

# GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

*Annales*  
*pro experimentis foresticis*

18



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

OŽUJAK, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET

UNIVERSITATIS IN ZAGREB FACULTATIS FORESTALIS  
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS ET  
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS LIGNARIIS

# IZVJEŠTAJ

o radovima na području šumske uprave u godini 1911.

1911

ŠUMSKA UPRAVA  
IZVJEŠTAJ  
o radovima na području šumske uprave u godini 1911.

ANNALES  
PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

*Volumen 18*

ZAGREB IN JUGOSLAVIA 1975  
UNIVERSITATIS IN ZAGREB FACULTATIS FORESTALIS  
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS ET  
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS LIGNARIIS

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
SUMARSKI FAKULTET

GLASNIK  
ZA ŠUMSKE POKUSE

*Knjiga 18*

ZAGREB 1975

TISAK GRAFIČKOG ZAVODA HRVATSKE — ZAGREB



IZDAVAČ  
IZDAVAČ

IZDAVAČ

IZDAVAČ

**Glavni urednik**  
**Editor-in-chief**

**Prof. dr DUŠAN KLEPAC**

**Urednik za šumarstvo**  
**Forestry Editor**

**Doc. dr ĐURO RAUŠ**

**Urednik za drvnu industriju**  
**Timber Industry Editor**

**Prof. dr STANKO BAĐUN**

**Tehnički urednik**  
**Technical Editor**

**Ing. IVO BASTJANČIĆ**

**IZDAVAC — PUBLISHED BY:**

**Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu**  
**Faculty of Forestry, University of Zagreb**

**41000 Zagreb, Šimunška 25, Jugoslavija**

DR STJEPAN BERTOVIĆ

**EKOLOŠKO-VEGETACIJSKE ZNAČAJKE  
OKOLIŠA ZAVIŽANA U SJEVERNOM VELEBITU**

ECOLOGICAL—VEGETATIONAL CHARACTERISTICS  
OF THE ENVIRONS OF ZAVIŽAN IN THE NORTHERN  
RANGES OF THE VELEBIT MOUNTAIN (CROATIA)

UDK 634.0.18(497.13)

*Sadržaj — Contents*

Predgovor — *Preface*

- I. Uvod i pregled istraživanja — *Introduction and survey of investigations*
- II. Zemljopisne značajke — *Geographical features*
- III. Geološko-litološka građa — *Geological-lithological structure*
- IV. Podneblje — *Climate*
- V. Vegetacijski pokrov — *Vegetational cover*
  - A. Šumske zajednice i razvojni stadiji šume — *Forest communities and developmental stages of forest*
  - B. Livade, rudine i ostale biljne zajednice — *Meadows, karst pasture lands and other plant communities*
  - C. Kartografski prikazi vegetacije Velebita — *Cartographic surveys of the Velebit vegetation*
- VI. Biljne zajednice i njihove pedosistematske jedinice tala — *Plant communities and their pedosystematic units of soils*
- VII. Mikroklima nekih fitocenoza — *Microclimate of certain phytocoenoses*
- VIII. Tipološke značajke šuma i šire znanstveno i zaštitno značenje područja — *Typological characteristics of forests and wider scientific and protective character of the area*
- IX. Završna diskusija i zaključci — *Conclusive discussion and conclusion*

Literatura — *References*

*Summary*

Primljeno 8. II. 1974.

Tiskanje ove publikacije omogućeno je dotacijom Republičkog fonda za naučni rad SR Hrvatske u Zagrebu.

## PREGDGOVOR — PREFACE

Značajke okoliša Zavižana, opisane u ovoj raspravi predstavljaju neke između osnovnih ekološko-bioloških komponenata u sklopu istraživanja tipova šuma i šumskih staništa. Ta i slična sistematska poredbena tipološka proučavanja i kartiranja u drugim predjelima Hrvatske pokrenuo sam, organizirao i ekipno proveo u razdoblju od 1959. do 1968. godine uključivo u tadašnjem Institutu za šumarska i lovna istraživanja NRH i u bivšem Odsjeku za ekologiju i tipologiju šuma Instituta za šumarska istraživanja Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Opisana istraživanja su najvećim dijelom obavljena na teret financijskih sredstava, koja su osigurali Republički fond za naučni rad SR Hrvatske u Zagrebu, bivši Savezni fond za financiranje naučnih djelatnosti u Beogradu i Poslovno udruženje šumsko-privrednih organizacija u Zagrebu.

Nadopunu i sređivanje materijala te cjelokupnu izradbu rukopisa rasprave s većinom slika, karata, dijagrama, tabela i ostalih priloga obavio sam u sklopu znanstvene djelatnosti Katedre za uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Predstojnik Katedre prof. dr Ivo Dekanić osobito me je zadužio svojom podrškom i savjetima, pa mu se na svemu zahvaljujem.

Sa zahvalnošću spominjem i susretljivost, koju su mi u radu ukazali prof. dr M. Vidaković, prof. dr B. Makjanić, dipl. inž. M. Šikić i prof. B. Kirigin. Za autorizaciju opisa geoloških i pedoloških karakteristika zavižanskog okoliša zahvaljujem se dr A. Milanu i dr J. Martinoviću, a za determinaciju kritičnoga biljnog materijala dipl. inž. biol. B. Klapki i dr A. von Hübschmannu.

Na kraju se zahvaljujem Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Šumskom gospodarstvu Senj i Šumariji Krasno, koji su financirali tisak ove rasprave.

## I. UVOD I PREGLED ISTRAŽIVANJA — INTRODUCTION AND SURVEY OF INVESTIGATIONS

Rezultati suvremenih fitocenoloških, osobito tipoloških i sličnih komparativnih prirodnoznanstvenih istraživanja sve više dokazuju veliku pravilnost i tijesnu povezanost između različitih abiotskih i biotskih čimbenika s građom i raščlanjenosti vegetacijskog pokrova. Povijest razvitka vegetacije, zemljopisni položaj, litološka građa, reljef, tipovi tala, podneblje, utjecaj antropozoogenih i ostalih čimbenika nalaze svoj puni odraz u rasprostranjenosti, florističkom sastavu i dinamici razvitka svih, a osobito šumskih zajednica. U skladu s time temeljni objekt današnjih vegetacijskih proučavanja i kartiranja predstavlja floristički i ekološki jasno interpretirana i omeđena biljna zajednica (asocijacija, subasocijacija, varijanta, facijes).

Razumljivo je, da se nakon pomne fitocenološke obradbe dobiva mnogo bolja, cjelovitija i sadržajnija predodžba o ekologiji, strukturi i proizvodnim sposobnostima određene šumske fitocenoze, ako je detaljno istražimo i definiramo s pedološkoga, klimatološkog i ostalih ekološko-bioloških i šumskogospodarskih gledišta. Naime, već prije a osobito nakon završetka detaljnih vegetacijskih istraživanja i kartiranja, koja su u Gorskom kotaru i Hrvatskom primorju provedena pod rukovodstvom botanika *Horvata* (1962 b) spoznalo se, koliko su spomenuti radovi vrijedni za šumarsku znanost i gospodarstvo. S takvom metodom rada kod nas su, zapravo, postavljeni temelji suvremenoga tipološkog istraživanja i kartiranja šuma i šumskih staništa. To nam je bio i poticaj za sistematsku organizaciju sličnih proučavanja te kartiranja šumske i ostale vegetacije u drugim našim krajevima, kako je to obrazloženo u prijedlogu za provedbu tipoloških istraživanja u Hrvatskoj (*Bertović* 1961).

Jedan od tih krajeva je i Velebit, koji se s obzirom na geografske, petrografske, klimatske, pedološke, vegetacijske, šumskogospodarske i slične značajke odlikuje vrlo zanimljivom i aktualnom problematikom. S ciljem da se upotpune proučavanja i stečene spoznaje iz šuma u masivu Risnjaka te dobije poredbeni materijal i osnova za realnu generalizaciju te raznoliku znanstvenu i praktičnu primjenu rezultata istraživanja, izabrana su u Velebitu tri lokaliteta: okoliš Zavižana i Senjska Draga u sjevernom i profil Babica—Visočica—Divoselo u južnom Velebitu. Ta tri tzv. ključna objekta izabrana su po kriteriju, da se na što manjoj površini obuhvati što šira i zamršenija problematika, koje će rješenje predstavljati originalni šumarsko-prirodnoznanstveni doprinos i omogućiti sigurnu višestruku primjenu rezultata na što većem teritoriju. U skladu s takvim gledištem i prema našoj okvirnoj shemi, zapravo metodici tipoloških istraživanja, specijalizirani stručnjaci i vanjski suradnici bivšeg Odjela za ekologiju i tipologiju šuma istražili su do kraja god. 1968. probleme iz većine ekološko-bioloških i šumskogospodarskih komponenata u tri spomenuta reprezentativna objekta u Velebitu:

Redoslijed naših istraživanja u okolišu Zavižana bio je slijedeći. Nakon jedne orijentacijske znanstvene ekskurzije kroz sjeverni Velebit (god. 1959.) obavio sam u jeseni god. 1961. rekognosciranje terena s botanikom *Horvatom*, što je ujedno bio i zadnji posjet toga zaslužnog velebitologa ovoj planini. U godini 1961. i 1962. započeli smo proučavanje i kartiranje vegetacije, prirasno-prihodna istraživanja šuma te stalna sezonska mjerenja apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu u nekim fitocenzama *Modrić dolca* (*Bertović* 1963 d). Godine 1965. izrađen je geološki opis područja pa smo organizirali i ekipno proveli poredbena sezonska mikroklimatološka istraživanja, a god. 1966. pedološka i šumsko-uzgajivačka proučavanja u različitim fitocenzama. Pregled rezultata provedenih istraživanja i kartiranja obavio je u terenu god. 1966. prof. dr *M. Anić* s prof. dr *F. Kušanom*, a god. 1967. s prof. dr *J. Pelišekom*. Počevši od god. 1961. postupno sam proširivao proučavanje i kartiranje vegetacije od središta zavižanskog okoliša (Karta 1, površina a) prema zapadu i istoku (površine b', b, c) obuhvaćajući nove biljne zajednice, njihovo kartiranje i daljnju obradu problematike u sklopu pojedinih tipoloških komponenata. Ljeti god. 1967. i 1971. snimio sam fitocenološki

sastav još nekih fitocenoza, ujesen god. 1971, završio rukopis ove rasprave (Bertović 1971), a u proljeće god. 1975. priredio je za tisak.

Uz provedbu sličnih istraživanja i kartiranja u drugim šumskim predjelima Hrvatske (Bertović 1968) usporedno i permanentno se odvijala — pod mojim rukovodstvom — raznolika znanstvena, laboratorijska i stručno-tehnička tipološka obrada i sređivanje podataka. Na taj su način bili do kraja god. 1968. opisani (između ostalih) lokaliteti Senjska Draga (Pelcer, Martinović, Milan 1972) i u cijelosti pripremljen materijal za sintezu rezultata istraživanja i tipološki opis šuma na profilu Babica—Visočica—Divoselo.

## II. ZEMLJOPISNE ZNAČAJKE — GEOGRAPHICAL FEATURES

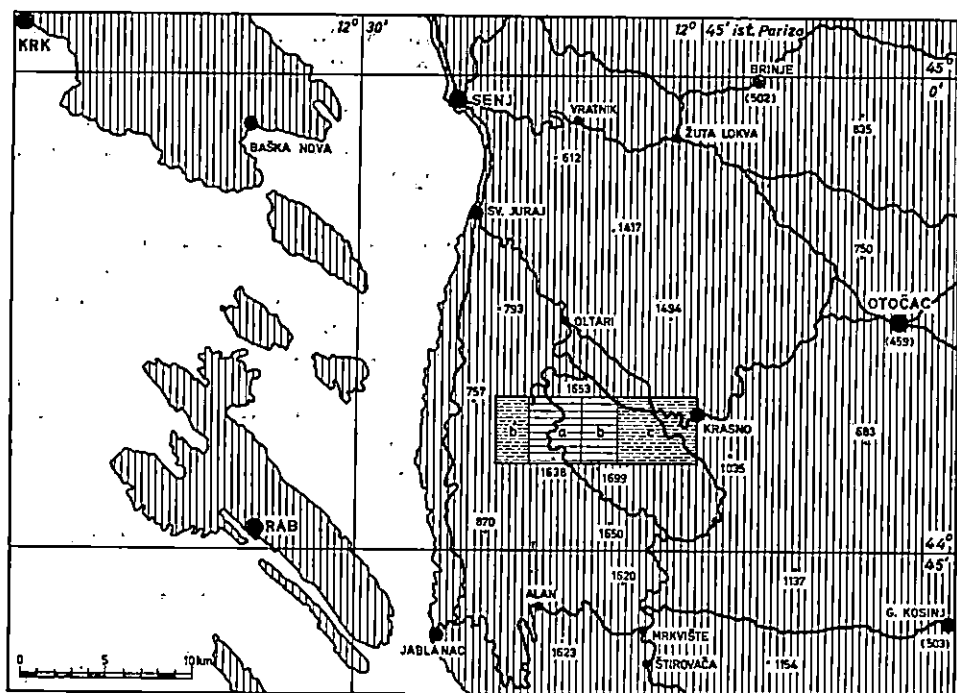
Masiv Velebita počinje od duboko urezanog prijevoja Vratnika i u blago povinutom luku — s duljinom od cca 145 km, poprečnom širinom od oko 14 km i smjerom pružanja NW-SO — dopire do kanjona Zrmanje, pa je ne samo najdulja planina u Hrvatskoj nego i u cijeloj Jugoslaviji.

»Velebit je najveća i najimpozantnija naša primorska planina, koja razdvaja dvije geografski bitno različite pokrajine: mediteransku i kontinentalno-planinsku. Učka, Mosor, Biokovo, Kozjak ili Rumija, dijele submediteranski zagorski od mediteranskog primorskog prostora — imaju dakle karakter regionalnih međa, sekundarnog značenja u odnosu na Velebit. Među mediteranskog primorja i ličke kontinentalne krajine čini uski vapnenački greben Velebita, te su njihove suprotnosti vrlo izrazite. Iako su prirodno-geografski uvjeti odredili različit izgled primorske i ličke padine, ne mogu se njihove razlike objasniti samo jednostavnim promatranjem. Odnos prirodne osnove te sadanjih i prijašnjih društvenih utjecaja i procesa ima osnovnu važnost« (Rogić 1957: 15).

Unutar cjeline velebitskog masiva podrazumijeva se, prema J. Poljaku (1929), pod sjevernim Velebitom onaj dio, koji se stere između poteza ceste Senj—Vratnik—Žuta Lokva i ceste Stinica—Alan—Mrkvište. U tom se međuprostoru luče slijedeće četiri jasno morfološki okarakterizirane skupine: 1. skupina Senjskog bila, 2. skupina Zavižana—Plješivice—Rajinca, 3. skupina Gornjih ili Hajdučkih kukova—Kozjaka i 4. skupina Doljnjih ili Rožanskih kukova s Alančićem.

Skupina Zavižana—Plješivice—Rajinca tvori centralni dio sjevernog Velebita. Omeđena je cestom Sv. Juraj—Oltari—Krasno—Apatišan—Veliki Lom te crtom preko Plančice i Borove Vodice na Starigrad Senjski. Tu skupinu karakterizira niz vrhova iznad 1.600 m apsolutne visine, među kojima je Mali Rajinac (1699 m), ujedno najviši u cijelom sjevernom Velebitu.

U toj smo skupini izabrali širi sjeverni okoliš Zavižana za naše područno tipološko istraživanje i kartiranje šumske vegetacije. Područje je pravokutnog oblika, površine cca 43 km<sup>2</sup>, a nalazi se, prema sekciji Senj-1, između 44°48' i 44°50' sjeverne širine te 12°36' i 12°45' zemljopisne dužine istočno od Pariza (Karta 1). Obuhvaća ovdašnje najviše vrhunce: Veliki Zavižan (1677 m) i Gornji Zavižan (1638 m), Zavižanski Pivčevac (1676 m), Plješivicu (1653 m), Vučjak (1645 m), Vrbanski vrh (1630 m) i Balinovac (1601 m). Istraživano područje dopire do 760 m na primorskoj i do 560 m nadmorske visine na kopnenoj strani velebitskih padina.



Karta — Map 1. Položaj istraživanog područja u okolišu Zavižana — Position of the investigated region in the environs of Zavižan.

Glacijacija Velebita je dugo vremena bila predmet istraživanja i nagađanja. Tako, između ostalih, *Degen* (1936) smatra da je ispod Svetog brda prolazio najveći velebitski ledenjak, a *Bauer* (1934/35) to isto tvrdi za predjel Jezera jugoistočno od Vučjaka. *J. Poljak* (1947) zaključuje da je u ledeno doba na Velebitu moglo biti snježanika, ali da nema nikakvih dokaza o zaleđenju Velebita, čime se također slaže i *Rogić* (1958).

Na temelju novih istraživanja grupe geologa sa sigurnošću je potvrđeno mišljenje starijih istraživača o djelomičnoj oledbi Velebita. Utvrđena je morena te velike količine glaciofluvijalnog nanosa kao i područje, u kojem je stvoren i djelovao ledenjak krškog tipa u predjelu Velikoga i Malog Rujna (*Nikler* 1973).

Prema *J. Poljaku* (1929) masiv je Velebita izgrađen od vapnenaca i dolomita različite geološke starosti za koji *Degen* (1936:141) doslovce navodi: »*Alles in allem finden sich in diesem Gebirge Kalke in einer Verbreitung und Mächtigkeit, wie sie kein anderes Gebirge Europas aufweisen kann*«. Navedeni supstrati su kod stvaranja velebitskoga gorskog grebena bili uzdignuti, borani i postrano stlačeni, pa je zbog toga u njima nastao bezbroj većih ili manjih pukotina i šupljina. Postanak i petrografski sastav gorja te kasniji fizikalno-kemijski procesi trošenja stijena daju osnovno geomorfološko obilježje čitavom velebitskom masivu. On se u zavižanskom okolišu odlikuje jednolikom, strmom, SO eksponiranom kosom prema kopnenoj strani te lancima vrhova koji se, presijecani manjim

dragama i dolinama, stepeničasto spuštaju do mora. Uz iznimku blago valovitog reljefa u predjelu Jezera čitav se središnji i primorski dio okoliša odlikuje istaknutim vrhuncima, oštrim kukovima, dugim razgranjenim grebenima, bezbrojem ponikava i mnoštvom drugih poznatih fenomena krša. Nedostatak vodotijeka, oskudica vrela i uopće pitke vode najbitnija je geografska značajka ne samo istraženog područja već i okolnih, a osobito primorskih predjela.\*

S obzirom na blizinu mora, karbonatsku podlogu, hidrografske prilike, makroreljef i mikroreljef okoliš Zavižana odlikuje se i raznolikošću klimatskih prilika, tipova tala te građom i rasprostranjenošću šumskog i ostaloga vegetacijskog pokrova. Povezano s time možemo ovdje lučiti brdske, gorske i pretplaninske predjele, dok pravoga planinskog — u užem vegetacijskom smislu — na Velebitu i općenito u planinama SR Hrvatske nema. Najjače fizionomsko obilježje daju užem okolišu Zavižana opisane značajke reljefa, prostrane subalpinske šume bukve, šume smreke te klevovina bora krivulja na raskidanim vapnenačkim stijenama i šarolik travnati pokrov pretplaninskih livada i rudina.

U zaklonjenijima, niže položenim dolcima Nadgorja (Ječmište, Pogledalo, Dolac i dr.) nalaze se omanje održavane ili napuštene poljodjelske površine. Tu postoje i primitivni stanovi za boravak ljudi i stoke kroz nekoliko ljetnih mjeseci u vrijeme paše i košnje sijena. U središtu zavižanske skupine, podno Vučjaka na visini od 1594 m, podignut je god. 1927. planinarski dom nazvan »Krajačeva kuća« gdje je u listopadu god. 1953. smještena i meteorološka stanica »Zavižan«. Poslije rata sagrađena je na vrhu Plješivice zgrada s radio-televizijskim odašiljačem, a od Krajsanske dulibe kroz Blatnu dolinu i podno Vučjaka izvedena je u Lomsku dulibu šumska cesta s posebnim odvojcima na Pandorni Plan, na vrh Plješivice i do »Krajačeve kuće.«

Iscrpnu studiju o stanovništvu i naseljima, gospodarskim prilikama i njihovu prostornom odrazu te mogućnostima budućeg razvitka cijeloga velebitskog primorskog područja izradio je Rogić (1959, 1971).

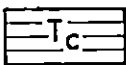
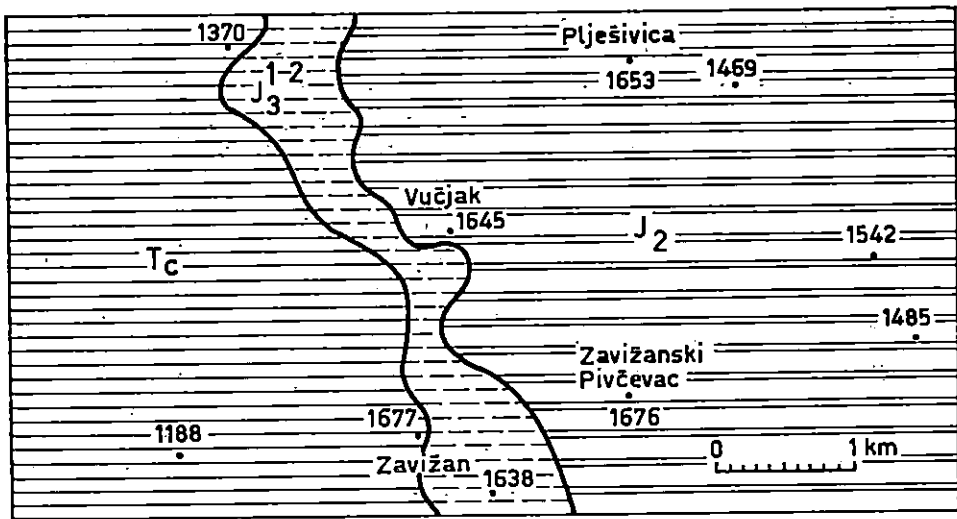
### III. GEOLOŠKO-LITOLOŠKA GRAĐA — GEOLOGICAL-LITHOLOGICAL STRUCTURE

Geološko proučavanje Velebita započeli su god. 1862. i 1863. članovi bečkoga geološkoga zavoda *Stache, Foeterle* i *Tietze*, a nastavili su ga mnogi strani i domaći istraživači. Plodna istraživanja iz oblasti geologije, hidrografije i speleologije u Velebitu razvio je *J. Poljak*, a poslije drugoga svjetskog rata *Crnolatac, Milan, Nikler* i mnogi drugi.

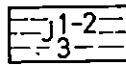
Primorski dio Velike Kapele i sjevernog Velebita istražio je i opisao *Milan* (1969), pa prema tom autoru donosimo kratki izvod, odnosno opis litoloških karakteristika stratigrafskih članova i detalj geološke karte okoliša Zavižana (Karta 2).

Područje Zavižan, Zavižanski Pivčevac i Vučjak pripada trećoj stepenici ili planinskoj zoni sjevernog Velebita. Ono je izgrađeno od dogger-

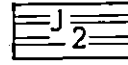
\* Morfografsko-morfometrijska obilježja reljefnih jedinica Velebita kao dijela Ličko-Goranske regije nedavno je opisao *V. Klein* (1975, apud Rogić et al. 1971).



1



2



3

Karta — Map 2. Geološko-litološka karta okoliša Zavižana (prema A. Milanu) — Geological-lithological map of the environs of Zavižan (after A. Milan).

1 Tercijarne vapnenačke breče — Tertiary limestone breccias, 2 Algalno-foraminiferous vapnenci donjeg malma — Algal-foraminiferous limestones of the lower Malm, 3 Vapnenci i brečoliki vapnenci dogera — Limestones and breccialike limestones of the Dogger.

skih vapnenaca, malmskih dolomitiziranih vapnenaca i paleogenskih vapnenačkih breča i vapnenca.

*Dogger* ( $J_2$ ). Donji dio serije doggerskog kompleksa sedimentata sastoji se od crnih do tamnosivih vapnenaca debljine 40—60 cm s ulošcima krupnokristaliničnog dolomita. Debljina dolomitnih uložaka varira od 2—10 m. Sadržaj  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  komponente u dolomitnim ulošcima iznosi 70—80%. U gornjim horizontima prevladavaju crni ili tamnosivi, debelo uslojeni (debljina pojedinih slojeva od 0,5—1,5 m) ili nejasno uslojeni brečoliki vapnenci odnosno vapnenačke breče. Donji dio vapnenih sedimentata su, u stvari, kalkareniti (najčešće litokalkareniti), kalciruditi i kalcilutiti. Sadržaj  $\text{CaCO}_3$  u doggerskim sedimentima iznosi 96—98%. Klastični karbonati, koji su makroskopski determinirani kao brečoliki vapnenci ili vapnenačke breče, postupnim su prijelazima vezani s kalkarenitima, pa prema tome sedimentološki predstavljaju identične stijene. Takve litološke karakteristike doggerskih naslaga uz tektonsku uvjetovanost (brojne pukotine, lomovi i rasjedi) razlog su, da su doggerski vapnenci uz paleogenske vapnenačke breče najjače okršene stijene u navedenom području, što se odnosi osobito na završni dio spomenutih naslaga, pa su uz njih najčešće vezane škrape, ponikve i krške uvale.

*Malm* ( $J_3^{1-2}$ ). Za razliku od sjevernog područja Velebita, gdje nalazimo potpuni ili skoro potpuni razvoj malma, ovdje je otkriven njegov



najdonji dio. Sedimenti malma kontinuirano se nastavljaju na sedimente doggera. Sastoje se od tamnosivih, crnih ili sivih uslojenih odnosno nejasno uslojenih vapnenačkih sedimentata odnosno kalkarenita (najčešće biokalkarenita), kalcirudita, oolitičnih kalkarenita i kalcirudita. Oni se najčešće bočno izmjenjuju sa svjetlosivima krupnozrnatim dolomitima. Dolomiti su nastali dolomitizacijom kalkarenita. Proces dolomitizacije je napredovao postupno zahvaćajući najprije cement ili, ako se radi o oolitičnim kalkarenitima, jezgru oolita. Vapneni sedimenti sadrže 98,5—100%  $\text{CaCO}_3$ . Za razliku od sličnih sedimentata u najgornjem doggeru oni stvaraju blage morfološke oblike, a vapneni detritus sastoji se od fragmenata ljuštura školjki, kućica foraminifera te skeleta algi i hidrozoa. Nastali su u neritskim uvjetima sedimentacije, koji su bili nešto drugačiji od onih u kojima su nastali doggerski sedimenti.

*Paleogen (Tc)*. Sedimenti paleogena leže transgresivno na slojevima malma. Sastoje se od vapnenačkih breča s nepravilnim ulošcima vapnenaca. Ulomci vapnenačkih breča sastoje se od tamnosivih jurskih kalkarenita, krednih, svjetlosmeđih ili bijelih kristaliničnih vapnenaca s krednim foraminiferama i eocenskih vapnenaca s alveolinama te drugim eocenskim foraminiferama. Dok su jurski i kredni ulomci angularni, što znači da su malo transportirani, eocenski su uglavnom zaobljeni. Cement breča je kalcitni i najčešće srednje-zrnat. Mjestimično je crvenkasto pigmentiran ili onečišćen glinovitom supstancom. Omjer cementa i fragmenata varira u širokim granicama. Negdje je cement potpuno podređen, negdje dominantan, pa breče mogu postupno prijeći u vapnence bez ili s većom količinom klastičnih sastojaka. Za vrijeme gornjeg eocena na najvećem dijelu velebitske primorske padine formirana je depresija, gdje je postojao plitki bazein, kamo su bujicama snošeni denudirani produkti jurskih, krednih i paleogenskih vapnenaca.

U tektonskom smislu stratigrafski članovi istraživanog područja izgrađuju dio jugozapadnog krila prostrane antiklinalne strukture Velebita.

#### IV. PODNEBLJE — CLIMATE

Stariji opisi općenite klime prostranih planinskih predjela u našoj zemlji bili su dosta nepotpuni i često su se temeljili na aproksimacijama ili nehomogenim podacima malog broja meteoroloških stanica. *Beck-Mannagetta* (1901) u prikazu klimatskih prilika naših viših gorskih i visokoplaninskih predjela koristi podatke s 18 stanica u Bosni i Hercegovini, od kojih su svega tri (Čemerno sedlo — 1329 m, Metaljka sedlo — 1388 m i Bjelašnica — 2067 m) iznad 1300 m nadmorske visine, a doslovce navodi (str. 305) da klimatske prilike u Dinarskim Alpama Dalmacije nisu poznate. Škreb i suradnici (1942) raspolazu za opis klime planinskih krajeva Hrvatske, Bosne i Hercegovine samo s podacima stanice Bjelašnica. Vujević (1953) koristi za opis podneblja viših regiona SFRJ stanice: Obir (2047 m), Goli vrh (1308 m), Trebević (1600 m), Bjelašnica, Metaljka sedlo i Sv. Nikola (1444 m). Podatke većinom istih stanica koje je koristio *Beck-Mannagetta* razmatra u studiji o karakteru klime i vegetacije u Bosni i Hercegovini *Ritter-Studnička* (1958). Razmjerno malen broj planinskih meteoroloških stanica nešto je povećan iza drugoga svjetskog rata osnutkom stanica: Kredarica (2515 m) u masivu Triglava, na Ličkoj

Plješevici (1560 m) i na Titovu vrhu (2474 m) u Šar planini. Ovu posljednju smo, međutim, već god. 1959. našli, na žalost, napuštenu.

U različitim razmjerno novijim studijama o velebitskom masivu opisi su ograničeni tek na klimatske prilike, predstavljene stanicama iz primorskoga i kontinentalnog podnožja Velebita, a klimat najviših zona ostao je ponajvećma nepoznat (usp. *Balen* 1928, *M. Gračanin* 1931, *Degen* 1936, *Anić* 1957, *Golubić* 1958). Apstrahirajući nekoliko ranije postavljenih kišomjernih stanica, taj je nedostatak dobrim dijelom uklonjen osnutkom glavne meteorološke stanice »Zavižan« (1594 m) podno Vučjaka\* (Fot. 1), gdje su od 1. listopada god. 1953. započeta permanentna motrenja. To se odmah odrazilo u nizu publikacija, u kojima su osobitosti podneblja viših velebitskih regiona opisane sa specijalnoga meteorološko-klimatološkog gledišta (*Maksić* 1959, *Kirigin* 1959a, b; *Šliepčević* 1959 i dr.) ili pak u sklopu problematike iz geografske (*Rogić* 1958), ekološko-vegetacijske (*Bertović* 1963a, b, 1967, 1970, 1971, 1973, 1974a, b), šumarske (*Cestar* 1967, *Martinović* 1973) i drugih prirodnoznanstvenih oblasti. Iscrpni pregled svih publikacija i radova, u kojima su korišteni podaci meteorološke stanice Vučjak (Zavižan) tijekom 20-godišnjeg rada objavio je *Kirigin* (1973).

Osobitosti u međusobnom odnosu regionalne klime i klimatskozon-  
skih vegetacijskih područja u Hrvatskoj (uključiv i okoliš Zavižana) prikazali smo u posebnoj raspravi (*Bertović* 1970). Zato ćemo tu istaknuti samo sinekološki najvažnije značajke podneblja u nižem pretplaninskom pojasu zavižanskog okoliša, kojega fitocenološki karakterizira pretpla-  
ninska šuma bukve, a s gledišta općenite klime podaci stanice Vučjak (Tab. 1—15). Uzgred ćemo spomenuti i neke markantne elemente makro-  
klime na stanicama iz drugih vegetacijskih područja, kad to omogućuje bolju usporedbu i upotpunjuje predodžbu o podneblju zavižanskog masiva.

Tab. 1—15. Klimatski podaci za meteorološku stanicu Vučjak (raz-  
doblje 1948—1960. godine) — Climatic data for Weather Station Vučjak  
(period 1948—1960).

Tab. 1. Mjesečni i godišnji srednjaci temperature zraka (a) i terminskih temperatura  
zraka u 07<sup>h</sup> (b), 14<sup>h</sup> (c) i 21<sup>h</sup> (d) u °C — Monthly and yearly air temperature means  
(a) and air temperatures at 07<sup>h</sup> (b), 14<sup>h</sup> (c) and 21<sup>h</sup> (d) in °C.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	-4,1	-3,7	-2,8	1,4	6,5	10,4	13,1	12,9	10,3	4,7	0,7	-1,8	4,0
b	-4,3	-4,3	-2,8	0,6	5,7	9,1	11,8	11,3	8,3	4,0	0,3	-2,2	3,1
c	-2,8	-2,3	0,0	3,0	8,2	12,2	15,3	14,9	11,4	6,2	1,6	-1,3	5,5
d	-4,1	-3,7	-2,0	1,3	6,2	9,9	12,2	12,1	8,9	4,3	0,4	-1,8	3,6

\* U cijeloj ovoj raspravi dosljedno je upotrijebljen za glavnu meteorološku stanicu Zavižan naziv Vučjak podno kojega se vrha ta stanica stvarno nalazi. To je provedeno kako bi se izbjegle nejasnoće prilikom vegetacijsko-klimatoloških poredbi, u kojima se spominju ta oba vrhunca iz različitih klimatskozon-  
skih vegetacijskih područja.

Područje pretplaninske šume bukve u zavižanskom okolišu odlikuje se markantnim i često graničnim vrijednostima pojedinih klimatskih elemenata, pojava i njihovih parametara u usporedbi s ostalim meteorološkim stanicama i vegetacijskim zonama u Hrvatskoj. Prema podacima

Tab. 2. Sezonski srednjaci temperature zraka (°C) — Seasonal air temperature means (°C).

Proljeće Spring	Ljeto Summer	Jesen Autumn	Zima Winter	Toplija polovica godine - Warmer half of year
(III — V)	(VI — VIII)	(IX — XI)	(XII — II)	(IV — IX)
1,7	12,1	5,2	-3,2	9,1

Tab. 3. Apsolutni mjesečni i godišnji maksimumi (a), minimumi (b) i amplitude (c) temperature zraka — Srednji mjesečni i godišnji maksimumi (d), minimumi (e) i srednje dnevne amplitude (f) temperature zraka (°C) — Absolute monthly and yearly maxima (a), minima (b) and amplitudes (c) of air temperature — Mean monthly and yearly maxima (d), minima (e) and mean daily amplitudes (f) of air temperature (°C).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	8,2	13,0	13,0	15,4	21,8	21,9	26,3	25,8	24,4	20,6	12,8	12,2	26,3
b	-19,6	-28,6	-16,5	-13,0	-8,0	-0,3	1,5	1,4	-3,6	-6,8	-16,2	-16,2	-28,6
c	27,8	41,6	29,5	28,4	29,8	22,2	24,8	24,4	28,0	27,4	29,0	28,4	54,9
d	-0,8	-0,8	1,4	4,6	10,1	14,0	17,1	16,9	12,9	7,7	3,3	0,6	7,2
e	-6,8	-6,3	-4,4	-0,9	4,0	7,5	9,8	9,6	6,6	2,4	-1,8	-4,1	1,3
f	6,0	5,5	5,8	5,5	6,1	6,5	7,3	7,3	6,3	5,3	5,1	4,7	5,9

Tab. 4. Srednji broj ledenih (a), studenih (b), hladnih (c) i toplih (d) dana — Mean number of icy (a), cold (b), cool (c), and warm (d) days.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	10,2	8,2	5,3	0,6	.	.	.	.	.	.	1,7	2,6	28,6
b	16,2	13,9	12,6	5,8	0,6	.	.	.	.	1,6	9,1	10,1	69,9
c	26,6	25,3	25,8	17,4	6,1	0,2	.	.	0,8	9,9	18,4	25,0	155,5
d	.	.	.	.	.	.	1,3	1,4	.	.	.	.	2,7

Tab. 5. Srednji datumi temperaturnih pragova i trajanje temperature zraka iznad 0°, 5°, 10°, 15° i 20°C u danima — Mean data of temperature thresholds and duration of air temperature above 0°, 5°, 10°, 15° and 20°C.

0°C	5°C	10°C	15°C	20°C
5. IV — 24. XI 234	6. V — 15. X 163	12. VI — 18. IX 99	.	.

Tab. 6. Mjesečni i godišnji srednjaci: a — tlaka vodene pare (mmHg), b — relativne vlage zraka (%) — Monthly and yearly means: a — of water-vapour pressure (mmHg), b — of relative air humidity (%).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	3,2	3,0	3,4	4,5	6,1	7,5	8,3	8,2	7,3	5,4	4,3	3,7	5,4
b	87	79	82	88	85	81	76	76	83	82	89	89	83

Tab. 7. Srednji broj dana s relativnom vlagom zraka  $\leq 30\%$  u barem jednom od termina 07<sup>h</sup>, 14<sup>h</sup> ili 21<sup>h</sup> (a) — Srednji broj dana s relativnom vlagom zraka  $\geq 80\%$  u 14<sup>h</sup> (b) — Mean number of days with relative air humidity  $\leq 30\%$  in at least one of the terms of 07<sup>h</sup>, 14<sup>h</sup> or 21<sup>h</sup> (a) — Mean number of days with relative air humidity  $\geq 80\%$  at 14<sup>h</sup> (b).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	1,3	1,4	1,3	0,4	0,4		0,1	0,7	1,0	1,0	0,6	0,5	8,7
b	23,1	19,4	23,4	19,4	16,3	14,6	10,7	9,5	13,8	19,0	25,7	25,8	220,7

Tab. 8. Srednje mjesečne i godišnje količine oborina (a) i najveće dnevne količine oborina (b) u mm — Mean monthly and yearly amounts of rainfall (a) and highest daily amounts of rainfall (b) in mm.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	194	125	144	158	128	125	106	112	168	200	211	172	1843
b	87,4	47,7	73,1	51,4	54,9	56,8	53,3	83,4	73,4	77,0	68,0	47,6	87,4

Tab. 9. Sezonski srednjaci količine oborina (mm) — Seasonal means of amount of rainfall (mm).

Proljeće Spring	Ljeto Summer	Jesen Autumn	Zima Winter	Toplija polovica godine — Warmer half of year
430	343	579	491	797

Tab. 10. Srednji broj dana s količinom oborina — Mean number of days with rainfall amount:  $\geq 0.1$  mm (a),  $\geq 1.0$  mm (b),  $\geq 10.0$  mm (c),  $\geq 20.0$  mm (d).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	20,2	16,5	16,6	16,6	13,2	12,4	9,5	8,6	10,7	14,6	20,7	20,9	180,5
b	16,2	12,9	14,2	12,1	10,2	9,2	7,7	6,7	9,7	11,5	15,5	16,5	142,4
c	6,3	5,5	5,1	5,6	4,7	5,0	3,7	2,9	4,2	5,9	6,0	6,2	61,1
d	2,2	1,5	2,1	3,2	2,9	1,7	1,8	2,0	2,7	3,9	3,3	2,1	29,4

Tab. 11. a: Srednja mjesečna i godišnja naoblaka — Mean monthly and yearly cloudiness, (0–10); b: srednji broj oblačnih dana — Mean number of cloudy days; c: srednji broj vedrih dana — Mean number of clear days; d: srednje dnevne količine globalne radijacije (cal cm<sup>-2</sup> dan<sup>-1</sup>) — Mean daily amount of global radiation (cal/cm<sup>-2</sup>/day<sup>-1</sup>).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	7,7	7,1	6,8	6,8	6,5	6,3	4,5	4,5	5,6	6,6	7,6	7,9	6,5
b	18,1	16,2	14,6	14,8	12,6	10,3	6,5	6,5	8,9	13,8	18,9	19,9	159,8
c	3,0	4,3	3,8	4,4	4,1	3,7	10,0	10,2	8,3	6,3	3,3	2,7	84,1
d	86	156	225	300	361	409	497	434	308	179	100	71	261

Tab. 12. a: Srednji broj dana s jakim vjetrom — Mean number of days with strong wind ( $\geq 6$  Beaufort); b: srednji broj dana s olujnim vjetrom — Mean number of days with stormy wind ( $\geq 8$  Beaufort).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	14,6	14,6	12,1	11,3	6,6	6,8	7,0	5,8	7,6	10,0	10,5	8,6	115,5
b	5,0	5,3	3,0	3,1	10,0	1,8	8,0	1,1	1,6	1,4	2,7	3,3	46,3

Tab. 13. Srednji broj dana — Mean number of days: a: s kišom — with rain ( $\geq 0,1$  mm); b: sa snijegom — with snow ( $\geq 0,1$  mm); c: s tučom — with hail; d: s grmljavinom — with thunderstorm; e: s maglom — with fog; f: s mrazom — with frost; g: sa snijegom na tlu — with snow cover ( $\geq 1,0$  cm); h: maksimalna visina snijega na tlu — Maximum depth of snow cover (cm).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	6,7	5,2	3,9	5,9	6,2	11,6	8,9	8,6	9,8	8,9	9,7	7,6	93,0
b	10,8	12,3	10,5	8,5	4,8	0,9	0,1	0,6	0,6	3,9	6,0	11,3	69,7
c	0,6	0,4	0,1	0,8	1,3	1,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,9	0,9	6,5
d	1,0	1,1	1,0	0,8	2,4	5,1	5,8	4,4	2,8	3,5	1,6	1,8	31,3
e	21,3	20,0	23,3	17,0	13,0	10,8	9,7	11,7	11,4	16,7	20,5	22,4	197,8
f	0,1	0,1	1,1	0,1	0,7	0,3	0,3	0,3	1,6	2,0	2,4	0,2	8,5
g	28,5	25,8	28,9	24,1	7,6	0,3	0,3	0,3	5,4	5,4	11,6	18,8	151,0
h	167	165	220	173	138	0,3	0,3	0,3	8	43	47	115	220

Tab. 14. Srednji datum prvog i posljednjeg dana s padanjem snijega (a), sa snježnim pokrivačem (b) i s najduljim trajanjem neprekidnoga snježnoga pokrivača (c) — Average dates of first and last day with snowfall (a), snow cover (b), and greatest duration of continual snow cover (c).

a			b			c		
prvi dan 1st day	zadnji dan last day	trajanje duration	prvi dan 1st day	zadnji dan last day	trajanje duration	prvi dan 1st day	zadnji dan last day	trajanje duration
9. X	6. VI	241	14. X	16. V	215	20. XII	28. IV	130

Tab. 15. Mjesečni kišni faktori (a), humiditet (b) i toplinski karakter klime (c) u smislu M. Gračanina — Monthly rain-factors (a), climate humidity (b) and warmth character of climate (c) after M. Gračanin.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a	—	—	—	566,4	19,7	12,0	8,1	8,7	16,3	42,5	301,4	—	460,7
b	—	—	—	ph	ph	h	h	h	ph	ph	ph	—	ph
c	n	n	n	hl	uhl	ut	t	t	ut	uhl	hl	n	hl

Oznaka humiditeta klime — Designation of climate humidity: h = humidna — humid, ph = perhumidna — perhumid; toplinska oznaka klime — Warmth designation of climate: t = topla — warm, ut = umjereno topla — moderately warm, uhl = umjereno hladna — moderately cold, hl = hladna — cold, n = nivalna — nival.

meteorološke stanice Vučjak\* (*Kirigin, Šinik, Bertović 1971*) i za klimatsko-zonsko područje koje ona reprezentira — za naglasiti su, u razdoblju 1948—1960. godine, između 79 meteoroloških stanica u Hrvatskoj slijedeće osobitosti.

