, Beograd 1950.
- Prodan M.*, Der Stärkezuwachs in Plenterwaldbeständen, Schweiz. Z. Forstw., Zürich 1947.
- Schaeffer A., Gazin A., D'Alverny A.*, Sapinières, Paris 1930.
- Schaeffer L.*, Gurnaud et le jardinage, Livret du Cinquantenaire, Salins-les-Bains 1947.
- Schaeffer L.*, Tarifs rapides et tarifs lents, Rev. for. franç., Nancy 1949.
- Šafar J.*, Preborna šuma i preborno gospodarenje, Zagreb 1948.
- Šurić S.*, Preborne sječe u neuređenim prebornim šumama i šumama tipa prašume, Šum. list, Zagreb 1933.
- Vaulot*, Détermination des accroissements en diamètre des arbres, Rev. Eaux For., Paris 1914.
- Vade-Mecum du Forestier, Besançon 1951.
- Zlatarić B.*, Neki taksacioni elementi jele i bukve u odnosu na ekologiju i razdiobu šuma na Risnjaku, Glasnik za šumske pokuse knj. 11, Zagreb 1953.

RÉSUMÉ

Après la deuxième guerre mondiale on a commencé systématiquement à faire des recherches typologiques dans les forêts de la Croatie. C'est Ivo Horvat, chef de la phytosociologie en Croatie, qui a dressé une carte phytosociologique pour la région du »Gorski Kotar«. Cette région se trouve en Croatie occidentale à quelques dizaines de kilomètres de l'Adriatique septentrionale. On trouve dans cette région le sapin (*Abies alba* Mill.) venant bien sur *le sol calcaire*, mais aussi sur *le sol silico-humifère*. En réalité, ce sont deux associations très différentes — la première, c'est la forêt mélangée de sapin et de hêtre, nommée »Fagetum abietetosum« Horv. — la deuxième, une forêt pure de sapin, nommée »Abieto-Blechnetum« Horv. Il y a encore d'autres associations dans la région du »Gorski Kotar«, mais celles-ci sont les plus répandues et aussi les plus importantes du point de vue de l'économie forestière.

Le problème se pose de déterminer comment le sapin pousse en épaisseur sur le sol calcaire et comment sur le sol silico-humifère.

Pour résoudre ce problème nous avons choisi la méthode d'échantillons (sampling method). Dans la région du »Gorski Kotar« nous avons établi sept places d'essai — quatre sur le sol calcaire et trois sur le sol silico-humifère. La I^{ère}, la III^e, la IV^e et la VI^e place d'essai se trouvent sur le sol calcaire; la II^{ème}, la V^{ème} et la VII^{ème} place d'essai se trouvent sur le sol silico-humifère ce qu'on voit sur la figure N^o 1. On peut voir des facteurs topographiques sur la même figure. En ce qui concerne les facteurs édaphiques, on peut dire que le sol calcaire est superficiel, quelquefois rocheux, sec, neutre ou basique. Le Jura y présente la formation géologique. Le sol silico-humifère est, au contraire, assez profond, humide et acide, s'étant développé de chistes du Permo-Carbon.

Le climat de la région du »Gorski Kotar« ressemble beaucoup à celui du Jura en France, car la pluviosité moyenne par an chez nous est à peu près de 2.200 mm et la température moyenne annuelle s'élève à 7^o C.

La végétation dans les places d'essai (N^o I, N^o III, N^o IV et N^o VI) qui appartiennent à l'association »Fagetum abietetosum« est la suivante:

Tapis herbacé se compose de: *Cardamine enneaphyllos*, *Cardamine trifolia*, *Cardamine bulbifera*, *Asperula odorata*, *Paris quadrifolia*, *Calamintha grandiflora*, *Omphalodes verna*, *Anemonae nemorosa*, *Cyclamen europaeum*, *Polygonatum multiflorum*, *Hacquetia epipactis*, *Asarum europaeum*, *Prenanthes purpurea*, *Aspidium aculeatum*, *A. filix mas*, *Sanicula europaea*, *Arum maculatum*, etc.