Stanica Vučjak ima najniže terminske, mjesečne, sezonske i godišnje srednjake temperature zraka, najnižu srednju temperaturu zraka u najhladnijem (siječanj) i najtoplijem (srpanj) mjesecu\*\*. Ako prema podacima najbližih glavnih meteoroloških stanica Senj, Gospić i Vučjak izračunamo mjesečne i godišnje vertikalne temperaturne gradijente i odredimo srednju temperaturu zraka za Veliki Zavižan (1677 m), tada vidimo da taj vrh, u području klekovine bora krivulja, ima razumljivo još niže srednjake temperature od stanice Vučjak (Tab. 16). Razlika u srednjim mjesečnim i godišnjim temperaturama između ta dva lokaliteta nije, doduše, osobito velika, ali to je razumljivo jer se Vučjak nalazi skoro na samoj granici pretplaninske šume bukve prema klekovini bukve odnosno bora krivulja.

U usporedbi s vrijednostima srednjega godišnjeg kolebanja temperature zraka, koje se na teritoriju Hrvatske kreće u granicama između 14'6" i 21'7" C, srednjak periodičke godišnje amplitude temperature zraka iznosi na stanici Vučjak 17'2" a na Velikom Zavižanu 17'1". Za cijelu Hrvatsku taj srednjak iznosi 18'7" C.

Područje pretplaninske šume bukve odlikuje se najnižim apsolutnim maksimalnim temperaturama zraka u svim mjesecima, a njihove granične vrijednosti kreću se između 8'2" i 26'3" C. Apsolutni maksimum temperature zraka od 26'3" zabilježen je na meteorološkoj stanici Vučjak dana 6. 7. 1957. godine, a najviši iz istog razdoblja motrenja u cijeloj Hrvatskoj iznosio je 42'4" (Karlovac, 5. 7. 1950. god.).

Samo u studenome Vučjak s —16'2" ima donju graničnu vrijednost mjesečne apsolutne minimalne temperature zraka, dok je ta u svim ostalim mjesecima (osim veljače u Gračacu) najniža u Zalesini, tj. u dinarskoj varijanti šume bukve i jele. Apsolutni minimum temperature zraka

\* »Zavižan« (H<sub>s</sub> = 1594 m, φ° N = 44° 49', λ° E Gr = 14° 59')

\*\* Prilikom usporedbe vrijednosti temperaturnih i nekih drugih klimatskih elemenata i pojava u Vučjaka valja, međutim, držati na umu da za još viši pretplaninski pojas, kojega karakterizira klekovina bora krivulja, za sada u Hrvatskoj ne postoje usporedivi meteorološki podaci.

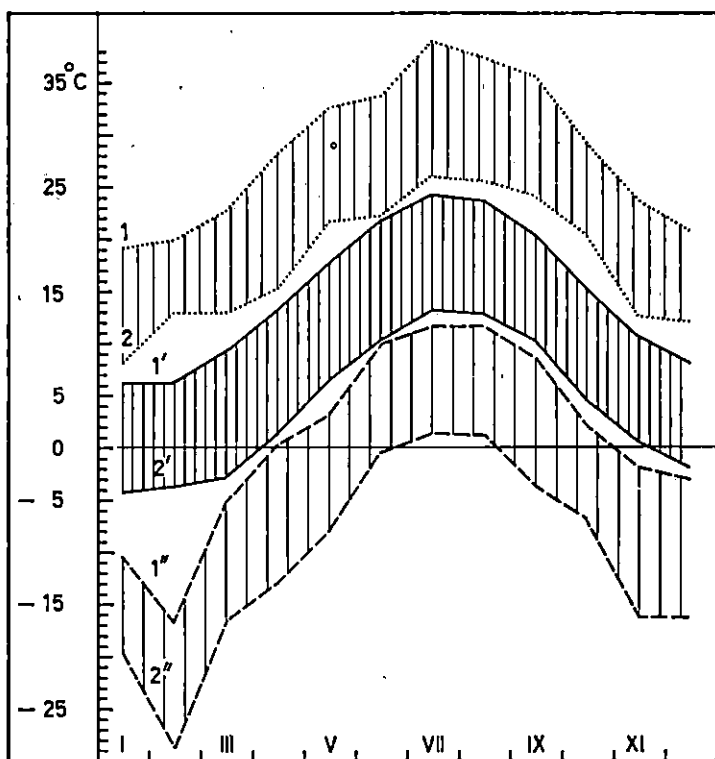
Tab. 16. Srednjaci temperature zraka (a), vertikalni temperaturni gradijenti za primorsku (b) i kontinentalnu (c) velebitsku padinu i izračunati srednjak temperature zraka (d) za Veliki Zavižan (razdoblje 1948—1960. godine) — Means of air temperature (a), vertical temperature gradient for the littoral (b) and continental (c) slopes of the Velebit Mountain and computed mean of air temperature (d) for Mt. Veliki Zavižan (period 1948—1960).

Meteorološke stanice (a) — Weather stations (a) Lokalitet — Locality (d)		Nad- morska visina Altitude m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
			°C												
a	Senj	26	6,4	6,4	9,2	13,2	17,7	21,7	24,4	23,8	20,5	15,3	10,8	8,4	14,8
	Gospić	566	—0,9	—0,8	3,1	8,3	12,8	16,5	18,4	17,9	14,1	9,0	4,7	1,9	8,8
	Vučjak	1594	—4,1	—3,7	—2,8	1,4	6,5	10,4	13,1	12,9	10,3	4,7	0,7	—1,8	4,0
b	°C/100 m		0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7
c			0,3	0,3	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
d	V. Zavižan	1677	—4,6	—4,1	—3,4	0,8	6,0	9,9	12,6	12,4	9,9	4,3	0,3	—2,3	3,5

( $-28^{\circ}6'$ ) zabilježen je na Vučjaku dne 10. 2. 1956. godine, dok je najniži, iz istog razdoblja motrenja za cijelu Hrvatsku, zabilježen u Gračacu ( $-34^{\circ}2'$ , 17. 2. 1956. god.).

Unutar graničnih vrijednosti apsolutnog kolebanja temperature zraka na cijelom teritoriju Hrvatske (između  $38^{\circ}5'$  u Palagruži i  $70^{\circ}9'$  u Petrinji) apsolutna (totalna) amplituda temperature zraka stanice Vučjak otprilike je, s vrijednošću  $54^{\circ}9'$  C, na sredini.

Područje pretplaninske šume bukve karakteriziraju i svi najniži srednji mjesečni maksimumi, a najniži srednji mjesečni minimumi temperature zraka tek u IV.—VI. i X.—XII. mjesecima uključivo (preostali su zabilježeni u Zalesini). S godišnjim srednjakom dnevne amplitude od  $5^{\circ}9'$  C stanica Vučjak se ubraja među tri najniže vrijednosti zabilježene u Hrvatskoj (Palagruža  $4^{\circ}8'$ , Lastovo  $5^{\circ}4'$ ), dok najviša iznosi  $12^{\circ}1'$  C u Topuskom.



Sl.— Fig. 1. Granične vrijednosti srednjih i apsolutnih temperatura zraka na primorskoj strani sjevernog Velebita (razdoblje god. 1948—1960.) — Limiting values of mean and absolute air temperatures in the littoral ranges of the northern Velebit Mountain (period 1948—1960).

1—2 Raspon apsolutnih maksimalnih temperatura zraka — Amplitude of absolute maximum air temperatures.

1'—2' Raspon srednjih mjesečnih temperatura zraka — Amplitude of mean monthly air temperatures.

1''—2'' Raspon apsolutnih minimalnih temperatura zraka — Amplitude of absolute minimum air temperatures.

1, 1', 1'' Podaci meteorološke stanice Senj — Climatic data for Weather Station Senj.

2, 2', 2'' Podaci meteorološke stanice Vučjak — Climatic data for Weather Station Vučjak.

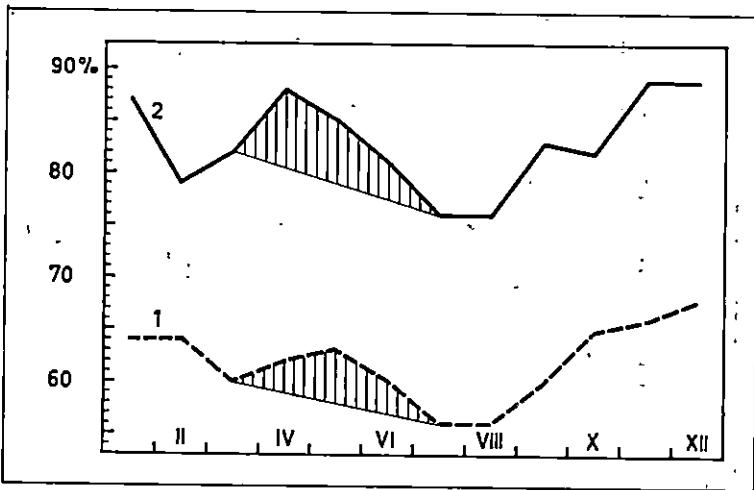


Iza Zalesine (29'9 dana) stanica Vučjak ima najviši srednjak broja ledenih dana (28'6). Vučjak je na prvom mjestu po srednjem broju studenih i hladnih dana, na posljednjem po broju toplih dana, jedina je stanica bez ijednoga vrućeg dana, a među nekoliko je stanica koje u prosjeku nemaju zabilježen niti jedan dan s toplom noći.

Pojas pretplaninske šume bukve, reprezentiran stanicom Vučjak, ima u usporedbi s ostalim vegetacijskim područjima u Hrvatskoj najkraća razdoblja s trajanjem temperatura od 0°, 5° i 10°, a jedina nema u prosjeku niti jednog dana s temperaturama od 15° i 20°C.

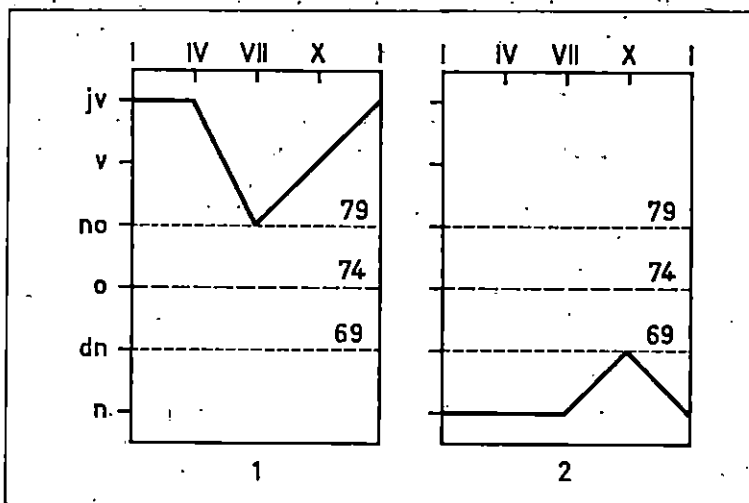
Na žalost ne postoje temperaturni podaci za niža klimatskozonnska vegetacijska područja, koja se nadovezuju od pretplaninske šume bukve prema moru, ali se može s dovoljnom sigurnosti zaključiti, da bi analogne temperature na primorskoj velebitskoj padini bile unutar graničnih vrijednosti stanica Vučjak i Senj (Sl. 1).

U usporedbi sa svima ostalim stanicama iz različitih vegetacijskih područja u Hrvatskoj na stanici Vučjak su zabilježene najniže srednje vrijednosti tlaka vodene pare u svim mjesecima i godini. Po veličini godišnjega srednjaka relativne vlage zraka (83%) Vučjak se nalazi odmah iza Delnica (86%), koje se u tom pogledu nalaze u Hrvatskoj na prvom mjestu. Kolike su razlike u godišnjem hodu i veličini srednjaka relativne vlage zraka na graničnim točkama (Vučjak, Senj) primorskih obronaka sjevernog Velebita, vidi se na Sl. 2 i 3. Na Vučjaku je ona — u granicama



Sl. — Fig. 2. Godišnji hod i proljetni porast relativne vlage zraka za meteorološke stanice Senj (1) i Vučjak (2) u razdoblju god. 1948—1960. — Yearly variation and spring increase of relative air humidity for Weather Stations Senj (1) and Vučjak (2) in period 1948—1960.

između nadosrednje (*no*) i jako visoke (*ju*) — iznad srednjaka relativne vlage za cijelu primorsku (69%) i kontinentalnu (79%) vegetacijsku oblast, a i za Hrvatsku u cjelini (74%). Po drugoj strani u Senju — u granicama između niske (*n*) i dosta niske (*dn*) — ona je niža od sva tri spomenuta srednjaka relativne vlage zraka. Stanica Vučjak ima ujedno



Sl. — Fig. 3. Tetragrami relativne vlage zraka za meteorološke stanice Senj (1) i Vučjak (2) u razdoblju god. 1948—1960. — Tetragrams of relative air humidity for Weather Stations Senj (1) and Vučjak (2) in period 1948—1960.

i najveći srednji broj dana s relativnom vlagom zraka  $\geq 80\%$ , mjerenom u 14<sup>h</sup> u toplijoj polovici godine (84,3 dana) i u cijeloj godini (220,7 dana).

Po ukupnoj količini oborina Vučjak (1843 mm) je — iza stanica Delnice (2486 mm) i Zalesina (1999 mm) iz područja dinarske varijante šume bukve i jele — na trećem mjestu u Hrvatskoj. Premda pretplaninska šuma bukve i dinarske varijante gorske šume bukve i šume bukve s jelom imaju po svom florističkom sastavu srednjeevropsko obilježje, godišnji hod i količine oborina pokazuju, da u arealu tih šuma prevladava maritimni oborinski režim. Na stanici Vučjak minimum oborina je u srpnju i kolovozu, a veći dio oborina (1064 mm ili 57% od ukupne godišnje količine) padne u hladnijoj polovici godine, tj. između listopada i ožujka.

Područje maritimnog utjecaja odlikuje se i najvećim dnevnim količinama oborina. U promatranom razdoblju one primjerice iznose na Vučjaku 87'4 mm, u Senju 159'6 mm, a na Rabu 281'7 mm. Tu je također značajna i veća nejednolikost raspodjele oborina tijekom godine. S učestalosti oborina, odnosno srednjim brojem dana u godini s oborinama  $\geq 0'1$ , 1'0, 10'0 i 20'0 mm odlikuju se dinarska varijanta gorske šume bukve, šume bukve s jelom i područje pretplaninske šume bukve. U pogledu srednjeg broja dana: s oborinama  $\geq 0'1$  mm i  $\geq 1'0$  mm stanica Vučjak je na prvom mjestu, s oborinama  $\geq 10'0$  mm na trećem, a s oborinama  $\geq 20'0$  mm na šestom mjestu u Hrvatskoj.

Kako je poznato, naoblaka kao klimatski čimbenik utječe na promet topline u zraku, na zagrijavanje tla i atmosfere pa je važna za vegetacijski pokrov. Iz podataka o stupnjevima naoblake (0—10) i njezinima graničnim srednjim godišnjim vrijednostima od 3'7 (Makarska) i 6'6 (Delnice) proizlazi, da je stanica Vučjak (6'5) u pogledu trajanja naoblake na drugom mjestu u Hrvatskoj. Pri tome srednja godišnja naoblaka Senja

iznosi 5'6. Srednja naoblaka u toplijoj polovici godine iznosi za Vučjak 5'7, a za Senj 4'8 stupnjeva naoblake. Dok je na Vučjaku srednji broj oblačnih dana 159'8, a vedrih 64'1, u Senju je zabilježeno 114'1 oblačnih i 76'7 vedrih dana u godini.

S vedrinom odnosno naoblakom i trajanjem insolacije najtjesnije je povezana raspodjela globalne radijacije. Kako je poznato (B. i I. Penzar 1960), u nas se radijacija smanjuje idući od manjih prema većim zemljopisnim širinama i od obale mora prema unutrašnjosti. Nepravilnosti koje se kod toga opažaju uzrokovane su uglavnom reljefom, kojega se utjecaj nad kopnom sastoji u zimskom povećanju i ljetnom smanjenju radijacije na gorama. Granične godišnje vrijednosti srednjaka dnevne količine globalne radijacije u Hrvatskoj zabilježene su u Lipiku (252) i u Makarskoj (382 cal cm<sup>-2</sup> dan<sup>-1</sup>). Za stanicu Vučjak takav godišnji srednjak iznosi 261 (za Senj 300), srednjak za topliju polovicu godine 385 (u Senju 438), a za hladniju polovicu godine 136 cal cm<sup>-2</sup> dan<sup>-1</sup> (u Senju 162).

Vrlo važan prirodni čimbenik u zavižanskom okolišu, u našim primorskim i ostalim predjelima je vjetar, osobito bura (Makjanić 1956, 1959, 1966). Osim utjecaja na ostale klimatske elemente i pojave vjetar snažno djeluje na tamošnji šumski i ostali biljni pokrov, na razvitak i fiziografiju tala te procese eolacije i deflacije. Iz raspoloživih podataka za cijelu Hrvatsku proizlazi, da Vučjak (sa srednjakom 155'5 dana) ima najveći broj dana s jakim vjetrom, a po buri poznati Senj (sa 106'4 dana) je tek na šestom mjestu. Po srednjem broju dana s olujnim vjetrom Senj (30'4 d.) je na trećem a Zavižan (46'3 d.) na drugom mjestu iza Sinja sa 79'3 dana.

Osim opisanih klimatskih elemenata s klimatološkoga su i višestrukoga sinekološkog gledišta važne i pojedine klimatske pojave kao npr. kiša, snijeg, tuča, magla, mraz i grmljavina. Pojavljivanje, učestalost ili trajanje nekih od tih pojava vrlo je izrazito, pa znatno sudjeluju u osnovnom obilježju zavižanskog podneblja.

U usporedbi s ostalim meteorološkim stanicama i vegetacijskim područjima u Hrvatskoj stanica Vučjak, odnosno klimatogeno područje pretplaninske šume bukve ima najveći srednji godišnji broj dana s maglom 197,8 (u Senju je 2,7), sa snijegom 69,7 (u Senju iznosi 11,0) i sa snijegom na tlu 151,0 (u Senju 7,3). Na Vučjaku je zabilježena i maksimalna visina snijega na tlu (220 cm, dana 11. 3. 1955. godine), dok u Senju iznosi 50 cm (19. 2. 1958. god.). Stanica Vučjak se odlikuje i najvećim srednjacima: najduljeg razdoblja s padanjem snijega  $\geq 0,1$  mm : 241 dan (u Senju 89), tzv. snježne zime : 215 dana (u Senju 37) i s neprekidnim snježnim pokrivačem : 130 dana (u Senju 3 dana).

Osnovne značajke podneblja pojedinih predjela često se nastoji što sažetije i preglednije prikazati pomoću različitih indeksa, formula, zona i dijagrama, pa ćemo za ovdje aktualne meteorološke stanice odnosno vegetacijska područja navesti takve najpoznatije klimatske pokazatelje. Langov godišnji kišni faktor (KF<sub>g</sub>) iznosi za stanicu Vučjak 461, a za Senj 87 (Rab 73). Martonneov indeks ariditeta (I) iznosi za Vučjak 131, za Senj 52 (Rab 44). Embergerov pluviotermički kvocijent (Q) iznosi za Vučjak 749, a za Senj 148 (Rab 145). S obzirom na veliku raznolikost naših klimatskih i vegetacijskih prilika osobito su prikladni za poblizu predodžbu

promjena klime tijekom godine mjesečni kišni faktori ( $KF_m$ ) prema M. Gračaninu (1950), pa smo ih prikazali u Tab. 15.

U smislu Köppenove klasifikacije okoliš Zavižana nalazi se u borealno-subarktičkoj klimatskoj zoni, koja nosi oznaku *Dfsbx''* i pojavljuje se, prema Kiriginu i Pleško (apud Bertović 1970), u planinskim predjelima Gorskog kotara i Like iznad 1.200 m nadmorske visine. Stanice Senj i Rab pripadaju području s toplom-umjereno kišnom klimom s oznakom *Cfsax''*.

Prema Thornthwaiteovoj klimatskoj klasifikaciji i indeksu efektivnosti oborine stanice Vučjak ( $P/E = 301$ ) zavižanski se okoliš nalazi u području perhumidne klime, a stanice Senj ( $P/E = 100$ ) i Rab ( $P/E = 84$ ) u području humidne klime.

Pokazalo se da dobar i pregledan uvid u općenite klimatske značajke pojedinih predjela daju klimatski dijagrami i klimatogrami meteoroloških stanica izrađeni u smislu Waltera (1955), osobito ako se temelje na podacima iz istog razdoblja motrenja i ako su razvrstani prema klimatskozon- skim vegetacijskim područjima. Na taj se način jasnije ističu i bolje primjećuju osobitosti, sličnosti, razlike i pravilnosti u međusobnom odnosu klime i vegetacije u pojedinim krajevima i vremenskim razdobljima (Bertović 1960d, 1970).

Općenite značajke podneblja stanice Vučjak u nižoj subalpinskoj zoni i razlike prema geografski i vegetacijski višim zonama u našoj zemlji vide se usporedbom s meteorološkim stanicama Bjelašnica (viša subalpinska zona)\* i Kredarica (alpinska zona)\*\* na klimatskim dijagramima (Sl. 4).

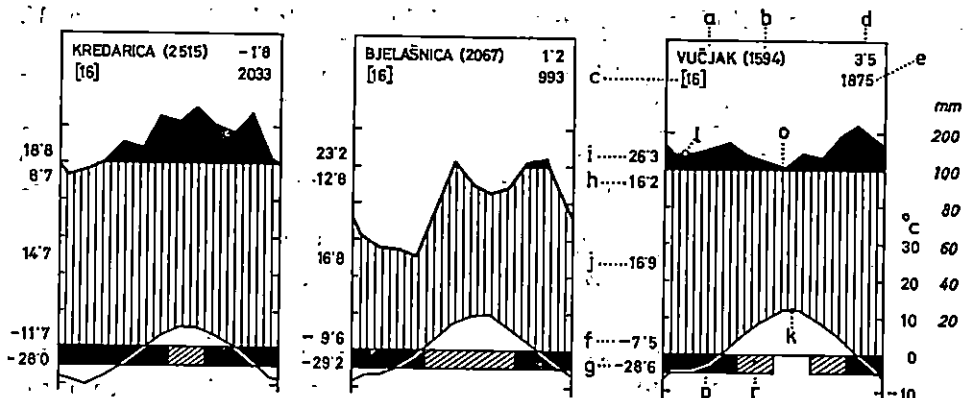
S vegetacijskog gledišta stanica Vučjak nalazi se u klimatskozon- skom području pretplaninske šume bukve (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv.), a Bjelašnica u zonalno višem području klekovine bora krivulja (*Pinetum mugii illyricum* Horv.). Stanica Kredarica reprezentira naše zonski najviše područje iznad gornje prirodne granice šume, gdje su prema T. Wraberu (1970) zastupljene izrazito planinske zajednice (*Potentilletum nitidae* Wikus, *Gentiano terglouensis-Caricetum firmae* T. Wrab., *Papaveri julici- -Thlaspectum rotundifolii* T. Wrab. i dr.). Osobitosti u temperaturama i oborinama tih triju stanica, odnosno vegetacijskih područja su očigledne, a poblize klimatsko-vegetacijske razlike smo opisali u posebnoj publikaciji (Bertović 1974).

U gorskim, zonski nižim, predjelima Vučjaka nema meteoroloških stanica, a općenite značajke podneblja u još nižem primorskom i kopne- nom brdskom podnožju vide se iz klimatskih dijagrama stanica Senj ( $H_s = 26$  m,  $\varphi^\circ$  N =  $44^\circ 59'$ ,  $\lambda^\circ$  E Gr =  $14^\circ 54'$ ) i Gospić ( $H_s = 566$  m,  $\varphi^\circ$  N =  $44^\circ 18'$ ,  $\lambda^\circ$  E Gr =  $15^\circ 51'$ ) na Sl. 5. Pri tome spomenimo, da se Senj nalazi u toplijem potpodručju klimatogene šume hrasta medunca i bjelo- graba (*Carpinetum orientalis adriaticum* H-ić), a Gospić u južnoj varijanti zonalne šume hrasta kitnjaka i običnog graba (*Quercus petraeae-Carpine- tum illyricum* Horv.).

Kako ispravno navodi Golubić (1958 : 142) ... »za izradu klimadija- grama koriste se srednje vrijednosti u nizu od barem deset godina. To

\* Bjelašnica ( $H_s = 2067$  m,  $\varphi^\circ$  N =  $43^\circ 43'$ ,  $\lambda^\circ$  E Gr =  $18^\circ 16'$ )

\*\* Kredarica ( $H_s = 2515$  m,  $\varphi^\circ$  N =  $46^\circ 23'$ ,  $\lambda^\circ$  E Gr =  $13^\circ 51'$ )

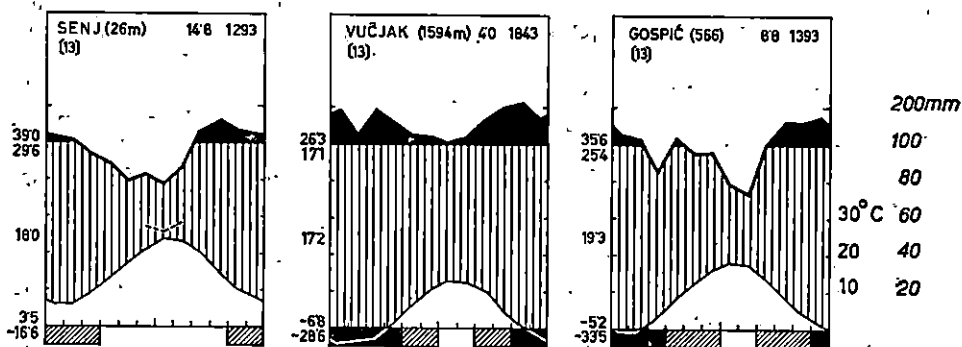


Sl. — Fig. 4. Klimatski dijagrami meteoroloških stanica iz alpskog područja (Kredarica), iz višega subalpskog područja (Bjelašnica) i nižega subalpskog područja (Vučjak) u razdoblju 1955—1970. godine — Climatic diagrams of weather stations of the alpine area (Kredarica), higher subalpine area (Bjelašnica) and lower subalpine area (Vučjak) for the 1955—1970 period.

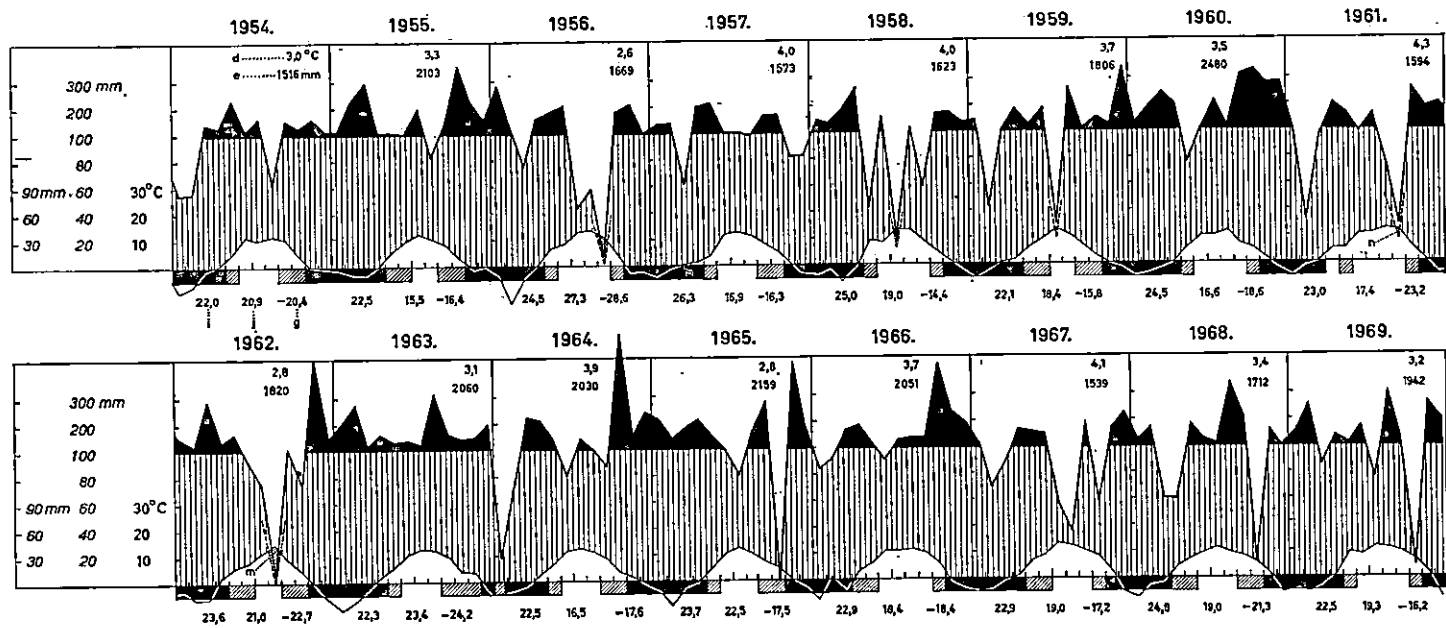
Tumač za klimatske dijagrame i klimatogram (Sl. 4, 5, 6) izrađene u smislu H. Waltera — Legend for climatic diagrams and climatograms (Figs. 4, 5, 6) prepared after H. Walter:

a) Meteorološka stanica, b) Nadmorska visina stanice (m), c) Broj godina (period) mjerenja, d) Srednja godišnja temperatura zraka (°C), e) Srednja godišnja količina oborina (mm), f) Srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca, g) Apsolutni minimum temperature zraka, h) Srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca, i) Apsolutni maksimum temperature zraka, j) Srednje kolebanje (amplituda) temperature zraka, k) Srednje mjesečne temperature zraka, l) Srednje mjesečne količine oborina, m) Sušno (aridno) razdoblje, n) Razdoblje suhoće, o) Vlažno (humidno) razdoblje, p) Mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0°C, r) Mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0°C.

a) Weather station, b) Altitude of station (m), c) Number of years of observation (period), d) Mean yearly air temperature (°C), e) Mean yearly amount of rainfall (mm), f) Mean air temperature minimum of the coldest month, g) Absolute air temperature minimum, h) Mean air temperature maximum of the warmest month, i) Absolute air temperature maximum, j) Mean fluctuation of air temperature, k) Mean monthly air temperatures, l) Mean monthly amounts of rainfall, m) Period of dryness, n) Period of dryness, o) Humid period, p) Months with mean air temperature minimum below 0°C, r) Months with absolute air temperature minimum below 0°C.



Sl. — Fig. 5. Klimatski dijagrami meteoroloških stanica s grebena Velebita (Vučjak) i velebitkog podnožja u primorskom (Senj) i kontinentalnom (Gospić) dijelu — Climatic diagrams of weather station of the Velebit ridge (Vučjak) and the Velebit foothills in its littoral (Senj) and continental (Gospić) parts.



Sl. — Fig. 6. Klimatogram meteorološke stanice Vučjak (razdoblje 1954 — 1969. godine) — Climatogram of the Weather Station Vučjak (period 1954 — 1969).

odgovara prosječnim prilikama, kojima se prilagođuje prirodna vegetacija, stoga su za vegetacijske studije ovakovi prikazi najprikladniji». *Walter* (1955 : 343), međutim, upozoruje da se pri korištenju dugogodišnjih srednjih vrijednosti ne smije zaboraviti, da u pojedinim godinama dolazi do jakih odstupanja od tih srednjih prilika nastupom suše, suhoće, mrazeva, ekstremno niskih temperatura i sličnih iznimnih pojava, kojima se prirodni vegetacijski pokrov određenog područja prilagođuje, doduše, tijekom mnogih stoljeća. Da bi se dobila stvarnija predodžba o klimatskim promjenama koje se zbivaju iz godine u godinu na nekom mjestu, predlaže *Walter* izradu klimatograma, tj. povezanih klimatskih dijagrama za uzastopni niz godina.

Iz klimatograma stanice Vučjak (Sl. 6) vidi se, da su (u promatranom razdoblju 1954—1969. godine) u klimatskozonskom području pretplaninske šume bukve godišnji srednjaci temperature zraka varirali između 2'6° i 4'3° C, apsolutni minimumi temperature zraka od —14'4° do —28'6° C, a apsolutni maksimumi temperature zraka između 22'0° i 26'3° C. Granične vrijednosti srednjega godišnjeg kolebanja temperature zraka iznosile su 15'5° do 27'3° C, a količine oborina su se kretale između 1516 mm (1954. god.) i 2480 mm (1960. godine). Ujedno se vidi da i tu, u pretplaninskom području, dolazi u nekim godinama (npr. 1956., 1962.) do nastupa kraćih razdoblja suhoće i suše.

#### V. VEGETACIJSKI POKROV — VEGETATIONAL COVER

Položaj i veličina masiva, sačuvane prirodne ljepote, raznolikosti i značajke Velebita odavno su privukle pozornost mnogobrojnih ljubitelja prirode te istraživača flore, šumske i ostale vegetacije. Kao prvi prirodoslovac, koji se već god. 1781. počeo baviti problematikom velebitskih predjela spominje se *Hacquet*. Otada pa sve do danas Velebit je postao, s botaničkog gledišta, jedna između najčešće posjećivanih, proučavanih i najviše opisivanih planina Balkanskog poluotoka.

Nemoguće je ovdje spomenuti sve, mnogobrojne strane i domaće istraživače, koji su desetljećima posjećivali i prokrstarili velebitska prostranstva, sabrali golem biljni materijal i objavili zapažena otkrića o bogatstvu i osobitostima tamošnjega biljnog pokrivača. Iscrpni kronološki pregled proučavanja, istraživača, lokaliteta, djela i rasprava o Velebitu dali su *Beck-Mannagetta* (1901: 2—15), *Degen* (1936: 358—422) i *Ž. Poljak* (1969: 46, 117). Iz tih i ostalih publikacija vidi se, da sav velebitski masiv nije podjednako istražen; najveći znanstveni interes pobudili su južni i srednji Velebit, dok je sjeverni, razmjerno najšumovitiji, bio rjeđe posjećivan i u studijama spominjan.

Kao i svagdje, usporedno s općim razvitkom i primjenom botaničke znanosti mogu se prilikom istraživanja vegetacije Velebita razabrati tri osnovna pravca: floristički, florističko-biljnogeografski i biljnociološki. Prvi započinje u stvari god. 1802. florističkim proučavanjima *Kitaibela* i *Waldsteina*, a nastavlja se radovima niza istraživača, između kojih su osobito zaslužni: *Schlosser*, *Vukotinović*, *Maly*, *Borbás*, *Rossi*, *Hirc* i *Degen*. S klasičnoga fitogeografskog gledišta su razlučili i opisali vegetacijske formacije montanske, pretplaninske, subalpinske i drugih zona i

regija naših gorskih i planinskih krajeva, uključiv i Velebit, *Beck-Manna-getta* (1901) i *Adamović* (1913, 1929). Oba znanstvena pravca, floristički i osobito florističko-biljnogeografski, utrla su put i postala osnova za suvremena biljnociološka istraživanja vegetacije koja, uz ostalo, znatno unapređuju i floristički studij.

Prema *Horvatu* (1930: 9) . . . »Prvi je *Degen* (1914), prikazujući planinsko gospodarstvo na Velebitu, opisao više zadruga i posebno ih karakterizirao s elementima. *Degen* opisuje *Ischaemetum*, *Pungentetum* i dr. zadruga«. Jedan između prvih općenitih fitogeografsko-socioloških prikaza vegetacije Velebita dao je *Horvat* (apud *J. Poljak* 1929: 38), a uskoro zatim objavljene su i njegove iscrpne studije o planinskoj i šumskoj vegetaciji u Hrvatskoj (*Horvat* 1930, 1931, 1932, 1937, 1938), temeljene na suvremenim fitosociološkim zasadama *Braun-Blanqueta*. U novije vrijeme izrađeni su za uži okoliš Zavižana fitocenološki opis i karta šuma (*Bertović* 1963d), sažeti stručno-popularni prikaz flore i vegetacije cijeloga velebitskog masiva i okolice Modrić dolca (*Kušan* 1966, 1967, 1971) te na kraju ova rasprava, kojoj je cilj prikazati glavne značajke rasprostranjenosti i sastava prvenstveno šumske vegetacije u zavižanskom okolišu.

Prije opisa vegetacije valja općenito naglasiti, da je u Velebitu, kao uostalom i svagdje, na današnji izgled, građu i rasprostranjenost biljnog pokrova odlučno utjecao skup historijsko-genetskih i sadašnjih ekoloških faktora (*Horvat* 1952). Povijest razvitka vegetacije, geografski položaj, makroreljef i mikroreljef, makroklima i mikroklima, petrografska podloga, tip tla i biotski utjecaji redovito su izraženi svojim skupnim djelovanjem u fizionomiji, horizontalnoj i vertikalnoj rasprostranjenosti, florističkom sastavu, dinamici razvitka te općim gospodarskim značajkama ovdašnjih šumskih, livadnih i ostalih fitocenoza. Djelatnost spomenutih i drugih čimbenika nežive i žive prirode svagdje je vrlo isprepletana te u pogledu učinka na formiranje vegetacijskog tipa zajednička. U svakom se pak slučaju, zavisno o djelovanju pojedinih činilaca i nastalim skupnim ekološkim uvjetima, razvila najbolje prilagođena klimatogena ili lokalno uvjetovana biljna zajednica.

Kako je poznato (*Horvat* 1937, 1962a, b, 1963; *Kušan* 1966; *Horvatić* i suradnici 1967; *Horvat, Glavač, Ellenberg* 1974\*), na Velebitu su se odvijale — povezano s položajem, veličinom i smjerom pružanja planine, sekularnim klimatskim promjenama i ostalim čimbenicima — različite migracije biljaka, od kojih su neke bile osobito odlučne za današnji sastav velebitskoga biljnoga svijeta.

Primorski obronci Velebita predstavljaju granicu između dvije markantne regije sjevernoga umjerenog pojasa i to eurosibirsko-sjevernoameričke i mediteranske. U tom sukobljavanju različitih vegetacijskih regija, u miješanju srednjeevropskih, mediteranskih i drugih flornih elemenata i jeste jedna od osnovnih karakteristika ovdašnje vegetacije. Prva regija, zastupljena ilirskom provincijom (pojas klekovine te pojasi gorskih i pretplaninskih bjelogoričnih i crnogoričnih šuma) zauzima u istraženom zavižanskom okolišu veće prostranstvo, a zapadna joj je granica primor-

\* U cijeloj našoj raspravi su prihvaćene i dosljedno provedene sve izmjene u nazivima pojedinih biljnih zajednica (asocijacija i njihovih nižih i viših sistematskih jedinica) prema zadnje citiranom djelu *Horvata* i ostale dvojice autora.



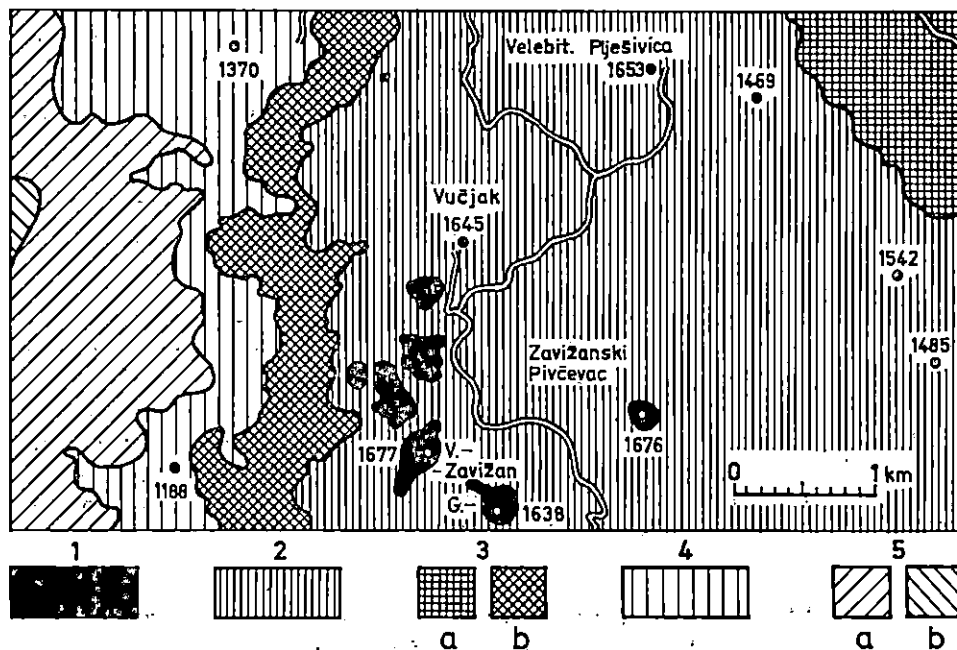
ška šuma bukve. Mediteranska regija, s ilirskom provincijom, zastupljena ovdje submediteranskom zonom listopadne vegetacije iz sveze *Ostryo-Carpinion orientalis* Horv., obuhvaća vegetaciju primorskih obronaka Velebita od primorske šume bukve do mora.

Povezano s opisanim prilikama staništa, veći dio istraženoga zavižanskog okoliša nastavaju hionofilne i stenotermno-frigorofilne zajednice mezofilnog karaktera. U manjem dijelu područja, otprilike ispod 1.000 m nadm. visine prema primorju, razvijene su umjereno kserotermofilne fitoceneze. Specifične ekološke prilike u okolišu Zavižana također uvjetuju, da se povrh isključivo vapnenačko-dolomitne podloge razvijaju šumske i livadne zajednice, vrlo različite s obzirom na reakciju humusno-akumulativnog horizonta (A<sub>1</sub>) tla. Prema ljestvici pH amplitude biljaka i biljnih zajednica koju navodi *Braun-Blanquet* (1964: 342), ovdajšnje su cenoze ponajvećma umjereno acidofilne i neutrofilne, rjeđe su slabo acidofilne i bazofilne, a svega je jedna (*Nardetum subalpinum* Horv.) jako acidofilna.