Les arbustes sont: *Ilex aquifolium*, *Daphne laureola*, *Sambucus racemosa*, *Lonicera alpigena*, *Rhamnus fallax*, *Evonymus latifolius*, *Corylus avellana*.

Les essences principales (arbres) sont: *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus montana*.

La végétation dans les places d'essai (N° II, N° V et N° VII) qui appartiennent à l'association dite «*Abieto-Blechnetum*» est totalement différente:

Tapis herbacé se compose de: *Blechnum spicant*, *Lycopodium annotinum*, *Lycopodium selago*, *Calamagrostidis arundinacea*, *Hieracium murorum*, *Luzula nemorosa*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum attenuatum* etc.

Les arbustes ne sont pas nombreux, ce sont, en général: *Sorbus aucuparia*, *Rubus idaeus* et des semis, en assez grande quantité des gaulis et des perchis de hêtre, mais moins de sapin.

Les arbres: *Abies alba*.

En ce qui concerne la structure des peuplements de la place d'essai, on la voit sur la figure N° 2. Sur le sol calcaire nous avons des futaies jardinées; sur le sol silico-humifère la structure de peuplements est intermédiaire - ce ne sont des futaies ni régulières ni jardinées.

La fertilité des places d'essai est définie par le tarif d'aménagement. Nous avons employé «les tarifs rapides au diamètre» pour les places d'essai sur le sol calcaire et «les tarifs lents au diamètre» pour celles sur le sol silico-humifère. Nous avons adapté le tarif N° 15 pour la première, le tarif N° 14 pour la troisième et pour la quatrième et le tarif N° 11 pour la sixième place d'essai. Nous avons choisi le tarif N° 16 pour la deuxième, le tarif N° 17 pour la cinquième et le tarif N° 14 pour la septième place d'essai.

Les places d'essai: N° I, N° III, N° IV et N° VI représentent l'association *Fagetum Abietetosum* et les autres: N° II, N° V et N° VII représentent l'association *Abieto-Blechnetum*.

Pour déterminer l'accroissement annuel moyen du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin, nous avons appliqué la méthode par sondages. En somme, nous avons pris 6.304 échantillons (cigarettes de bois) du sapin grâce à la tarière de *Pressler*. Nous avons pris deux échantillons sur chaque tige de sapin dans les places d'essai N° I, N° II, N° III, N° IV et N° V. Dans les autres places d'essai on n'a pris qu'un échantillon sur chaque tige de sapin. Les sondages ont été exécutés pendant la saison d'été en 1950 et en 1951.

Nous avons compté sur chaque échantillon le nombre de veines contenues dans les 2,5 derniers centimètres. Après avoir analysé tous les échantillons, nous avons les arrangés dans une table spéciale. C'est la table N° 3 pour la première place d'essai et la table N° 4

pour la deuxième place d'essai. Les tables analogues pour les autres places d'essai sont ici omises. Dans la table N° 3, en deuxième colonne, les chiffres 42 et 51 signifient les nombres de veines contenues dans les 2,5 derniers centimètres de deux échantillons pris sur une tige. Les chiffres correspondants 0,595 mm et 0,490 signifient l'accroissement annuel du diamètre de deux côtés d'une tige, ce qu'on lit sur la table N° 5. En divisant la somme des accroissements annuels, dans une catégorie de diamètre (par exemple 102,583 mm dans la première catégorie de diamètre), avec le nombre des tiges sondées (par exemple 54 dans la première catégorie de diamètre), nous avons obtenu l'accroissement annuel moyen (m) pour la même catégorie de diamètre (par exemple $m = \frac{102,583}{54} = 1,899$ mm).

Pour la sixième et septième place d'essai, nous avons employé la méthode que nous avons décrite dans l'étude »Vrijeme prijelaza« (Temps de passage), Šum. list, Zagreb 1953, N° 1.

De cette façon nous avons déterminé l'accroissement annuel moyen (m) relatif à chacune des catégories de diamètres pour toutes les places d'essai.