#### A. Šumske zajednice i razvojni stadiji šume — *Forest communities and developmental stages of forest*

U skladu s navedenim biljnogeografskim regijama šume sjevernog Velebita pripadaju dvjema bitno različitim oblastima: kontinentalnoj (kopnenoj) i primorskoj. Te se šume, uz ostalo, (*Horvat* 1962b, 1963; *Bertović* 1970, 1974b) odlikuju u obje regije tipičnom visinskom zonacijom klimatogenih zajednica, koja je karakteristična za većinu hrvatskih, bosansko-hercegovačkih i crnogorskih planina. Podnožje sjevernog Velebita nastavaju šume hrastova: u primorskoj oblasti kserotermofilne šume medunca i bjelograba (*Carpinetum orientalis adriaticum* H-ić) toplijeg potpodručja i iznad njih medunca i crnograba (*Seslerio-Ostryetum* Horv. et H-ić), a u kontinentalnoj oblasti mezofilne šume kitnjaka i običnoga graba (*Quercu petraeae-Carpinetum illyricum* Horv.) južnog potpodručja. Na fitocenoze medunca i crnog graba visinski se nadovezuje primorska šuma bukve (*Seslerio autumnalis-Fagetum illyricum* Horv.), a na šume kitnjaka i običnog graba dinarska varijanta gorske šume bukve (*Fagetum illyricum* Horv.). Iznad oba pojasa šuma bukve redovito je razvijena šira ili uža zona dinarske šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv.), zatim pojas pretplaninske šume bukve (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv.) i konačno zona klekovine bora krivulja (*Pinetum mugii illyricum* Horv.) kao najviši tamošnji šumski klimatskozonski pojas. Opisanu vertikalnu poja-sovitost vegetacije na profilu Rab—Rajinac—Krasno prikazali smo u našim ranijim publikacijama (*Bertović* 1963b, 1970: 26 i apud *Šafar* 1963: 180).

U kartiranom dijelu sjevernog Velebita opisana visinska zonacija nije zastupljena u cjelini, već od klekovine bora krivulja do šuma bukve i jele prema kopnenoj strani te do šume medunca i crnograba (uključivo) u primorskoj oblasti (Karta 3). Zavisno o utjecaju reljefa i drugih ekoloških faktora, najniže (a) i najviše (b) granice rasprostranjenosti pojedinih šumskih zajednica, koje su markantne u visinskom slojanju vegetacije u istraženom području, približno iznose:



Karta — Map 3. Klimatskozonnska vegetacijska područja u okolišu Zavižana — Climazonal vegetation areas in the environs of Zavižan.

1 Područje klčkovine bora krivulja — Area of Mountain Pine elfin-wood formation (*Pinetum mugii illyricum* Horv.), 2 Područje pretplaninske šume bukve — Area of subalpine Beech forest (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv.), 3 Područje šume bukve i jele — Area of Beech/Fir forest (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv.); a) dinarska 'kontinentalna' podvarijanta — Dinaric continental subvariant, b) dinarska primorska podvarijanta — Dinaric littoral subvariant, 4 Područje primorske šume bukve — Area of littoral Beech forest (*Seslerio autumnalis-Fagetum illyricum* Horv.), 5 Područje šume crnog graba sa šašikom — Area of Hop-hornbeam forest with *Sesleria* (*Seslerio-Ostryetum* Horv. et H-ić), a) subass. S.—O. sorbetosum Horv., b) subass. S.—O. quercetosum Horv.

	a)	b)
<i>Seslerio-Ostryetum quercetosum</i> Horv.	—	880 m
<i>Seslerio-Ostryetum sorbetosum</i> Horv.	850 m	1250 m
<i>Seslerio autumnalis-Fagetum illyricum</i> Horv.	950 m	1350 m
<i>Abieti-Fagetum illyricum</i> Horv.	1150 m	1450 m
<i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv.	1300 m	1550 m
<i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv. fac. <i>suffruticosum</i>	1550 m	1670 m
<i>Pinetum mugii illyricum</i> Horv.	1460 m	—

Ukratko ćemo navesti sve zonalne i važnije lokalno uvjetovane zajednice istraženoga i kartiranog područja od najviših vrhunaca zavižanskoga skupa prema nižima kopnenim i primorskim stranama (Sl. 8). Većinu tih fitocenoza već su prije opisali osobito Horvat pa Anić i dr. u mnogim dostupnim publikacijama. Zato ćemo pobliže naglasiti samo one pojedinosti, koje su nove ili nadopunjuju spoznaje o šumskom, a djelomično i ostalom vegetacijskom pokrovu u istraženom dijelu sjevernog Velebita.

1. *Klekovina bora krivulja — Mountain Pine elfin-wood formation*  
(*Pinetum mugii illyricum* Horv.)

Na većini vrhova zavižanskog okoliša klekovina bora krivulja tvori posebni klimatskozonski pojas, predstavnik je šumske vegetacije na njezinoj gornjoj prirodnoj granici rasprostranjenosti, karakterizira više subalpinske predjele i odvaja ih od pravih planinskih (alpinskih).

U istraženom području klekovina bora krivulja danas prekriva oveće površine na Velikom Zavižanu, na sjeveru izloženim obroncima Modrić dolca i Balinovačke ponikve (Fot. 2, 21, 22, 23) gdje se spušta u područje bukve. Nalazimo je i na Zavižanskom Pivčevcu, a u obliku manjih skupina ili pojedinačnih grmova još se sačuvala na Vučjaku, Balinovcu, Velikoj kosi, ali i niže u Zavižanskoj kotlini.

Dominantna vrsta zajednice je bor krivulj (*Pinus mugo*), kojem se pridružuju mnoge biljke iz acidofilnih šuma reda *Vaccinio-Piceetalia* (Pawl.) Br.-Bl., ali i iz bazofilnih šuma bukve. Uvid u floristički sastav klekovine bora krivulja pruža fitosociološka snimka *Horvata* (1938: 244, križaljka IX) sa Zavižana i naša iz Modrić dolca (Tab. 20).

2. *Pretplaninska šuma bukve — Subalpine Beech forest*  
(*Aceri-Fagetum illyricum* Horv.)

Navedena klimatogena zajednica obilježuje naše niže subalpinsko područje, a prema *Horvatu* (1938: 206) ... »u ostalim planinama Srednje Evrope vanredno je rijetka, tako da se može smatrati jednom bitnom karakteristikom naših šuma«. Sa sistematskog gledišta spada u svezu *Fagion illyricum* Horv.

Za pretplaninsku šumu bukve je karakterističan njezin izgled. Porastom nadmorske visine stabla bukve postaju postupno sve niža, granatija, pri dnu sabljasto zakrivljena, izlomljenih vrhova krošanja i na najizloženijim poprimaju oblik klekovine.

U zavižanskom okolišu ta šuma zauzima najveća prostranstva (Karta 3, Fot. 3, 7). Izbjegava samo mrazišta i vrlo izložene stjenovite terene, koje naseljuju smreka ili klekovina bora krivulja. Razvijena je u već poznatim tipskim oblicima (*Horvat* 1962b: 122), ali i drugima koji su u našem području zanimljivi i značajni, pa ih posebice spominjemo.

a) *Klekovina bukve — Beech elfin-wood formation* (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*)

Razvijena je na gornjoj granici šumske vegetacije nižega pretplaninskog područja kao klimatogena niska šuma, kakvom je navodi *Glavač* (1962). Osobitosti njezine fizionomije i staništa gdje raste vrlo su izrazite. Grmolikog je izgleda i uzrasta od 0,50 do 5 m visine (Fot. 15, 19). *Horvat* (1930, 1931, 1932) je isprva navodi kao posebnu zajednicu, ali je u kasnijim studijama više ne spominje, vjerojatno zbog neznatnih razlika u florističkom sastavu. (usp. Tab. 20) sa subalpinskom šumom bukve, na koju se neposredno visinski nadovezuje.

b) *Pretplaninska šuma bukve, tipični facijes — Subalpine Beech forest, typical facies (Aceri-Fagetum illyricum, Horv. fac. typicum)*

U proučenom području to je najrašireniji facijes subalpinske šume bukve, u kojem su jednoliko raspoređene karakteristične i ostale biljne vrste bazifilno-neutrofilnih šuma bukve. Floristički sastav te zajednice navodi Horvat (1938: 206, križaljka IV, snimka 22) s Balinovca, dok je naša fitocenološka snimka u Tab. 20. s plohe u kojoj su provedena mikro-klimatološka i druga istraživanja na sjevernom obronku Vučjaka (Fot. 18).

c) *Pretplaninska šuma bukve, facijes s podbjelom — Subalpine Beech forest, facies with butterbur (Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. Petasites albus)*

Navedeni se facijes po svom izgledu i ekološkim prilikama staništa dosta razlikuje od ostalih sastojina pretplaninske šume bukve. U zavižanskom okolišu razvija se na strmijim, hladnijim, zasjenjenim padinama, gdje se snijeg dulje zadržava i polaganije otapa. U Tab. 18. (profil 282) navedeni su za taj facijes poblizi pedološki podaci, a nastavno dajemo našu fitocenološku snimku te zajednice s obronaka velike ponikve Perišinci (Fot. 4).

Blago udubljen obronak ponikve Perišinci, nadm. visina 1505 m, ekspozicija N—NO, nagib 30—35°. Tlo smeđe na dolomitiziranom vapnencu, prekriveno tankim slojem listinca i s rijetkim gromadama kamena. Sklop drveća 0,6, visine bukava do 15 m, pp. 10—30 cm. Sloj grmlja nije razvijen, a prizemni sloj biljaka nadvisuju listovi podbjela, koji posve prekriva tlo. Površina snimljene plohe iznosi oko 500 m<sup>2</sup>. Floristički sastav:

I	<i>Fagus silvatica</i> 4.1	<i>Anemone nemorosa</i> +
II	<i>Sorbus aucuparia</i> +.r	<i>Euphorbia amygdaloides</i> +
	<i>Rubus idaeus</i> +.r	<i>Doronicum austriacum</i> +
III	<i>Petasites albus</i> 5.2	<i>Ajuga reptans</i> +
	<i>Polygonum viviparum</i> 4.1	<i>Viola silvestris</i> +
	<i>Asperula odorata</i> 4.1	<i>Veratrum album</i> +
	<i>Oxalis acetosella</i> 3.1	<i>Cardamine polyphylla</i> +
	<i>Pulmonaria officinalis</i> 2.2	<i>Cicerbita alpina</i> +
	<i>Paris quadrifolia</i> 2.1	<i>Aremonia agrimontoides</i> +
	<i>Cardamine enneaphyllos</i> 1.1	<i>Nephrodium filix-mas</i> +
	<i>Symphytum tuberosum</i> 1.1	<i>Saxifraga rotundifolia</i> +
	<i>Paeonia</i> sp. 1.1	<i>Cardamine bulbifera</i> +
	<i>Ranunculus lanuginosus</i> 1.1	<i>Lamium galeobdolon</i> +
	<i>Stellaria nemorum</i> 1.1	<i>Veronica chamaedrys</i> +
	<i>Athyrium filix-femina</i> +	<i>Gentiana asclepiadea</i> +
	<i>Viola biflora</i> +	<i>Polystichum lonchitis</i> +
		<i>Carex pilosa</i> +.r

d) *Pretplaninska šuma bukve, facijes s dlakavim šašem — Subalpine Beech forest, facies with pilose sedge (Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. Carex pilosa)*

Slično podbjelu i dlakavi šaš je pojedinačno zastupljen u različitim sastojinama subalpinske šume bukve, ali mjestimično svojom množinom također izgrađuje posebni facijes (Fot. 5). Morfološki se bitno razlikuje od ostalih, a osim šaša u tom su facijesu zastupljeni u mnogo manjoj množini i ostali elementi bazifilno-neutrofilnih šuma bukve.

e) *Pretplaninska šuma bukve, facijes sa smrekom — Subalpine Beech forest, facies with Spruce (Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *Picea excelsa*)

U pretplaninskoj šumi bukve s fitosociološkoga i šumarskog gledišta posebice je važan facijes, gdje u sloju drveća obilnije pridolazi smreka. Za razliku od šuma risnjačkog masiva gdje takvih sastojina nema (ili su vrlo rijetke), u sjevernom su Velebitu one dosta česte. Primijećeno je da smreka, pojedinačno ili u manjim grupama, uspijeva u tim šumama ipak ponajčešće uz vapnenačke stijene, koje izbijaju na površinu tla.

\* \* \*

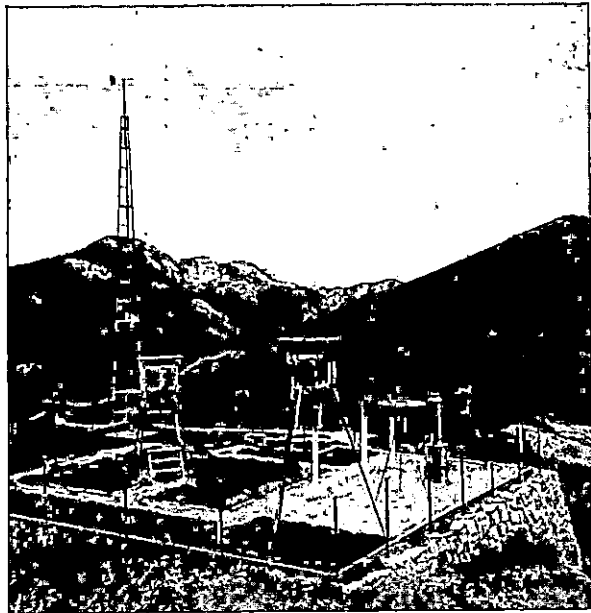
Od prvih opisa šumarskih i fitocenoloških osobitosti sastojina smreke pa do danas (Horvat 1925, 1937, 1938, 1962b, 1963, apud Cestar 1967; Vajda 1933; Bertović i dr. 1967) znanstvene spoznaje o tim prekrasnim šumama naših planina u mnogome su se produbile i upotpunile. Međutim, već prije utvrđene, a kasnije često potvrđene osnovne spoznaje su ostale: u Hrvatskoj, Bosni, Hercegovini i Crnoj Gori smreka ne izgrađuje posebni visinski pojas, prirodno je raširena unutar areala bukve a češće u zoni bukve s jelom te očigledno nastava staništa s posebnim, dosta nepovoljnim, ekološkim prilikama.

Spomenute zakonitosti mogu se, bez sumnje, najljepše vidjeti osobito u sjevernom Velebitu gdje nalazimo većinu dosada u Hrvatskoj opisanih fitocenoza smreke. One iz zavižanskog okoliša su umjereno acidofilne do neutrofilne, sve su lokalno mikroklimatski i edafski uvjetovane (paraklimaks zajednice) te u sistematskom pogledu većina njih pripada borealno-kontinentalnoj svezi smreke (*Piceion excelsae* Pawl.) i svezi jele i milave (*Abieti-Calamagrostion* Horv.).

U istraženom zavižanskom okolišu utvrdili smo, da je smreka visinski spontano rasprostranjena iznad gorske ili primorske šume bukve sve do tamošnje gornje šumske granice, premda su, razumljivo, njezino uspijevanje i vitalitet na obje granice njezina areala znatno oslabljeni. Od zajednica koje izgrađuje smreka kao dominantna vrsta ili onih gdje je kao subdominanta pridružena, u zavižanskom su okolišu zastupljene: *Piceetum illyricum subalpinum* Horv. (syn. *Piceetum croaticum subalpinum* Horv.), *Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert. i razni razvojni stadiji šuma smreke; *Pinetum mugii illyricum* Horv. fac. *Picea excelsa*, *Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *Picea excelsa*, *Abieti-Fagetum illyricum* Horv. fac. *Picea excelsa* (syn. *Fagetum croaticum abietetosum* Horv. fac. *Picea excelsa*), *Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv. i *Pinetum nigrae submediterraneum* Anić fac. *Picea excelsa*. Samo dviju fitocenoza sa smrekom i to *Piceetum illyricum montanum* Horv. (syn. *Piceetum croaticum montanum* Horv.) i *Blechno-Abietetum piceetosum* Horv. nema ovdje, ali i njih nalazimo u sjevernom Velebitu, u Štirovači.

3. *Pretplaninska šuma smreke — Subalpine Spruce forest (Piceetum illyricum subalpinum* Horv.)

Ta zajednica nastava prema Horvatu (1962b, 1963) plitka kamenita staništa u zasjenjenim hladnim vrtačama ili sjeveru izloženim provalijama i žljebovima. Nalazi se često u praiskonskom stanju te nalikuje



Fot. - Phot. 1. Meteorološki krug stanice Vučjak. Lijevo u pozadini vidi se Veliki Zavižan (1677 m), a srijeda desno Velika kosa s livadom *Anthyllidetum* i ostacima klekovine bora krivulja na obroncima — The Vučjak station meteorological site. In background left Mt. Veliki Zavižan (1677 m) is visible, in foreground right the Velika Kosa ridge with the meadow *Anthyllidetum* and the relicts of the Mountain Pine elfin-wood formation on slopes.



Fot. - Phot. 2. Pogled na gornju granicu pretplaninske šume bukve (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv.) i zonalno viši pojas klekovine bora krivulja (*Pinetum mugii illyricum* Horv.) na Velikom Zavižanu. Srijeda, na sjeveru izloženom pristranku Balinovačke ponikve dolazi do obrata vegetacijskih pojasa: unutar zone subalpinske bukve razvio se zbog posebnih ekoloških prilika bor krivulj, kraj njega na obronku šuma smreke s mlilavom, a u dnu ponikve pretplaninska šuma smreke. — View of the upper limit of the subalpine Beech forest (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv.) and the zonally higher belt of the Mountain Pine elfin-wood formation (*Pinetum mugii illyricum* Horv.) on Mt. Veliki Zavižan. In front, on the northern slope of the sinkhole of Balinovac there occurs an inversion of the vegetation belts: within the zone of subalpine Beech, because of special ecological conditions developed the Mountain Pine, close to it on the slope the forest of Spruce with smallreed, and at the bottom of a sinkhole the subalpine Spruce forest.



Fot. - Phot. 3. Klimatskozonnska zajednica pretplaninske šume bukve pokriva najveće površine u zavižanskom masivu. Njezine sklopljene sastojine tek mjestimice prekidaju stjenoviti grebeni obrasli smrekom ili slikovite subalpinske livade i rudine kako se to vidi na zapadnim obroncima Vučjaka (lijevo) i Velike kose (desno) u pozadini — The climazonal community of subalpine Beech forest covers the largest areas in the Zavižan Massif. Its fully stocked stands are interrupted only in places by rocky ridges covered with Spruce or picturesque subalpine meadows or pastures, as visible on the western slopes of Vučjak (left) and of Velika Kosa (right) in the background.



Fot. - Phot. 4. Na osojnim padinama i mjestima gdje se dulje zadržava snijeg razvija se u šumi bukve osobit facies s bijelim lopuhom (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *Petasites albus*). Snimljeno na sjevernoj ekspoziciji obronka ponikve Perišinci — On northern slopes and in places where snow remains longer there develops in the Beech forest a special facies with butterbur (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *Petasites albus*). Photo taken on the northern slope of the sinkhole Perišinci.

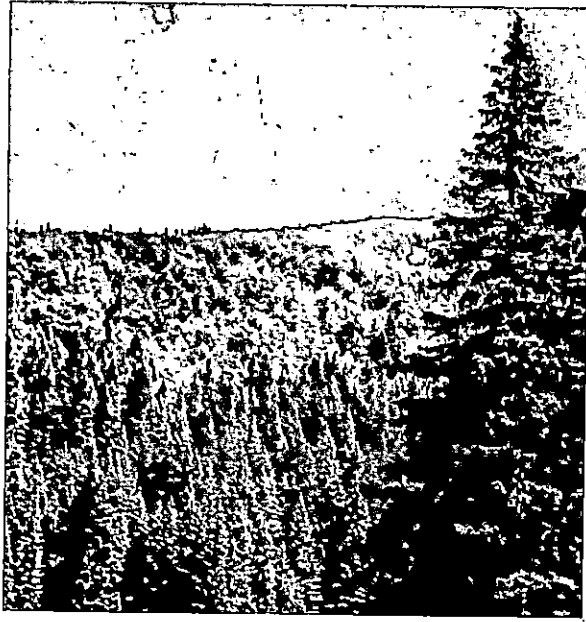


Fot. - Phot. 5. U pretplaninskoj šumi bukve zanimljiv je facijes s dlakavim šašem (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *Carex pilosa*). Snimak sastojine na obronku povrh ponikve Perišinci — In the subalpine Beech forest is of interest the facies with pilose sedge (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *Carex pilosa*). Photo of the slope above sinkhole of Perišinci.



Fof. - Phot. 6. Iznad gornje granice rasprostranjenosti jele u Velebitu je vrlo česta monodominantna pionirska zajednica dinarske šume smreke s millavom (*Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert.) koja se odlikuje velikom dinamikom u osvajanju raskidanih vapnenačkih stijena. Snimljeno na sjevernom obronku Balinovačke ponikve — Above the upper limit of distribution of Fir in Velebit is very frequent a monodominant pioneer community of Dinaric Spruce forest with smallreed (*Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert.) distinguishing itself by great strength in occupying broken limestone rocks. Taken on the northern slope of Balinovačka Ponikva.





Fot. - Phot. 7, 8. Krajolik sjevernog Velebita markantno obilježuje šuma smreke koja tu izgrađuje nekoliko ekološki vrlo izrazitih lokalno uvjetovanih zajednica. Ovdje, u tipičnom mrazištu oko 200 m duboke ponikve Perišinci, razvila se preplaninska šuma smreke (*Piceetum illyricum subalpinum* Horv.) — The landscape of the Northern Velebit is strongly characterized by Spruce forests building a number of ecologically very distinct and locally conditioned communities. In the typical frost locality of the ca. 200 m deep Perišinci sinkhole a subalpine Spruce forest (*Piceetum illyricum subalpinum* Horv.) has developed.



Fot. - Phot. 9. Važnu funkciju pri osvajanju i obrašćivanju stjenovitih grebena u višem gorskom području, otprilike između 1200 i 1450 m n.v., ima subasocijacija šume jele i smreke s mljavom (*Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv.). U inicijalnoj fazi razvitka a i kasnije osobita uloga pripada klečici (*Juniperus nana*). Snimljeno na istočnoj ekspoziciji kote 1370 iznad Pandornog plana — Important function in occupying and overgrowing the rocky ridges in the upper mountain region approximately between 1200 and 1450 m altitude is played by the subassociation of Fir and Spruce forest with smallreed (*Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv.). In the initial phase of development as well as later a special role belongs to Dwarf Juniper (*Juniperus nana*). Taken on the eastern aspect of elevation 1370 above Pandorni Plan.



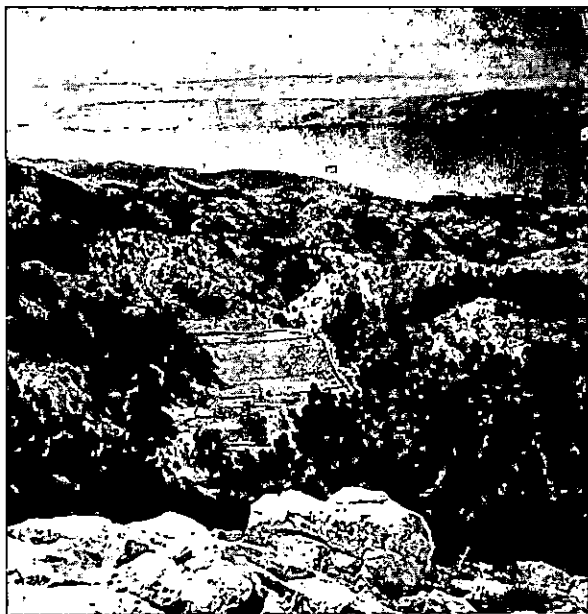
Fot. - Phot. 10. Zajednica jele i smreke s mljavom (*Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv.) na sjevernim obroncima Visibabe (1341 m) — Community of Fir and Spruce with smallreed (*Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv.) on the northern slopes of Visibaba (1341 m).



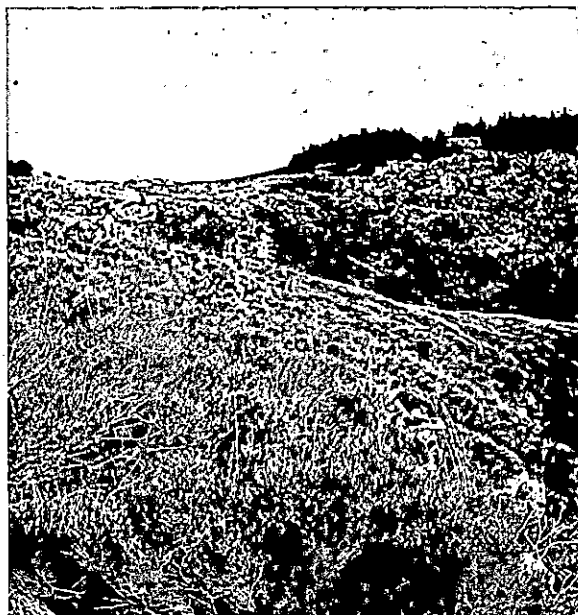
Fot. - Phot. 11. Ilirski crni bor (*Pinus nigra* var. *austriaca*) je značajna pionirska vrsta, koja nadomještuje smreku i jelu u osvajanju ekstremnih staništa na nižim primorskim obroncima Velebita. Snimak u sastojini na Visibabi — Illyrian Black Pine (*Pinus nigra* var. *austriaca*) is an important pioneer species replacing Spruce and Fir in the occupation of extreme sites on the lower littoral slopes of Velebit. Taken in a stand on Visibaba.



Fot. - Phot. 12. Izgled submediteranske šume crnoga bora (*Pinetum nigrae submediterraneum* Anić) u okolici Sarinca. Ta osobita reliktna zajednica skoro i nema konkurenta u specifičnim ekološkim prilikama staništa koje nastava skoro do obale mora — Aspect of the submediterranean forest of Illyrian Black Pine (*Pinetum nigrae submediterraneum* Anić) in the environs of Sarinac. This peculiar relict community has almost no rival in the specific ecological conditions of the site which it inhabits almost to the sea-shore.



Fot. - Phot. 13. Na primorskoj strani Velebita malene zaravni i položitije površine s nešto dubljim tlom koriste se za poljodjelske kulture. Jednu između takvih, Sarinač, vidimo uklopljenu u tipični primorski velebitski pejzaž — On the littoral side of the Velebit small plateaus and more flattened grounds with a rather deeper soil are used for agricultural crops. One such plateau — Sarinač — is seen placed in a typical littoral landscape of the Velebit.



Fot. - Phot. 14. Potiskivanjem šuma zbog ispaše stoke nastale su u okolišu Zavižana prostrane pretplaninske livade i rudine. Među najvećima su one u predjelu Jezera (na slici). Zanimljive su ovdje guste sastojne omelike (*Genista radiata*). U pozadini se vidi smreka koja pojedinačno i u grupama ponovno osvaja teren — Through suppression of forests owing to cattle grazing there resulted in the environs of Zavižan extensive subalpine meadows and karst pasture lands. Among the largest ones are those in the area of Jezera (in the picture). Of interest here are dense stands of *Genista radiata*. In the background Spruce is visible, again occupying the terrain stem- and groupwise.



Fot. - Phot. 15. Pogled s Velikoga Zavižana na Gornji Zavižan (1638 m). Pretplaninska šuma bukve s usponom postupno prelazi u jedva 70 cm visoku klekovinu bukve (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*). Najizloženiji hrbat nastava kamenjara *Edraianthetum* prov., a malu udolicu livada tvrdače (*Nardetum subalpinum* Horv.). U pozadini se ističe greben Malog i Velikog Rajinca — View from Veliki Zavižan over Gornji Zavižan (1638 m). With ground rising the subalpine Beech forest gradually passes over into an almost 70 cm high Beech elfin-wood formation (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*). The most exposed ridge is inhabited by the karst waste lands community of Grassy Bell (*Edraianthetum* prov.), while the small valley is colonized by a Matgrass community (*Nardetum subalpinum* Horv.). In the background the ridge of Veliki and Mali Rajinac is conspicuous.



Fot. - Phot. 16. Izgled kamenjare zvonca (*Edraianthetum* prov.) uz Premužićevu stazu zapadno od Vučjaka. Ta ekološki vrlo specijalizirana zajednica razvijena je gotovo na svim tamošnjim vrhovima, sedlima i vjetru najizloženijim položajima — Aspect of the karst wastelands community of Grassy Bell (*Edraianthetum* prov.) along the Premužić pathway to the west of Vučjak. This ecologically very specialized community is developed almost on all the local summits, saddles and sites most exposed to the winds.

više tajgi sjevernih krajeva negoli našim šumama. Njezin pridolazak u opisanim posebnim ekološkim prilikama je, prema Horvatu (1953a), jedan od tipičnih primjera vegetacijskog fenomena ponikava u subalpskom području dinarskih planina.

Ta cenoza u sjevernom Velebitu dosta je česta. U zavižanskom okolišu nalazimo je u sustavu ponikava sjeverno od Vučjaka (Fot. 7, 8), južno i jugoistočno od Velebitske Plješivice, sjeverno i istočno od Balinovca (Fot. 2) te na više mjesta u Zavižanskoj kotlini.

U florističkom sastavu te šume redovito su obilne acidofilne biljke i mahovine. Međutim, za sve tamošnje zajednice smreke je zanimljivo i značajno (Bertović i dr. 1967) da sadrže i čitav niz bazofilnih vrsta (Tab. 20). Na istu pojavu u pretplaninskoj šumi smreke iz risnjačkog masiva već je upozorio Horvat (1950a : 106).

#### 4. Dinarska šuma smreke s milavom — Dinaric Spruce forest with smallreed (*Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert.)

»Drugo su naravno stanište smreke u južnoj Hrvatskoj strmi, izloženi grebeni. Smreka je i ovdje uvjetovana lokalnim faktorima i to strmim nagibom, plitkim tlom i jakim vjetrom, koji onemogućuje razvitak bukve i jele« (Horvat 1938 : 243). Premda je već tada uočio bitne značajke staništa, Horvat za čudo nije primijetio, da se na njima razvila posebna zajednica smreke, doduše vrlo slična onoj koju je kasnije opisao (Horvat 1950a : 106, 1962b : 109) kao ass. *Calamagrostio-Abietetum* u masivu Risnjaka. Zajednica smreke s milavom razlikuje se u nekim osobinama od u nas dosada poznatih šuma smreke (Wraber 1960 : 71, 1963 : 85, 1964; Horvat 1962b : 109, 1963 : 583), pa sam je opisao kao novu. Po općim karakteristikama čini se sličnom šumi smrče sa šumskom milavom koju spominje Anić (1959 : 116), na žalost bez neophodno potrebnih podataka za znanstveni opis i usporedbu.

Dinarska šuma smreke s milavom vrlo je česta u zavižanskom okolišu, ali ima usku životnu amplitudu. Razvija se iznad gornje prirodne granice pridolaska jele (oko 1450 m), dakle isključivo u pretplaninskom pojasu, pa ima intrazonalno značenje. Koliko smo mogli kasnije provjeriti, nema je u subalpskom području masiva Risnjaka i Snježnika. U sjevernom Velebitu golemom snagom osvaja i obrašćuje vrlo strme suhe i raskidane vapnenačke gromade, koje izgrađuju obronke krševitih glavica, kukova, grebena i vrtača (Fot. 2, 6) i gdje se tek u raspuklinama stijena sačuvalo malo trošine ili tla, izloženoga jakom ispiranju. U tako ekstremnim ekološkim prilikama smreka nema konkurencije, pa je kao izrazito pionirska vrsta u navedenoj fitocenozi dominantna ili uz neznatnu primjesu drugog drveća.

Floristički sastav te zajednice prikazan je na našoj Tab. 17. Vrlo specifične reljefske, edafske, klimatske i druge ekološke prilike i promjene koje se tu zbivaju nalaze svoj puni odraz i u sastavu prizemnog rašća. Ovdje nailazimo na biljke različite sociološke pripadnosti i značenja i koje su ekološki vrlo specijalizirane. To je pak posve u skladu s izrazito dinamičkim karakterom te osobite pionirske zajednice, i baš je takav sastav posebno obilježuje. Slično pretplaninskoj šumi smreke

Tab. 17. *Fitocenološke snimke dinarske šume smreke s milavom —  
Phytocoenological relevés of dinaric Spruce forest with smallreed.*

Ass. <i>Calamagrostio-Piceetum dinaricum</i> Bert. 1968.							
Životni oblik — Life form	Opis lokaliteta Description of locality	Sjeverni Velebit — Northern Velebit Mountain					
	Šumsko-gospodarska jedinica Management unit	Modrić dolac	Zala ploča	Veleb. Piješivica	Zaviž. Pivčevac	Piletin dolac	Icinac
	Odjel br. — Compartment No.	Zavižan — Apatišan — Greda					
	Nadm. visina — Altitude (m)	142	9	12	134		
	Ekspozicija, inklinacija — Aspect, slope	1560	1560	1520	1600	1400	1450
	Geološka podloga Parent rock	NW - 30°	N - 45°	SE - 45°	W - 40°	W - 40°	SW - 45°
	Visina drveća u glavnoj etaži Tree height in the main storey (m)	Dogerski debelo uslojeni i gromadasti vapnenci Thick-layered and massive Dogger limestones					
	Uzgojni oblik šume Silvicultural system	10	12	11	10	12	11
	Pokrovnost blokova i stijena Cover of blocks and rocks (%)	Visoka šuma — High forest.					
	Pokrovnost (%) sloja: Cover (%) of the layer of: drveća — Trees grmlja — Shrubs niskog rašća — Low growth mahovina — Mosses	35	40	30	60	50	50
	Veličina snimljene plohe Size of surveyed plot (ha)	65 20 80 15	65  60 20	50 20 50 30	25 15 30 40	25 15 15 40	30 10 20 35
	Datum snimke — Date of relevé	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.06
Oznaka snimke — Designation (No.) of relevé	XI.-1961.	VIII. — 1967.		IX. — 1967.			
	1	2	3	4	5	6	

Stupanj nazočnosti — Degree of presence

Oznaka (broj) snimke Designation (No.) of relevé		1	2	3	4	5	6	
Floristički sastav — Floristic composition								
P	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	A 4.3 B 2.1 C .	5.1 2.1 2.1	5.1 . .	4.1 1.1 1.1	3.1 1.1 .	4.1 1.1 +	V V III
P	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	A . B .	. .	+ .	+ +	. +	. .	II II
P	<i>Fagus sylvatica</i> L.	A . B .	+r° .	. .	+r .	. +r	. .	II I
P	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	A .	.	.	+r	.	.	I
P	<i>Abies alba</i> Mill.	A .	.	+r°	.	.	.	I
Značajne i diferencijalne vrste zajednice i ostalih šuma jele i smreke na vapnenačkim blokovima — Characteristic and differential species of the community and of other Fir and Spruce forests on lime- stone blocks ( <i>Abieti-Calamagrostion</i> )								
P	<i>Rosa pendulina</i> L.	1.1	2.2	4.2	2.1	2.2	2.1	V
P	<i>Clematis alpina</i> (L.) Mill.	2.1	+	1.1	+	1.1	2.1	V
H	<i>Calamagrostis varia</i> (Schrud.) Host	3.2	2.2	1.2	2.2	3.2	2.2	V
H	<i>Adenostyles glabra</i> (Vill.) DC.	2.1	3.1	2.1	2.1	3.1	+	V
H	<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	+	+	+	2.1	2.1	1.1	V
Th Ch	<i>Ctenidium moluscum</i> (Hedw.) Kit.	+3	.	.	+	+	.	III
H	<i>Homogyne silvestris</i> (Scop.) Cass.	1.1	1.1	.	.	.	.	II
H	<i>Valeriana montana</i> L.	.	+	+2	.	.	.	II
H	<i>Valeriana tripteris</i> L.	.	+1	.	.	.	.	I
H	<i>Cystopteris montana</i> (Lam.) Desv.	.	2.2	.	.	.	.	I
Značajne i diferencijalne vrste šuma smreke — Characteristic and differential species of Spruce forests ( <i>Vaccinio-Piceetalia</i> , <i>Vaccinio-Piceetea</i> )								
P	<i>Juniperus nana</i> Willd.	3.4	+	4.2	3.2	2.3	2.4	V
P	<i>Lonicera borbassiana</i> (Kze.) Deg.	+	1.1	2.2	+	+	.	V
P	<i>Pinus mughus</i> Scop.	+r	.	.	.	.	+r	II
P	<i>Rubus saxatilis</i> L.	+	.	.	.	.	.	I



Oznaka (broj) snimke Designation (No.) of relevé		1	2	3	4	5	6	
Ch	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1.3	1.3	1.2	+3	1.3	.	V
Th Ch	<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	+3	+2	+3	+3	.	+	V
H	<i>Laserpitium marginatum</i> W. K.	1.1	+1	.	.	+1	+1	IV
Ch	<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	+	2.3	1.2	.	+3	.	IV
L Ch	<i>Cetraria islandica</i> L.	+	+3	.	+	.	.	III
H	<i>Luzula luzulina</i> (Vill.) D. T. et Sarnt.	+	.	+	.	.	.	II
H	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	.	+	.	.	+	.	II
H	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) Schm.	.	+	+	.	.	.	II
Th Ch	<i>Hylocomium triquetrum</i> Br. Sch. G.	2.3	+	.	.	.	.	II
Th Ch	<i>Polytrichum attenuatum</i> Menz.	.	+	+	.	.	.	II
H	<i>Luzula silvatica</i> (Huds.) Gaud.	.	+2	+	.	.	.	I
T	<i>Melampyrum silvaticum</i> L.	.	.	+	.	.	.	I
Th Ch	<i>Dicranum undulatum</i> Ehrh.	.	+	.	.	.	.	I
Značajne vrste šuma bukve — Characteristic species of Beech forests ( <i>Fagetalia</i> , <i>Quercu-Fagetea</i> )								
P	<i>Rubus idaeus</i> L.	+	+	+	2.1	1.1	+	V
P	<i>Sambucus racemosa</i> L.	+	+	1.1	3.1	1.1	+	V
P	<i>Ribes alpinum</i> L.	+	.	.	+	+	.	III
P	<i>Daphne mezereum</i> L.	.	+	.	.	+r	.	II
P	<i>Lonicera alpigena</i> L.	.	.	+	.	+	.	II
P	<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	.	.	.	.	.	+r	I
H	<i>Senecio nemorensis</i> L.	+1	+1	+1	1.1	+1	.	V
G	<i>Mercurialis perennis</i> L.	.	+3	+	1.1	+	1.1	V
H	<i>Actaea spicata</i> L.	.	+	1.1	1.1	+	+	V
G	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.	+	.	+1	1.1	+1	+1	V
H	<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth.	+	+r	1.2	2.2	+	+	V
H	<i>Carex digitata</i> L.	+	1.2	.	.	.	2.2	III
H	<i>Melica nutans</i> L.	2.2	1.2	1.2	.	.	.	III
G	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	.	.	+	+	+	.	III
G	<i>Phegopteris dryopteris</i> (L.) Michx.	.	+1	.	.	2.2	+1	III
G	<i>Anemone nemorosa</i> L.	+	+	.	.	.	.	II
H	<i>Veronica urticaefolia</i> Jacq.	+	.	.	.	.	.	II
G	<i>Nephrodium filix mas</i> (L.) Rich.	.	.	.	2.2	+2	.	II
Th Ch	<i>Mnium undulatum</i> (L.) Weis	.	.	.	+	.	+	II
H	<i>Phyteuma spicatum</i> L.	.	+	.	+	.	.	II
G	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Cr.	.	.	+r	.	.	.	I

	Oznaka (broj) snimke Designation (No.) of relevé	1	2	3	4	5	6	7
H	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	.	.	+	.	.	.	I
H	<i>Lamium luteum</i> (L.) Crantz.	.	.	+	.	.	.	I
Ch	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	.	.	.	+	.	.	I
G	<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	.	.	.	.	.	I
Ch	<i>Stellaria holostea</i> L.	.	.	.	+r	.	.	I
G	<i>Cardamine enneaphyllos</i> (L.) Crantz.	.	2.1	.	.	.	.	I
H	<i>Epilobium montanum</i> L.	.	.	.	+1	.	.	I
H	<i>Knautia drymeia</i> Heuff.	.	.	.	+	.	.	I
G	<i>Symphytum tuberosum</i> L.	.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Poa nemoralis</i> L.	+2	.	.	.	.	.	I
H	<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	.	.	.	.	.	.	I
H	<i>Melittis melissophyllum</i> L.	.	.	.	.	.	+	I
H	<i>Carex montana</i> L.	.	.	.	.	.	1.2	I
H	<i>Lactuca muralis</i> (L.) Fresen	.	.	+	.	.	.	I
Th Ch	<i>Plagiothecium silvaticum</i> (Huds.) Br. eur.	+	.	.	.	.	.	I
Značajne i. diferencijalne vrste vegetacije visokih zeleni — Characteristic and differential species of tall herbaceous vegetation ( <i>Betulo-Adenostyletea</i> )								
P	<i>Salix grandifolia</i> Ser.	1.1	1.1	+	1.1	1.1	+	V
H	<i>Hypericum alpinum</i> W. K.	1.1	+1	.	+	+1	1.1	V
H	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	.	.	.	+	+	+	III
H	<i>Aconitum vulparia</i> Rchb.	.	+1	.	.	+1	+1	III
H	<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.	.	+	.	+	+	.	III
H	<i>Solidago alpestris</i> W. et K.	+	.	+	.	.	.	II
H	<i>Viola biflora</i> L.	+	+	.	.	.	.	II
H	<i>Erigeron polymorphus</i> Scop.	.	.	+	+	.	.	II
G	<i>Petasites albus</i> (L.) Gaertn.	.	.	.	+	+	.	II
Ch	<i>Heliosperma pusillum</i> (W. K.) Vis.	+	+	.	.	.	.	II
H	<i>Mulgedium alpinum</i> Less.	.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	.	.	+	.	.	.	I
H	<i>Aquilegia nigricans</i> Baumg.	.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Veratrum album</i> L.	.	+	.	.	.	.	I
Pratilice — Companions								
H	<i>Festuca pungens</i> Kit.	+	+r	.	+2	2.2	2.2	V
L Ch	<i>Cladonia furcata</i> (Huds.) Schrad.	1.2	+3	.	+	+2	+	V

Oznaka (broj) snimke Designation (No.) of relevé		1	2	3	4	5	6	
H	<i>Carduus velebeticus</i> Borb.	.	.	+1	1.1	+1	+1	IV
H	<i>Geranium macrorrhizum</i> L.	.	.	1.2	2.2	+2	+	IV
H	<i>Achillea clavенаe</i> L.	+2	.	.	+2	1.2	1.2	IV
H	<i>Carlina aggregata</i> W. K.	1.1	.	.	+1	1.2	1.1	IV
G	<i>Convallaria maialis</i> L.	+	+	.	.	+	+	IV
G	<i>Gentiana symphyandra</i> Murb.	+	2.1	.	.	+	+	IV
L Ch	<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Fr.	.	.	+	+	+	+	IV
Th Ch	<i>Hylocomium splendens</i> Br. Sch. G.	+	.	+	+	.	.	III
Th Ch	<i>Hypnum cupressiformae</i> L.	+	+2	+3	.	.	.	III
H	<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.	+	1.1	.	.	.	+	III
H	<i>Epilobium angustifolium</i> L.	.	.	.	.	.	+	III
H	<i>Nephradium spinulosum</i> (Müll.) Strempl.	.	+2	+	+1	+1	+1	III
H	<i>Asplenium fissum</i> Kitt.	.	+2	+	1.2	.	.	III
Ch	<i>Thymus balcanus</i> Borb.	.	+2	+	+2	.	.	III
H	<i>Oxalis acetosella</i> L.	+	+	.	+2	+2	+2	III
H	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	+	.	.	+	.	.	III
H	<i>Galium anisophyllum</i> Vill.	+	.	.	+	.	.	II
H	<i>Hieracium murorum</i> L.	+	+	.	.	+3	.	II
H	<i>Bupthalmum salicifolium</i> L.	.	.	.	.	.	.	II
H	<i>Scrophularia canina</i> L.	.	.	1.1	.	+	1.1	II
H	<i>Poa alpina</i> L.	.	+	.	+	+1	.	II
H	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	.	+	.	+	.	.	II
H	<i>Arabis croatica</i> Sch. N. Ky.	.	.	+	+	.	.	II
H	<i>Asplenium viride</i> Huds.	.	+2	.	+	.	.	II
H	<i>Gentiana germanica</i> Willd.	.	.	.	+2	.	.	II
H	<i>Peucedanum</i> sp.	.	.	.	+	.	+	II
Br Ch	<i>Tortella tortuosa</i> (L.) Limpr.	+3	+	.	+1	.	1.1	II
Ch	<i>Solanum dulcamara</i> L.	.	.	.	+	.	.	I
H	<i>Alchemilla velebetica</i> Deg.	+3	.	.	.	+	.	I
H	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+	.	.	.	.	.	I
Ch	<i>Arabis alpina</i> L.	+	.	.	.	.	.	I
H	<i>Geranium alpestre</i> Schur.	+	.	.	.	.	.	I
H	<i>Festuca affinis</i> f. <i>croatica</i> Kern.	+2	.	.	.	.	.	I
H	<i>Fragaria vesca</i> L.	.	+	.	.	.	.	I
T	<i>Urtica urens</i> L.	.	.	.	+	.	.	I
H	<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	.	.	+	.	.	I
H	<i>Silene vulgaris</i> (Mch.) Garcke	.	.	.	+	.	.	I

	Oznaka (broj) snimke Designation (No.) of relevé	1	2	3	4	5	6	
H	<i>Corydalis ochroleuca</i> Koch	.	.	+	.	.	.	I
Ch	<i>Moehringia muscosa</i> L.	+	.	.	.	.	.	I
H	<i>Polygonum viviparum</i> L.	.	+1	.	.	.	.	I
T	<i>Peltaria alliacea</i> L.	.	.	.	+	.	.	I
H	<i>Galium lucidum</i> All.	.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Polygala comosa</i> Schk.	.	+	.	.	.	.	I
H	<i>Festuca rubra</i> L.	+2	.	.	.	.	.	I
H	<i>Carex brachystachys</i> Schrank	.	.	.	.	+	.	I
T	<i>Alectorolophus subalpinus</i> Stern.	.	.	.	.	.	+	I
Th Ch	<i>Isoethecium myurum</i> (Poll.) Brid.	+	.	.	.	.	.	I
Th H	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	.	.	.	+	.	.	I
L Ch	<i>Lecanora fragilis</i> (Scop.) A. Zahlbr.	.	.	.	.	+	.	I
L Ch	<i>Cetraria glauca</i> (L.) Ach.	.	.	.	+	.	.	I
L Ch	<i>Parmelia furfuracea</i> (L.) Ach.	.	.	.	+	.	.	I
Th Ch	<i>Mnium spinosum</i> Schw.	+3	.	.	.	.	.	I
Th Ch	<i>Pohlia cruda</i> (L.) Lindl.	.	+	.	.	.	.	I
Th Ch	<i>Drepanocladus uncinatus</i> (Hedw.) Moenk.	.	+	.	.	.	.	I
Th Ch	<i>Ditrichum flexicaule</i> (Schl.) Hamp.	.	.	.	+	.	.	I
Th Ch	<i>Pseudoleskea atrovirens</i> (Dicks.) Br. eur.	.	.	.	+	.	.	I
Th Ch	<i>Scleropodium purum</i> (L.) Limpr.	.	.	.	+	.	.	I

i u toj su fitocenozi dosta zastupljene vrste bazofilno-neutrofilnih šuma bukve, što sve zajedno ukazuje na aktuelni problem sukcesija i sistematskog položaja šuma smreke na vapnenačkoj podlozi.

Neka fizikalno-kemijska svojstva tla ove zajednice opisana su u Tab. 18. (profil 306) i Sl. 7, a prema provedenim šumarskim istraživanjima smreka se u toj fitocenozi s biološko-uzgajivačkoga i proizvodnog gledišta odlikuje nizom osobitosti (Bertović i dr. 1967).

#### 5. Neki razvojni stadiji šume — *Certain developmental stages of forest*

##### a) *Sastojine smreke — Spruce stands*

Na proplanku istočno od vrha Čemušavac, a osobito na jugozapadnoj granici prostranih livada u predjelu Jezera (Fot. 14) ističu se lijepo uzrasle, veće ili manje, skupine i sastojine smreke. Ona se tu prirodno naselila i pokazuje tendenciju osvajanja livadnih površina po prestanku intenzivne paše i drugih utjecaja čovjeka. Ispod rjeđeg sklopa krošanja lijepo uzraslih smreka u tim sastojinama još uvijek prevladavaju biljke livada i rudina, a na gušće zastrtim mjestima već se naseljuju i šumske biljke.

##### b) *Sastojine klečice — Dwarf Juniper stands*

U iscrpnoj studiji o rasprostranjenosti i rodbinskoj pripadnosti klečice (*Juniperus nana* Willd.) u Jugoslaviji Kušan (1952:300) zaključuje... »da je *Juniperus nana* samostalna vrsta, koja i u Jugoslaviji zaprema prostrani i u glavnom cjeloviti areal. Taj se areal prostire od alpskih ogranaka na krajnjem sjeveru Jugoslavije pa sve do planinskih predjela Hercegovine, Crne Gore i Makedonije. Na tom prostranom području klečica je svugdje manje ili više podjednako razvijena te se ističe nizom dosta stalnih obilježja. Zbog toga niti nema opravdanog razloga, da se naša klečica cijepa u dva tipa, kao što to čini Rikli«.

Na mnogim livadama, uz rubove šuma i na kamenim blokovima u pretplaninskom i višem gorskom dijelu (Fot. 9) zavižanskog okoliša klečica izgrađuje različito velike, gūste, svega desetak cm visoke i poput klekovine polegle sastojine, koje su vrlo značajni član u progresivnoj sukcesiji razvitka tamošnje šumske vegetacije. Takve tvorevine Adamović (1913:137) uključuje u »formaciju kržljavog drveća ili subalpskog šiblja« i piše: »Najobičnijim predstavnicima ove formacije pripada u dinarskim zemljama planinska smreka ili venja (*Juniperus nana*)«.

U sastojinama klečice pridolaze mnoge biljke tamošnjih pretplaninskih livada i rudina kao npr. *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Centaurea triumfettii*, *Galium verum* i dr. Međutim, pojava vrsta *Rubus idaeus*, *Lonicera alpigena*, *Sorbus aria*, *Fagus silvatica*, *Picea excelsa* i dr. ukazuje na pionirsku ulogu klečice, pod zaštitom koje se ponovno počinje prirodno podizati šuma. U tom pogledu ima klečica sličnu važnu zaštitnu i dinamičku ulogu u inicijalnoj fazi razvitka šume u subalpskoj zoni kao i planinska somina (*Juniperus sabina*), obična borovica (*Juniperus communis*) i šmrika (*Juniperus oxycedrus*) u drugim vegetacijskim područjima.

c) *Sastojine omelike — Genista radiata stands*

Prema *Degenu* (1936 : 58, 1937 : 306) u subalpinskim kamenjarama na pojedinim mjestima velebitskih predjela omelika (*Genista radiata*) nastupa u velikim količinama i tvori čitave sastojine. U zavižanskom okolišu, u predjelu Jezera (Fot. 14) navodi je i *Horvat* (1930 : 67), a omanju saštojinu smo našli i na grebenu Velike kose. *Fukarek* (1956, 1957) spominje s mnogih lokaliteta u bosansko-hercegovačkim planinama takve sastojine kao vrštine omelike (*Genistetum radiatae* prov.).

Zonalno niže na netom opisane šumske zajednice pretplaćinskog pojasa nadovezuje se otprilike ispod 1450 m nadmorske visine prostrano gorsko područje. S obzirom na višestruke osobitosti već sam ga otprije raščlanio (*Bertović* i dr. 1971, 1974) na *više gorsko*, karakterizirano klimatomogenom šumom bukve s jelom, i na *niže gorsko područje*, kojemu daju osnovno obilježje klimatskozonske zajednice bukve u našoj kontinentalnoj i primorskoj vegetacijskoj oblasti.

Šume bukve i bukve s jelom u zavižanskom okolišu su razvijene na vapnenačkoj podlozi, umjereno su acidofilne i sa sistematskog gledišta pripadaju svezi *Fagion illyricum* Horv.

6. *Šume bukve i jele — Beech/Fir forest*  
(*Abieti-Fagetum illyricum* Horv.)

U tada jedinstveno shvaćenoj asocijaciji *Fagetum silvaticae croaticum* Horv. *Horvat* (1938, 1963) je lučio dinarsku i panonsku geografsku varijantu. Neki nalazi iz područja Zavižana i nedaleke okolice, naša prijašnja zapažanja iz šuma Gorskog kotara te neki radovi drugih istraživača potakli su me, da dinarsku varijantu asocijacije *Abieti-Fagetum illyricum* Horv. uže raščlanim i zasad označim kao kontinentalnu i primorsku geografsku podvarijantu.

a) *Dinarska kontinentalna podvarijanta*  
*Dinaric-continental subvariant*

Definirana je poznatom, široko rasprostranjenom šumom bukve i jele koja se, prema *Horvatu* (1938 : 200, 1950a : 105), odlikuje velikim brojem značajnih vrsta i obiljem hrvatskih endema. Pokazuje veliku mnogolikost s obzirom na dubinu tla, nadmorsku visinu, trajanje snijega, nagib i sl., pa se može razlikovati veći broj facijesa koji su važni i s gospodarskog gledišta.

U sjevernom Velebitu sastojine spomenute asocijacije prekrivaju velike površine, a njihove fitocenološke značajke opisao je *Horvat* (1938, križaljka IV, snimke 5—9) iz Apatišanske dulibe. U sličnom florističkom sastavu te su šume razvijene na strmoj padini krajnjega sjeveroistočnog dijela istraženog područja (Karta 3), odakle se jednoliko rasprostiru preko Krasanske dulibe i Krasna (Karta 1, površina c) dalje u Liku.

b) *Dinarska primorska podvarijanta* — *Dinaric-littoral subvariant*

Obilježena je šumom bukve i jele, koja se u razmjerno uskom i strmom pojasu stere otprilike između 1150 i 1450 m nadm. visine na zapadu izloženim obroncima zavižanskog okoliša (Karta 3). Razlozi koji su nas potakli da te sastojine posebno izdvojimo bili su, između ostaloga, slijedeći: geografski položaj i s time povezane promjene klimatskih i drugih ekoloških prilika, jela na granici svog areala prema moru i slabo do vrlo brojna nazočnost jesenske šašike (*Sesleria autumnalis*) i nekih drugih termofilnijih biljaka u svim tim šumama.

Uvid u floristički sastav takve sastojine jele i bukve sa šašikom pruža popis vrsta iz okolice Oltara nedaleko od istraživanoga zavižanskog okoliša.

Šumski odjel 24, nadm. vis. cca 950 m, ekspozicija 0, inklinacija 20—35°. U sloju drveća oko 20 m visine jednako sudjeluju bukva i jela. Sklop krošanja tek mjestično slabo prekinut, kvaliteta stabala osrednja — dobra. U sloju grmlja preteže obilan i vrlo lijep pomladak jele i bukve, pojedinačno ili u grupama. Na cca 10—15% površine tla izbijaju manji ili veći blokovi vapnenca. U prizemnom sloju dominira šašika (s 4—5.2 po kombiniranoj skali), a znatno slabije druge biljke.

Popis biljnih vrsta:

- |                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| I. <i>Abies alba</i>            | <i>Fragaria vesca</i>          |
| <i>Fagus silvatica</i>          | <i>Oxalis acetosella</i>       |
| II. <i>Abies alba</i>           | <i>Asperula odorata</i>        |
| <i>Fagus silvatica</i>          | <i>Carex silvatica</i>         |
| <i>Sorbus aucuparia</i>         | <i>Prenanthes purpurea</i>     |
| <i>Sorbus aria</i>              | <i>Pirola secunda</i>          |
| <i>Laburnum alpinum</i>         | <i>Abies alba</i>              |
| <i>Acer obtusatum</i>           | <i>Sorbus aucuparia</i>        |
| <i>Lonicera xylosteum</i>       | <i>Lathyrus pratensis</i>      |
| <i>Lonicera alpigena</i>        | <i>Peucedanum</i> sp.          |
| <i>Sambucus racemosa</i>        | <i>Polystichum aculeatum</i>   |
| <i>Daphne mezereum</i>          | <i>Myrrhis odorata</i>         |
| <i>Ribes grossularia</i>        | <i>Melica uniflora</i>         |
| <i>Rubus idaeus</i>             | <i>Melica ciliata</i>          |
| <i>Rosa</i> sp.                 | <i>Scrophularia nodosa</i>     |
| <i>Rubus</i> sp.                | <i>Senecio nemorensis</i>      |
| <i>Salix grandifolia</i>        | <i>Festuca silvatica</i>       |
| <i>Rhamnus fallax</i>           | <i>Centaurea scabiosa</i>      |
| III. <i>Sesleria autumnalis</i> | <i>Anthoxanthum odoratum</i>   |
| <i>Cardamine enneaphyllos</i>   | <i>Dianthus tergestinus</i>    |
| <i>Euphorbia amygdaloides</i>   | <i>Campanula rapunculoides</i> |
| <i>Calamintha grandiflora</i>   | <i>Calamagrostis varia</i>     |
| <i>Hordeum europaeum</i>        | <i>Calamagrostis epigeios</i>  |
| <i>Platanthera bifolia</i>      | <i>Epilobium angustifolium</i> |
| <i>Solanum dulcamara</i>        | <i>Solidago virga-aurea</i>    |
| <i>Nephraditum filix-mas</i>    | <i>Carex digitata</i>          |
| <i>Lactuca muralis</i>          | <i>Neottia nidus-avis</i>      |
| <i>Galium vernum</i>            | <i>Anemone nemorosa</i>        |
| <i>Leucanthemum vulgare</i>     | <i>Sanicula europaea</i>       |
| <i>Campanula trachelium</i>     | <i>Rosa</i> sp.                |
| <i>Viola silvestris</i>         | <i>Galium</i> sp.              |
|                                 | <i>Scabiosa</i> sp.            |

Na stijenama unutar šume rastu vrste: *Valeriana tripteris*, *Hedera helix*, *Geranium robertianum*, *Corydalis ochroleuca*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium ruta muraria* i *Moehringia muscosa*. Uz rub sastojine pridolaze: *Salix caprea*, *Prunella vulgaris*, *Hypericum perforatum*, *Dactylis glomerata*, *Tussilago farfara*, *Silene vulgaris*, *Eupatorium cannabinum*, *Epilobium montanum* i *Daucus carota*.

Na takve šume jele ili jele i bukve s obilnom šašikom i sličnim florističkim sastavom našli smo već prije u graničnom području Gorskog kotara i Hrvatskog primorja i na Plitvičkim jezerima. Opisanoj podvarijanti šume ekološko-floristički je sličan facijes zajednice bukve s jelom, koji na Ličkoj Plješivici navodi *Pelcer* (apud *Bertović* i dr. 1966). Po svemu sudeći s tom zanimljivom zajednicom su srodne reliktno-šume jele na Biokovu (*Kušan, Klapka* 1964) i one, koje navodi *M. Wraber* (1960: 60) u Sloveniji i *Fukarek* (1963: 138) iz okolice Nikšića u Crnoj Gori.

Navedene osobitosti i razlike te višestruko znanstvena i praktična problematika naših šuma jele, koju naglašuju *Horvat* (1957), *Dekanić* (1962), *Šafar* (1963, 1965), *Fukarek* (1964) i drugi autori opravdavaju, da se netom opisana šuma jele i bukve zasad izdvoji kao posebna podvarijanta. Daljnja poredbena ekološko-fitocenološka i šumskogospodarska istraživanja tih šuma bukve s jelom na granici naše kontinentalne i primorske oblasti su u tijeku.

#### 7. Šuma jele i smreke s milavom — *Fir/Spruce forest with smallreed (Calamagrostio-Abietetum piceetosum Horv.)*

Markantna reljefno-edafski i klimatski lokalno uvjetovana zajednica jele i smreke na vapnenačkim blokovima opisana je u našim planinama od triglavskoga do durmitorskog masiva, uz manje ili veće razlike u florističkoj građi te shvaćanju i interpretaciji pojedinih istraživača (*Horvat* 1950a, 1957, 1962b, *Tregubov* i dr. 1957, *Fukarek* 1958, *M. Wraber* 1964).

Subasocijaciju jele i smreke s milavom utvrdili smo u zavižanskom okolišu na strmim stjenovitim primorskim obroncima višega gorskog područja (Fot. 9, 10). Ujedinjuje ekstremno bazofilne vrste na kamenju i acidofilne članove na plitkoj kiseloj podlozi četinjaka te pripada posebnoj svezi (ili podsvezi) *Abieti-Calamagrostion* Horv. Po osnovnim ekološkim prilikama i florističkom sastavu slična je opisanoj šumi smreke s milavom s kojom se, međutim, regionalno visinski isključuje.

#### 8. Primorska šuma bukve — *Littoral Beech forest (Seslerio autumnalis-Fagetum illyricum Horv.)*

Prema *Horvatu* (1951, 1962b, 1963) ta je zajednica raširena na južnim padinama dinarskih planina od Obruča do Lovćena, ali u krajevima koji su još izloženi klimatskim utjecajima s juga seže duboko prema unutrašnjosti kopna (*Bertović* 1963b). Jedno od takvih najudaljenijih ekstraplanarnih nalazišta te zajednice u kontinentalnom dijelu Hrvatske utvrdili smo na zapadnim obroncima Kleka kod Ogulina (*Bertović, Klapka* 1971).

Primorska šuma bukve predstavlja graničnu zajednicu između europsko-sjevernoameričke i mediteranske regije. U tipičnom se sastavu odlikuje prisustvom termofilnih vrsta i nedostatkom mnogih biljaka, koje su raširene u opisanim i drugim zajednicama bukve i bukve s jelom hladnijih krajeva.

Ova klimatskozonska zajednica primorskoga nižeg gorskog područja izgrađuje u zapadnom dijelu istraženog okoliša Zavižana kontinuirani



pojas, uklopljen između dinarske primorske podvarijante šume bukve s jelom i tamošnjih submediteranskih šuma s crnim grabom (Karta 3). Budući da dosad nije opisan sastav te šume iz velebitskih predjela, dajemo nastavno za nju opis s popisom biljnih vrsta s lokaliteta zapadno od ceste Pandorni plan — Babića Sić.

Okolica Pandornog plana, nadm. vis. cca 1250m, ekspozicija 0, nagib 15—25°. U sloju drveća 10—15 m visine dominira bukva s tek ponekom podstojnom jelom ili smrekom. Sklop zatvoren. Sloj grmlja osrednje razvijen. U sloju prizemnog rašća, koji pokriva tlo na cca 90% površine (ostalo su omanji blokovi vapnenca) posve dominira šašika.

Popis biljnih vrsta:	
I. <i>Fagus silvatica</i>	<i>Carex pilosa</i>
Ia. <i>Picea excelsa</i>	<i>Poa nemoralis</i>
<i>Abies alba</i>	<i>Leontodon crispus</i>
II. <i>Fagus silvatica</i>	<i>Ranunculus platanifolius</i>
<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Abies alba</i>
<i>Sorbus aria</i>	<i>Centaurea triumfetti</i>
<i>Lonicera xylosteum</i>	<i>Prenanthes purpurea</i>
<i>Lonicera alpigena</i>	<i>Melica nutans</i>
<i>Cotoneaster tomentosus</i>	<i>Melica ciliata</i>
<i>Juniperus nana</i>	<i>Phyteuma spicatum</i>
<i>Daphne mezereum</i>	<i>Polygonatum verticillatum</i>
III. <i>Sesleria autumnalis</i>	<i>Potentilla tormentilla</i>
<i>Calamintha grandiflora</i>	<i>Lactuca muralis</i>
<i>Maianthemum bifolium</i>	<i>Lamium galeobdolon</i>
<i>Anemone hepatica</i>	<i>Silene vulgaris</i>
<i>Mercurialis perennis</i>	<i>Polytrichum attenuatum</i>
<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Hieracium murorum</i>
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	<i>Oxalis acetosella</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Paris quadrifolia</i>
<i>Aquilegia nigricans</i>	<i>Asperula odorata</i>
<i>Anemone nemorosa</i>	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Viola silvestris</i>	<i>Hypericum alpinum</i>
<i>Cardamine bulbifera</i>	<i>Carex digitata</i>
<i>Galium silvaticum</i>	<i>Hordeum europaeum</i>
<i>Campanula persicifolia</i>	<i>Fragaria vesca</i>
<i>Convallaria maialis</i>	<i>Valeriana officinalis</i>
<i>Cardamine enneaphyllos</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
<i>Laserpitium marginatum</i>	<i>Galium sp.</i>
<i>Calamagrostis varia</i>	<i>Adenostyles sp.</i>
<i>Solidago virga-aurea</i>	<i>Rosa sp.</i>
	<i>Potentilla sp.</i>

Uz blokove stijena unutar sastojine pridolaze biljke: *Ribes alpinum*, *Rubus idaeus*, *Atragene alpina* i *Arabis alpina*; a uz rub šume prema livadi: *Lathyrus pratensis* i *Luzula campestris*.

Pojedinačno pojavljivanje nekih vrsta (*Picea excelsa*, *Abies alba*, *Juniperus nana*, *Ribes alpinum*, *Ranunculus platanifolius* i dr.) iz višega gorskog i pretplaninskog područja uvjetuje položaj opisane zajednice, koja se tu nalazi blizu gornje prirodne granice svog raširenja.

#### 9. Submediteranska šuma crnoga bora — Submediterranean forest of European Black Pine (*Pinetum nigrae submediterraneum* Anić)

Između mnogobrojnih starijih i novijih opisa različitih vrsta borova i njihovih šuma u našoj zemlji o crnom boru i šumama koje on izgrađuje u Velebitu postoji razmjerno malo radova. U jednom od tih Horvat (1938)

provizorno opisuje fitocenozu crnoga bora iz Paklenice. Vidaković (1957) je na osnovi anatomije iglica i nekih drugih morfoloških obilježja utvrdio za proučene primjerke autohtonoga bora iz sjevernog Velebita, da odgovaraju ilirskom crnom boru ili su na prijelazu između austrijskoga, dalmatinskog i ilirskog crnog bora.

Crni bor ima široku amplitudu rasprostranjenosti. U sjevernom Velebitu nalazimo borike na profilu od mora (Sv. Juraj) do 1.370 m, a pojedina stabla i preko 1.500 m nadmorske visine (Modrić dolac, Fot. 20). Na primorskim obroncima istražena i kartiranog dijela okoliša Zavižana ta reliktna, lokalno uvjetovana zajednica (Fot. 11, 12) iz sveze *Orno-Ericion* Horv. nastava velika prostranstva između zone primorske šume bukve i područja crnog graba sa šašikom.

Šume crnoga bora u sjevernom Velebitu potanko je istražio Anić (1957) s ekološkoga, fitocenološkog i šumarskog gledišta. Opisuje ih kao posebnu submediteransku zajednicu koja, lučena na hladniji i topliji pojas, stoji na prijelazu između šume dalmatinskoga crnog bora i šuma crnoga bora unutrašnjih krajeva. Za tu cenozu... »koja raste od prirode na raskidanim grebenima, glavicama i klisurastim terenima, kao i po strmim vjetru izloženim vapnenačkim i dolomitnim kamenjarama...« Anić (1957: 498) donosi i detaljnu tabelu s 12 fitocenoloških snimaka.

Iscrpnu sintezu o povijesti, sinekologiji, sastavu i dinamici razvitka borovih šuma u Velebitu i ostalim krajevima naše zemlje dao je Kušan (1961). U graničnom području raširenja primorske šume bukve, odnosno crnog bora i šuma crnoga graba, Kušan (1971b) opisuje i novo nalazište sibireje (*Sibiraea laevigata* ssp. *croatica* Degen).

\* \* \*

Na padinama podno netom opisanih šuma gorskog područja stere se od zone primorske šume bukve kao granične zajednice prema moru mediteranska regija, odnosno primorska vegetacijska oblast. Ona se dijeli na podoblast listopadnih (polusredozemnih ili submediteranskih) šuma i podoblast vazdazelenih (sredozemnih ili eumediteranskih) šuma.

Podoblast submediteranskih šuma karakteriziraju dva klimatskozon-ska vegetacijska područja i to: crnoga graba sa šašikom (*Seslerio-Ostryetum* Horv. et H-ić) te medunca i bijeloga graba (*Carpinetum orientalis adriaticum* H-ić).

#### 10. Šuma crnoga graba sa šašikom — Forest of Hop-hornbeam with *Sesleria* (*Seslerio-Ostryetum* Horv. et H-ić)

Navedena zajednica primorskih brdskih predjela raširena je duž dinarskih planina, nastava neutralna tla povrh vapnenaca i dolomita, a pripada u sistematskom pogledu svezi *Ostryo-Carpinion orientalis* Horv. i podsvezi *Ostryo-Carpinion dinaricum*. Horvat (1950a, 1962b, 1963) je raščlanjuje u četiri subasocijacije, od kojih smo u širem zavižanskom okolišu utvrdili slijedeće dvije.

a) Šuma crnog graba i šašike s mukinjicom — Forest of Hop-hornbeam and Sesleria with White-beam (Seslerio-Ostryetum sorbetosum Horv.)

Spomenuta subasocijacija (syn. *Seslerio-Ostryetum typicum* Horv.) je zonalno najviši član asocijacije *Seslerio-Ostryetum* i karakterizira najhladnije predjele njenog raširenja. U okolišu Zavižana, kao uostalom i drugdje u našim submediteranskim krajevima, nastava ona staništa koja su pretopla za bukvu, a prehladna za hrastove. U sastavu te zajednice prevladava crni grab, a pridolaze crni jasen, mukinja, mukinjica, lipa s drugim grmovima i biljkama prilagođenim nešto hladnijoj i humidnijoj klimi submediteranskih krajeva.

b) Šuma crnoga graba i šašike s hrastovima — Forest of Hop-hornbeam and Sesleria with Oaks (Seslerio-Ostryetum quercetosum Horv.)

Subasocijacija obilježuje toplija staništa u arealu cjelovite zajednice. Nastava još niže položaje zapadnih padina istraženoga zavižanskog okoliša te ima već izrazitiji umjereno kserotermofilni značaj. Kako iz velebitskog područja zasad nema opisa te markantne submediteranske fitocenoze, donosimo radi ilustracije njezina florističkoga sastava snimku iz okolice Grabarja u jugoistočnom dijelu sjevernog Velebita.

I. <i>Ostrya carpinifolia</i> 4.1	<i>Satureia montana</i> +.3
<i>Fraxinus ornus</i> 3.1	<i>Galium lucidum</i> +.2
<i>Quercus petraea</i> 2.1	<i>Bromus erectus</i> +.2
<i>Acer obtusatum</i> +	<i>Cnidium silaifolium</i> +
<i>Quercus pubescens</i> +	<i>Fragaria collina</i> +
<i>Acer monspessulanum</i> +	<i>Fraxinus ornus</i> +
	<i>Rhamnus cathartica</i> +
II. <i>Cotinus coggygria</i> 3.4	<i>Sorbus aria</i> +
<i>Fraxinus ornus</i> 2.1	<i>Acer obtusatum</i> +
<i>Acer obtusatum</i> 1.1	<i>Galium mollugo</i> +
<i>Quercus petraea</i> 1.1	<i>Satureia vulgaris</i> +
<i>Quercus pubescens</i> +	<i>Silene nemoralis</i> +
<i>Sorbus aria</i> +	<i>Polygonatum officinale</i> +
<i>Acer monspessulanum</i> +	<i>Campanula trachelium</i> +
<i>Rhamnus fallax</i> +	<i>Moehringia muscosa</i> +
<i>Coronilla emeroides</i> +	<i>Centaurea bracteata</i> +
<i>Cornus mas</i> +	<i>Centaurea triumfetti</i> +
<i>Evonymus verrucosa</i> +	<i>Stachys betonica</i> +
<i>Cotoneaster tomentosa</i> +	<i>Arabis turrata</i> +
<i>Amelanchier ovalis</i> +	<i>Campanula pyramidalis</i> +
<i>Laburnum</i> sp. +	<i>Cytisus hirsutus</i> +
<i>Rosa</i> sp. +	<i>Thalictrum minus</i> +
III. <i>Sesleria autumnalis</i> 2.3	<i>Lithospermum officinale</i> +
<i>Teucrium chamaedrys</i> 2.3	<i>Lathyrus venetus</i> +
<i>Melittis melissophyllum</i> 2.1	<i>Iris graminea</i> +
<i>Festuca heterophylla</i> 2.2	<i>Primula columnae</i> +
<i>Homalothecium philippeanum</i> 1.3	<i>Valeriana officinalis</i> +
<i>Brachypodium pinnatum</i> 1.2	<i>Trifolium rubens</i> +
<i>Carex digitata</i> 1.2	<i>Geranium sanguineum</i> +
<i>Tanacetum corymbosum</i> 1.1	<i>Trifolium alpestre</i> +
<i>Mercurialis ovata</i> 1.1	<i>Seseli</i> sp. +
<i>Cynanchum vincetoxicum</i> 1.1	<i>Verbascum</i> sp. +
<i>Hieracium murorum</i> 1.1	<i>Cirsium</i> sp. +
<i>Peucedanum cervaria</i> 1.1	<i>Epipactis</i> sp. +
<i>Viola hirta</i> 1.1	

Na zapadnim obroncima, koji su već izvan istražena i kartiranog dijela zavižanskog okoliša nadovezuje se ispod zone šuma crnograba sa šašikom područje šuma medunca i bjelograba (*Carpinetum orientalis adriaticum* H-ić). U primorskom podnožju Velebita ono predstavlja najniži klimatogeni vegetacijski pojas, koji se stere sve do obale mora.

*B. Livade, rudine i ostale biljne zajednice — Meadows, karst pasture lands and other plant communities*

Posebno obilježje vegetacijskom pokrovu zavižanskog okoliša daju različite livade, rudine, kamenjare i slične biljne zajednice. Većinom su sekundarnoga značenja, a razvile su se nakon potiskivanja tamošnjih šuma i klekovine. Domoroci su, naime, davno prije sječom, paljenjem ili krčenjem šume osvajali površine za ispašu stoke, košanice ili za osnutak poljodjelskih kultura u dolcima nižih primorskih strana (Fot. 13). Najveće cjelovite površine livada i rudina su one u predjelu Jezera (Fot. 14), ali ih nalazimo i na obroncima Vučjaka, Velike kose (Fot. 1), Gornjega Zavižana i dalje prema primorju.

Velika raznolikost ekoloških prilika, koja je uzrok tamošnjim razlikama i zonaciji šumske vegetacije, proizvodi slični učinak i kod travnjačkih zajednica. Dobro se mogu lučiti promjene u fizionomiji, sastavu i rasprostranjenosti tih fitocenoza u različitim visinskim područjima.

Detaljno proučavanje livadnih i ostalih zajednica prelazilo je zadatak našega tipološkog istraživanja i kartiranja šuma. Zato su orijentacijski proučene i spomenute samo neke najmarkantnije takve fitocenoze, kako bi se zaokružila cjelina i upotpunila osnovna predodžba o ekološko-fitocenološkim prilikama u istraženim predjelima Zavižana.

*Kamenjara zvonca — The karst rocky soil community of Grassy Bell (Edraianthetum prov.)*

Fragmenti te provizorno nazvane zajednice su fizionomski i sinekološki slični »zadruzi vrste *Seseli Malyi* (*Seseletum Malyi?*)«, koju navodi Horvat (1931) i opisanoj asocijaciji *Satureio-Edraianthetum* (Horvat 1962). Sve se te fitocenoze razvijaju na plitkim skeletnim tlima, koja su izložena vrlo jakom udaru vjetrova. Omanje fragmente ass. *Edraianthetum* zabilježili smo na vrhu i grebenu Gornjega Zavižana (Fot. 15), Vučjaka (Fot. 16) i Balinovca, na sedlu između Velike kose i Balinovca te na ostalima tamošnjim najvišim i najizloženijim vrhovima (Veliki Zavižan, Zavižanski Pivčevac, Velika kosa, Plješivica). Svojstva tla spomenute zajednice prikazana su u Tab. 18 (profil 342) i na Sl. 7.

*Rudina oštre vlasulje — Prickly Fescue-grass community (Festucetum pungentis Horv.)*

Predstavlja jednu od najznačajnijih i najrasprostranjenijih rudina dinarskog gorja, koja se razvija na strmim, toplim, zaštićenim i dosta kamenitim tlima povrh vapnenaca. Horvat (1930: Tab. V, snimke 4—7) opisuje tu zajednicu s nekoliko lokaliteta na Zavižanu uz primjedbu, da je tamo vrlo slabo karakterizirana. Poblje smo je fitocenološki i ekološki istražili samo u Modrić dolcu (Tab. 20, Sl. 7, Fot. 20), premda je raširena i na drugim mjestima u zavižanskom okolišu.

*Livada planinske ranjenike — Meadow of Mountain  
Kidney-vetch (Anthyllidetum prov.)*

Ta privremeno nazvana livadna zajednica nastava razmjerno dublja tla u pretplaninskoj zoni, a velike površine prekriva na obroncima Velike kose (Fot. 1). U njezinu sastavu dominiraju vrste: *Anthyllis alpestris*, *Bromus erectus*, *Carex verna*, *Carex montana*, *Potentilla australis* i *Koeleria* sp., a značajne su po obilnom pojavljivanju *Alectorolophus subalpinus*, *Plantago media*, *Gentiana ciliata*, *Agrostis vulgaris*, *Festuca rubra* i *Thymus* sp. Izvod iz pedološkog opisa tla te zajednice dat je u Tab. 18 (profil 358).

*Livada tvrdače — Matgrass community (Nardetum subalpinum Horv.)*

Ta acidofilna zajednica redovito je raširena na dubokim ispranim tlima povrh vapnenačke i silikatne podloge. Ima široku visinsku amplitudu, pa je nalazimo od zone međunčevih šuma sve do gornje granice pretplaninskog područja (Horvat 1952, 1962b).

Iz sjevernog Velebita i zavižanskoga skupa Horvat (1930: Tab. VI, snimke 5—11) navodi više nalazišta i fitosocioloških snimaka te zajednice, koja predstavlja krajnji stadij regresije nakon potiskivanja tamošnjih šuma i klevovine. U predjelima Zavižana tvori najveće sastojine na Pandornom planu, Jezerima, u Modrić dolcu (Fot. 21, Tab. 20), a ona u maloju udolici podno Gornjega Zavižana (Fot. 15) na preko 1600 m visine predstavlja najviše, dosad poznato nalazište ove fitocenoze u Hrvatskoj. Fiziikalna i kemijska svojstva tla spomenute livade prikazana su u Tab. 18. (profil 359), a stratigrafska građa na Sl. 7.

\* \* \*

U sjevernom Velebitu (okoliš Apatišana) Horvat (1930) navodi još dvije zajednice planinskih goleti iz sveze *Seslerion tenuifoliae* Horv. i to: ass. *Laeвето-Helianthemetum balcanici* i ass. *Seslerieto-Caricetum humilis*.

Osim spomenutih glavnih fitosociološki i pedološki zanimljivih tipova kamenjara, rudina i livada u pretplaninskom dijelu zavižanskog okoliša razvijena je na nekim mjestima vegetacija stijena, točila i snježanika. Te izrazito pionirske zajednice prilagođene su ekstremno teškim životnim prilikama i odlikuju se velikom dinamikom. Od zajednica u pukotinama stijena iz reda *Potentilletalia caulescentis* Br.-Bl. Horvat (1931) u užem okolišu Zavižana spominje asocijacije: *Asplenietum fissi*, *Potentilletum Clusianae* i *Campanuletum fenestrellatae*. Od zajednica točila iz reda *Thlaspeetalia rotundifolii* Br.-Bl. navodi ass. *Saxifragetum prenjae* u dubokim vrtačama nedaleko »Rossijeve kuće«.

*C. Kartografski prikazi vegetacije Velebita — Cartographic surveys of the vegetation of the Velebit Mountain*

Sažeti kronološki pregled geografskih opisa i karata primorskog dijela Hrvatske s Velebitom dao je u svom Vodiču J. Poljak (1929). Mi ćemo navesti starije i novije karte koje tamo nisu spomenute, a kojima je osnovni sadržaj vegetacijski pokrov Velebita i susjednih krajeva.

Na prvom mjestu valja spomenuti mapu šuma, koju je izradio god. 1764. *S. von Pierker* (apud *Kosović* 1914) a koja se ubraja među najstarije karte takve vrsti u svijetu (*Bertović*, apud *Küchler* 1966: 546).

*Beck-Mannagetta* (1901: 434) uključuje na svojoj karti sjeverni i ostale dijelove Velebita u zapadnopontsko florno područje, koje je u Velebitu predstavljeno ilirskom zonom, raščlanjenom na ilirsku kršku regiju i ilirsku regiju visokoga gorja. Na karti vegetacijskih pojasa jadranskih zemalja *Adamović* (1929) navodi u sjevernom Velebitu zonu mješovitih listača, submontansku i montansku zonu, a tek u srednjem i južnom Velebitu predalpinsku i subalpinsku zonu.

Vrijedno bi bilo pronaći neobjavljenu kartu šuma za koju *Horvat* (1938: 205) navodi: »Iz vegetacijske karte šuma sjevernog Velebita, Male Kapele i Ličke Plješevice, koju je izradio ing. *Walter Muck*, direktor Otočke imovne općine, vidi se posve jasno raširenje pojedinih šumskih tipova i njihova uska veza sa životnim prilikama«.

Na prvim kartama naših krajeva, koje imaju biljnosociološki karakter *Horvat* (1942, 1949, 1950b, 1963) luči u cijelom Velebitu samo četiri vegetacijska područja i to: hrasta medunca s bjelograbom, hrasta kitnjaka s običnim grabom, bukve i klekovine bora. Karta biljnogeografskog raščlanjenja Krša Jugoslavije, koju je sastavio *Horvatić* (1957: 65) u tom je pogledu još ekstenzivnija. Koristeći starije materijale i novije spoznaje prvi puta je na preglednim kartama faktučne i klimazonalne vegetacije Krša Jugoslavije (*Bertović* 1959, 1963c; apud *Horvat* 1963, *Horvat* i dr. 1974) detaljno prikazana horizontalna i vertikalna raščlanjenost klimato-genih fitocenoza bukve, bukve i jele, medunca s crnim i bijelim grabom i još nekih zajednica u Velebitu i ostalim našim krškim predjelima. Isti su podaci prikazani i na našoj karti klimato-genih vegetacijskih područja Hrvatske, koja je tiskana u proljeće god. 1962. (apud *Safar* 1963). S tih karata preuzima i objavljuje *Horvatić* (1963) originalne pojedinosti u svojoj preglednoj vegetacijskoj karti primorja Jugoslavije. Masiv Velebita je prikazan i na karti fitogeografskog raščlanjenja Jugoslavije (*Horvatić* i dr. 1967), a djelomično i na nepreglednoj vegetacijskoj karti goransko-ličke regije (*Trinajstić*, *Šugar* 1968).

Vegetacijsko kartiranje zavižanskog okoliša proveo sam, uz povremenu suradnju *J. Weissa* i *J. Medvedovića*, na karti mjerila 1:12.500, dobivenoj povećanjem dijela sekcije Senj 1. Topografski detalj nije prikazivao svu raznolikost tamošnjeg reljefa, pa smo ga nadopunili označivši neke grebene i vrtače. Ucrnali smo novu cestu i staze te upisali neke nazive lokaliteta, kako nam ih je saopćio motritelj na meteorološkoj stanici Vučjak *Drago Vukušić*\*. Cjelokupno kartirano područje prikazano je na preglednoj kartici (Karta 1: površine a, b, b', c), ali priložena detaljna vegetacijska karta okoliša Zavižana (Karta 4) obuhvaća nešto manji dio (površine: a, b, b'). Na toj detaljnoj vegetacijskoj karti prikazali smo samo one šumske zajednice (asocijacije, subasocijacije, varijante), koje ujedno predstavljaju kartografske jedinice i osnovne regionalne ili lokalne ekološko-gospodarske tipove šuma u pretplaninskom, gorskom i dijelu primorskih brdskih predjela u zavižanskom okolišu. Neke facijese

\* Matrice spomenutih topografskih podloga posudio nam je Šumarski institut Jastrebarsko za tisak vegetacijske karte (Karta 4) u ovoj raspravi.

šuma, a osobito tipove livada, rudina i kamenjara nije, na žalost, bilo moguće kartirati u cijelom zavižanskom okolišu s obzirom na osnovni zadatak i namjenu tipološkog istraživanja šuma. Neke od tih vegetacijskih jedinica posebno su označene samo u bližoj okolici Vučjaka i u Modrić dolcu u manuskriptu karte.

Prema Karti 4 izrađena je karta klimatskozonskih vegetacijskih područja u okolišu Zavižana (Karta 3). Ona prikazuje općenitu zakonitost raspoređenja one vegetacije, koja u odnosu na reljef, podneblje i tlo najbolje izražuje tamošnje općenite biocenotske prilike i najjasnije karakterizira prirodna geografska područja.

Horizontalna i vertikalna rasprostranjenost faktične vegetacije i tipova tala prikazana je na karakterističnom profilu (Sl. 8).

U sklopu naših istraživanja tipova šuma i šumskih staništa *Pelcer* (apud *Cestar* i dr. 1968) je izradio detaljnu kartu šumske vegetacije na profilu Babica—Visočica—Divoselo i Senjske drage (*Pelcer* i dr. 1972).

Znatne površine velebitskih šuma kartirane su na osnovi aerosnimaka za opise regionalnih i glavnih ekstraregionalnih ekološko-gospodarskih tipova šuma, koje sam započeo god. 1967. sa *Z. Majcenom* u području šumskih gospodarstava Senj i Gospić.

#### VI. BILJNE ZAJEDNICE I NJIHOVE PEDOSISTEMATSKE JEDINICE TALA — PLANT COMMUNITIES AND THEIR PEDOSYSTEMATIC UNITS OF SOILS

Oskudica zemlje je opća karakteristika velebitskih terena, pa su zato i velebitske biljke i fitocenoze najčešće prilagođene skeletnim plitkim i kamenom bogatim tlima.

Tla pretplaninske i gorske zone cijelog Velebita nisu se proučavala, a osobito su nedostajala poredbena fitocenološko-pedološka istraživanja, kakva su svojedobno proveli *Horvat* i *Horvatić* te *M.* i *Z. Gračanin* u tipičnim fitocenzama primorskih i kontinentalnih krajeva Hrvatske.