Après avoir fait la rectification des données mesurées, nous avons obtenu les équations suivantes pour l'accroissement annuel moyen du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin sur le sol calcaire

dans la première place d'essai, dite »Ruhač«:

$$m_r = 4,66574 - 0,41163 \frac{1}{d} - 0,00031 \frac{1}{d^2} \dots (4)$$

dans la troisième place d'essai, dite »Lisičina« (6 b):

$$m_r = 4,50651 - 59,544 \frac{1}{d} + 194,5 \frac{1}{d^2} \dots (5)$$

dans la quatrième place d'essai, dite »Lisičina« (6 a):

$$m_r = 5,05021 - 98,481 \frac{1}{d} + 746,7 \frac{1}{d^2} \dots (6)$$

dans la sixième place d'essai, dite »Kupjački Vrh«:

$$m_r = 5,73170 - 55,865 \frac{1}{d} + 76,9 \frac{1}{d^2} \dots (7)$$

et pour le sapin sur le sol silico-humifère

dans la deuxième place d'essai, dite »Križe«:

$$m_r = 1,931420 - 0,060540 d + 0,004160 d^2 - 0,000036 d^3 \dots (8)$$

dans la cinquième place d'essai, dite »Brloško«:

$$m_r = 0,43236 + 0,12581 d - 0,0087 d^2 \quad (9)$$

dans la septième place d'essai, dite »Tuški Laz«:

$$m_r = 0,26030 + 0,11423 d - 0,00087 d^2 \quad (10)$$

Dans ces formules (m_r) signifie l'accroissement annuel moyen rectifié, du diamètre à hauteur d'homme en millimètres; (d) signifie le diamètre du sapin à hauteur d'homme en centimètres.

Nous avons pu constater: l'accroissement annuel moyen du diamètre est en augmentation constante sur le sol calcaire; sur le sol silico-humifère, au contraire; l'accroissement du diamètre fait nettement son maximum, quand le sapin atteint 0,65-0,70 mètre de diamètre à hauteur d'homme. La courbe de l'accroissement annuel en diamètre pour le sapin sur le sol calcaire a donc une allure plus ou moins hyperbolique, mais la courbe du même accroissement sur le sol silico-humifère a une allure parabolique.

Les chiffres dans la table N° 6 donnent les accroissements annuels en diamètre pour toutes les places d'essai. Les mêmes chiffres sont représentés sur la figure N° 5.

Ayant déterminé l'accroissement annuel moyen relatif à chacune des catégories de diamètre, nous avons calculé le temps de passage moyen (T) d'après la formule:

$$T = \frac{50}{m_r} \quad (3 b)$$

Les résultats obtenus se trouvent dans la table N° 8; ils sont présentés sur la figure N° 6.

Si on compare les résultats que nous avons obtenus pour les sapinières de la région »Gorski Kotar« avec ceux qui sont récemment publiés en France, on peut constater une analogie très caractéristique.

L. Schaeffer (1947, p. 251) a inventé la formule (12) pour le temps de passage moyen, en se basant sur les données de François (1939.) en Savoie.

$$T = K \cdot \frac{d}{d-5} \quad (12)$$

»Dans cette formule, K est la limite vers laquelle tend le temps de passage des gros arbres; c'est donc approximativement le temps de passage des élites et l'on peut faire une caractéristique du peuplement« (Schaeffer, 1947, p. 251).

Grâce à la formule (3 b) nous avons transformé la formule de *Schaeffer* en formules (13) et (13 a).

$$m_r = \frac{50}{K} - \frac{250}{K} \cdot \frac{1}{d} \dots \dots \dots (13)$$

$$m_r = a - b \cdot \frac{1}{d} \dots \dots \dots (13 a)$$

Les formules (13) et (13 a) ressemblent aux formules (4), (5), (6) et (7). La formule (13 a) a deux paramètres (a), (b); nos formules ont trois paramètres (a), (b), (c). C'est tout à fait naturel, parce que *Schaeffer* a inventé la formule (12) pour la forêt jardinée idéale, mais nous avons obtenu les formules (4), (5), (6) et (7) pour les futaies jardinées dans la région du «Gorski Kotar», ces dernières n'étant pas normales.

Les 6.304 sondages exécutés dans les sapinières de la région du «Gorski Kotar» ont montré que l'écart-type de l'accroissement annuel moyen du diamètre, en mesure relative (*v*), est à peu près 50%, ce qu'on peut voir dans la table N° 7 où (*M*) indique l'accroissement annuel moyen du diamètre relatif à l'ensemble du peuplement.

En faisant la comparaison entre les accroissements annuels en diamètre sur le sol calcaire avec ceux sur les sol silico-humifère, nous constatons, que l'accroissement en diamètre est en *moyenne* plus grand sur le sol silico-humifère que celui sur le sol calcaire. (Voire la table N° 11). Mais si l'on compare une place d'essai sur le sol calcaire à autre sur le sol silico-humifère, on voit, que l'accroissement du diamètre est quelquefois plus grand sur le sol calcaire que sur le sol silico-humifère.

SADRŽAJ

(SUMMARIUM)

Prof. Dr. Andrija Petračić:

- Vitalitet sadnica sofore (uz poseban prikaz različito odraslih sadnica) 5
 Die Vitalität der Sophorapflanzen: (mit besonderer Rücksicht auf die Vitalität der verschieden entwickelten Pflanzen) 11

Dr. Roko Benić:

- Istraživanja o učešću i nekim fizičkim svojstvima bijeli i srži poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) 13
 Investigations of Sapwood and Heartwood Rate and Their Physical Properties in Narrow-leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl) 99

Dr. Lea Schmidt:

- Utjecaj hrane na razvoj gubara 105
 The influence of Food on the Development of Gipsy-Moth (*Lymantria dispar* L.) 158

Dr. ing. for. et ing. techn. Zdenko Tomašegović:

- O aerofototaksaciji bukovih sastojina 167
 On the Reliability of Application of Aerial Photographs in Forest Mensuration 220

Dr. Dušan Klepac:

- Istraživanja debljinskog prirasta jele u najraširenijim fitocenoza Gorskog Kotara 225
 Recherche sur l'accroissement du diamètre à hauteur d'homme pour le sapin dans les associations les plus répandues de la région de «Gorski Kotar» 252

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE
ANNALES PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

Uredništvo je primilo slijedeće radove, koji će biti objavljeni u narednim knjigama Anala:

The Editors received the following contributions which will be published in the next volumes of our Annals:

La rédaction a reçu les travaux suivants qui seront publiés dans les volumes prochains des Annales:

Der Schriftleitung sind folgende Arbeiten eingegangen, die in den nächsten Bänden der Annalen veröffentlicht werden:

1. *Dr. Juraj Krpan:*

Istraživanja točke zasićenosti vlaknanaca važnijih domaćih vrsti drva
Investigations on fibre-saturation point in several more important native wood species
Recherches sur le point de saturation des fibres des plus importantes espèces ligneuses indigènes
Untersuchungen über den Fasersättigungspunkt wichtiger einheimischer Holzarten

2. *Dr. Mirko Vidaković:*

Oblici crnog bora u Jugoslaviji na osnovu anatomije iglica
Forms of *Pinus nigra* in Yugoslavia based on the anatomical structure of needles
Les formes de la *Pinus nigra* en Yougoslavie au point de vue de la structure anatomique des aiguilles
Pinus nigra - Formen in Jugoslawien auf Grund der Blatt-anatomie

3. *Prof. ing. Stanko Flögl:*

Brzina klizanja u zavojicama šumskih klizina
Sliding rate in curves of forest slideways
La vitesse de glissement dans les glissoirs
Gleitgeschwindigkeit in Kurven der Forstriesen

4. *Dr. Roko Benić:*

Istraživanja o potrošku vremena za čišćenje debla od grana i guljenje kore kod ljetne sječe jelovine u Gorskom Kotaru
Investigations on the time needed for lopping and barking Fir stems during the summer felling in the region of Gorski Kotar (Mountain District)
Recherches sur la perte de temps dans l'ébranchage et l'écorçage des tiges de Sapin aux abattages d'été dans la région de Gorski Kotar
Untersuchungen über den Zeitaufwand zur Stammentästung und -Entrindung bei der Sommerfällung von Tanne im Gorski Kotar-Gebiet

5. *Dr. Roko Benić:*

Istraživanja o rasporedu nekih fizikalnih svojstava drva u deblu poljskog i običnog jasena

Investigations on the distribution of some physical properties within the stem of the Common and Narrow-leaved Ash.