U području sjevernog Velebita navodi *Horvat* (1930: 7) neka svojstva tla iz okoliša Zavižana; *M. Gračanin* (1931) je istražio tla Senjske drage i uzgred spominje (1951) neke općenite značajke tala u Modrić dolcu, a *Anić* (1957) opisuje reakciju površinskog sloja tla u šumama crnog bora.

Radovima u sklopu pedološke komponente naših poredbenih tipoloških istraživanja trebalo je što egzaktnije opisati značajke tala svih već utvrđenih i kartiranih šuma te najmarkantnijih livada i rudina u zavižanskom okolišu. Prilikom tih radova, koje je obavio *Martinović* (1967) pokazalo se da se u tamošnjem, razmjerno malom prostoru nalaze skoro svi razvojni stadiji i oblici tala na vapnencima. U tijeku istraživanja primijenjena je pedokartografska metoda rada te je uz opis pojedinih tipova tala izrađena genetsko-pedološka karta u mjerilu 1:12.500. Na njoj su izdvojene i varijante tla s obzirom na njihovu humoznost, erodiranost, skeletnost i rastrošenost matične stijene. Iz te iscrpne studije spomenut ćemo samo one pojedinosti, koje su zanimljive radi općenite predodžbe o međusobnom odnosu vegetacije i tla.

Na osnovi terenskih genetsko-morfoloških proučavanja tala, podataka o njihovim fiziografskim svojstvima i koristeći se dosadašnjim spoznajama o pedosistematskoj pripadnosti tala našeg krša (*M. Gračanin* 1951, *Z.*

Tab. 18. Neka fizikalna i kemijska svojstva tala u fitocenozama okoliša Zavižana (prema Martinoviću) — Some physical and chemical properties of soils in the plant communities of the environs of Zavižan (according to Martinović)

Lokalitet Locality	Oznaka vegetacije i tla Designation of vegetation and soil	Oznaka profila Profile No.	Horizont Horizon	Dubina tla Soil depth (cm)	Sadržaj čestica Particle-size distribution				pH u pH in		Adsorpcijski kompleks Adsorbing complex				U mg/100 g tla po Al- metodi In mg/100 g soil after Al-method		Humus	N	C:N
					2,0— 0,2	0,2— 0,02	0,02— 0,002	< 0,002	H <sub>2</sub> O	nKCL	m. e.			V%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
					%							S	(T-S)				T	%	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Zavižanski Pivčevac	<i>Pinetum mugii</i> illyricum Horv. Planinska crnica sa sirovim humusom — Mountain black earth with raw humus	309	A <sub>1</sub>	0—35	0,4	24,2	46,8	28,6	7,3	6,5	47,5	3,2	50,7	93,9	—	12,3	23,1	0,85	16
	<i>Aceri-Fagetum</i> illyricum Horv. fac. <i>suffruticosum</i> Posmeđena crnica na dolomitiziranom vapnencu — Brownized black earth on dolomitized limestone	308	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> (B)	0—12 13—43	0,6 0,2	26,0 24,1	42,4 44,3	31,0 31,4	5,6 6,9	4,7 6,0	27,2 40,4	25,5 6,2	52,7 46,6	51,6 86,7	0,6 0,2	18,9 12,5	18,1 14,6	0,71 0,64	13 13
Vučjak	<i>Aceri-Fagetum</i> illyricum Horv. fac. <i>typicum</i> Ilimerizirano tlo na vapnencu — Illimerized soil on limestone	268	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0—6 7—18 25—63	1,5 0,3 —	23,5 16,9 8,3	43,6 44,9 21,1	31,4 37,9 70,6	6,1 6,3 6,8	5,1 4,6 5,5	25,5 12,4 23,7	14,4 11,4 6,8	39,9 23,3 30,5	63,9 52,1 77,7	1,1 1,4 1,3	27,0 7,6 10,9	12,6 4,4 3,1	0,42 0,14 0,13	17 18 14
	<i>Aceri-Fagetum</i> illyricum Horv. fac. <i>Petasites albus</i> Smeđe tlo na dolomitiziranom vapnencu — Brown soil on dolomitized limestone	282	A <sub>1</sub> (B)	0—10 18—48	0,7 1,0	31,3 25,8	41,6 40,5	25,4 32,7	6,0 7,0	5,2 5,9	28,1 26,3	14,2 4,5	42,3 30,8	66,4 83,4	2,1 0,8	21,1 9,0	14,0 5,1	0,51 0,25	16 12
Balinovačka ponikva	<i>Piceetum</i> illyricum subalpinum Horv. Crnica na vapnencu sa sirovim humusom — Black earth on limestone with raw humus	352	A <sub>1</sub>	0—30	0,9	26,1	58,6	14,4	7,2	6,5	46,5	2,3	50,5	96,0	1,1	8,3	34,9	1,19	17
Zavižanski Pivčevac	<i>Calamagrostio-Piceetum</i> dinaricum Bert. Crnica na vapnencu sa sirovim humu- som — Black earth on limestone with raw humus	306	A <sub>1</sub>	0—15—25	1,1	31,7	43,8	21,4	7,2	6,6	47,5	1,7	49,2	96,5	3,3	13,0	36,0	1,10	19
Visibaba	<i>Calamagrostio-Abietetum</i> piceatos. Horv. Crnica na vapnencu sa sirovim humu- som — Black earth on limestone with raw humus	269	A <sub>1</sub>	0—31	2,9	34,1	51,2	11,8	7,3	6,7	46,4	1,8	50,2	96,4	7,9	26,0	59,3	1,67	21
Krasno	<i>Abieti-Fagetum</i> illyricum Horv. (dinarska kontinentalna podvarijanta) (Dinaric continental subvariant) Smeđe ilimerizirano tlo na vapnencu — Brown illimerized soil on limestone	281	A <sub>1</sub> (B) <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B	0—9 10—23 30—60	1,3 0,9 0,6	23,4 18,5 14,4	37,1 38,6 33,2	38,2 42,0 51,8	6,0 6,4 7,2	5,0 5,1 5,9	30,6 34,7 32,7	16,5 9,7 4,0	47,3 34,4 36,7	65,1 71,8 89,1	0,6 0,3 0,2	11,6 8,1 8,6	13,3 5,9 5,0	0,45 0,22 0,20	17 15 14
	<i>Abieti-Fagetum</i> illyricum Horv. (dinarska primorska podvarijanta) (Dinaric littoral subvariant) Smeđe ilimerizirano tlo na vapnencu — Brown illimerized soil on limestone	315	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> (B) (B) <sub>1</sub> (B) <sub>2</sub>	0—10 12—32 40—70 75—100	0,2 0,2 0,1 0,3	25,6 19,2 8,1 12,7	34,0 47,2 42,3 25,0	40,2 47,2 49,5 58,0	6,0 5,9 6,4 6,5	5,0 4,5 5,0 5,2	24,8 17,2 19,4 21,1	14,8 17,5 9,2 6,9	39,8 34,7 28,6 28,0	65,6 49,6 67,8 75,3	0,7 0,5 1,0 0,5	16,7 10,9 6,3 3,6	12,5 8,3 4,1 3,4	0,46 0,30 0,15 0,13	16 16 16 15
Pandorni plan	<i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i> illyricum Horv. Smeđe ilimerizirano tlo na vapnencu — Brown illimerized soil on limestone	267	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> (B) B	0—4 5—17 20—50	5,2 0,4 0,1	37,6 22,9 18,9	33,0 42,5 29,8	25,2 34,2 51,2	5,8 6,0 7,8	5,0 4,7 6,4	33,2 11,8 32,0	8,0 1,7 1,7	41,2 27,6 33,7	80,6 57,2 94,9	5,4 1,5 1,1	35,0 7,2 7,3	23,4 6,0 4,1	0,86 0,18 0,17	19 19 14
	<i>Pinetum nigrae submediterraneum</i> Anić Smeđe submediteransko tlo na vapnena- čkoj brečima — Brown submediter- anean soil on limestone breccias	287	A <sub>1</sub> (B) <sub>1</sub> (B) <sub>2</sub>	0—10 12—35 41—81	1,1 0,8 0,3	22,6 20,5 17,8	30,7 31,1 22,9	45,6 47,6 59,0	6,4 6,7 8,2	5,4 5,5 5,9	39,3 32,8 32,3	12,7 3,5 3,6	52,0 41,3 35,9	75,6 79,4 90,0	0,4 0,0 0,0	30,0 12,2 13,6	20,7 9,3 4,5	0,56 0,29 0,15	21 19 17
Babrovača	<i>Seslerio-Ostryctum sorbetosum</i> Horv. Smeđe submediteransko tlo na vapnenačkoj breči — Brown submedi- teranean soil on limestone breccia	286	A <sub>1</sub> (B)	0—17 19—41	1,0 0,2	33,0 21,2	34,8 29,8	41,2 49,8	6,8 7,5	5,9 6,6	41,9 39,8	5,9 1,3	47,8 41,1	87,6 96,9	0,0 0,0	40,0 14,3	15,3 8,1	0,63 0,34	14 14
	<i>Seslerio-Ostryctum quercetosum</i> Horv. Smeđe submediteransko tlo na vapnenačkoj breči — Brown submedi- teranean soil on limestone breccia	285	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> (B)	0—6 7—15 20—49	0,9 1,0 0,5	23,5 17,3 21,4	33,0 23,3 30,0	42,6 53,2 48,1	6,8 4,9 7,2	5,8 3,6 6,3	38,5 32,8 35,7	7,3 5,1 3,2	48,8 64,3 38,9	84,1 14,3 91,8	0,2 0,5 0,0	40,0 13,4 15,9	14,4 8,0 7,5	0,55 0,29 0,30	15 16 14
Gornji Zavižan	<i>Edraanthetum</i> prov. Planinska crnica na vapnencu Mountain black earth on limestone	342	A <sub>1</sub>	5—15—17	0,6	46,8	42,6	10,0	7,7	6,9	—	—	—	—	0,0	11,3	15,0	0,70	12
Velika kosa	<i>Anthylietum</i> prov. Planinska crnica na vapnencu Mountain black earth on limestone	338	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> '	0—12 18—48	0,6 0,3	40,7 34,1	40,5 42,4	18,2 32,2	6,8 7,3	6,1 6,6	46,8 47,3	3,3 1,9	50,1 49,2	93,4 96,1	2,3 0,3	33,0 9,4	28,0 17,6	1,17 0,64	14 12
Zavižan - Ripište	<i>Nardetum subalpinum</i> Horv. Ilimerizirano tlo na iliktnoj glini povrh vapnena — Illimerized soil on relict clay above limestone	359	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> A <sub>2</sub> D	0—6 10—28 42—82 86—106 110—170	2,2 0,5 0,1 0,2 0,1	35,4 22,7 20,7 38,6 15,7	34,6 45,2 41,6 38,6 29,0	25,8 31,6 37,6 34,0 55,2	4,6 5,1 5,6 5,8 5,8	4,0 4,2 4,3 4,3 4,3	7,9 32,6 22,2 19,8 12,0	22,6 37,5 25,6 26,5 17,2	34,9 12,5 26,2 18,0 41,1	5,3 1,2 0,8 2,6 0,3	39,0 9,6 5,0 6,7 10,2	15,8 6,8 2,6 1,3 0,8	0,62 0,50 0,12 0,05 0,04	15 13 13 12 11	



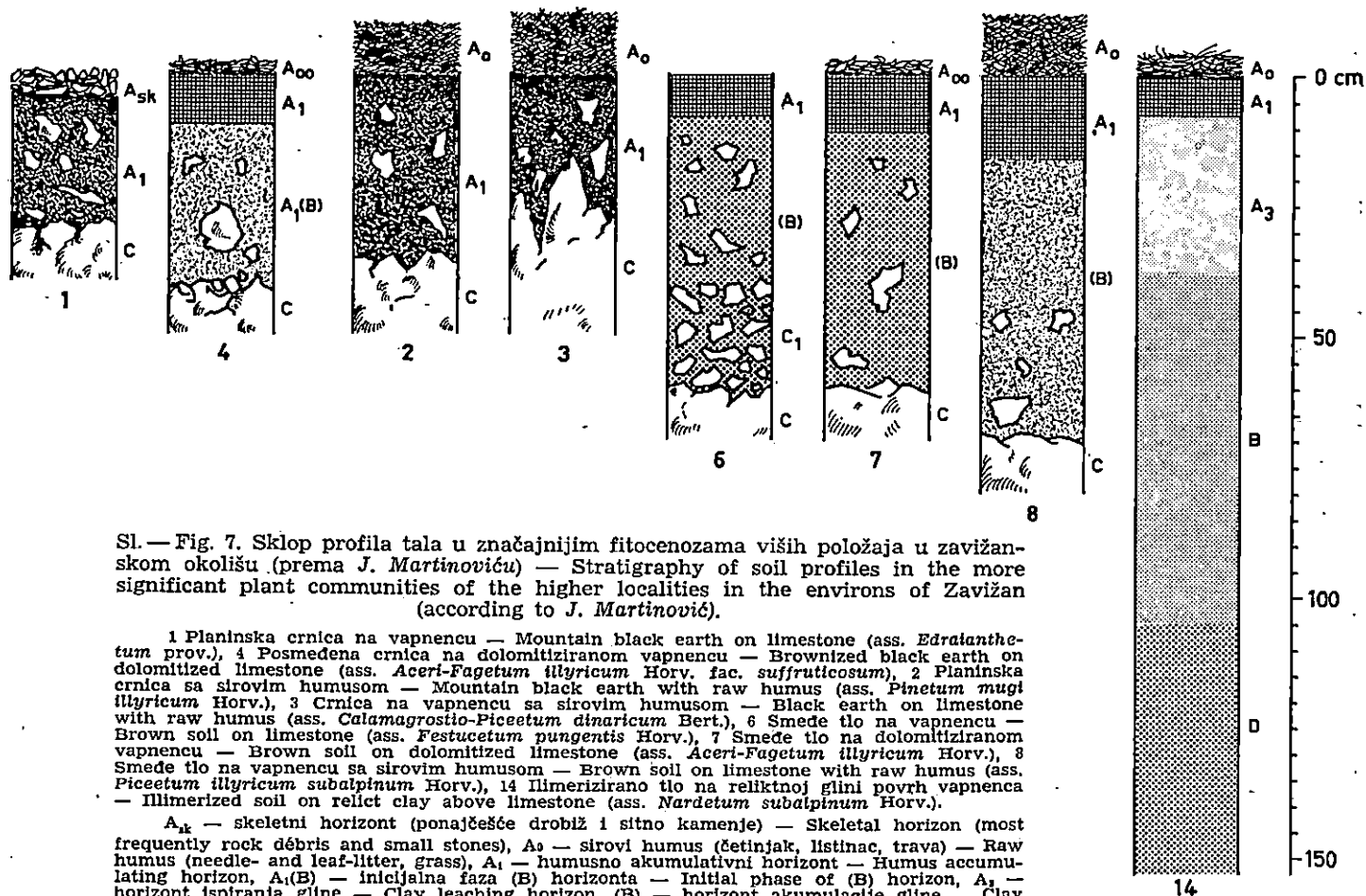
Gračanin 1962) i novim prijedlogom pedološke klasifikacije tala Jugoslavije (Neugebauer et al. 1963), Martinović je u području Zavižana izdvojio i opisao slijedećih 15 pedosistematskih jedinica tala:

1. planinske crnice na vapnencu,
2. planinske crnice sa sirovim humusom,
3. crnice na vapnencima sa sirovim humusom,
4. posmeđene crnice na vapnencu,
5. rendzine na dolomitiziranom vapnencu,
6. smeđa tla na vapnencu,
7. smeđa tla na dolomitiziranom vapnencu,
8. smeđa tla na vapnencu sa sirovim humusom,
9. smeđa ilimerizirana tla na vapnencu,
10. ilimerizirana tla na vapnencu,
11. smeđa submediteranska tla na čistim vapnenačkim brečama,
12. smeđa submediteranska ilimerizirana tla na čistim vapnenačkim brečama,
13. smeđe tlo (paraautohtono, eolsko?) na vapnencu,
14. ilimerizirana tla na reliktnoj glini povrh vapnenca i
15. smeđe podzolasto tlo na praškastom nanosu povrh vapnenca.

Prilikom kartiranja utvrđene su neke pravilnosti u rasprostranjenosti tala, koje uglavnom zavise o litološkim i bioklimatskim čimbenicima. Na samim planinskim vrhovima razvijene su planinske crnice (u smislu M. Gračanina), a nešto niže nadovezuje se zona posmeđenih crnica, posmeđenih rendzina i smeđih tala na dolomitiziranim vapnencima. Ispod 1.500 m nadmorske visine na ravnijim terenima i padinama blagih nagiba nalazi se pojas smeđih ilimeriziranih (lesiviranih) tala i ilimeriziranih tala na vapnencima. Na čistim vapnenačkim brečama zapadnog dijela istraživanog područja ispod cca 1.200 m nadm. visine razvila su se smeđa submediteranska tla i njihove varijante, a akcesorno i crvenice.

U tabeli 18. prikazana su osnovna fizikalna i kemijska svojstva samo geografski najdominantnijih tala pojedinih biljnih zajednica, a na slici 7 shematizirana stratigrafska građa njihovih profila. Može se zaključiti, da se ektohumusni slojevi tala u pojedinim fitocenzama znatno razlikuju s obzirom na sadržaj N P K Ca i Mg. Veći je postotni udio tih elemenata u ektohumusnim slojevima pod različitim zajednicama jele i smreke (*Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv., *Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert. i *Piceetum illyricum subalpinum* Horv.), a znatno manje pod šumama bora (*Pinetum mugii illyricum* Horv., *Pinetum nigrae submediterraneum* Anić).

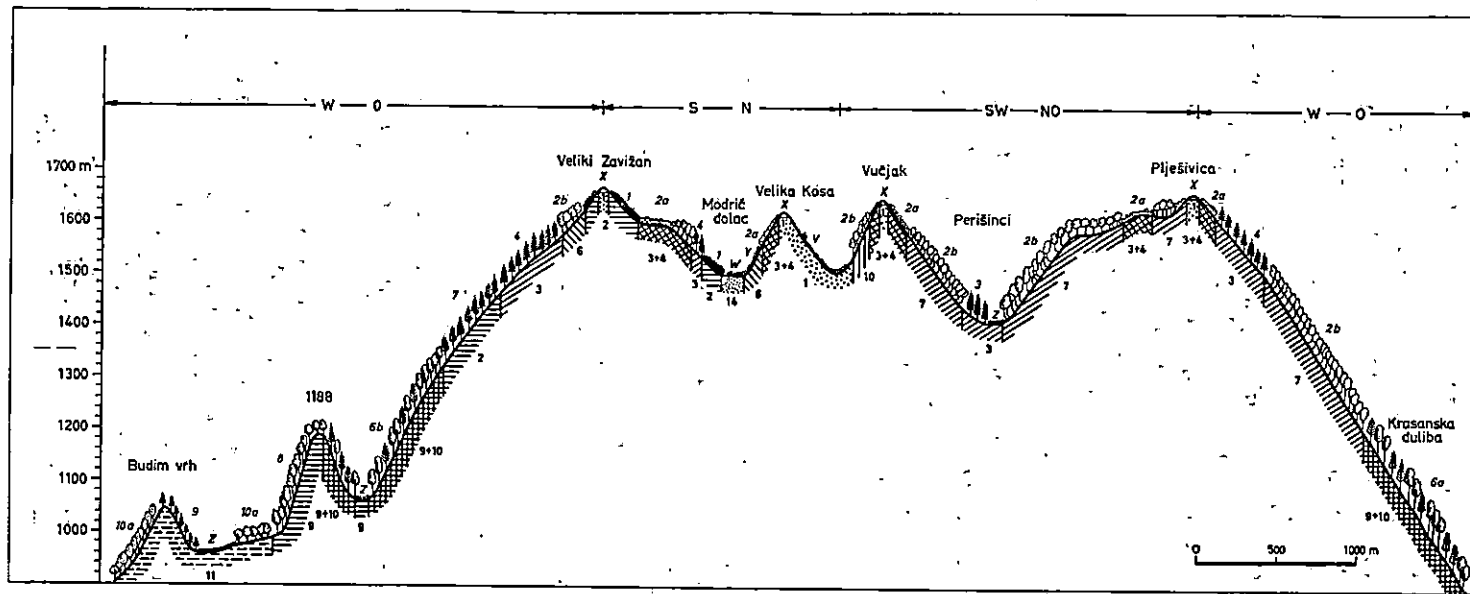
Sastav humusa (po metodi Kononove) proučavan je — na osnovi analize po jednoga glavnog profila — u smeđem ilimeriziranom tlu ass. *Aceri-Fagetum illyricum* Horv., smeđem ilimeriziranom tlu zajednice *Abieti-Fagetum illyricum* Horv. (dinarska primorska podvarijanta) te smeđem submediteranskom tlu pod fitocenzom *Pinetum nigrae submediterraneum* Anić. Rezultati istraživanja su pokazali, da se tla spomenutih zajednica međusobno razlikuju po sastavu humusa, ali da imaju u tom pogledu i neke zajedničke karakteristike. Tako imaju podjednaki sadržaj C u ostatku tla i isti stalni pravac povećanja postotka agresivnih humusnih kiselina (C izdvojen s 0,1 u H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) te fulvokiselina s porastom dubine tla. Po odnosu huminskih i fulvokiselina kao i po sadržaju huminskih kiselina vezanih s kalcijem bitno se razlikuju smeđa ilimerizirana tla na vapnencu pod zajednicama bukve, odnosno bukve i jele (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. i *Abieti-Fagetum illyricum* Horv.) od smeđega submedi-



Sl. — Fig. 7. Sklop profila tala u značajnijim fitocenozama viših položaja u zavižanskom okolišu (prema J. Martinoviću) — Stratigraphy of soil profiles in the more significant plant communities of the higher localities in the environs of Zavižan (according to J. Martinović).

1 Planinska crnica na vapnencu — Mountain black earth on limestone (ass. *Edralanthe-tum* prov.), 4 Posmeđena crnica na dolomitiziranom vapnencu — Brownized black earth on dolomitized limestone (ass. *Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*), 2 Planinska crnica sa sirovim humusom — Mountain black earth with raw humus (ass. *Pinetum mugl illyricum* Horv.), 3 Crnica na vapnencu sa sirovim humusom — Black earth on limestone with raw humus (ass. *Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert.), 6 Smeđe tlo na vapnencu — Brown soil on limestone (ass. *Festucetum pungentis* Horv.), 7 Smeđe tlo na dolomitiziranom vapnencu — Brown soil on dolomitized limestone (ass. *Aceri-Fagetum illyricum* Horv.), 8 Smeđe tlo na vapnencu sa sirovim humusom — Brown soil on limestone with raw humus (ass. *Piceetum illyricum subalpinum* Horv.), 14 Ilimerizirano tlo na reliktnoj glini povrh vapnenca — Ilimerized soil on relict clay above limestone (ass. *Nardetum subalpinum* Horv.).

A<sub>sk</sub> — skeletni horizont (ponajčešće drobiž i sitno kamenje) — Skeletal horizon (most frequently rock débris and small stones), A<sub>0</sub> — sirovi humus (četinjak, listinac, trava) — Raw humus (needle- and leaf-litter, grass), A<sub>1</sub> — humusno akumulativni horizont — Humus accumulating horizon, A<sub>1(B)</sub> — inicijalna faza (B) horizonta — Initial phase of (B) horizon, A<sub>3</sub> — horizont ispiranja gline — Clay leaching horizon, (B) — horizont akumulacije gline — Clay accumulating horizon, B — iluvijalni horizont — Illuvial horizon, C<sub>1</sub> — rastrošena matična stijena — Decayed parent rock, C — kompaktna (jedra) matična stijena — Solid (hard) parent rock, D — fosilna crvenkasta glina — Fossil reddish clay.



Sl. — Fig. 8. Vegetacijsko-pedološki profil od primorskih padina preko velebitskih vrhunaca prema Lici (prema S. Bertoviću i J. Martinoviću) — Vegetational-pedological transect from littoral slopes over the Velebit summits towards the Province of Lika (according to S. Bertović and J. Martinović).

1 *Pinetum mugii illyricum* Horv., 2a *Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*, 2b *Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *typicum*, 3 *Piceetum illyricum subalpinum* Horv., 4 *Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert., 6a *Abieti-Fagetum illyricum* Horv. (dinarska kontinentalna podvarijanta — Dinaric continental subvariant), 6b *Abieti-Fagetum illyricum* Horv. (dinarska primorska podvarijanta — Dinaric littoral subvariant), 7 *Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv., 8 *Seslerio autumnalis-Fagetum illyricum* Horv., 9 *Pinetum nigrae submediterraneum* Anić, 10a *Seslerio-Ostryetum sorbetosum* Horv., X *Edraianthetum* prov., Y *Festucetum pungentis* Horv., V *Anthyllidetum* prov., W *Nardetum subalpinum* Horv., Z Neodredeni tipovi livada — Non-classified meadow types.

1 Planinska crnica na vapnencu — Mountain black earth on limestone, 2 Planinska crnica sa sirovim humusom — Mountain black earth with raw humus, 3 Crnica na vapnencu sa sirovim humusom — Black earth on limestone with raw humus, 4 Posmeđena crnica na vapnencu — Brownized black earth on limestone, 6 Smeđe tlo na vapnencu — Brown soil on limestone, 7 Smeđe tlo na dolomitiziranom vapnencu — Brown soil on dolomitized limestone, 9 Smeđe ilimerizirano tlo na vapnencu — Brown illimerized soil on limestone, 10 Ilimerizirano tlo na vapnencu — Illimerized soil on limestone, 11 Smeđe submediteransko tlo na čistim vapnenačkim brečama — Brown submediterranean soil on pure limestone breccias, 14 Ilimerizirano tlo na reliktnoj glini površ vapnenca — Illimerized soil on relict clay above limestone.

teranskog tla pod zajednicom *Pinetum nigrae submediterraneum* Anić, koje ima znatno povoljniji sastav humusa.

S ciljem da se što bolje definiraju značajke tala pojedinih fitocenoza, zajednički smo položili mrežu pedoloških profila, tako da se nalaze u točno određenim i kartiranim biljnim zajednicama. Na taj je način Martinović utvrdio u okolišu Zavižana slijedeće odnose između vegetacijskih tipova i pedosistematskih jedinica tala.

Zajednica klekovine bora (*Pinetum mugii illyricum* Horv.) rasprostranjena je na planinskim crnicama sa sirovim humusom. Klekovinu bukve (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*) nalazimo na posmeđenim crnicama i posmeđenim rendzinama, a samo iznimno na smeđim tlima povrh vapnenaca.

Pretplaninska šuma bukve (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv.) ima široku pedološku amplitudu. Nalazimo je na crnicama, rendzinama, smeđim tlima na vapnencima i smeđim ilimeriziranim te ilimeriziranim tlima na vapnencima.

Za pretplaninsku šumu smreke (*Piceetum illyricum subalpinum* Horv.), šumu smreke s milavom (*Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert.) te zajednicu jele i smreke s milavom (*Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv.) karakteristične su crnice na vapnencu sa sirovim humusom. Prvospomenuta pretplaninska šuma smreke razvija se još i na smeđem tlu na vapnencu sa sirovim humusom.

Obje dinarske podvarijante (kopnena i primorska) šume bukve s jelom (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv.) nastavaju uglavnom duboka smeđa ilimerizirana tla na vapnencu i duboka ilimerizirana tla na vapnencu. Međutim, može se očekivati da će detaljnije pedološke analize (npr. humusa, šumske prostirke i sl.) ukazati na podrobnije diferencijacije unutar toga tipa tla u navedenim podvarijantama šume. Za primorsku šumu bukve (*Seslerio autumnalis-Fagetum illyricum* Horv.) tipična su smeđa tla i smeđa ilimerizirana tla na vapnencima.

U području rasprostranjenosti submediteranske šume crnog bora (*Pinetum nigrae submediterraneum* Anić) nalazimo crnice i posmeđene crnice sa sirovim humusom, smeđe submediteransko tipično ili ilimerizirano tlo na vapnenačkim brečama, a akcesorno dolazi i crvenica na čistim vapnenačkim brečama. Pod zajednicom crnograba i mukinje sa šašikom (*Seslerio-Ostryetum sorbetosum* Horv.) najzastupljenije je erodirano smeđe submediteransko tlo na vapnenačkoj breči. Šuma crnograba i hrastova sa šašikom (*Seslerio-Ostryetum quercetosum* Horv.) nastava ponajčešće smeđe submediteransko ilimerizirano tlo na vapnenačkim brečama.

Tlima pretplaninskih livada i rudina zavižanskog okoliša zajednička je karakteristika, da nemaju ektohumusnih slojeva. Međutim, stratigrafija i morfološka svojstva tala pod tim zajednicama međusobno se bitno razlikuju. Za livadu tvrdače (*Nardetum subalpinum* Horv.) značajna su dva tla: u nižim položajima ilimerizirano tlo na reliktnoj glini povrh vapnenaca, a u višima (npr. podno Gornjega Zavižana) smeđe podzolasto tlo na praškastom nanosu povrh vapnenaca. Livadnu zajednicu *Anthyllidetum* karakterizira planinska crnica i planinska crnica diferenciranog A horizonta. Rudina oštre vlasulje (*Festucetum pungentis* Horv.) nastava smeđe tlo na vapnencu, a ispod sastojina omelike (*Genista radiata*) na

Jezerima nalazimo smeđe ilimerizirano tlo. Kamenjara zvonca (*Edraian-thetum* prov.) razvila se na vjetru najizloženijim staništima sa specifičnom planinskom crnicom s  $A_{sk}$  horizontom u smislu Z. Gračanina (1963, 1968).

Na priloženom vegetacijsko-pedološkom profilu (Sl. 8) prikazane su netom opisane pravilnosti u međusobnom odnosu glavnih tipova vegetacije i tala u širem zavižanskom okolišu.

## VII. MIKROKLIMA NEKIH FITOCENOZA — MICROCLIMATE OF CERTAIN PHYTOCOENOSES

Korelacija vegetacije i klime odavno se naglašuje i opisuje u mnogobrojnim stranim i domaćim publikacijama, pa smo toj problematici u Hrvatskoj obratili osobitu pozornost (Bertović 1960, 1970 i dr.). U toj oblasti primijenjene klimatologije (fitološke bioklimatologije) predstavlja posebni problem mikroklima pojedinih biljaka, biljnih zajednica ili šire shvaćenih biogeocenoza (ekosistema). Rasvjetljivanju toga važnoga znanstvenog i praktičnoga zadatka posvećena su mnoga istraživanja (Baumgartner 1958, Geiger 1961, Braun-Blanquet 1964 i dr.). Ako, povezano s tim, imamo pred očima radove Maksića i Metzgera (apud Horvat 1962), Ilijanića (1959, 1970), Maksića sa suradnicima (1962) i nekolicine drugih istraživača, tada se može utvrditi, da su proučavanja iz te aktualne oblasti mikroklimatologije bila u Hrvatskoj dosta zanemarena (Bertović 1971a, Zeljak 1973).

U sklopu istraživanja tipova šuma i šumskih staništa Hrvatske pristupio sam već prije (Bertović 1960a) osnutku silvometeoroloških stanica, nabavci meteoroloških instrumenata i svim potrebnim pripremanjima za provedbu sezonskih poredbenih mikroklimatoloških istraživanja. Svemu tome bio je cilj, da se prouči i definiraju najvažnije značajke regionalne i lokalne klime fitocenoza iz različitih vegetacijskih područja u Hrvatskoj. Prvo tako istraženo područje je uži okoliš Zavižana, gdje je unutar klimatskozonske pretplaninske šume bukve razvijeno više mikroklimatski i edafski lokalno uvjetovanih zajednica. Za naša poredbena istraživanja klime staništa (ekoklime) izabrao sam šest najreprezentativnijih i to: pretplaninsku šumu bukve i pretplaninsku šumu smreke na sjeveroistočnim obroncima Vučjaka i ponikve Perišinci, pa klekovinu bora krikulja, klekovinu bukve, rudinu oštre vlasulje i livadu tvrdače u Modrić dolcu. Spomenute fitocenoze su ondje razvijene na razmjerno malom prostoru i najbolje karakteriziraju subalpinski vegetacijski pokrov, ne samo u zavižanskom okolišu već i ostalim sličnim predjelima dinarskog masiva. Položaj i pobježe oznake staništa svih fitocenoza, u kojima su provedena meteorološka motrenja u sklopu naših mikroklimatoloških istraživanja vide se na Karti 4, u Tab. 19., na Sl. 9 i 10, njihov floristički sastav u Tab. 20., a izgled na Fot. 17—22.

U suradnji sa stručnjacima Republičkoga hidrometeorološkoga zavoda SRH u Zagrebu kompletirani su instrumenti i terenska oprema, sastavljena je metodika rada, a potom su provedena poredbena sezonska istraživanja kompleksa mikroklime i posebno dnevna motrenja apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu.

Tab. 19 Podaci o lokalitetima gdje su provedena istraživanja kompleksa mikroklimata (a) i motrenja apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu (b) — Data of localities where investigations of the complex of microclimate (a) and observations of minimal air temperatures near ground (b) were carried out

Oznaka* Designation		Naziv — Appellation	Nadm. visina Altitude, (m)	Izloženost Aspect	Nagib Slope	Opaska — Remark	
a	b						
		lokaliteta i područne fitocenoze — of locality and corresponding phytocoenoses					
1		Perišinci — <i>Piceetum illyricum subalpinum</i> Horv.	1410	NO	33°	Šuma prekinutoga sklopa pri dnu vrtače — Forest with interrupted canopy at bottom of sinkhole	
2		Perišinci — <i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv. fac. <i>typicum</i>	1520	NO	20°	Šuma zatvorenoga sklopa na obronku — Forest with closed canopy on slope	
3	2	Modrić dolac	<i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv. fac. <i>suffruticosum</i>	1545	S	22°	Klekovina prekinutoga sklopa na obronku — Elfin-wood formation with interrupted canopy on slope
4	4		<i>Festucetum pungentis</i> Horv.	1525	S	28°	Rudina na obronku — Karst pasture on slope
5	5		<i>Nardetum subalpinum</i> Horv.	1485	—	—	Livada na dnu dolca otvorenog prema istoku — Meadow at the bottom of small valley open towards east
6	3		<i>Pinetum mugi illyricum</i> Horv.	1530	N	35°	Klekovina prekinutoga sklopa na obronku — Elfin-wood formation with interrupted canopy on slope
	1	Meteorološka stanica Vučjak — Weather Station Vučjak ( <i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv.)	1594	SW	0°	Meteorološki krug stanice — Meteorological site of station	

\* Oznake pod a se odnose na kartu 4 i Tab. 20, a oznake pod b na Sl. 9. i 10 te na Tab. 21 i 22 — Designations under a relate to Map 4 and Tab. 20, while the designations under b relate to Figs. 9 and 10, and to Tabs. 21 and 22.

Tab. 20. Fitocenološke snimke biljnih zajednica iz okoliša Zavižana, u kojima su provedena poredbena mikroklimatoška istraživanja — Phytocoenological relevés of plant communities in the environs of Zavižan in which the comparative microclimatological investigations were carried out

Životni oblik — Life form	Opis lokaliteta Description of locality	Fitocenoza — Phytocoenosis					
		<i>Pinetum mugii</i> <i>illyricum</i> Horv.	<i>Piceetum illyricum sub-</i> <i>alpinum</i> Horv.	<i>Aceri-Fagetum</i> <i>illyricum</i> fac. <i>suffruticosum</i> Ht	<i>Aceri-Fagetum</i> <i>illyricum</i> fac. <i>typicum</i> Horv.	<i>Festucetum</i> <i>pungentis</i> Horv.	<i>Nardetum</i> <i>subalpinum</i> Ht
	Nadmorska visina (m) Altitude	1530	1410	1545	1520	1525	1485
	Ekspozicija Aspect	N	NO	S	NO	S	—
	Nagib Slope	35°	33°	22°	20°	28°	—
	Veličina plohe (ha) Size of plot	0.02	0.03	0.02	0.16	0.02	0.02
	Snimljeno Taken on	22 — 24. VII. 1965.					
	Oznaka mikroklim. stanice Microclimat. station No.	6	1	3	2	4	5
Floristički sastav Floristic composition: A — Sloj drveća Tree layer							
P	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	A B C	1.1 + .	4.1 1.1 1.1	. . .	1.1 + .	. . .
P	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	A B	2.1 2.1	. .	. .	+ .	. .
P	<i>Sorbus aria</i> (L.) Cr.	A B	+ .	. .	. .	. +	. .
P	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	A	+r	.	.	.	.
P	<i>Abies alba</i> Mill.	B	+r°	.	.	+r°	.
P	<i>Fagus sylvatica</i> L.	A B	. .	. .	4.2 .	4.1 1.1	. .
B — Sloj grmlja Shrub layer							
P	<i>Pinus mughus</i> Scop.		4.4	.	.	.	.
P	<i>Daphne mezereum</i> L.		3.1	.	.	.	.
P	<i>Rubus idaeus</i> L.		2.1	+	+	+	.
P	<i>Rosa pendulina</i> L.		1.1	.	.	.	.

	Oznaka mikroklim. stanice Microclimat. station No.	6	1	3	2	4	5
P	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	+	.	.	.	.	.
P	<i>Rosa</i> sp.	.	+	+	+	+	.
P	<i>Ribes petraeum</i> Wulf.	.	+	.	.	.	.
P	<i>Salix grandifolia</i> Ser.	.	+r	.	.	+	.
Ch	<i>Juniperus nana</i> Willd.	.	.	.	.	+3	.
P	<i>Ribes alpinum</i> L.	.	.	.	.	+	.
P	<i>Cotoneaster integerrima</i> Med.	.	.	.	.	+r	.
C — Sloj niskog rašća Low growth layer							
Ch	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	5.1	1.1	.	.	.	.
H	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	2.4	.	.	+3	.	.
G	<i>Prenanthes purpurea</i> L.	2.1	.	.	3.1	.	.
G	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.	2.1	.	.	1.1	.	.
H	<i>Veratrum album</i> L.	1.1	.	.	2.1	.	1.1
Ch	<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	1.1	3.1	.	.	.	.
G	<i>Symphytum tuberosum</i> L.	1.1	.	.	+	.	.
H	<i>Oxalis acetosella</i> L.	1.1	.	.	1.3	.	.
H	<i>Adenostyles alliariae</i> (Gou.) Kern.	1.1	.	.	.	.	.
G	<i>Gentiana symphyandra</i> Murb.	+	.	.	.	+	.
H	<i>Geranium macrorrhizum</i> L.	+	.	.	.	.	.
H	<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.	+	.	.	.	.	.
G	<i>Anemone nemorosa</i> L.	+	+	3.1	.	.	.
H	<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth.	+	+	.	2.2	.	.
Ch	<i>Stellaria holostea</i> L.	+r	.	2.1	.	.	.
H	<i>Homogyne silvestris</i> (Scop.) Cass.	+	.	.	1.1	.	.
H	<i>Veronica urticaefolia</i> Jacq.	+	.	.	+	.	.
H	<i>Laserpitium marginatum</i> W. K.	.	+	+	+r	.	.
G	<i>Mercurialis perennis</i> L.	.	.	3.1	5.1	.	.
H	<i>Carex silvatica</i> Huds.	.	.	.	3.2	.	.
G	<i>Cardamine enneaphyllos</i> (L.) Cr.	.	.	.	3.1	.	.
H	<i>Adenostyles glabra</i> (Vill.) DC.	.	.	.	3.1	.	.
G	<i>Anemone ranunculoides</i> L.	.	.	.	1.1	.	.
G	<i>Asperula odorata</i> L.	.	.	+	+3	.	.
H	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	.	.	3.1	+	.	.
H	<i>Cardamine trifolia</i> L.	.	+r	2.1	.	.	.
H	<i>Galium austriacum</i> Jacq.	.	.	1.2	+	.	.
H	<i>Silene vulgaris</i> (Mch.) Garcke	.	.	+2	+	.	.
H	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) Schm.	.	+	+1	+	.	.
G	<i>Convallaria maialis</i> L.	.	.	+	+	.	.
H	<i>Fragaria vesca</i> L.	.	+	+	+	.	.
H	<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Crantz	.	.	+	+	.	.
G	<i>Calamintha grandiflora</i> (L.) Mch.	.	.	+	+r	.	.
H	<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn.	.	.	.	+	.	.
Ch	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	.	.	.	+	.	.
P	<i>Atragene alpina</i> L.	.	+r	.	+	.	.
H	<i>Aquilegia</i> sp.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Carex</i> sp.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Viola silvestris</i> Lam.	.	.	.	+	.	.
G	<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Helleborus istriacus</i> (Schiffn.) Borb.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Actaea spicata</i> L.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Geranium silvaticum</i> L.	.	+	.	+	.	.
H	<i>Phyteuma spicatum</i> L.	.	.	.	+	.	.



Oznaka mikroklim. stanice Microclimat. station No.		6	1	3	2	4	5
G	<i>Corallorrhiza trifida</i> Châtelain	.	.	.	+	.	.
H	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	.	+	.	+	.	.
H	<i>Myosotis silvatica</i> Höffm.	.	+	.	+	.	.
H	<i>Hieracium murorum</i> L.	.	+	.	+r	.	.
H	<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	.	.	.	+r	.	.
H	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	.	.	.	+r	.	.
H	<i>Senecio</i> sp.	.	.	.	+r	.	.
H	<i>Digitalis</i> sp.	.	.	.	+	.	.
H	<i>Peucedanum</i> sp.	.	.	+	.	.	.
H	<i>Viola</i> sp.	.	.	+	.	.	.
H	<i>Carex montana</i> L.	.	4.2	+?	.	+?	.
H	<i>Polygonum viviparum</i> L.	.	2.1	.	.	.	.
H	<i>Viola biflora</i> L.	.	1.2	.	.	.	.
H	<i>Epilobium angustifolium</i> (L.) Scop.	.	+	.	.	.	.
H	<i>Luzula silvatica</i> (Huds.) Gaud.	.	+	.	.	.	.
H	<i>Trollius europaeus</i> L.	.	+	.	.	.	.
G	<i>Allium victorialis</i> L.	.	+	.	.	.	.
H	<i>Valeriana montana</i> L.	.	+	+	.	.	.
H	<i>Valeriana tripteris</i> L.	.	+	.	.	+	.
H	<i>Aquilegia nigricans</i> Baumg.	.	+	.	.	.	.
G	<i>Orchis globosa</i> L.	.	+	.	.	.	.
H	<i>Festuca pungens</i> Kit.	+	.	.	.	5.2	.
H	<i>Anthyllis alpestris</i> Rchb.	.	.	.	.	3.2	.
H	<i>Calamintha alpina</i> (L.) Lam.	.	.	.	.	2.4	.
H	<i>Bromus erectus</i> Huds.	.	.	.	.	2.2	.
H	<i>Hieracium pilosella</i> L.	.	.	.	.	1.3	1.2
H	<i>Dianthus bebicus</i> Vis.	.	.	.	.	1.2	.
H	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	.	.	1.1	.
H	<i>Galium erectum</i> Huds.	.	.	.	.	1.1	.
H	<i>Vicia villosa</i> Roth.	.	.	.	.	1.1	.
H	<i>Achillea clavinae</i> L.	.	.	.	.	+3	.
H	<i>Primula columnae</i> Ten.	.	.	.	.	+2	.
H	<i>Trifolium montanum</i> L.	.	.	.	.	+	.
H	<i>Gentiana verna</i> L.	.	.	.	.	+	.
Ch	<i>Helianthemum ovatum</i> (Viv.) Dun.	.	.	.	.	+	.
H	<i>Lotus corniculatus</i> L.	.	.	.	.	+	.
H	<i>Cirsium eriophorum</i> (L.) Scop.	.	.	.	.	+	.
H	<i>Hypericum alpinum</i> W. K.	.	.	.	.	+	.
Ch	<i>Veronica jacquini</i> Baumg.	.	.	.	.	+	.
H	<i>Thalictrum minus</i> L.	.	.	.	.	+	.
H	<i>Thalictrum velebiticum</i> Deg.	.	.	.	.	+	.
H	<i>Crepis kitaibelii</i> Froel	.	.	.	.	+	.
T	<i>Alectolophus subalpinus</i> Stern.	.	.	.	.	+	.
H	<i>Campanula rotundifolia</i> L.	.	.	.	.	.	1.1
H	<i>Nardus stricta</i> L.	.	.	.	.	.	5.2
H	<i>Festuca violacea</i> Gaud.	.	.	.	.	.	4.2
H	<i>Koeleria</i> sp.	.	.	.	.	.	3.2
H	<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	.	.	.	1.1
H	<i>Potentilla tormentilla</i> Neck.	.	.	.	.	.	+3
H	<i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC.	.	.	.	.	.	+2
H	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	.	.	.	.	.	+2
Ch	<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gärtn.	.	.	.	.	.	+
D — Sloj mahovina i lišajeva Layer of mosses and lichens							
	<i>Hylocomium splendens</i> Br. eur.	2.3	.	.	.	.	.
	<i>Hylocomium triquetrum</i> Br. Sch. G.	1.3	+2	.	.	.	.
	<i>Brachythecium rutabulum</i> (L.) Br. eur.	2.2	.	.	.	.	.