Recherches sur la répartition de certaines propriétés physiques du bois de la tige du Frêne oxyphyllé

Untersuchungen über die Verteilung einiger physikalischen Eigenschaften des Holzes in Stamm der gemeinen und schmalblättrigen Esche.

6. *Dr. Milan Androić:*

Cnethocampa pityocampa Schiff.

– Biološko-ekološka studija

– A biological and ecological study

– Etude biologique et écologique

– Biologisch-ökologische Studie

7. *Prof. Dr. Andrija Petračić:*

Prilog za poznavanje visinskog prirasta smrekovih (*Picea excelsa* Link) stabalaca nastalih iz različito razvijenih sadnica iste sjetve

On the height growth of young Spruce trees (*Picea excelsa* Link) brought up from differently developed plants of the same sowing

La croissance en hauteur de jeunes tiges d'*Epicéa* (*Picea excelsa* Link) sorties de plants différemment développés du même semis.

Höhenwuchs der aus verschieden kräftigen Pflanzen derselben Aussaat stammenden Fichten-Stämmchen (*Picea excelsa* Link)

8. *Prof. Dr. Milan Anić:*

Crni bor u Sjevernom Velebitu

Pinus nigra in the northern part of the Velebit Mountains

Pinus nigra dans la partie septentrionale des montagnes de Velebit

Pinus nigra im Norden des Velebit-Gebirges

9. *Ing. Jelena Anić:*

Prilog proučavanju svojstava tla, a napose njegove hranidbene sposobnosti u degradiranoj cenozi kitnjaka i graba

Investigations on the properties of the soil and in particular of its nutritive capacity in the degraded community of Sessile Oak and Hornbeam

Recherches sur les propriétés du sol et en particulier sur ses capacités nutritives dans l'association dégradée de Chêne sessiliflore et de Charme

Untersuchungen über die Eigenschaften des Bodens mit besonderer Rücksicht auf sein Nährvermögen in degradierten Traubeneichen- und Weissbuchenengesellschaften

10. *Prof. Dr. Zlatko Vajda:*

Uloga pojave ekstremnih klimatskih prilika kod sušenja bukovih sastojina na Učki

The role of extreme climatic conditions in the drying up of Beech stands on Mt. Učka

Le rôle des conditions climatiques extrêmes dans le dépérissement des peuplements de Hêtre sur l'Učka

Die Rolle extremer klimatischer Verhältnisse bei der Vertrocknung von Buchenbeständen im Gebirge Učka

11. *Dr. Borivoj Emrović:*

O najpodesnijem obliku izjednažbene funkcije potrebne za računsko izjednačenje pri sastavu dvoulaznih drvnogromadnih tablica

On the most suitable form of adjustment function necessary for numerical adjustment in establishing volume tables based both on d. b. h. and height
Recherche de la forme la plus appropriée de la fonction d'ajustement, nécessaire à l'ajustement numérique de l'établissement des tarifs à deux entrées
Über die geeignetste Form der für die numerische Ausgleichung bei Aufstellung von Massentafeln mit zwei Eingängen notwendigen Ausgleichungsfunktion

12. *Dr. Juraj Krpan:*

Odnos između utezanja i sadržaja vode u drvu

Relation of shrinkage to the moisture content in wood

Rapport entre le retrait et la teneur d'eau dans les bois

Verhältnis zwischen Schwindung und Wassergehalt im Holz

13. *Prof. Dr. Milan Anić:*

Pitomi kesten na Cresu

Sweet Chestnut on the Island of Cres

Le Châtaignier commun à l'Isle de Cres

Edelkastanie auf der Insel Cres

14. *Dr. Pavao Fukarek:*

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl), njegove osobine, rasprostranjenje i šumsko-gospodarsko značenje