Oznaka mikroklim. stanice Microclimat. station No.	6	1	3	2	4	5
<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	+2	1.2	.	.	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i> L.	.	+3	.	.	.	.
<i>Dicranum undulatum</i> Ehrh.	.	+3	.	.	.	.
<i>Mnium undulatum</i> Weiss.	.	+2	.	.	.	.
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dum.	.	+2	.	.	.	.
<i>Syntrichia ruralis</i> Brid.	.	+3	.	.	.	.
<i>Polytrichum</i> sp.	.	+2	.	.	.	.
<i>Peltigera canina</i> (L.) Willd.	.	+3	.	.	.	.
<i>Parmelia furfuracea</i> (L.) Ach.	+	.	.	.	.	+3

a) *Istraživanje kompleksa mikroklimata — Investigation into the complex of microclimate*

Navedena istraživanja sam organizirao i proveo u suradnji s Cindrićem i tehničkim osobljem HMZ-a godine 1965. između 20. i 26. srpnja, dakle u razdoblju optimalnom za razvitak tamošnje vegetacije. Motrenja su se obavljala kroz 5 dana, simultano na 6 lokaliteta, svaki sat počevši od 07 do 19 sati, u različitim visinama (0'05, 0'5, 1'0 i 2'0 m) prizemnog sloja zraka i u različitim dubinama tla (2'0, 10'0, 30'0 i 50'0 cm). Mjerene su normalne i ekstremne temperature zraka, isparivanje, relativna vlaga zraka, brzina i smjer vjetera te intenzitet rose.

Rezultate tih zajednički provedenih istraživanja objavio je Cindrić (1965, 1970, 1974), pa ovdje navodim tek općenito neke utvrđene spoznaje.

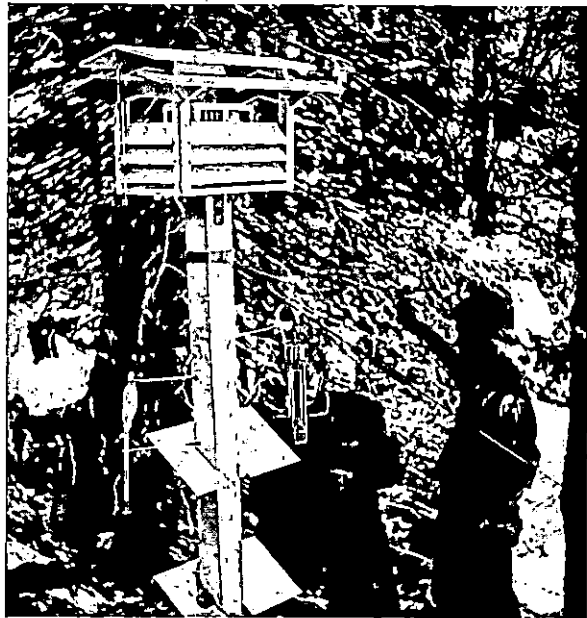
Pokazalo se, da postoje znatne razlike u vrijednostima pojedinih klimatskih elemenata na izabranim lokalitetima, tj. da svaka biljna zajednica ima svoju mikroklimu.

Hodovi normalnih i ekstremnih temperatura zraka i njihove vrijednosti u različitim mjerenim visinama specifični su tijekom dana i noći za svaku biljnu zajednicu. Zasad se može reći, da sve fitocenozе imaju identični dnevni hod relativne vlage, a njezine su najviše vrijednosti zabilježene u pretplaninskoj šumi smreke. Postoje razlike u količinama isparene vode, kako na pojedinim lokalitetima, tako i na pojedinim mjerenim visinama. Najviše maksimalne i minimalne terminske temperature tla na dubini od 2 cm zabilježene su u livadi tvrdače, a na 30 cm dubine u rudini oštre vlasulje. Najniže identične temperature u obje dubine tla zabilježene su u pretplaninskoj šumi smreke. Istraživanja intenziteta svjetla i pojave rose zasad nisu dala osobitih rezultata.

Analogna poredbena mikroklimatološka istraživanja proveli smo kasnije u biljnim zajednicama u dolini Mirne (Istra) i okolišu Kozjaka na Plitvičkim jezerima, a prema tim uzorima i metodici istraživanja nastavljena su iza god. 1968. slična proučavanja u Lici, Gorskom kotaru, na Macelju i Papuku.

b) *Istraživanja apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu — Investigation of absolute minimum air temperatures near ground*

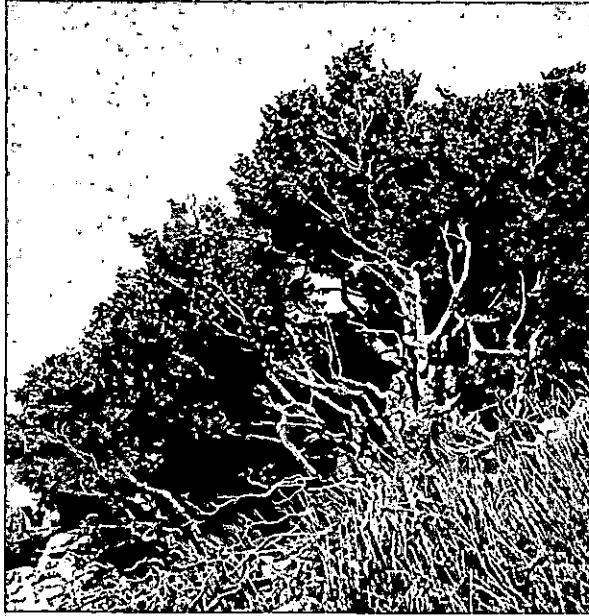
Poznato je, da se prizemni granični sloj između zemlje i atmosfere odlikuje najvećom aktivnosti toplinske razmjene, pa su njegovi specifični klimatski uvjeti osobito važni, jer se tu odvija niz vrlo osjetljivih životnih



Fot. - Phot. 17. Ponikva Perišinci. Mikroklimatološka stanica br. 1 u pretplaninskoj šumi smreke (*Piceetum illyricum subalpinum* Horv.) — Perišinci sinkhole. Microclimatological station No. 1 in subalpine Spruce forest (*Piceetum illyricum subalpinum* Horv.).



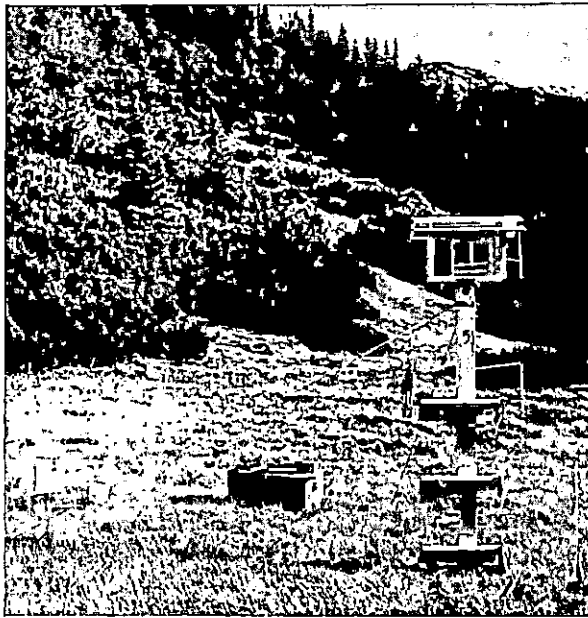
Fot. - Phot. 18. Obronak ponikve Perišinci. Mikroklimatološka stanica br. 2 u tipičnoj pretplaninskoj šumi bukve (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *typicum*) — Slope of the Perišinci sinkhole. Microclimatological station No. 2 in a typical subalpine Beech forest (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *typicum*).



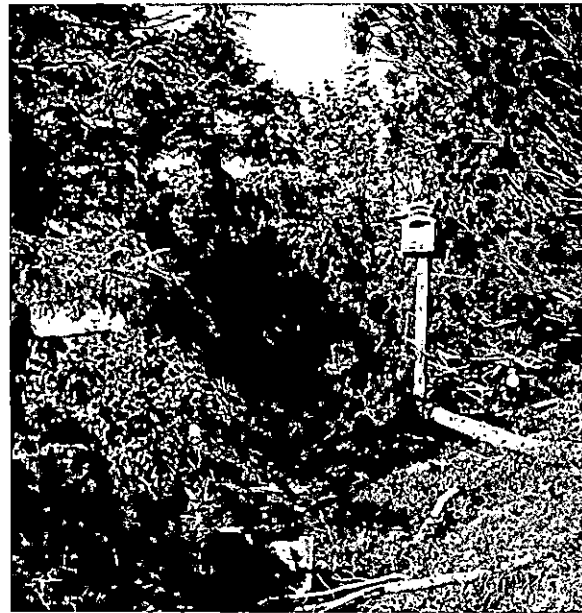
Fot. - Phot. 19. Obronak Modrić dolca. Klekovina bukve (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*) u kojoj je bila mikroklimatološka stanica br. 3 — Modrić Dolac slope. Beech elfin-wood formation (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*), where microclimatological station No. 3 was sited.



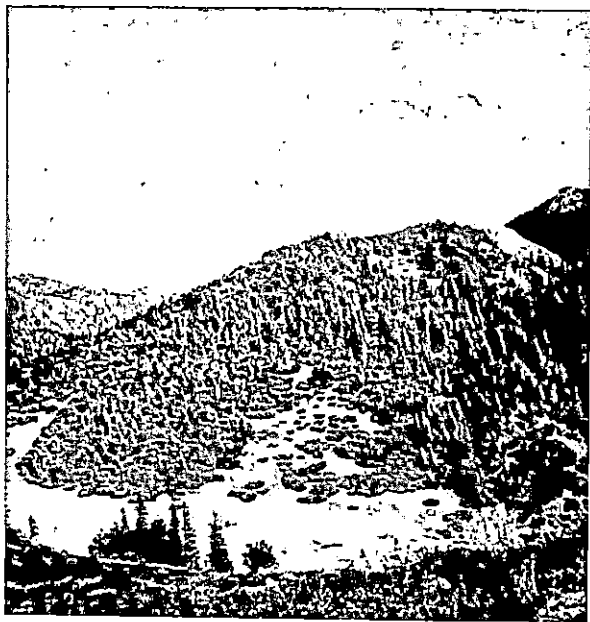
Fot. - Phot. 20. Obronak Modrić dolca. Mikroklimatološka stanica br. 4 u rudini oštre vlasulje (*Festucetum pungentis* Horv.) — Modrić Dolac slope. Microclimatological station No. 4 in the Karst pasture lands community of Prickly Fescue-grass (*Festucetum pungentis* Horv.).



Fot. - Phot. 21. Dno Modrić dolca. Mikroklimatološka stanica br. 5. u livadi tvrdače (*Nardetum subalpinum* Horv.) — Bottom of the Modrić Dolac Valley. Microclimatological station No. 5 in a Matgrass meadow (*Nardetum subalpinum* Horv.).



Fot. - Phot. 22. Obronak Modrić dolca. Mikroklimatološka stanica br. 6 u klekovini bora krivulja (*Pinetum mugii illyricum* Horv) — Modrić Dolac slope. Microclimatological station No. 6 in a Mountain Pine elfin-wood formation (*Pinetum mugii illyricum* Horv.).



Fot. - Phot. 23. Pogled na Modrić dolac gdje se nakon provedenih suvremenih tipoloških istraživanja i kartiranja pristupilo inicijativom prof. dr F. Kušana osnutku Velebitskoga botaničkog vrta — View over Modrić Dolac, where, the up-to-date typological investigations and mapping accomplished, we proceeded — on the initiative of Prof. Dr. F. Kušan — to establish a Velebit mountain botanical gardens.



Fot. - Phot. 24. Prof dr M. Anić i prof dr. F. Kušan s ekipom prilikom pregleda završenih tipoloških istraživanja i izbora lokacije za Velebitski botanički vrt. Snimljeno 21. VII. 1966. godine — Prof. Dr. M. Anić and Prof. Dr. F. Kušan with a team on the occasion of inspecting the completed typological investigations and selecting a location for Velebit mountain botanical gardens. Taken on 21st August, 1966.

Tab. 21. Granične vrijednosti i širine amplituda apsolutnih minimalnih temperatura zraka (°C) pri tlu (5 cm), na meteorološkoj stanici Vučjak i u nekim fitocenozama Medrić dolca, u mjesecima VI—X. (razdoblje 1963—1970. godine) — Limit values and amplitude variations of absolute minimum air temperatures (°C) near ground (5 cm) at Weather Station Vučjak and in some phytocoenoses of Medrić Dolac, during June—October (period 1963—1970)

Lokalitet — Fitocenoza Locality — Phytocoenosis		U godini — In year														U razdoblju 1963—1970. god. During the 1963—1970 period															
		1963.		1964.		1965.		1966.		1967.		1968.		1969.		1970.		gran. vrijednosti Limit values of	raspon Variation of amplitude—Amplitude	srednjak Mean value of											
		a*	b*	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b																
apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu (5 cm) — of abs. minim. air temperatures near ground (5 cm)																															
1	Meteor. stanica Weather station	Vučjak	2,6	11,4	8,8	nema podataka No data available		nema podataka No data available		-0,3	8,9	9,2	-1,8	7,8	9,7	-1,0	9,5	10,5	-1,1	10,5	11,6	-2,6	10,4	13,0	-2,6	11,4	8,8	13,0	10,5		
2	<i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv. fac. <i>suffruticosum</i>		0,9	13,0	12,1	nema podataka No data available		nema podataka No data available		1,0	9,9	8,9	-1,6	10,2	11,8	1,4	12,4	11,0	0,3	10,9	11,2	do 16. VI mjesec Snow till 16th June		-1,6	13,0	8,9	12,1	11,0			
3	<i>Pinetum mugii illyricum</i> Horv.		1,0	10,4	9,4	nema podataka No data available		nema podataka No data available		0,7	10,1	9,4	-1,8	7,0	8,8	-0,1	10,0	10,1	0,2	8,2	8,0	-3,1	8,2	11,3	-3,1	10,4	8,0	11,3	9,5		
4	<i>Festucetum pungentis</i> Horv.		-1,2	10,5	11,7	nema podataka No data available		nema podataka No data available		-2,7	8,5	11,2	-3,7	7,7	11,4	-0,2	9,8	10,0	-2,6	7,9	14,5	-2,8	8,6	11,5	-3,7	10,5	10,0	14,5	11,7		
5	<i>Nardetum subalpinum</i> Horv.		-3,8	8,7	12,5	nema podataka No data available		nema podataka No data available		-3,1	9,9	13,0	-6,2	7,3	13,5	-6,5	9,8	16,3	-7,7	7,0	14,7	-5,8	10,0	15,6	-7,7	10,0	12,5	16,3	14,3		
1	Meteor. stanica Weather station	Vučjak	3,4	11,5	8,1	3,1	11,4	8,3	0,0	13,2	13,2	1,8	10,3	8,5	3,4	14,8	11,4	-2,6	10,8	13,4	1,5	10,3	8,8	0,4	12,2	11,8	-2,6	14,8	8,1	13,4	10,4
2	<i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv. fac. <i>suffruticosum</i>		3,5	11,5	8,0	2,3	10,2	7,9	1,5	15,4	13,9	1,2	11,2	10,0	3,6	16,4	12,8	0,9	11,7	10,8	1,9	11,4	9,5	0,6	13,4	12,8	0,6	16,4	7,9	13,9	10,7
3	<i>Pinetum mugii illyricum</i> Horv.		3,3	11,2	7,9	2,4	7,4	5,0	-1,0	10,7	11,7	0,2	9,3	9,1	2,0	14,3	12,3	-0,4	11,2	11,6	0,3	9,7	9,4	-2,1	10,0	12,1	-2,1	14,3	5,0	12,3	9,9
4	<i>Festucetum pungentis</i> Horv.		2,1	11,1	9,0	1,1	8,3	7,2	-5,6	13,1	18,7	-3,8	9,2	12,8	0,9	13,0	12,1	-5,8	9,9	15,7	-1,8	8,4	10,2	-4,3	9,2	13,5	-5,8	13,1	7,2	18,7	12,4
5	<i>Nardetum subalpinum</i> Horv.		-2,0	10,3	12,3	0,2	6,7	6,5	-6,8	12,0	18,8	-4,6	9,9	14,5	-1,2	13,0	14,2	-6,6	9,7	16,3	-7,7	8,0	15,7	-6,4	9,3	15,7	-7,7	13,0	6,5	18,8	14,3
1	Meteor. stanica Weather station	Vučjak	0,6	11,5	10,9	2,4	11,1	8,7	0,3	12,8	12,5	-2,6	10,8	13,4	1,4	12,6	11,2	-0,2	9,6	9,8	0,8	13,1	12,5	2,3	14,7	12,4	-2,6	14,7	8,7	13,4	11,4
2	<i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv. fac. <i>suffruticosum</i>		1,0	13,5	12,5	2,0	10,2	8,2	1,0	11,9	10,9	0,3	11,9	11,6	4,3	14,2	9,9	1,8	10,2	8,4	1,1	13,2	12,1	4,7	14,3	9,8	0,3	14,3	8,2	12,5	10,4
3	<i>Pinetum mugii illyricum</i> Horv.		1,2	11,2	10,0	2,1	8,3	6,2	-1,5	10,4	11,9	-0,6	8,4	9,0	0,6	10,8	10,2	-1,1	9,2	10,3	1,2	11,8	10,6	1,1	10,1	9,0	-1,5	11,8	6,2	11,9	9,7
4	<i>Festucetum pungentis</i> Horv.		-3,0	11,6	14,6	-0,6	8,7	9,3	-4,3	11,2	15,5	-5,4	9,6	15,0	-3,0	12,0	15,0	-2,2	9,9	12,1	-0,3	11,8	11,9	-1,9	9,4	11,3	-6,4	12,0	9,3	15,5	13,1
5	<i>Nardetum subalpinum</i> Horv.		-4,1	10,3	14,4	-3,4	6,8	10,2	-5,8	9,8	15,6	-6,6	10,2	16,8	-8,2	11,6	19,8	-4,8	9,4	14,0	-3,5	12,1	15,6	-6,0	8,6	14,6	-8,2	12,1	10,2	19,8	15,1
1	Meteor. stanica Weather station	Vučjak	-3,2	9,8	13,0	-2,7	9,9	12,6	0,4	9,5	9,1	0,0	10,2	10,2	0,2	11,7	11,5	-3,0	10,1	13,1	-1,4	9,6	11,0	-4,0	12,2	16,2	-4,0	12,2	9,1	16,2	12,1
2	<i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv. fac. <i>suffruticosum</i>		-0,5	9,3	9,8	-2,8	8,6	11,4	1,5	9,8	8,3	0,1	12,0	11,9	0,6	12,4	11,8	-0,4	11,4	11,8	-0,1	10,6	10,7	-3,7	14,3	18,0	-3,7	14,3	8,3	18,0	11,7
3	<i>Pinetum mugii illyricum</i> Horv.		-2,0	9,9	11,9	-3,4	8,1	11,5	-0,8	7,2	8,0	-1,1	7,1	8,2	-2,4	7,3	9,7	-2,5	10,4	12,9	-2,6	9,4	12,0	-4,5	8,4	12,9	-4,5	10,4	8,0	12,9	10,9
4	<i>Festucetum pungentis</i> Horv.		-3,9	5,9	9,8	-6,3	6,4	12,7	-5,4	8,2	13,6	-5,4	7,9	13,3	-1,7	8,2	9,9	-4,5	11,2	15,7	-1,4	7,8	12,2	-5,6	8,5	14,1	-6,3	11,2	9,8	15,7	12,7
5	<i>Nardetum subalpinum</i> Horv.		-6,3	5,9	12,2	-7,7	6,7	14,4	-7,9	8,5	16,4	-7,1	8,3	15,4	-6,7	8,7	15,4	-8,4	11,6	20,0	-10,9	8,0	16,9	-8,5	7,8	16,3	-10,9	11,6	12,2	20,0	16,1
1	Meteor. stanica Weather station	Vučjak	-5,4	5,0	10,4	c*		-6,9	7,1	14,0	0,7	9,2	8,5	-7,0	8,8	15,8	-6,0	6,5	12,5	-3,6	5,4	9,0	-8,4	7,2	15,6	-8,4	9,2	8,5	15,9	12,3	
2	<i>Aceri-Fagetum illyricum</i> Horv. fac. <i>suffruticosum</i>		-4,4	5,2	9,6	c*		-6,4	7,6	14,0	-0,5	9,4	9,9	-5,7	9,1	14,8	-5,5	6,6	12,1	-2,9	5,7	8,6	-7,8	8,8	16,6	-7,8	9,4	6,6	16,6	12,2	
3	<i>Pinetum mugii illyricum</i> Horv.		-3,8	3,7	7,5	c*		-6,7	4,8	11,5	-0,4	8,1	8,5	-7,7	8,3	16,0	-6,8	6,0	12,8	-4,7	4,7	9,4	-8,0	6,1	14,1	-8,0	8,3	7,5	16,0	11,4	
4	<i>Festucetum pungentis</i> Horv.		-9,9	6,0	15,9	c*		-14,6	3,9	18,5	-2,4	8,5	10,9	-10,0	7,9	17,9	-8,0	5,9	13,9	-7,7	4,4	12,1	-8,8	3,1	11,9	-14,6	8,5	10,9	18,5	14,4	
5	<i>Nardetum subalpinum</i> Horv.		-11,6	3,8	15,4	c*		-14,8	3,4	18,2	-2,9	8,9	11,8	-14,7	8,0	23,7	-10,3	5,7	16,0	-11,3	5,2	16,8	-10,2	3,8	14,0	-14,8	8,9	11,8	22,7	16,4	

a = granične vrijednosti — Limit values; b = amplituda — Amplitude; c = nepotpuni podaci i iza 20. X snijeg — Data incomplete, snow after 20th October.

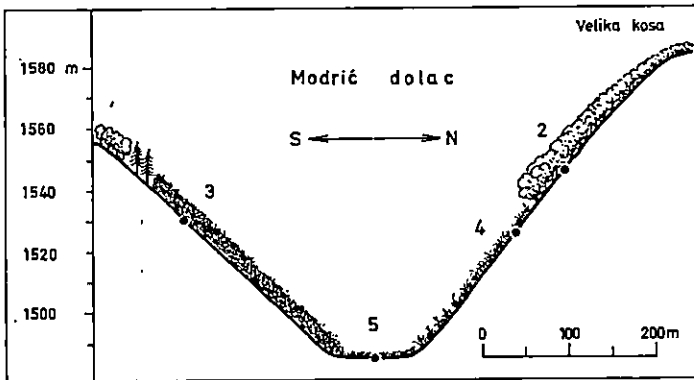
Tab. 22. Granične vrijednosti i broj dana s nastupom apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu < 0,0°C na meteorološkoj stanici Vučjak i u nekim fitocenozama Modrić dolca, u mjesecima VI—X (razdoblje 1963—1977).  
Limit values and number of days with onset of absolute minimum air temperatures near ground < 0,0°C at Weather Station Vučjak and in some phytocoenoses of Modrić Dolac during June—October (period 1963—1977).

Lokalitet — Fitocenoza Locality — Phytocoenosis		U godini. — In year																		U razdoblju 1963—1977 During the 1963—1977		
		1963.		1964.		1965.		1966.		1967.		1968.		1969.		1970.		gran. vrijednosti Limit values of	respon. Variations of dana			
		a*	b*	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b					
apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu (5 cm) sa vrijednostima < 0,0°C																				— of abs. minm. air temperatures near ground (5 cm) with values < 0,0°C		
1	Meteor. stanica Vučjak Weather station																			-0,2	-2,6	1 — 3
2	Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. suffruticosum			nema podataka No data available		nema podataka No data available																3
3	Pinetum mugii illyricum Horv.																					1 — 4
4	Festucetum pungentis Horv.	-0,1	-1,2	5																-0,3	-2,7	5
5	Nardetum subalpinum Horv.	-1,4	-3,8	7																-0,3	-3,1	11
1	Meteor. stanica Vučjak Weather station																			-0,6	-2,8	3
2	Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. suffruticosum																					
3	Pinetum mugii illyricum Horv.																			-1,0	1	
4	Festucetum pungentis Horv.																			-0,5	-5,6	5
5	Nardetum subalpinum Horv.	-2,0	1																	-0,5	-6,8	13
1	Meteor. stanica Vučjak Weather station																			-0,2	1	
2	Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. suffruticosum																					
3	Pinetum mugii illyricum Horv.																			-0,1	-1,5	4
4	Festucetum pungentis Horv.	-0,3	-3,0	2																-0,1	-4,3	9
5	Nardetum subalpinum Horv.	-1,1	-4,1	2																-0,1	-5,8	14
1	Meteor. stanica Vučjak Weather station	-2,1	-3,2	2																-0,2	-6,6	9
2	Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. suffruticosum	-0,5	1																	-0,1	-3,2	9
3	Pinetum mugii illyricum Horv.	-2,0	1																	-0,1	-4,6	6
4	Festucetum pungentis Horv.	-0,3	-3,9	6																-0,2	-3,5	4
5	Nardetum subalpinum Horv.	-0,2	-6,3	12																-0,4	-6,0	11
1	Meteor. stanica Vučjak Weather station	-2,1	-3,2	2																-0,2	-3,5	4
2	Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. suffruticosum	-0,5	1																	-1,1	1	
3	Pinetum mugii illyricum Horv.	-2,0	1																	-0,2	-0,3	2
4	Festucetum pungentis Horv.	-0,3	-3,9	6																-0,2	-2,2	3
5	Nardetum subalpinum Horv.	-0,2	-6,3	12																-0,2	-0,3	2
1	Meteor. stanica Vučjak Weather station	-0,1	-5,4	15																-0,2	-0,3	2
2	Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. suffruticosum	-0,3	-4,4	11																-0,2	-0,3	2
3	Pinetum mugii illyricum Horv.	-0,2	-3,6	15																-0,2	-0,3	2
4	Festucetum pungentis Horv.	-1,0	-9,0	19																-0,2	-0,3	2
5	Nardetum subalpinum Horv.	-0,6	-11,6	15																-0,2	-0,3	2
1	Meteor. stanica Vučjak Weather station	-0,1	-5,4	15																-0,2	-0,3	2
2	Aceri-Fagetum illyricum Horv. fac. suffruticosum	-0,3	-4,4	11																-0,2	-0,3	2
3	Pinetum mugii illyricum Horv.	-0,2	-3,6	15																-0,2	-0,3	2
4	Festucetum pungentis Horv.	-1,0	-9,0	19																-0,2	-0,3	2
5	Nardetum subalpinum Horv.	-0,6	-11,6	15																-0,2	-0,3	2

\* a = granične vrijednosti — Limit values; b = dana — Days; c = nepotpuni podaci i iza 20. X. snijeg — Data incomplete, snow after 20th October.



procesa. Zato je zanimljivo, kakav je režim apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu u spomenutom pretplaninskom području s ionako kratkim razdobljem povoljnim za razvitak vegetacije. Ekstremne minimalne temperature su, naime, jedan između odlučnih čimbenika za pridozatak i rasprostranjenost pojedinih biljnih vrsta i fitocenoza. Za spomenuta istraživanja izabrao sam, između već navedenih šest, samo četiri fitocenoze (Sl. 9) i to: klekovinu bukve, klekovinu bora krivulja, rudinu oštre vlasulje i livadu tvrdače. Zbog usporedbe uključili smo i identične temperaturne podatke s meteorološke stanice Vučjak (v. Tab. 19).



Sl.— Fig. 9. Vegetacijski profil kroz Modrić dolac — Vegetation transect through Modrić Dolac.

2 Klekovina bukve — Beech elfin-wood formation (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*), 3 Klekovina bora krivulja — Mountain Pine elfin-wood formation (*Pinetum mugii illyricum* Horv.), 4 Rudina oštre vlasulje — Prickly Fescue-grass community (*Festucetum pungentis* Horv.), 5 Livada tvrdače — Matgrass community (*Nardetum subalpinum* Horv.)

Motrenja su započeta u suradnji s *Kiriginom* u rujnu god. 1961. i otada se svakodnevno bilježilo apsolutne minimalne temperature zraka pri tlu (na 5 cm visine) od 1. lipnja do 31. listopada svake godine\*. Prijašnja i kasnija motrenja nisu dolazila u obzir zbog zadržavanja ili pojave snježnog pokrivača.

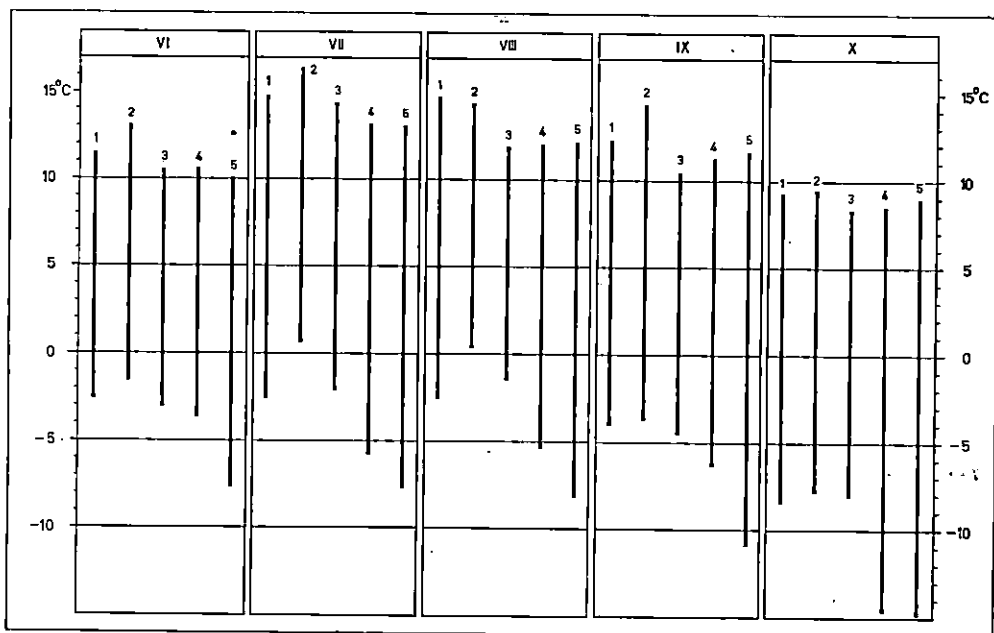
Prve rezultate tih motrenja opisao sam već prije (*Bertović* 1963a, d). Na osnovi pak podataka o apsolutnim minimalnim temperaturama zraka pri tlu u pojedinim fitocenzama Modrić dolca, koje sam iz 8-godišnjeg razdoblja motrenja (1963—1970. godine) u vrijeme između lipnja i listopada sredio u Tab. 21. i 22. može se, uz ostalo, zaključiti slijedeće.

U pogledu redoslijeda i vrijednosti nižih graničnih apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu postoje očigledne razlike među istraživanim zajednicama. Sve najniže vrijednosti (od  $-7.7$  do  $-14.8$  °C) zabilježene u livadi tvrdače, slijede one u rudini oštre vlasulje (od  $-3.7$  do  $-14.6$  °C), pa u klekovini bora krivulja (od  $-1.5$  do  $-8.0$  °C) i najzad u klekovini bukve (od  $0.3$  do  $-7.8$  °C).

\* Službeni podaci o cjelokupnim motrenjima (koja je obavio *D. Vukušić*) pohranjeni su u Republičkom hidrometeorološkom zavodu SRH u Zagrebu, Šumarskom institutu Jastrebarsko i kod autora.

Više granične vrijednosti apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu su u proučenom razdoblju, uz rijetke iznimke (IX, X — 1963., VI — 1966. i IX — 1968. god.), u svim mjesecima zabilježene u klekovini bukve i kreću se između 9'4 i 16'4 °C. Iza mjeseca srpnja se uočuje pravilnost u redosljedu vrijednosti: iza klekovine bukve slijedi livada tvrdače (8'9 do 12'1 °C), rudina oštre vlasulje (8'5 do 12'0 °C) pa klekovina bora krivoljva (8'3 do 11'8 °C).

Opisane razlike u rasponima graničnih negativnih i pozitivnih apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu u pojedinim mjesecima i fitocenzozama u promatranom razdoblju u odnosu na neke karakteristične temperature lijepo se vide na Sl. 10.



Sl. — Fig. 10. Granične vrijednosti apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu na meteorološkoj stanici Vučjak i u nekim fitocenzozama Modrić dolca u mjesecima VI — X, razdoblja 1963 — 1970. godine — Limit values of absolute minimum air temperatures near ground at Weather Station Vučjak and in some phytocoenoses of Modrić Dolac during June — October of the 1963 — 1970 period.

1 Meteorološka stanica Vučjak — Weather Station Vučjak, 2 Klekovina bukve — Beech elfin-wood formation (*Aceri-Fagetum illyricum* Horv. fac. *suffruticosum*), 3 Klekovina bora krivoljva — Mountain Pine elfin-wood formation (*Pinetum mugi illyricum* Horv.), 4 Rudina oštre vlasulje — Prickly Fescue-grass community (*Festucetum pungentis* Horv.), 5 Livada tvrdače — Matgrass community (*Nardetum subalpinum* Horv.).

Prema utvrđenim graničnim vrijednostima proizlazi, da su sve najmanje amplitude apsolutne minimalne temperature zraka pri tlu bile u mjesecu srpnju god. 1964. i iznosile su: u klekovini bora 5'0°, u livadi tvrdače 6'5°, u rudini oštre vlasulje 7'2° i u klekovini bukve 7'9 °C.

Najveće amplitude minimalne temperature zraka pri tlu bile su u klekovini bora 16'0° (X. 1967.), u klekovini bukve 18'0° (IX. 1970.), u rudini oštre vlasulje 18'7° (VII. 1965.) i livadi tvrdače 22'7 °C (X. 1967.):

Isti je redoslijed zajednica i prema veličinama srednjaka amplitude apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu. Najmanji su u klekovini bora krivulja (od 9'5 do 11'4°), veći u klekovini bukve (od 10'4 do 12'2°) i rudini oštre vlasulje (od 11'7 do 14'4°), a najveći u livadi tvrdače (od 14'3 do 16'4 °C).

Negativne apsolutne minimalne temperature zraka pri tlu (<0'0 °C) redovito su češće u travnjačkim zajednicama nego u klekovini bora ili bukve. U rudini oštre vlasulje i livadi tvrdače pojavljuju se redovito u sva četiri mjeseca, a tek u srpnju ponekad izostaju. U klekovini bora krivulja redovito se pojavljuju u IX. i X., a gdjekad i u ostala tri mjeseca. U klekovini bukve nikad ih nema u VII. i VIII. mjesecu, ponekad nastupaju u lipnju i rujnu, a redovite su samo u listopadu. Kako se vidi, apsolutne minimalne temperature zraka pri tlu <0'0 °C redovito nastupaju (unutar promatranog razdoblja VI—X. mjeseca 1963—1970. godine) u svim godinama i zajednicama jedino u listopadu, a u tom mjesecu im je i najveća učestalost po broju dana.

Na osnovi analize samo onih mjeseci, kada ima dana s negativnim vrijednostima apsolutne minimalne temperature\*, može se utvrditi da postoji pravilnost između graničnih vrijednosti i srednjaka broja dana s apsolutnom minimalnom temperaturom zraka pri tlu <0'0 °C u odnosu na biljne zajednice. Najveće takve srednjake u razdoblju od lipnja do listopada ima livada tvrdače (8'3—18'6 dana), nešto su manji za rudinu oštre vlasulje (3'7—18'1) i klekovinu bora krivulja (1'7—12'2), a najmanji su za klekovinu bukve, gdje se kreću između 0 i 8'3 dana.

Sve najviše ili najniže mjesečne vrijednosti apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu ne pojavljuju se u svim zajednicama u istim danima, premda ima, doduše vrlo rijetko, i takvih slučajeva. Tako su u promatranom razdoblju 1963—1970. godine sve najviše vrijednosti zabilježene u sve četiri zajednice (i na meteorološkoj stanici Vučjak) istog dana: 11. X. 1964, 24. VII. i 16. X. 1967, i 16. IX. 1968, a sve najniže vrijednosti: 22. VIII. i 29. IX. 1963, 27. VIII. 1966. te 26. IX. i 21. X. 1968. godine.

Za pobliže usporedbe i zaključke o svim osobitostima apsolutnih minimalnih temperatura zraka pri tlu u pojedinim fitocenoza mogu poslužiti i podaci identičnih mjerenja na meteorološkoj stanici Vučjak.

Opisane klimatsko-vegetacijske značajke Modrić dolca lijep su i zoran primjer znatnih razlika mikroklimi i time povezane mnogolikosti u sastavu šumskoga i livadnoga biljnog pokrova, koja nastaje u ponikvama i dolinama pretplaninskih predjela našega Krša.

#### VIII. TIPOLOŠKE ZNAČAJKE ŠUMA I ŠIRE ZNANSTVENO I ZAŠTITNO ZNAČENJE PODRUČJA — TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FORESTS AND WIDER SCIENTIFIC AND PROTECTIVE CHARACTER OF THE REGION

##### a) *Tipološke značajke šuma — Typological characteristics of forests*

Poznato je, da u Evropi postoje uglavnom tri smjera šumske tipologije: finska, ruska i biljnosociološka tipologija srednjeeuropskih istraživača. »Na osnovi shvaćanja, koje zastupaju predstavnici sociološke zna-

\* Broj takvih mjeseci označen je u zadnjemu stupcu Tab. 22. u zaporckama.

nosti, ima se i šumsko-gospodarska tipologija osnivati na cijelom florističkom sastavu zajednice, u prvom redu na svojstvenim vrstama, koje su upravo po tome, što su na izvjesne zadruge vezane, najbolje mjerilo životnih prilika i produktivne snage izvjesne sociološke jedinice» (*Horvat* 1938: 150, 151).

Prihvaćajući takvo stajalište, nastojali smo u svim našim dosadašnjim tipološkim istraživanjima što detaljnije proučiti određene fitocenoze s ekološko-biološkog i šumskogospodarskog gledišta, na temelju dobivenih rezultata definirati i klasificirati pojedine tipove šuma te odrediti smjernice za njihovo optimalno i racionalno korištenje s jednoga ili više gospodarskih gledišta (*Bertović* 1961, 1968; *Bertović, Glavač* 1963; *Bertović i dr.* 1974<sup>1</sup>).

S obzirom na različita shvaćanja i definicije tipa uveo sam u sklopu naših tipoloških radova posebni naziv, odnosno pojam ekološko-gospodarskog tipa koji je zasad ovako definiran: »Regionalni ili lokalni ekološko-gospodarski tip (podtip) je svaka ona klimazonalna ili paraklimaks zajednica (ili njihove niže sistematske jedinice), koja se odlikuje osobitim ekološko-biološkim i gospodarsko-ekonomskim značajkama, važnima za racionalno gospodarenje«. Za svaki tako utvrđeni regionalni ili lokalni ekološko-gospodarski tip ili podtip zadržali smo naziv konkretno proučene asocijacije ili subasocijacije (varijante, facijesa) uz posebnu skraćenu oznaku (simbol) izraženu smišljenom kombinacijom slova i brojaka.

Na osnovi vegetacijske karte, ekološko-fitocenoloških značajki šuma opisanih u ovoj raspravi te šumskogospodarskih istraživanja, usporedno provedenih na cca četrdeset pokusnih ploha utvrđeno je u okolišu Zavižana 5 osnovnih regionalnih i više lokalnih ekološko-gospodarskih tipova šuma. Među prve se ubrajaju: klekovina bora krivulja, pretplaninska šuma bukve (s 4 podtipa), šuma bukve i jele (s 2 tipa), primorska šuma bukve te šuma crnograba sa šašikom (s 2 tipa). Među lokalnim ekološko-gospodarskim tipovima najznačajniji su: pretplaninska šuma smreke, dinarska šuma smreke s milavom, razvojni stadiji šuma smreke, šuma jele i smreke s milavom te submediteranska šuma crnog bora.<sup>2</sup>

Sve su to isključivo prirodne šume, redovito sjemenjače koje se sa šumskogospodarskoga gledišta međusobno vrlo razlikuju po sastavu, ekološko-biološkim karakteristikama, sastojinskim oblicima, rastu, prirastu i proizvodnim mogućnostima.<sup>3</sup> Osobitosti položaja i stanišnih prilika uvjetuju skoro svima tamošnjim šumama trajno zaštitnu ulogu ili vrlo oprezno gospodarenje.

<sup>1</sup> Osobito je za žaljenje što su u zadnje cit. publikaciji gl. urednik i redakcijski odbor bez konzultacije i pristanka autora, isključili (između ostalog) i sve originalne tabele fitocenoloških snimaka šumskih zajednica!

<sup>2</sup> U biv. Institutu za šumarska istraživanja u Zagrebu izrađen je god. 1970. elaborat o rezultatima uvodno opisanih tipoloških istraživanja i kartiranja u okolišu Zavižana. Isti materijal upravo sređuju u Šumarskom institutu Jastrebarsko za tisak u institutskoj publikaciji »Radovi«. Budući da su obje publikacije sastavljene bez moje suradnje, moguće su razlike u interpretaciji i broju ekološko-gospodarskih tipova šuma u ovoj raspravi i u spomenutim institutskim izdanjima.