The Narrow-leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl), its properties, range of distribution and silvicultural economic significance

Propriétés, extension et importance économique et forestière du Frêne oxyphyllé (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Die schmalblättrige Esche (*Fraxinus angustifolia* Vahl), ihre Eigenschaften, Verbreitung und forstwirtschaftliche Bedeutung

15. *Ing. Boris Zlatarić:*

Naši nizinski brijestovi, njihov areal i šumsko-uzgojna svojstva

Our lowland elms, their range of distribution and silvicultural properties

Ormes de plaine, leur étendu et propriétés sylvicoles

Unsere Niederungsulmen, ihre Verbreitungsgebiete und waldbauliche Bedeutung

16. *Prof. Dr. Milenko Plavšić:*

Prilog istraživanjima u čistim i mješovitim sastojinama poljskog jasena

Investigations on the pure and mixed stands of Narrow-leaved Ash

Recherches sur les peuplements purs et mélangés de Frêne oxyphyllé

Untersuchungen über die Rein- und Mischbestände der schmalblättrigen Esche

17. *Prof. Dr. M. Plavšić-Prof. Dr. D. Klepac:*

Strukturalni odnosi posavskih šuma obzirom na broj stabala, temeljnicu i drvnu masu

Structural relations in the forests of the Sava lowlands in regard to the number of stems, basal area and growing stock

Rapports de structure des forêts de la plaine de la Save au point de vue du nombre de tiges, de la surface tarrière et du volume sur pied
Strukturverhältnisse in Wäldern der Sava-Niederung mit Rücksicht auf Stammzahl, Kreisfläche und Massenvorrat

18. *Ing. Zlatko Gračanin:*

Prilog poznavanju pedoloških prilika šuma običnog i krimskog crnog bora u Južnoj Makedoniji
On the soil conditions of Scots and Crimean Pine forests in Southern Macedonia
Les conditions pédologiques des forêts de Pin sylvestre et de Pin Criméen dans la Macédoine méridionale
Zur Kenntnis der Bodenverhältnisse in Wäldern der gemeinen und Krimkiefer in Südmazedonien

19. *Prof. Dr. Dušan Klepac:*

Prirasne tablice za jelu na području fakultetske šumarije Zalesina
Increment tables for Fir-species in the region of demonstration forest of Zalesina
Tables d'accroissement de Sapin dans la région de la forêt expérimentale de Zalesina
Zuwachstafeln für die Tanne auf dem Gebiet des Lehrforstamtes Zalesina

20. *Dr. Mirko Vidaković:*

Značenje češera, sjemenki i njihovih krilaca za sistematiku i određivanje provenijencija crnog bora
The significance of cones, seeds and their scales for taxonomy and determination of *Pinus nigra* provenances
Importance des cônes, des graines et leurs écailles concernant la taxonomie et la détermination des provenances du Pin noir
Bedeutung der Zapfen, Samen und ihrer Schuppen für die Systematik und Bestimmung der Provenienz der Schwarzkiefer

21. *Ing. Zlatko Potočić:*

Proizvodnja i potreba drva u NR Hrvatskoj kao elementi šumsko-privredne politike
Wood production and demand in Croatia as elements of forest economic policy
Production et demande du bois en tant qu'éléments de la politique économique forestière en Croatie

22. *Dr. Ivan Opačić:*

Kemijska i tehnološka svojstva tanina lišća ruža (*Rhus cotinus* L.)
Chemical and technological properties of tannin extracted from leaves of Sumach (*Rhus cotinus* L.)
Propriété chimiques et technologiques du tannin extrait des feuilles de Sumac (*Rhus cotinus* L.)
Chemische und technologische Eigenschaften des Tannins aus den Blättern des Sumachs (*Rhus cotinus* L.)

23. *Ing. Stjepan Frančisković:*

Lokalne tabele prihoda za jelove šume.
Local yield tables for Fir-tree stands
Tables locales de production pour les sapinières
Lokal'ertragftafeln für Tannenbestände

IZDAVAČKI ZAVOD JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE — TISKARA, ZAGREB