<sup>3</sup> Neovisno o našim tipološkim radovima *Horvat* (1969) je istražio osnovne fizičke i mehaničke karakteristike bukvine iz različitih šuma bukve u sjevernom Velebitu i drugim predjelima.

b) *Šire znanstveno i zaštitno značenje okoliša Zavižana — Wider scientific and protective character of the environs of Zavižan*

Mnogobrojne, otprije poznate, starije i netom opisane prirodnoznanstvene i ostale osobitosti sjevernoga i ostalih dijelova Velebita ukazuju na jedinstvene znanstvene te kulturne i estetske značajke ove naše planine. Horvat (1953b: 219) u obrazloženju za zaštitu i proglašenje Risnjaka narodnim parkom piše između ostaloga: »Samo Velebit ima po svome položaju, veličini, nedostiživim oblicima Krša, značajnom florom i faunom i neopisivim krasotama za nas veće kulturno i prirodnoznanstveno značenje — ali se Velebit kao cjelina nažalost ne može zaštititi«. S obzirom na to i s ciljem da se za buduća pokoljenja očuvaju najodabranije znanstvene, kulturne i estetske vrednote prirode, u Velebitu je na prijedlog mnogih znanstvenika, istraživača i ljubitelja prirode zaštićeno nekoliko prirodnih objekata i rezervata različitih kategorija zaštite (usp. Bertović, Kamena-rovčić, Kevo. 1961).

Upoznavanju i popularizaciji znanstvenih vrednota te očuvanju ljepota iskonske prirode Velebita osobito su mnogo pridonijele generacije planinara, u krugu kojih oduvijek aktivno djeluje velik broj znanstvenika, stručnjaka, esteta i ljubitelja prirode. Iz te je sredine do danas objavljen niz članaka, karata i ostalih publikacija. Jedno između prvih znanstveno-popularnih djela o Velebitu objavio je J. Poljak (1929). Marković (1954) izdaje kartu sjevernog Velebita, a nakon punih 40. godina ponovno se pojavljuje publikacija u kojoj Ž. Poljak sa suradnicima (1969) obuhvaća u sažetom obliku bitne elemente, koji su potrebni za upoznavanje Velebita. Sličan vrijedni doprinos popularizaciji i zaštiti flore Velebita predstavljaju i publikacije Kušana (1966, 1967, 1971) te nedavni osnutak Velebitskoga botaničkoga vrta i rezervata u Modrić dolcu (Fot. 23, 24).

Na izložbi »Zaštita prirode i turizam« održanoj god. 1966. osobito sam istakao (Bertović 1966) iznimne znanstvene i estetske značajke okoliša Zavižana sa željom, da ukažem na njihovu vrijednost i mogućnost korištenja u oblasti zaštite prirode, rekreacije i turizma. Te, donedavna sporedne a često i napadane komponente šumarske djelatnosti postaju danomice sve aktuelnije s obzirom na osnovno značenje i funkciju šumske i ostale vegetacije u suvremenoj rekreaciji, razvitku turizma i regionalnom urbanističkom prostornom planiranju (Šafar 1963, Klepac 1965, Radovčić 1971, Bertović 1971b). Slični osjetljivi zadaci predstoje šumarstvu i kod rješavanja akutnih problema uspostave biološke ravnoteže i očuvanja teško ugrožene životne okoline čovjeka. Sve navedene spoznaje idu u prilog težnji, da se neki očuvani i privlačni prirodni predjeli zaštite i promišljeno koriste za raznolike svrhe i potrebe.

Jedan između takvih prirodnih objekata je i okoliš Zavižana. Tu se na razmjerno malom prostoru nalaze mnoge geomorfološke, litološke, pedološke, klimatske, florističke, vegetacijske, faunističke i druge prirodne osobitosti, koje su zanimljive i privlačne koliko sa znanstvenoga toliko i s estetskoga, rekreacijskog i turističkoga gledišta. Specifične vrednote i položaj tog lokaliteta, lak i brz pristup posjetilaca od mora i s kontinentalne strane omogućuju ondje u svako doba godine dulji ili kraći boravak, rekreaciju te doživljaj velikih promjena u životu prirode

i osebnostima krajolika toga jedinstveno lijepoga i slikovitog pretplaninskog područja.

S obzirom na opisane znanstvene značajke i nastavak istraživanja, povijesno i kulturno značenje, estetske vrednote i višestruke mogućnosti korištenja za rekreaciju i turizam smatram svrsishodnim i korisnim, da se uži okoliš Zavižana posebno zaštititi u odgovarajućoj kategoriji prirodnih rezervata.

#### IX. ZAVRŠNA DISKUSIJA I ZAKLJUČCI — CONCLUSIVE DISCUSSION AND CONCLUSION

Sjeverni Velebit, a posebice okoliš Zavižana ističe se nizom prirodnih značajki. Osim specifičnoga geografskog položaja na granici naše primorske i kontinentalne oblasti zavižanski se okoliš odlikuje osobitostima petrografske građe, reljefa, podneblja, tipova tala te s mnogolikošću u sastavu, zonaciji i proizvodnosti šumskoga i ostalog vegetacijskog pokriva. Sve navedeno daje tom području značenje reprezentativnog objekta s prirodoznanstvenoga, šumskogospodarskog i zaštitnog gledišta. S ciljem da se prodube i povežu stečene spoznaje te stvori egzaktna znanstvena osnova za realno uopćavanje i korištenje starijih i novih rezultata, organizirao sam u okolišu Zavižana poredbeno tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije.

U geološkom pogledu Zavižan, Zavižanski Pivčevac i Vučjak pripadaju prema *Milanu* trećoj stepenici ili planinskoj zoni sjevernog Velebita, koja je izgrađena iz doggerskih vapnenaca, malmskih dolomitiziranih vapnenaca i paleogenskih vapnenačkih breča i vapnenaca.

Postanak i opisana petrografska građa te sekularni fizikalno kemijski procesi trošenja stijena daju osnovno geomorfološko obilježje tome čitavom predjelu. Obličje terena u zavižanskom okolišu odlikuje se jednolikom strmom SO ekspaniranom kosom prema kopnenoj strani te lancima vrhova koji se, presijecani manjim dragama i dolinama, stepeničasto spuštaju do mora. Uz iznimku blago valovitog reljefa u predjelu Jezera čitav se središnji i primorski dio okoliša odlikuje istaknutim vrhuncima, ostrim kukovima, dugim razgranjenim grebenima, bezbrojem ponikava i mnoštvom drugih poznatih fenomena krša.

Karakteristike podneblja pretplaninskih krajeva Hrvatske moglo se dokumentirano opisati tek iza god. 1953. kad je HMZ izgradio našu prvu visinsku meteorološku stanicu Zavižan (Vučjak). Na osnovi detaljno proučenih osobitosti o međusobnom odnosu regionalne klime i klimazonalnih vegetacijskih područja (iz razdoblja 1948—1960. god.), utvrdio sam, da podaci stanice Vučjak vrlo dobro ilustriraju makroklimu nižega pretplaninskog područja u okolišu Zavižana, koje sam okarakterizirao *klimatsko-zonskom zajednicom pretplaninske šume bukve*. Čitava ta zona odlikuje se markantnim i najčešće graničnim vrijednostima pojedinih klimatskih elemenata i pojava te njihovih parametara u usporedbi sa svima ostalim meteorološkim stanicama i vegetacijskim područjima u Hrvatskoj.

Zemljopisni položaj; vapnenačko-dolomitna podloga i s time povezane osobitosti reljefa i klime vrlo su utjecali na izrazite osobitosti geneze, sastava i rasprostranjenosti flore i vegetacije Velebita. Zato je biljni po-

krov osobito južnoga i srednjeg Velebita odavno privukao pažnju mnogobrojnih stranih i domaćih istraživača, dok je sjeverni dio, razmjerno najšumovitiji, bio znatno rjeđe posjećivan i u znanstvenim studijama spominjan. Prve, a ujedno i posljednje biljnociološke opise vegetacije Velebita izradio je Horvat u razdoblju 1928—1938. godine.

Na osnovi spomenutih opisa i rezultata vlastitih istraživanja izlučio sam u zavižanskom okolišu pretplaninsko (više i niže), gorsko (više i niže) i brdsko područje, u kojima je zastupljeno slijedećih 5 klimatskozonskih (a) i 4 lokalno uvjetovanih (b) šumskih zajednica s cca desetak njihovih nižih sistematskih jedinica:

- a) 1. *Pinetum mugi illyricum* Horv.
2. *Aceri-Fagetum illyricum* Horv.
3. *Abieti-Fagetum illyricum* Horv.
4. *Seslerio autumnalis-Fagetum illyricum* Horv.
5. *Seslerio-Ostryetum* Horv. et H-ić
- b) 1. *Piceetum illyricum subalpinum* Horv.
2. *Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert.
3. *Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv.
4. *Pinetum nigrae submediterraneum* Anić

Od travnjačke vegetacije utvrdio sam ili provizorno opisao samo one zajednice, koje su najznačajnije sa sinhorološkoga i sinekološkog gledišta u pretplaninskom dijelu zavižanskog okoliša, a te su: *Nardetum subalpinum* Horv., *Anthyllidetum* prov., *Festucetum pungentis* Horv. i *Edraianthetum* prov.

Prema specifičnim sinekološkim oznakama ima među spomenutim šumskim i livadnim zajednicama izrazito hionofilnih, stenotermnofrigorofilnih, mezofilnih i kserotermofilnih. S obzirom na reakciju humusno-akumulativnog horizonta (A<sub>1</sub>) tla tamošnje su fitocenoze ponajvećma umjereno acidofilne i neutrofilne, u manjem broju slabo acidofilne i bazofilne, a svega jedna (*Nardetum subalpinum* Horv.) je jako acidofilna.

Postojeće stanje te zakonitosti u pogledu horizontalne i vertikalne rasprostranjenosti vegetacijskog pokrova mogu se najzornije uočiti i potom višestruko znanstveno i praktično koristiti, ako se prikažu kartografski, pa sam zato izradio originalne karté faktične i klimatskozonske vegetacije zavižanskog okoliša.

Tla pretplaninske i gorske zone cijelog Velebita nisu se proučavala, a osobito su nedostajala poredbeno fitocenološko-pedološka istraživanja. S ciljem da se mogu što bolje definirati značajke tala pojedinih fitocenoza u zavižanskom okolišu, zajednički smo položili mrežu pedoloških profila tako da se nalaze u točno određenim biljnim zajednicama. Na taj je način Martinović utvrdio da se u tamošnjem, razmjerno malom, prostoru nalaze skoro svi razvojni stadiji i oblici tala na vapnencima. Izdvojeno je, opisano i kartirano 15 pedosistematskih jedinica tala, kojih svojstva i rasprostranjenost zavise o tamošnjim litološkim i prošlim i sadašnjim bioklimatskim čimbenicima. Kako su ti čimbenici implicitno sadržani odnosno dolaze do izražaja u formiranju određene fitocenoze, to je posve razumljiva velika pravilnost, koja je utvrđena u međusobnom odnosu tipova vegetacije i tala u zavižanskom okolišu.

Dok podaci stanice Vučjak kao srednjaci vegetacijskog područja definiraju makroklimatske prilike pretplaninske šume bukve i područnih lokalno uvjetovanih zajednica, sa sinekološkog su stajališta zanimljivije i aktuelnije mikroklimatske karakteristike staništa (ekoklime) svake pojedine fitocenoze. Zato sam u Modrić dolcu i na sjevernim padinama Vučjaka organizirao mikroklimatološka istraživanja u šest šumskih i travnjačkih zajednica, koje su tipične za naša pretplaninska područja.

Neki rezultati tih sezonskih istraživanja kompleksa mikroklimata pokazuju, da postoje znatne razlike u vrijednostima pojedinih klimatskih elemenata na spomenutih šest lokaliteta, tj. da svaka zajednica ima svoju mikroklimu.

Na osnovi naše analize višegodišnjih sezonskih (razdoblje VI—X. mjeseca) podataka o apsolutnim minimalnim temperaturama zraka pri tlu može se zaključiti da u pogledu graničnih vrijednosti, veličine amplituda te učestalosti spomenutih temperatura i onih ispod 0 °C postoje očigledne razlike i pravilnosti između četiri istražene zajednice u Modrić dolcu.

Sve u okolišu Zavižana utvrđene i ekološko-fitocenološki karakterizirane šumske klimatogene i paraklimaks zajednice te neke njihove niže sistematske jedinice predstavljaju u smislu našega tipološkog shvaćanja osnovne regionalne ili lokalne ekološko-gospodarske tipove i podtipove šuma. Njihova šumskogospodarska i proizvodna svojstva također su proučena u sklopu spomenutih tipoloških istraživanja te pokazuju tolike međusobne osobitosti i razlike, da o njima valja voditi računa u suvremenom intenzivnom gospodarenju šumama.

Rezultati induktivnih poredbenih istraživanja, koja su opisana u našoj raspravi, ponovno dokazuju da edafske, klimatske i slične ekološke razlike nalaze svoj puni odraz u različitoj građi šumske i ostale vegetacije. Iz toga pak nepobitno proizlazi, da je dobro interpretirana i jasno omeđena biljna zajednica najbolji pokazatelj ekoloških prilika i promjena te najpouzdanije ishodište za njihovo proučavanje i utvrđivanje.

Osim netom opisanih i drugih prirodnoznanstvenih te kulturno-historijskih osobitosti zavižanski se okoliš odlikuje i izrazitom ljepotom iskonske prirode i planinskog krajolika pa je također zanimljiv s estetskoga, rekreacijskog i turističkog gledišta. Sve te značajke ujedno predstavljaju neosporne odlike prirodnog rezervata, pa bi okolišu Zavižana trebalo osigurati takav status zbog zaštite i smišljenoga višestrukog korištenja za znanstvene, šumskogospodarske i turističke svrhe u tom dijelu Hrvatske.

#### LITERATURA — REFERENCES

- Adamović L., Biljnogeografske formacije zagorskih krajeva Dalmacije, Bosne, Hercegovine i Crne Gore, II, Rad JAZU, 195, Zagreb 1913.  
Adamović L., Die Pflanzenwelt der Adrialänder, Jena 1929.  
Anić M., Crni bor u sjevernom Velebitu, Glasnik za šumske pokuse, knj. 13, Zagreb 1957.  
Anić M., Šumarska fitocenologija, II, (skripta), Zagreb 1959.  
Balen J., O klimatskim faktorima na Kršu i njihovom odnosu prema vještačkom zašumljavanju, Zagreb 1928.



- Bauer, B., Über die Landformen des nördlichen Velebit, *Jahresbericht des Bundes-Realgymnasiums in Knittelfeld*, 1934/35.
- Baumgartner A., Forstmeteorologie, (Stand und Ergebnisse der forstlichen Forschung: 1954—1957), *Schriftenr. AID*, 115, München 1958.
- Beck-Mannagetta G., Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, Leipzig 1901.
- Bertović S., Opći program kompleksne melioracije Krša FNRJ (Prirodni uvjeti s vegetac. opisom i kartom Krša), *Dokumentacija Instituta za šumarska i lovna istraživanja NRH*, Zagreb 1959.
- Bertović S., Klimatološka opažanja kao komponenta tipološkog istraživanja šuma (a); Meteorološki podaci za razdoblje 1925—1940 i 1948—1957 godine (b); H. Walter i H. Lieth: Svjetski atlas klimadijagrama (c); Klimadijagrami Hrvatske za razdoblje 1925—1940 i 1948—1957 godine (d), *Obavijesti Instituta za šumarska i lovna istraživanja NRH*, 10, Zagreb 1960.
- Bertović S., Istraživanje tipova šuma i šumskih staništa, *Šum. List* 9/10, 1961.
- Bertović S., Toplina kao ekološki faktor (a); Reljef (b), *Šum. Enciklopedija*, II, Zagreb 1963.
- Bertović S., Pflanzensoziologische Kartierungen in Kroatien und in anderen Teilen Jugoslawiens, *Bericht über das internationale Symposium für Vegetationskartierung* (23—26. 3. 1959.) in Stolzenau/Weser, Weinheim 1963c.
- Bertović S., Tipološko istraživanje i kartiranje šuma i šumskih staništa šireg okoliša Zavižana (prethodni izvještaj), *Dokument. Inst. šum. Istraž. šum. Fak.*, Zagreb, 1963d.
- Bertović S., Panoi o nekim prirodnoznatvenim značajkama Gorskog kotara, nac. parka Plitvička jezera, okoliša Zavižana i Istre, *Dokument. Inst. šum. Istraž. šum. Fak.*; Zagreb, 1966.
- Bertović S., Istraživanje tipova šuma i šumskih staništa u Hrvatskoj u razdoblju 1958—1968. godine; (manuskript), Zagreb 1968.
- Bertović S., Šumskovegetacijska područja i njihovi klimatski odnosi kao osnova za regionalnu tipološku klasifikaciju šuma u Hrvatskoj, (disertacija), Zagreb 1970.
- Bertović S., Prilog bibliografiji vegetacijsko-klimatoloških istraživanja u Jugoslaviji, (manuskript), Zagreb 1971a.
- Bertović S., Vegetacija kao element prostornog planiranja i korištenja, Diskusije na Savjetovanju Urbanističkoga Saveza Hrvatske (Zadar 4—6. 3. 1971.), Zagreb 1971b.
- Bertović S., Ekološko-vegetacijske značajke okoliša Zavižana u sjevernom Velebitu, (habilitacija), Zagreb 1971c.
- Bertović S., O važnosti i nekim mogućnostima korištenja podataka meteorološke stanice Zavižan, *Glavna meteorološka stanica Zavižan (1594 m)*, Zagreb 1973.
- Bertović S., Klima- und Vegetationsmerkmale einiger Lokalitäten im Hoch- und Mittelgebirge des Alpidinarischen Massivs, *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova* (XII. međunar. sastanak za alpsku meteorologiju — Sarajevo, 11—16. IX 1972.), 5, Beograd 1974a.
- Bertović S., Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj, *Acta biol.*, VII/2, *Prirodosl. Istraž. JAZU*, 41, (u tisku), Zagreb 1974b.
- Bertović S., M. Kamenarović, R. Kevo, Zaštita prirode u Hrvatskoj, Zagreb 1961.
- Bertović S., V. Glavač, Tipologija šuma, *Šum. Enciklopedija*, II, Zagreb 1963.
- Bertović S., D. Cestar, Z. Pelcer, Prilog poznavanju proizvodnih mogućnosti šume bukve s jelom na Ličkoj Plješivici, *Rad. Inst. šum. Istraž. šum. Fak.*, Zagreb, II, 5, 1966.
- Bertović S., D. Cestar, V. Hren, J. Martinović, Istraživanje ishrane dušikom obične smrče, *Dokument. Jug. Inst. Četinj., Jastrebarsko*, 1967.
- Bertović S., D. Cestar, V. Hren, J. Martinović, Kvantitativna i kvalitativna proizvodnja bukovih šuma u zapadnom dijelu Hrvatske, *Rad. Inst. šum. Istraž.* Zagreb 18, 1971.
- Bertović S., B. Klapka, Ekološko-vegetacijske značajke Kleka i okolice, (manuskript), Zagreb 1971.
- Bertović S., D. Cestar, V. Glavač, V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović, Tipološke značajke šuma u gospodarskoj jedinici »Brod na Kupik«, *Rad. šum. Inst. Jastrebarsko*, 21, Zagreb 1974.
- Braun-Blanquet J., Pflanzensoziologie, Wien-New York, 1964.

- Cestar D., Prirast smreke u šumama gorskog i pretplaninskog područja Hrvatske, *Rad. Inst. šum. Istraž. Šum. Fak., Zagreb III*, 7, 1967.
- Cestar D., V. Hren, J. Martinović, Z. Pelcer, Tipovi šuma na profilu Babica—Visočica—Divoselo, *Dokument. Inst. šum. Istraž. šum. Fak., Zagreb*, 1968.
- Cindrić Z., Mikroklimatska istraživanja u šumskim fitocenoza na Zavižanu, *Vijesti iz hidrometeorološke službe SRH*, XV, 9/10, Zagreb 1965.
- Cindrić Z., Mikroklimatološka istraživanja, njihova uloga i mjesto u okviru tipoloških istraživanja u šumarstvu, *Rad. Inst. šum. Istraž. Zagreb*, IV, 16, 1970.
- Cindrić Z., Komparative mikroklimatische Untersuchungen in den Wald-Phytozöosen im nördlichen Teil des Velebitgebirges, *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, 5, Beograd 1974.
- Degen A., Alp- und Weidewirtschaft im Velebitgebirge, Hannover 1914.
- Degen A., Flora velebitica, I—III, Budapest 1936—1938.
- Dekanić I., Biološki i gospodarski faktori njegovanja sastojina, *Šum. List*, 11/12, 1962.
- Fukarek P., Zajednice klekovine bora (*Pinetum mughi* Horv.) i neke njene razvojne tendencije na bosansko-hercegovačkim planinama, *Šum. List*, 11/12, 1956.
- Fukarek P., Fitocenološka raspodjela bosanskog i hercegovačkog Krša, *Krš Bosne i Hercegovine*, 3, Split 1957.
- Fukarek P., Zajednica jele i ljigovine (*Rhamneto-Abietetum*) na hercegovačkim i zapadnobosanskim planinama, *Godišnj. biol. Inst., Sarajevo X*, 1/2, 1958.
- Fukarek P., Prilog poznavanju dendrogeografskih i fitocenoloških odnosa planina sjeverozapadne Crne Gore, *Rad. nauč. Društva SR BiH*, XXII, 6, Sarajevo 1963.
- Fukarek P., Die Tannen und die Tannenwälder der Balkanhalbinsel, *Schweiz. Z. Forstw.*, 9/10, 1964.
- Geiger R., Das Klima der bodennahen Luftschicht, Braunschweig 1961.
- Glavač V., Prilog definiciji niske šume i tumačenju njenog postanka u našoj zemlji, *Šum. List*, 11/12, 1962.
- Golubić S., Prilog poznavanju klime primorske regije Jugoslavije, *Geogr. Glasn.*, XX, Zagreb 1958.
- Gračanin M., Pedološka istraživanja Senja i bliže okolice, *Glasnik za šumske pokuse*, knj. 3, Zagreb 1931.
- Gračanin M., Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkim istraživanjima, *Poljopr. znanstv. Smotra*, 12, Zagreb 1950.
- Gračanin M., Pedologija (Sistematika tala), III, Zagreb 1951.
- Gračanin Z., Zur Nomenklatur der Bodenhorizonte erodierter skeletthaltiger Böden, *Z.PflErnähr. Düng.*, 101, 1, 1963.
- Gračanin Z., Höhenlage, Aufbau und bodensystematische Stellung der Streifenböden in den Allgäuer und Lechtaler Alpen und Engadiner Dolomiten, *Mitt. dtsh. bodenkundl. Ges.*, 8, 1968.
- Gračanin Z., Verbreitung und Wirkung der Bodenerosion in Kroatien, *Giessener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des europäischen Ostens*, 21, Giessen 1962.
- Horvat I., O vegetaciji Plješivice u Lici, *Geogr. Vestn.*, Ljubljana, 1925.
- Horvat I., Vegetacijske studije o hrvatskim planinama (I. Zadruga na planinskim goletima), *Rad JAZU*, 238, Zagreb 1930.
- Horvat I., Vegetacijske studije o hrvatskim planinama, (II. Zadruga na planinskim stijenama i točilima), *Rad JAZU*, 241, Zagreb 1931.
- Horvat I., Coup d'oeil sur la végétation alpine des montagnes croates. *Comptes rendus du III<sup>e</sup> Congrès des Géographes et Ethnographes Slaves en Yougoslavie* 1930, Beograd 1932.
- Horvat I., Pregled šumske vegetacije u Hrvatskoj, *Šum. List.*, 7/8, 1937.
- Horvat I., Biljnoscijološka istraživanja šuma u Hrvatskoj, *Glasnik za šumske pokuse*, knj. 6, Zagreb 1938.
- Horvat I., Biljni svijet Hrvatske, *Zemljopis Hrvatske*, II, Zagreb 1942.
- Horvat I., Nauka o biljnim zajednicama, Zagreb 1949.
- Horvat I., Istraživanje i kartiranje vegetacije planinskoga skupa Risnjaka i Snježnika, *Šum. List*, 3/4, 1950a.
- Horvat I., Šumske zajednice Jugoslavije, Zagreb 1950b.
- Horvat I., Istraživanje i kartiranje vegetacije primorskih obronaka zapadne Hrvatske i područja izvora Kupe, *Šum. List*, 6, 1951.
- Horvat I., Vegetacija kao prirodni temelj gospodarstva u planinama, *Veterinaria, Sarajevo*, I, 8—10, 1952.

- Horvat I., Vegetacija ponikava, *Geogr. Glasn.*, XIV/XV, Zagreb 1953a.
- Horvat I., Obrazloženje prijedloga za proglašenje Risnjaka narodnim parkom, *Glasn. biol. Sekc. hrv. prirodosl. Društva*, II/b, 4—6, (posebni otisak), Zagreb 1953b.
- Horvat I., Die Tannenwälder Kroatiens im pflanzensoziologischen und forstlichen Zusammenhang, *Schweiz. Z. Forstw.*, 10/11, 1957.
- Horvat I., Die Grenze der mediterranen und mitteleuropäischen Vegetation in Südosteuropa im Lichte neuer pflanzensoziologischer Forschungen, *Ber. dtsh. bot. Ges.*, 75, 3, 1962a.
- Horvat I., Vegetacija planina zapadne Hrvatske, (s 4 karte biljnih zajednica sekcije Sušak), *Acta biol.*, II, *Prirodosl. Istraž. JAZU*, 30, Zagreb 1962b.
- Horvat I., Šumske zajednice Jugoslavije, *Šum. Enciklopedija*, II, Zagreb 1963.
- Horvat I., V. Glavač, H. Ellenberg, Vegetation Südosteuropas, Stuttgart 1974.
- Horvat I., Osnovne fizičke i mehaničke karakteristike bukovine, *Drvena Industr.*, Zagreb, 11/12, 1969.
- Horvatić S., Biljnogeografsko raščlanjenje Krša, *Krš Jugoslavije*, 5, Split 1957.
- Horvatić S., Biljnogeografski položaj i raščlanjenost našeg primorja u svijetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja, *Acta bot. croat.*, XXII, Zagreb 1963.
- Horvatić S., V. Blečić, E. Mayer, V. Rogić, T. Šegota, Analitička flora Jugoslavije, I, 1, Zagreb 1967.
- Ilijanić Lj., Ekološko-fitocenološka istraživanja nizinskih livada Hrvatske, (disertacija), Zagreb 1959.
- Ilijanić Lj., Expositionsbedingte ökologische Unterschiede in der Pflanzendecke der Sonn- und Schattenhänge am Lim-Kanal (Istrien), *Vegetatio*, XXI, 1—3, The Hague 1970.
- Kirigin B., Doprinos problemu mjerenja oborine u planinskim predjelima, *Rasprave i prikazi HMZ-a*, 213—M8, Zagreb 1959a.
- Kirigin B., Beitrag zum Problem der Nebelniederschlagsmessungen, *Berichte DWD*, 54, Offenbach a. M. 1959b.
- Kirigin B., Rezultati mjerenja oborine u planinskim predjelima SR Hrvatske pomoću totalizatora s posebnim osvrtom na njihovu upotrebljivost (a); Klimatske karakteristike sjevernog Velebita (b), *Zbornik radova povodom proslave 20 godina rada i razvoja hidrometeorološke službe Jugoslavije (1947—1967)*, Beograd 1967.
- Kirigin B., Pregled razvoja meteoroloških stanica na Velebitu s osobitim osvrtom na rad i opremu meteorološke stanice Zavižan, *Glavna meteorološka stanica Zavižan (1594 m)*, Zagreb 1973.
- Kirigin B., N. Šinik, S. Bertović, Klimatski podaci SR Hrvatske, (razdoblje 1948—1960. godine), *Građa za klimu Hrvatske*, Zagreb, II, 5, 1971.
- Klein V., Die morphographisch-morphometrischen Merkmale der Reliefseinheiten der Lika-Goranischen Region, *Bulletin Scientifique*, Zagreb, Sect. A, t. 20, 5—6, 1975.
- Klepac D., Uređivanje šuma, Zagreb 1965.
- Kosović B., Prvi šumarski stručni opis i nacrt šuma na Velebitu i Velikoj Kapeli od Dalmatinske međe do Mrkoplja i Ogulina, *Šum. List*, 1914.
- Kušan F., O rasprostranjenosti i rodbinskoj pripadnosti klečice (*Juniperus nana* Willd.) u Jugoslaviji, *Godišnj. biol. Inst.*, Sarajevo, V, 1/2, 1952.
- Kušan F., Važnost domaćih borova za razvitak vegetacije u Hrvatskoj, *Biol. Glasn.*, Zagreb, 14, 1961.
- Kušan F., Biljni svijet Velebita, *Naše planine*, Zagreb, 9/10, 11/12, 1966.
- Kušan F., Biljni svijet Velebita, *Naše planine*, Zagreb, 1/2, 1967.
- Kušan F., Velebitski botanički vrt, (stručni vodič), Senj 1971a.
- Kušan F., Novo nalazište svojite *Sibiraea laevigata* subsp. *croatica* Degen na Velebitu, (prethodno saopćenje), *Acta bot. croat.*, XXX, Zagreb 1971b.
- Kušan F., B. Klapka, Ein sonderbarer Tannenwald auf dem Bjokovo in Dalmatien, *Informationes botanicae*, Zagreb, 3, 1964.
- Küchler A. W., International Bibliography of Vegetation maps, 2, (Europe), Lawrence 1966.
- Makjanić B., Klima Jadranskog mora, *Pomorska Enciklopedija*, 3, Zagreb 1956.
- Makjanić B., Die wechselseitige Beeinflussung von Seewind und Bora, *Berichte DWD*, 8, 54, Offenbach a. M. 1959.

- Makjanić B., Prilog poznavanju klime grada Senja, *Pomorski zbornik JAZU*, 4, Zadar 1966.
- Maksić B., Makroklimatska istraživanja u planinskom području Risnjaka i Snježnika, (manuskript), Zagreb 1954.
- Maksić B., Niska vlaga na Zavižanu sredinom ožujka god. 1957., *Rasprave i prikazi HMZ-a*, 213-M8, Zagreb 1959.
- Maksić B., M. Šikić, I. Penzar, M. Knežević, Klimatske i agroklimatske osobine južnoga Kalničkog prigorja, *Rasprave i prikazi HMZ-a*, 8, Zagreb 1962.
- Marković M., Sjeverni Velebit, (planinarska specijalna karta), Zagreb 1954.
- Martinović J., Prikaz tala u području Zavižana, s pedološkom kartom u mjerilu 1:12.500, (manuskript), Zagreb 1967.
- Martinović J., Zavisnost humizacije tala od stanišnih faktora u Kršu zapadne Hrvatske, (disertacija), Zagreb 1972.
- Milan A., Facijelni odnosi i hidrozoijska fauna malma primorskog dijela sjevernog Velebita i Velike Kapele, *Geol. Vjesn. Zagreb*, 22, 11—16, 1969.
- Neugebauer V. et al., Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, *Zemljište i biljka*, 1—3, Beograd 1963.
- Nikler L., Nov prilog poznavanju oledbe Velebita, *Geol. Vjesn.*, Zagreb, 25, 1973.
- Pelcer Z., J. Martinović, A. Milan, Ekološko-vegetacijske značajke Senjske drage i okolice, *Rad. Inst. šum. Istraž.*, Zagreb, 20, 1972.
- Penzar B., I. Penzar, Raspodjela globalne radijacije nad Jugoslavijom i Jadranskim morem, *Hidrogeografski godišnjak JRM 1959.*, Split 1960.
- Poljak J., Planinarski vodič po Velebitu, Zagreb 1929.
- Poljak J., O zaledenju Velebita, *Geol. Vjesn.*, Zagreb, 1, 1947.
- Poljak Z. et al., Velebit, Zagreb 1969.
- Radović A., Sve veće značenje rekreativne vrijednosti šuma, *Šum. List* 3/4, 1971.
- Ritter-Studnička H., Karakter klime i vegetacije u Bosni i Hercegovini, *Godišnj. biol. Inst., Sarajevo*, X, 1/2, 1958.
- Rogić V., Razlike pejzaža velebitskih padina, *Geogr. Glasn.*, Zagreb 18, 1957.
- Rogić V., Velebitska primorska padina, (prilog poznavanju evolucije krškog pejzaža), *Geogr. Glasn.*, Zagreb, 19, 1958.
- Rogić V., Velebitska primorska padina, *Geogr. Glasn.*, Zagreb, 20, 1959.
- Rogić V. et al., Ličko-Goranska regija, knj. I, *Dokument. geogr. Inst. Sveuč.*, Zagreb, 1971.
- Sliepčević A., Promjena temperature s visinom u planinskim predjelima, *Rasprave i prikazi HMZ-a*, 4, Zagreb 1959.
- Safar J., Uzgajanje šuma, Zagreb 1963.
- Safar J., Pojava proširivanja bukve na Dinaridima Hrvatske, *Šum. List*, 5/6, 1965.
- Škreb S. et al., Klima Hrvatske, *Zemljopis Hrvatske*, I, Zagreb 1942.
- Tregubov V. et al., Prebiralni gozdovi na Snežniku, Ljubljana 1957.
- Trinajstić I., I. Šugar, O biljnogeografskom raščlanjenju Goransko-Ličke regije, *Geogr. Glasn.*, Zagreb, XXX, 1968.
- Vajda Z., Studija o prirodnom rasprostranjenju i rastu smreke u sastojinama Gorškog Kotara, *Šum. List*, 4, 1933.
- Vidaković M., Oblici crnog bora u Jugoslaviji na temelju anatomije iglica, *Glasnik za šumske pokuse*, knj. 13, Zagreb 1957.
- Vujević P., Podneblje FNR Jugoslavije, *Arh. poljopr. Nauke, Beograd*, VI, 12, 1953.
- Walter H., Die Klimadiagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke, *Ber. dtsh. bot. Ges.*, LVIII, 8, 1955.
- Wraber M., Fitosociološka razčlanitev gozdne vegetacije v Sloveniji, *Ad annum Horti Botanici Labacensis solemnum*, Ljubljana 1960.
- Wraber M., Gozdna združba smreke in gozdne bekice v slovenskih vzhodnih Alpah, *Razprave SAZIU*, VII, Ljubljana 1963.
- Wraber M., Eine neue Fichtengesellschaft am Übergang in das Dinarische Gebirge, *Acta bot. croat.*, Zagreb, vol. extraord., 1964.
- Wraber T., Die Vegetation der subnivalen Stufe in den Julischen Alpen, *Mittl. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetatde.*, XI, 11, Obergurgl/Innsbruck 1970.
- Zeljak M., Meteorološka bibliografija Jugoslavije (1947—1967), Zagreb 1973.
- \*\*\*, Ekstremne temperature zraka pri tlu u Modrić dolcu, (podaci za razdoblje 1961—1970), *Dokumentacija Republičkoga hidrometeor. zavoda SRH*, Zagreb 1971.

## SUMMARY

The northern ranges of the Velebit Mountain, especially the environs of Zavižan, are distinct by a series of natural features. In addition to their specific position on the border between this country's littoral and the continental regions, the environs of Zavižan are conspicuous for their peculiarities of petrographical structure, topography, climate, soil types as well as the polymorphism of the composition, zonation and productivity of forest and other vegetational cover. All that has been mentioned confers upon this area the significance of a representative object from the natural scientific, forest-economic and protective point of views. With the aim to deepen and connect the acquired notions, also to create an exact scientific basis for a real generalization and use of old and new results, the author organized in the environs of Zavižan comparative typological investigations and mapping of the vegetation.

From the geological aspect the region of Zavižan, Zavižanski Pivčevac and Vučjak — belongs according to A. Milan to the third step or the mountain zone of the Northern Velebit, which is built up of Dogger limestones, Malm dolomitized limestones and Palaeogenic limestone breccias and limestones.

The genesis and the described petrographical structure and the secular physical-chemical processes of rock disintegration confer an essential geomorphological characteristic upon the whole region. The topography of the environs of Zavižan is distinct by a uniform, steep and SE-exposed mountain slope towards the continental side and summit ridges, which, intersected by smaller dales and valleys, descend stepwise towards the sea. With the exception of a gently rolling relief in the district of Jezera, the whole of the central and littoral parts of the environs is distinct by marked summits, sharp overhangs, long branched ridges, innumerable sinkholes and a multitude of other well-known karst phenomena.

It was possible to describe by documentation the characteristics of the subalpine areas of Croatia only after 1953, when the Hydrometeorological Institute had established the first high-altitude weather station of Croatia — Zavižan (Vučjak). On the basis of thoroughly studied characteristics of the interrelationships between regional climate and climazonal vegetation areas (during the 1948—1960 period), the author found that the data of the Station Vučjak illustrated very well the macroclimate of the lower subalpine area of the environs of Zavižan, which was characterized by the author as a climazonal community of subalpine Beech forest. The whole of this zone distinguishes itself by marked and most frequently limit values of individual climatic elements and phenomena and their parameters in comparison with all other weather stations and vegetation areas in Croatia.

The geographical position; calcareous-dolomitic parent rock and, in this connection, the specifics of the topography and climate, influenced strongly the pronounced traits of the genesis, composition and distribution of the flora of the Velebit Mountain. Therefore the vegetational cover, especially that of the Southern and Central Velebit had long ago

attracted the attention of numerous foreign and domestic researchers, while its northern part, which in proportion is the most richly wooded, had been considerably less visited and mentioned in scientific studies. The first and last plant-sociological descriptions of the vegetation of the Velebit were prepared by I. Horvat between 1928 and 1938.

On the basis of these descriptions and the results of the author's own investigations in the environs of Zavižan a subalpine (lower and upper), montane (lower and upper) and hilly areas have been separated, in which are represented the following 5 climazonal (a) and 4 locally conditioned (b) forest communities with about ten lower taxonomic units:

- a) 1. *Pinetum mugii illyricum* Horv.
2. *Aceri-Fagetum illyricum* Horv.
3. *Abieti-Fagetum illyricum* Horv.
4. *Seslerio autumnalis-Fagetum illyricum* Horv.
5. *Seslerio-Ostryetum* Horv. et H-ić
- b) 1. *Piceetum illyricum subalpinum* Horv.
2. *Calamagrostio-Piceetum dinaricum* Bert.
3. *Calamagrostio-Abietetum piceetosum* Horv.
4. *Pinetum nigrae submediterraneum* Anić

Of the grassland vegetation the author established or tentatively described only those communities which are the most significant from the synchorological and synecological viewpoints in the subalpine part of the environs of Zavižan: *Nardetum subalpinum* Horv., *Anthyllidetum* prov., *Festucetum pungentis* Horv. and *Edraianthetum* prov.

According to the specific synecological designations there exist among the mentioned forest and meadow communities markedly chionophilous, stenothermofrigoriphilous, mesophilous and xerothermophilous ones. With respect to the reaction of the humus-accumulating horizon ( $A_1$ ) of the soil, the phytocoenoses of those sites are mostly moderately acidophilous and neutrophilous, in a smaller number weakly acidophilous and basophilous, while only one of them (*Nardetum subalpinum* Horv.) is strongly acidophilous.

The existing state of this regularity with respect to the horizontal and vertical spreads of the vegetational cover may best be visualized and used in various ways scientifically and practically if cartographically represented, which is why the author elaborated the original maps of the actual and climazonal vegetation of the environs of Zavižan.

Soils of the subalpine and montane zones of the whole Velebit have never been studied, and there was notably a lack of comparative phytocoenological-pedological investigations. With the aim to define the characteristics of the soils of the individual plant communities in the environs of Zavižan as well as possible, we laid out jointly a network of soil profiles, so that they are found in exactly specified plant communities. In this way J. Martinović found that in the relatively small space concerned are to be found almost all the developmental stages and forms of soils on limestones. Separated, described and mapped were 15 pedosystematic units of soils, the characteristics and spreading of which

depend on the past and present lithological and bioclimatological factors of those places. As these factors are implicitly contained or expressed in the formation of a certain definite phytocoenosis, the great regularity, which was established in the interrelationship of the vegetation and soil types in the environs of Zavižan, is quite understandable.

While data for the Vučjak Station — in terms of mean values of the vegetation area — define the microclimate conditions of the subalpine Beech forest and of the regional locally conditioned communities from the synecological viewpoint, the microclimatic characteristics of the site (ecoclimate) are more interesting and topical. Therefore the author organized in the locality of Modrić Dolac and on the northern slopes of Mt. Vučjak microclimatological investigations in six forest and grassland communities, which are typical of the subalpine areas of this country.

Some of the results of these seasonal investigations of the complex of microclimate demonstrate that there exist considerable differences in the values of individual climatic elements in the mentioned six localities, i. e., that each possesses a climate of its own.

On the basis of the author's analysis of several years' seasonal (June—October period) data on the absolute minimal air temperatures near the ground collected over several years, it may be inferred that in respect of the limit values, magnitude of amplitudes and frequency of the mentioned temperatures and those below 0 °C there exist obvious differences and regularities among the four investigated forest communities at Modrić Dolac.

All the ecologically-phytocoenologically characterized forest climatogenic and paraclimax communities (and their lower taxonomic units) established in the environs of Zavižan represent in the sense of the author's typological conception the basic regional or local ecological-economic forest types and subtypes. Their forest-economic and productive types were also studied in connection with the mentioned typological investigations, and they demonstrate such mutual peculiarities and differences that we ought to take them into account in modern intensive forest management.

The results of inductive comparative investigations described in the present paper have repeatedly proved that the edaphic, climatic and similar ecological differences reflect themselves fully in the various different structures of forest and other vegetational cover. From which follows indubitably that a well-interpreted and clearly defined plant community is the best indicator of ecological conditions and changes, and the most reliable departing point for their study and determination.

In addition to the above-described and other natural-scientific and cultural-historical peculiarities the environs of Zavižan are also distinct by an outstanding beauty of primordial nature and mountain landscapes, thus being also of interest from the aesthetic, recreational and tourist aspects. All these characteristics represent at the same time the indisputable distinctive features of a natural reservation, which is why the environs of Zavižan ought to be given such status because of protection and purposeful manifold use for scientific, forest-economic and tourist purposes in this part of Croatia.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

In the second section, the author outlines the various methods used to collect and analyze the data. This includes both primary and secondary data collection techniques. The primary data was gathered through direct observation and interviews, while secondary data was obtained from existing reports and databases.

The third section details the statistical analysis performed on the collected data. It describes the use of descriptive statistics to summarize the data and inferential statistics to test hypotheses. The results of these analyses are presented in a clear and concise manner, highlighting the key findings of the study.

Finally, the document concludes with a discussion of the implications of the findings. It suggests that the results have significant implications for the field of study and provides recommendations for further research. The author also acknowledges the limitations of the study and offers suggestions for how these can be addressed in future work.



# SPEKTROFOTOMETRIJSKO I PLINSKO-KROMATOGRAFSKO ISPITIVANJE FURFURALA

## SPECTROPHOTOMETRIC AND GAS-CHROMATOGRAPHIC EXAMINATION OF FURFURAL

UDK 547.724.1/2:544.62:543.544.25

### Sadržaj — Contents

#### Predgovor — Preface

#### I. Opći dio — General

##### 1. Uvod — Introduction

1.0 Furfural

1.1 Sirovine — Raw materials

1.2 Dobivanje furfurala iz sirovina — Production of furfural from raw materials

1.3 Upotreba furfurala — Use of furfural

1.4 Fizikalne i kemijske karakteristike furfurala — Physical and chemical characteristics of furfural

1.5 5-metilfurfural — 5-methyl furfural

1.6 5-hidroksimetilfurfural — 5-hydroxy-methyl furfural

#### II. Eksperimentalni dio — Experimental

##### Uvod — Introduction

##### 2. UV-spektrofotometrijska određivanja — UV spectrophotometric determinations

2.1 Literatura o UV-spektroskopskim ispitivanjima — Literature on UV spectroscopic examinations

2.2 UV-spektroskopska ispitivanja — UV spectroscopic examinations

2.3 Diskusija — Discussion

##### 3. IR-spektrofotometrijska određivanja — IR spectrophotometric determinations

3.0 Uvod — Introduction

3.1 Literatura o IR-spektroskopskim ispitivanjima — Literature on IR spectroscopic examinations

3.2 IR-spektroskopska ispitivanja — IR spectroscopic examinations

3.3 Diskusija — Discussion

##### 4. Plinsko-kromatografska određivanja — Gas-chromatographic determinations

4.0 Uvod — Introduction

4.1 Literatura o plinsko-kromatografskim ispitivanjima — Literature on gas-chromatographic examinations

4.2 Plinsko-kromatografska ispitivanja — Gas-chromatographic examinations

4.3 Diskusija — Discussion

##### 5. Zaključak — Conclusion

##### 6. Literatura — References

Summary

## PREDGOVOR — PREFACE

Furfural je kemikalija, koja postaje sve više zanimljiva za znanost i praksu. U znanstvenom smjeru nastoji se što više upoznati fizikalne i kemijske osobine heterocikličke jezgre furana i njegovih derivata kao i procese polimerizacije i oksidacije furfurala. S praktične strane furfural postaje interesantan kao ishodni materijal za proizvode kemije furfurala kao što su furfuralni alkohol, furfural-amid i drugi. Za praksu je naročito važno, da se riješi problem dobivanja furfurala iz što jeftinijih i pristupačnijih sirovina, a to su poljoprivredni otpaci, drveni otpaci, detanizirano drvo, bagasa i drugo.

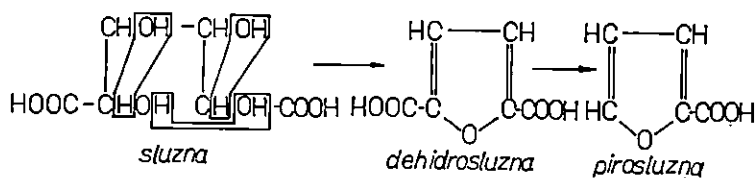
Zadatak našeg ispitivanja bio je rješenje slijedećeg problema: mogućnost identifikacije furfurala s obzirom na vrstu sirovine iz koje je proizveden. Taj problem pokušao se riješiti na temelju identifikacije pri tilaca furfurala, tj. 5-metilfurfurala i 5-hidroksimetilfurfurala.

Ovaj je rad izrađen u Zavodu za kemijsku preradu drva Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a eksperimentalna ispitivanja obavljena su u Institutu »Ruđer Bošković« (UV- i IR-spektroskopska ispitivanja) te u Institutu za stočarstvo (plinska kromatografija — uz saradnju dr N. Velikonje).

## I. OPĆI DIO — GENERAL

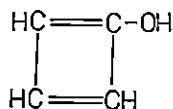
### 1. UVOD — INTRODUCTION

Furanski spojevi poznati su još od 1780. kada je *Sheele* suhom destilacijom sluzne kiseline dobio furilnu (piroslužnu) kiselinu.

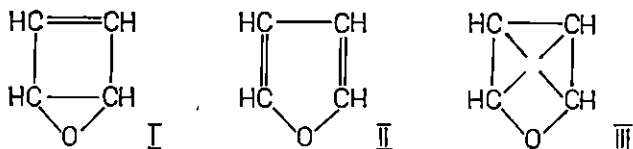


Godine 1832. otkrio je *Döbereiner* furfural djelovanjem sumporne kiseline i mangan-dioksida na šećer. Da se radi o aldehidu, pokazao je 1860. *Schwanert*, koji je furfural oksidirao u furilnu kiselinu pomoću srebro-oksida.

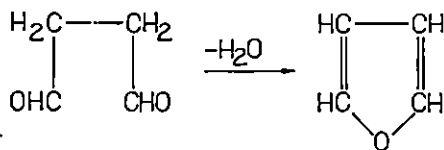
Sam furan izolirao je *Limpricht* 1870. grijanjem barijeve soli furilne kiseline s natrijskim vapnom i pretpostavlja mu ovu strukturu:



Baeyer (1877) daje za furan ove konfiguracije:



Dok Baeyer pretpostavlja na temelju kasnijih ispitivanja formulu I, Marckwald (1887) daje prioritet formuli II. U prilog formule II. je i Harriesova sinteza (1901) furana iz sukcin-aldehida:



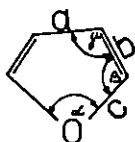
Moderan pogled na strukturu furana pretpostavlja, da je furan tzv. rezonantni hibrid (116, 148), tj. da je konvencionalna struktura (I) u kvantno-mehaničkoj rezo-



nanciji sa strukturama II, III. i IV. Smatra se da je rezonancija između struktura I. i II. odgovorna za najveći dio rezonantne energije furana.

Furan se može smatrati za ciklički, dienski ester, stabiliziran rezonancijom.

Elektronskom difrakcijom pokazali su Schomaker i Pauling (129, 7a) da je molekula furana planarna i da ima slijedeće dimenzije:



$$\begin{array}{ll}
 a = 1,46 \text{ \AA} & \alpha = 107 \pm 4^\circ \\
 b = 1,35 \text{ \AA} & \beta = 109 \pm 3^\circ \\
 c = 1,41 \pm 0,02 \text{ \AA} & \gamma = 107 \pm 2^\circ
 \end{array}$$

Prema interatomskim udaljenostima oni zaključuju da C—O vez ima  $5 \pm 5\%$  karakter dvostrukog veza, koji se može pripisati rezonantnoj strukturi I. sa strukturom II. i III. Toj rezonanciji, uključujući i IV., može se pripisati i očito skraćenje C—C veza (normalno 1,54 Å) kao i nategnutost C=C veza (normalno 1,34 Å). Ukupno sudjelovanje struktura II. i III. u rezonantnom hibridu je oko 10%.

Supstitucija će u furanskom prstenu nastupiti prvenstveno u  $\alpha$ -položaju, a tek nakon njegove zauzetosti u  $\beta$ -položaju.

Jedan od najvažnijih spojeva furanskog reda je furfural.

## 1.0 Furfural

Već je spomenuto, da je furfural izolirao prvi *Döbereiner* 1832. i dao mu ime »umjetno ulje od mrava« — on je naime dobio nekoliko kapi žutog ulja slučajno uz pripremu mravljje kiseline iz šećera djelovanjem mangan-dioksida i sumporne kiseline. 1849. *Döbereiner* spominje, da je »ulje« registrirano 28 godina ranije, tako da se za godinu otkrića furfurala može smatrati 1821.

Analognim načinom dobio ga je 1837. i *Emmet*, ali bez upotrebe mangan-dioksida. Godine 1840. *Stenhouse* je proširio ta ispitivanja i dobio »ulje« u količini od jedne funte destilacijom vodenom parom iz dvanaest funti zobenog brašna (djelovanjem sa sumpornom kiselinom). To je ulje prilikom izolacije bilo bezbojno, a stajanjem je tamnjelo. Vrelište 168 °C, gustoća 1,1006 kod 27 °C, formula  $C_5H_4O_2$ . Kasnije je *Stenhouse* ispitivao i druge sirovine te pretpostavio, da sav biljni materijal daje furfural.

Samo ime furfurol (furfur = posije; oleum = ulje) dao je *Fownes* (1845.) produktu, koji je dobio iz posija djelovanjem sumporne kiseline. Danas se koristi to ime, ali sa sufiksom — al, koji označuje aldehidni karakter. Veću količinu furfurala proizveo je *Babo* (1853.), a nakon njega furfural je priređen još na mnogo načina, ali uvijek djelovanjem vodenih otopina kiselina na biljni materijal. Tek iza 1910. porastao je interes za njegovu komercijalnu proizvodnju. *Raisin* (122) i *Berström* (11) opisuju metodu dobivanja furfurala (uz metanol, octenu i mravlju kiselinu) iz pilovine djelovanjem  $H_2SO_3$  kod 150 °C. Patenti *Ricarda* (124) govore o pripremi furfurala iz celuloznih produkata upotrebom različitih kiselina i brze destilacije.

Nakon I. svjetskog rata vrijedna su istraživanja na području dobivanja furfurala, pa i uz djelovanje  $H_2SO_4$ , u National Bureau of Chemistry od *La Forgea*,

### Sadržaj furfurala u vegetabilnim sirovinama

#### A) Poljoprivredne sirovine

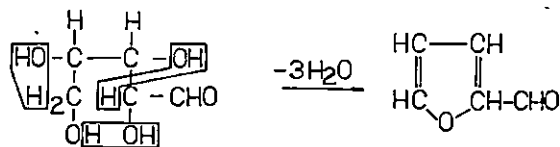
#### B) Šumske sirovine

Sirovina	% furfurala u suhoj tvari	Sirovina	% furfurala u suhoj tvari
ljuske zobi	20—22,3	bukovina	12,5
ljuske pamuka (sjemenke)	14—21,2	bukovina granjevina	12,0
ljuske riže	11—12,0	hrastovina	10,4—11,7
ljuske kikirikija	11—11,7	kestenovina	10,0—11,0
ljuske kikirikija (zrna)	5,1	topolovina	10,5—11,1
ljuske graha	16,6	brestovina	9,4—10,1
ljuske soje	10,9	jasenovina	9,6—11,1
ljuske suncokreta	11,8—14,0	brezovina	12,4—14,0
ljuske kave	16,7	jasikovina	10,4—11,8
posije kukuruza	14,8—19,6	lipovina	9,7
posije kukuruza-kokice	23,0	trešnjevina	11,7
posije pšenice	15,0	javorovina	9,7—11,2
posije soje	9,3	vrbovina	9,5
stabljika kukuruza	16,5	jelovina	9,5—10,3
stabljika lana	12—12,8	borovina	7,1
stabljika pamuka	12,0	ariševina	5,0—5,7
stabljika trske ( <i>Arundo donax</i> )	15,6—17,9	cedrovina	5,2—7,2
stabljika šećerne trske (izlužena)	10,3—17,4	lišće bukve	6,0
slama zobi	13—14,6	lišće hrasta	9,8
slama pšenice	8,4—12,0	lišće brijesta	8,0
pljeva lana	7,2—10,1	lišće trešnje	8,4
oklasci kukuruza	16—23,4	kora hrasta	8,0
komušina kukuruza	23,9	kora bora	6,4
prešani ostaci maslina	10,0	ljuske ploda pitomog keštena	7,5
rezanci šećerne repe	17,0		



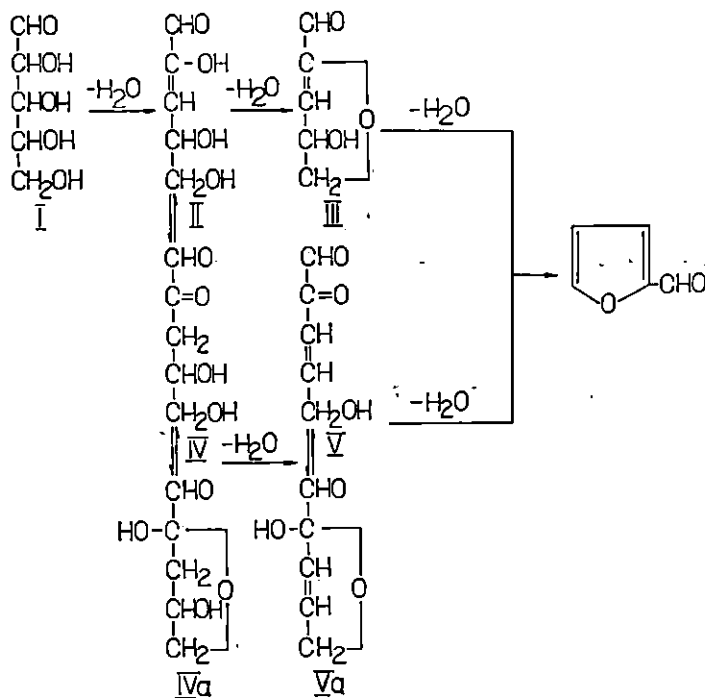
## 1.22 Transformacija pentoze u furfural — Transformation of pentose into furfural

Transformaciju pentoza u furfural može se na primjeru aldopentoza prikazati shematski ovako:



Ta reakcija nije jednostavna dehidracija, budući da katalizatori (cink klorid,  $P_2O_5$ , itd.) daju beznačajnu količinu furfurala iz ksiloze. Mehanizam formiranja furfurala nije jedinstveno utvrđen.

Schema nastajanja furfurala iz ksiloze uključuje i intermedijere:



Hurd (73) je predložio shemu, koja uključuje stvaranje konjugiranog (II) enola kao ključnoga intermedijera, a kasnije je to spektroskopski potvrdio *Wolfrom* (150). Zatim II. prelazi ciklodehidracijom u III. i gubitkom još jednog mola vode u furfural. *Wolfrom* (150) je u principu istog gledišta, ali pretpostavlja drugi put od II. do furfurala, tj. preko ketotautomera IV. i dehidriranjem toga  $\beta$ -hidroksikarbonil sistema daje V. i dalje furfural. Intermedijeri IV. i V. mogu biti u ravnoteži s njihovim cikličkim acetalnim oblikom, tj. IVa i Va. Elektronsku interpretaciju toga puta dao je *Isbell* (77).

Ispitivanje kinetike nastajanja furfurala s obzirom na to da nije kvantitativno, nužno se temeljilo na nastajanju pentoze, a rjeđe na stvaranju aldehida. Nastajanje

ksiloze u vodenoj kiseloj sredini pokazuje reakciju prvoga reda  $\left(-\frac{dC}{dt} = kC\right)$ . U nizu opažanja kod temperatura 100—210° i koncentracije vodikovih iona 0,05 ekvivalenta na litru, reakcijska konstanta  $k$  može se izraziti Arrheniusovom jednadžbom

$$\log k = -\frac{7000}{T} + 14,17, \text{ gdje je}$$

$k = \text{min}^{-1}$ ,  $T = \text{aps. temperatura}$ , a budući da je  $k$  direktno zavisna o koncentraciji vodikovih iona, može se proširiti:

$$k = \left(\frac{[H^+]}{0,05}\right) 10 \left(-\frac{7000}{T} + 14,17\right),$$

gdje je  $[H^+]$  u ekviv./litru.

Iako se proces dobivanja furfurala iz pentoza obavlja kod viših temperatura i bez katalizatora, ipak dobri doprinosi mogu se postići samo uz katalizatore, naročito solnu i sumpornu kiselinu. U analitičkim radovima najčešće služi 12% HCl. Tako se prema uvjetima A.O.A.C. (112) npr. dobije 88—90% teoretske vrijednosti furfurala iz ksiloze i oko 75% iz arabinoze. *Pervier i Gortner* (117) zaključuju, da je gubitak uzrokovan razgradnjom furfurala u kiselom mediju i zato preporučuju brzu destilaciju parom, da se furfural što prije ukloni dodira s kiselinom (7). U tu svrhu *Hughes i Acree* (70, 71) kombiniraju destilaciju parom i isoljavanje (12% HCl zasićena s NaCl) za kvantitativno dobivanje furfurala iz ksiloze i arabinoze te 5-methyl-furfurala iz ramnoze. Međutim, mada količina furfurala zavisi o njegovu brzom odstranjenju, njegova razgradnja kiselinom nije najveći izvor gubitka kod A.O.A.C. destilacije iz ksiloze, nego je tome uzrok reakcija furfurala s intermedijerima, koji nastanu tijekom konverzije.

### 1.3 Upotreba furfurala — Use of furfural

#### 1.31 Uvod — Introduction

Iako je primjena furfurala veoma široka, u Jugoslaviji se zasad koristi samo kao selektivno otapalo kod proizvodnje mazivih ulja u Riječkoj rafineriji nafte i kao vezivno sredstvo kod proizvodnje brusnih izrađevina u tvornici »Swaty«-Maribor.

Na svjetskom tržištu furfural je vrlo tražen i mnogo primjenjivan kemijski proizvod. Godišnja proizvodnja furfurala u svijetu iznosila je (*Römpp* leksikon, 1959) 72.000 tona. Od te količine devet proizvođača proizvelo je u USA 57.500 t, od toga otpada na The Quaker Oats oko 45.000 t, u SSSR-u 5.700 t, u Italiji pet proizvođača 2.900 t i u Francuskoj tri proizvođača 2.000 t. S vremenom je proizvodnja naglo porasla. Tako npr. veliki proizvođač je i Dominikanska Republika, La Romana 25.000 t/god. — 1955, a Italija ima u Trstu već vjerojatno novi pogon s 2.400 t/god., u SAD je proizvodnja vjerojatno dvostruka, a u SSSR-u je porasla od 6.800 t (1961) na 200.000 t/god. (1967).

#### 1.32 Upotreba furfurala — Use of furfural

Furfural kao i neki njegovi derivati, npr. furfuralni i tetrahidrofuralni alkohol, dobro je otapalo za tvari aromatskog karaktera, kao npr. estere celuloze, vinilne spojeve, smole, kaučuk i sl., a naročito za lakove i neke teško topljive boje.

Furfural je naročito važan kao selektivno otapalo.

Furfural se zbog slabe hlapivosti mnogo upotrebljava za rafinaciju mazivih ulja (84), naročito viskozni. Pritom nastaju minimalni gubici na furfuralu, a odstranjaju se nepoželjne aromatske i olefinske komponente.

Furfural se već niz godina koristi i kao selektivno otapalo kod rafinacije vegetabilnih i animalnih ulja (51). Tako se iz soja ulja npr. može dobiti ulje sušivosti poput lanenoga, a kao rafinat ostaje jestivo ulje. Upotrebom furfurala može se izdvojiti i tokoferol, a riblje ulje obogatiti na sadržaju A i D vitamina.

Furfural može služiti i kod dobivanja butadiena iz petroleja, tj. kod separacije nižih ugljikovodika, koji imaju slična vrelišta kao npr. n-butan, 2-buten, butadien i 1-buten, što je interesantno za dobivanje butadiena kao osnovne komponente za sintetsku gumu (25).

Furfural se koristi za odstranjivanje tvari koje bojadišu sirovu drvenu smolu kao i za druge nečistoće, tako da je smola dobivena nakon tretmana furfuralom upotrebljiva umjesto kolofonija u industriji papira, sapuna i sl. (72).

Osim u gore navedene svrhe furfural ima čitav niz primjena kao selektivno otapalo (10) kod različitih postupaka rafinacije i dobivanja kao npr. tall-ulja i terpentina, octene kiseline, antracena i dr.

Furfural se upotrebljava i kao dodatak benzinu (oko 0,1%). Na taj se način dobivaju oktanski brojevi do 99, a i rad motora je bolji, jer se postiže potpunije sagorijevanje, sprečava čađenje i djeluje kao antidektonator.

Furfural se koristi i za dobivanje umjetnih smola (110), tako ga se u tu svrhu koristi oko 50% od ukupno proizvedenoga. Furfural daje smole s fenolom, a i s ureom i tioureom. Fenol-furfuralne smole naročito su otporne prema toplini, prema kiselinama i alkalijama, a imaju dobra mehanička i električka svojstva. U nekim slučajima te su smole bolje od formaldehidnih, naročito s ekonomskog gledišta. Nedostatak tih smola je uglavnom njihova crna boja.

Furfural i furfural alkohol osmoljuju se s kiselinama, što se može iskoristiti kod različitih impregnacija.

Smole raznih kvaliteta mogu se dobiti i reakcijom furfurala s alkil ketonima, npr. s acetonom za na svjetlo osjetljive litografske («No-Wok») slojeve.

S dušičnim spojevima, npr. s amonijakom, furfural daje smole, ali bez industrijske primjene. Spominje se samo upotreba furfural-anilinskih smola za gradnju aerodroma i cesta.

Najveća upotreba furfurala je njegova prerada u druge proizvode, tako da je furfural zanimljiva sirovina za sintetsku organsku kemijsku industriju.

Najvažnije područje, u koje je ušao furfural, je proces pripreme adiponitrila iz furfurala, odnosno dobivanje nyloga.

Tetrahidrofuran koji se može dobiti kao intermedijer pri proizvodnji nyloga izvrsno je otapalo za polivinilklorid, polivinilidenklorid i druge smole. Polivinilidenklorid otopljen u tetrahidrofuranu odlično je ljepilo za spajanje plastike. Nadalje može služiti za dobivanje jantarne kiseline, maleinskog anhidrida, butirollaktona, tj. za dobivanje PVC plastifikatora, a posebno treba istaći i mogućnost dobivanja butadiena za sintetski kaučuk. Odličan je medijum za izvođenje *Grignardovih* ili aluminij-hidrid reakcija. Služi i kao ekstraktno sredstvo za fiziološki aktivne materijale.

Tetrahidrofurfuralni alkohol može služiti za dobivanje umjetnog kaučuka preko piperilena (1,3-pentadien) kao i za dobivanje glutarne kiseline preko 2,3 dihidropirana.

Sam dihidropiran je baza za niz spojeva potencijalne industrijske vrijednosti (37).

Tetrahidrofurfuralni alkohol je otapalo za acetat-, nitrat- i etil-celulozu, stiren, vinil acetat i dr.

Furfuralni alkohol je također važan član furanskih spojeva. Industrijski se dobiva hidriranjem furfurala. Furfuralni alkohol već je spomenut uz furfural kao otapalo, naročito za fenolne smole, te otapalo i disperzant za teško topljive boje u tekstilnoj industriji.

Furfuralni alkohol spominje se i za mogućnost korištenja kao tekuće raketno gorivo (91).

Furfuralni alkohol je na području umjetnih smola važniji od furfurala. Njegove smole spadaju u najjeftinije, termostabilne i na koroziju otporne polimere. Koriste se na velikom području: za opremu kemijskih pogona, dobivanje specijalnih cementa, za impregnaciju poroznih tvari, kao vezivo za prozorno stakleno tkanje, za ljepilo, za pojačanje keramičkih predmeta, itd.

Osmoljivanje se postiže kiselim katalizatorima i to samoga furfuralnog alkohola, a mnogo manje se primjenjuje u kombinaciji s formaldehidom, ureom ili fenolnim spojevima.

Naročito je važna primjena furfuralnog alkohola za dobivanje smolnog cementa. On je otporan na toplinu, a naročito na lužine. U Americi se naveliko primjenjuje još od 1940. god. (6).



Furfuril alkoholna smola, punjena azbestom koji je ispran s kiselinom, ima veliku primjenu. Dolazi pod imenom »Haveg 60«, a od njega se izrađuju cijevi, katali, ventili, posude itd., otporne na koroziju.

Furfuril alkoholna smola je baza za specijalna ljepila, koja služe u industriji aviona za vezanje drva i plastike (Resin X-2).

Osim navedenih furfuralni alkohol ima čitav niz primjena manje važnosti.

Furfural i njegovi spojevi upotrebljuju se i u slijedeće svrhe: u farmaciji za sintezu niza farmaceutskih proizvoda, kao fungicid, insekticid, herbicid i defolians.

Osim navedenih postoji još cijeli niz različitih, manje važnih primjena furfurala i njegovih derivata, o čemu se može naći dosta podataka kod već navedenih autora (37).

#### 1.4 Fizikalne i kemijske karakteristike furfurala — *Physical and chemical characteristics of furfural*

Dunlop i Peters (37) iznose mnogo sabranih podataka različitih autora i laboratorija s preko 70 referenci.

##### 1.411 Opći podaci — *General data*

Niže navedeni podaci za furfural izneseni su prema raznim autorima.

Molekularna težina (teoretska):	96,082
Izgled (svježe destilirani uzorak):	bezbojna tekućina
Miris:	prodorani, aromatski
Ledište:	−36,5 °C
Vrelište (760 mm Hg):	161,7 °C
Indeks loma ( $n_D^{20}$ ):	1,52608
Indeks loma ( $n_D^{25}$ ):	1,52345
Gustoća (20 °C):	1,1598
Gustoća (25 °C):	1,1545
Gustoća (t °C):	$d_4^t = 1,1811 (1 - 0,000895 t)$
Molekularni volumen:	95,52; 95,53

Tlak pare izražen je jednadžbom:

$$\log p_{mm} = 29,3265 - 6,9418 \lg T - \frac{3530,52}{T}, \text{ gdje je } T = \text{apsolutna temperatura.}$$

Pojednostavnjena jednadžba, za područje 100 — 6000 mm Hg, je slijedeća:

$$\log p_{mm} = 7,959 - \frac{2209}{T}.$$

Kritički tlak (psia):	798
Kritička temperatura:	397°
Gustoća para (zrak = 1,00):	3,31
Koeficijent difuzije para (cm <sup>2</sup> /sek.):	17°: 0,076 25°: 0,087 50°: 0,107
Plamište (zatvorena posuda):	60 °C
Plamište (otvorena posuda):	68,3 °C
Temperatura zapaljenja:	393 °C
Sagorjevna toplina kcal/kg.:	5940,6

Stabilnost prema visokim temperaturama je prilično velika u odsutnosti katalizatora i kisika, tako da je razgradnja opažena tek kod 565 °C.

Donja granica eksplozivnosti (kod 125 °C i 740 mmHg) u vol. %: 2,1.

Viskozitet (cps) < 0°:	2,475
25°:	1,494

Površinska napetost (din/cm):	
0 °C:	43,5
29,9 °C:	40,7
30 °C:	41,09
t °C:	$\gamma_t = 44,34 - 0,1221 t$
Dielektrička konstanta:	
1 °C:	46,9
25 °C:	38
50 °C:	34,9
Dipolni moment (Debye jedinice):	3,57; 3,61.
Izmjereni parahor:	212,5, 212,9, 210,1, 209,5 (20 °C), 209,4 (32,4 °C) 210,1 (42,4 °C).
Molekularna magnetska osjetljivost:	
[( $\chi_{\text{mol}} \cdot 10^{-6}$ ) cgs jedinica]	— 47,1 — 49,2 — 49,8
Električni apsorpcijski indeks:	0,02
Električna vodljivost (20 °C), mho:	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Specifična vodljivost, mho	
	minimalna: $0,26 \cdot 10^{-5}$ maksimalna: $0,37 \cdot 10^{-5}$
Toplina izgaranja (tekućine), $\Delta H_{298,16}$ , kcal/mol:	— 560,3
Toplina stvaranja (tekućine), $\Delta H_{298,16}$ , kcal/mol:	— 49,3
Toplina fuzije: $\Delta H_{235,1}$ , kcal/mol:	3,43
Toplina isparivanja: $\Delta H_{353,8}$ , kcal/mol:	9,22
Specifična toplota (tekućine), cal/g/stupanj:	
	od 14 — 80 °C: 0,401 od 20 — 100 °C: 0,416
Molarni toplinski kapacitet (tekućine), cal/st/mol:	
	od 14 — 80 °C: 38,5 od 20 — 100 °C: 39,9
Entropija fuzije: $\Delta S_{235,1}$ , cal/st/mol:	14,60
Entropija isparivanja: $\Delta S_{353,8}$ , cal/st/mol:	21,26
Slobodna energija stvaranja (tekućine):	
$\Delta F_{298,16}$ , kcal/mol:	— 31,98

#### 1.412 Karakteristika topljivosti — Characteristics of solubility

Furfural se potpuno miješa s organskim otapalima kao što su npr.: alkohol, eter, aceton, kloroform, benzen i drugi aromatski ugljikovodici. Kod običnih temperatura slabo se miješa zasićenim alifatskim ugljikovodicima. Sposobnost topljivosti u furfuralu i njegovo djelovanje na organske spojeve ispitali su naročito *Hammer* (59) i *Trimble* (143).

Anorganski spojevi, općenito, su netopljivi u furfuralu (iznimno cink-klorid i feriklorid).

Furfural se može koristiti kao dobro sredstvo za separaciju. Ako se doda u smjesu parafina i olefina, pokazuje veliku sposobnost selektivnog otapanja nezasićenih spojeva. Na taj se način rafiniraju vegetativna i maziva ulja, što se koristi za ekstrakciju (tekuće — tekuće).

#### Sistem furfural-voda — The furfural-water system

Furfural se miješa s vodom u svim omjerima iznad temperature od 120,9 °C.

Ispod te temperature postoji dvofazno područje. U slijedećoj tabeli uzajamne topljivosti furfurala i vode dani su težinski postoci furfurala u vodenom odnosno u furfuralnom sloju (kod određene temperature):

Temperatura u °C	% furfurala u vodenom sloju	% furfurala u furfuralnom sloju
10	7,9	96,1
20	8,3	95,2
30	8,8	94,2
40	9,5	93,3
50	10,4	92,4
60	11,7	91,4
70	13,2	90,3
80	14,8	88,7
90	16,6	86,5
97,9 (vrelište kod 760 mmHg)	18,4	84,1

Mnogi autori ispitivali su binarne sisteme furfurala s parafinima, olefinima i cikličkim spojevima, tj. njihove kritičke temperature otapanja i koncentracija kao i azeotropne smjese. Također je niz autora ispitivao ternarne i kvartarne sisteme furfurala.

Detaljne podatke za sistem furfural-voda kao i za druge sisteme s velikim brojem referenci iznose *Dunlop* i *Peters* (37).

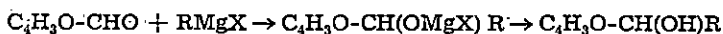
#### 1.42 Kemijske karakteristike (37) — Chemical characteristics (37)

Kemijske karakteristike furfurala proizlaze iz strukture njegove jezgre, odnosno njegova aldehidnog karaktera.

##### 1.421 Općenito — General

Furfural daje adicijske ili kompleksne spojeve s mnogim tvarima. Izolirani su kompleksni spojevi furfurala s aluminijem, stani- i feri-kloridom kao i adicijski spojevi s merkuri- i kadmij-kloridom, magnezij-bromidom te fero- i fericijanidom.

*Grignardovi* reagensi s furfuralom daju adicijske spojeve odnosno hidrolizom sekundarni alkohol:

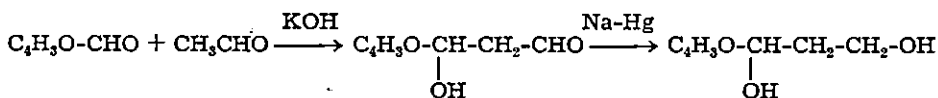


Slično benzaldehidu furfural adira kloroform i daje triklormetil-furilkarbinol:



Furfural također pokazuje *Perkinovu* reakciju kondenzacije s aktiviranom  $-CH_2$  grupom, zatim *Knoevenagelovu* sintezu te kondenzacije aldolnog tipa.

Tako s acetaldehidom (0–10°, pH 10–11) daje aldol (128), koji redukcijom daje 1-furil, 1,3-propandiol:



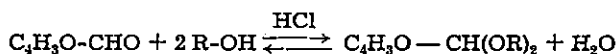
Furfural kondenzira i s nitroparafinima i nitrocikličkim spojevima (80, 90, 31) te drugim spojevima dušika kao npr.: dinitro- i trinitrotoluenom,  $\alpha$ - i  $\beta$ -pikolinom, itd. Reakciju furfurala s pirolnim spojevima ispitivao je *Piutti* (120) kao i mnogi drugi autori.

Alkiliranje furfurala postupkom po *Friedel-Craftu* je analogno kao i kod furana, tj. atomi ili grupe dolaze u  $\alpha$ -položaj. Iznimku čini alkilacija s izopropil-kloridom i  $AlCl_3$  koja daje 4-izopropil furfural, dok alkilacija s butil- i pentilkloridom daje 5-alkilfurfural.

## 1.422 Funkcionalni derivati — Functional derivatives

### 1.4221 Acetali — Acetals

Furfural daje s alkoholima acetale prema ovoj općoj formuli:



Stvaranje acetala s različitim alkoholima po količini i odnosu dan je u donjoj tabeli (103, 1):

Alkohol	Molarni odnos alkohol/furfural	Konverzija (%)	$K_e$
heptanol	5	68	0,58
metanol	5	42	0,100
metanol	11	61	0,114
etanol	2,0	17	0,036
etanol	6,1	44	0,036
etanol	6,2	33	0,035
etanol	9,8	40	0,034
etanol	11,1	44	0,039
propanol (2)	11	25	0,009
1-metil-heptanol	5	11	0,003
2-metil-propanol (2)	6	0	0,000

S 1,2- i 1,3-dihidroksi spojevima furfural kondenzacijom daje cikličke acetale. Reakcija ide bez katalizatora ili s katalizatorima uz kontinuirano odvođenje vode azeotropnom destilacijom s benzenom ili sl. (69).

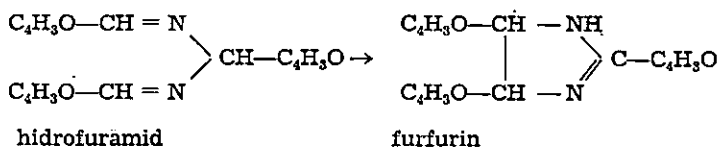
Reakciju furfurala s glukozom i drugim heksozama proučavao je *Bredereck* (20, 21).

*Dunlop i Peters* (37) daju tabelarni pregled 25 furfuralnih acetala, njihovih struktura i fizikalnih konstanti uz 35 referenci.

### 1.4222 Reakcije s dušikovim spojevima — Reaction with nitrogen compounds

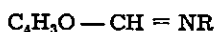
*Hidrofuramid* (furfuramid) je skoro netopljiv u hladnoj vodi, ali je topljiv u otapalima. Točka topljenja je 117 °C. U kipućoj vodi ili kiselinama dijelom se raspada na komponente od kojih je dobiven, tj. na amonijak i furfural. Djelomice se pretvara u crnu termoplastičnu smolu kao i pod utjecajem vrućih vođenih alkalnih otopina. Dobivanje, svojstva i upotrebu hidrofuramida obradili su mnogi autori.

*Furfurin* (2,4,5-trifurilimidazolin) (t. t. 116—117 °C) se može izolirati iz smolaste mase, koja nastaje od hidrofuramida djelovanjem alkalija:



a kvantitativno otapanjem hidrofuramida u tekućem amonijaku i koncentriranjem. O furfurinu *Dunlop i Peters* (37) daju 11 referenci.

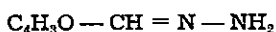
*Aldimini* (*Schiffove* baze) nastaju kondenzacijom ekvimolekularnih količina furfurala i primarnih alifatskih amina:



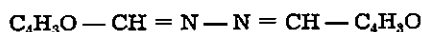
Aromatski amini se ponašaju slično, ali obično uz složenije reakcije. Npr. furfural s anilinom daje anil, dok s anilin hidrokloridom dolazi do pucanja furanskog prstena uz vezanje dva mola anilin hidroklorida, pri čemu se dobiju tzv. »Stenhouse« boje.

Dunlop i Peters (37) daju pregled cijelog niza reakcija te fizikalnih i kemijskih svojstava nastalih spojeva.

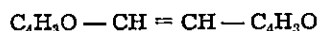
Furfural hidrazon (vrelšte 105—110 °C pri 12 mm Hg) nastaje djelovanjem furfurala na hidrazin hidrat:



Djelovanjem dva mola nastaje furfural azin:



koji opreznim zagrijavanjem otpušta dušik i prelazi u simetrični difuril-etilen:



Fenilhidrazon s furfuralom daje furfuralfenilhidrazon, a s hidroksilamin-hidrokloridom furfural daje oksim. Dunlop i Peters (37) daju pregled hidrazona, koji nastaju iz furfurala i supstituiranih hidrazina.

Furfural semikarbazoni ( $C_4H_3O - CH = NNH - CONHR$ ) i furfural semioksamazoni ( $C_4H_3O - CH = NNH - CO - CONHR$ ) dani su također u tabelarnom pregledu.

Furfuraloksimi. Uvođenjem furfurala u jako alkalnu otopinu hidroksilamina dobije se smjesa dvaju stereoisomernih oksima nakon blagog zakiseljivanja s  $CO_2$  ili  $NH_4Cl$ . Oksimi  $\alpha$  (syn) i  $\beta$  (anti) mogu se separirati (19), a  $\alpha$ -furfuraloksim može se prevesti u  $\beta$ -oblik (52). Redukcijom oksima dobije se furfuralamin.

Dunlop i Peters (37) nadalje navode mnogo radova na oksidima furfurala kao i raznih dušičnih i sumpornih derivata.

### 1.423 Cannizzarova reakcija — The Cannizzaro reaction

Tu je reakciju prvi izveo 1861. Ulrich djelujući na furfural s alkoholnom otopinom KOH pri čemu je dobio furfuralalkohol i kalij-furoat.

Mehanizam reakcije su kasnije razradivali Geib (50) i Eitel (40). Kod te reakcije dolazi i pojava osmoljivanja. Tamni, smolasti materijal je nepoznatog sastava, u relativno maloj količini, ali u reakciji daje jako obojenje. Ta se pojava može dijelom izbjeći ubrzanjem reakcije dodavanjem male količine srebra. Za industrijsko dobivanje furfural alkohola i furilne kiseline ta se reakcija ne koristi, već se koristi kao jedna od reakcija u proizvodnji sintetskih detergenata (58).

»Križana« Cannizzarova reakcija upotrebom formaldehida i natrij-hidroksida daje 90% furfural alkohola i natrij-formijat (56).

### 1.424 Redukcija, oksidacija i osmoljivanje furfurala — Reduction, oxidation and resinification of furfural

Najzanimljivije reakcije furfurala su reakcije redukcije, oksidacije i kondenzacije odnosno polimerizacije, posebno zbog njegove velike nestabilnosti.

Zbog naročite važnosti navedenih reakcija autor ovoga rada (15) dao je njihov kratak pregled.

Redukcija furfurala kao glavni produkt daje furfuralni alkohol, a u nekim procesima dolazi i do osmoljivanja. Mnogi autori iznose razne redukcije furfurala, kao npr. elektrolitičku redukciju (141), encimatsku redukciju (89), pomoću metala (148), redukciju po Meerwien-Ponndorfu (100), po Wolff-Kishneru (123) te hidrogenizaciju s različitim katalizatorima (81, 137, 22). Katalitička hidrogenizacija u odgovarajuće alkohole izvedena je i s 5-metilfurfuralom i 5-hidroksimetilfurfuralom (31, 108).

Oksidacija furfurala je naročito važna u vezi s njegovom nestabilnosti. Oksidacijom furfurala nastaju uglavnom maleinska, fumarna i jantarna kiselina preko čitavog niza nusproizvoda. Furfural je podložan i autooksidaciji, glavni produkti koje su mravlja kiselina i kompleks polimernih, koje se izvođe iz  $\beta$ -formilakrilne kiseline (38). Opisuje se i katalička oksidacija (109), elektrolitička oksidacija (65, 154) kao i oksidacija u kiselom i alkalnom mediju (111).

*Dunlop i Peters* (37) dali su vrlo dobar shematski pregled oksidacije furfurala u različitim medijima i s raznim oksidacijskim sredstvima.

Osmoljivanje furfurala nastaje već i duljim stajanjem, a naročito uz prisutnost svjetla i zraka. Pri tome furfural postaje sve tamniji, dok se konačno ne pretvori u crnu smolastu masu. Mnogi autori ispituju razne čimbenike, koji utječu na ubrzavanje odnosno smanjenje brzine osmoljivanja (35, 26). Sam mehanizam osmoljivanja tumači velik broj autora (96, 130, 17, 75, 37) na razne načine, no svi se slažu, da je osmoljivanje katalizirano kiselinama, pa se inhibicija procesa može postići slabim bazama (62). Slično furfuralu osmoljuje se i furfuralni alkohol, ali i njegove smole, premda boljih svojstava od furfuralnih, nisu od praktičnog značenja. Daleko veće značenje imaju kondenzacijski proizvodi furfurala s fenolom.

#### 1.425 Reakcije furfurala s fenolom — Reactions of furfural with phenol

Furfural daje s fenolom smole, pogodne za termičku primjenu. Ta se kondenzacija temelji na karakterističnoj reakciji aldehida s *o*- i *p*-vodikovim atomima fenola. Postoji mnogo podataka, uglavnom pateñata (118, 110, 36) za industrijsko korišćenje tih smola, a relativno je malo podataka o njihovoj strukturi i nastajanju. Nastajanje smola iz furfurala sa supstituiranim fenolima, naftolima, odnosno brzinu reakcije daju *Beckman* (8) i *Tzonev* (145). Cjelovitu studiju primjene, sastava i nastajanja furfural-fenolnih smola iznosi *Hachihama* u mnogim radovima (57). Dokazano je, da dolazi i do *o*- i *p*-kondenzacije.

Odnos između temperature očvršćivanja, katalizatora, pH-vrijednosti te koncentracija fenola i furfurala dali su *Brown i Watson* (23).

Osnovna reakcija furfurala s fenolom analogna je reakciji fenola s formaldehidom, tj. nastaje *o*- ili *p*-hidroksifenil furilkarbinol.

Ako furfural reagira s dva mola floroglucina uz izdvajanje 1 mola vode (114), nastaje furfuraliden-2,4,6 trihidroksibenzen. Sastav toga spoja zavisi o koncentraciji floroglucina, furfurala i kiseline.

Furfural s 2,5 ili 2,3 diklor fenolom daje teško zapaljive smole (62). Furfural se može kondenzirati i s aldehydima i ketonima, obično u alkoholnom mediju. Očvršćivanje se postiže jakim kiselinama. Te smole su obično tamne.

Slično furfuralu kondenziraju i furfuralni alkohol te hidroksimetilfurfural. Smole furfural alkohola su od većega tehničkog interesa.

#### 1.5 5-metilfurfural — 5-methyl furfural

Kao što se furfural dobiva iz pentoza, tako se 5-metilfurfural dobije iz metilpentoza (97).

Najpoznatije metilpentoze su 1-ramnoza, 1-fukoza i rodeoza (d-fukoza).

1-ramnoza dolazi u mnogim prirodnim glukozidima, a 1-fukoza u metilpentozanima. Rodeozu je našao *Votoček* u glukozidima iz *Convolvulacea*.

Metilpentoze su u prirodi relativno rijetke pa se 5-metilfurfural obično sintetizira. Sinteza 5-metilfurfurala obavlja se iz saharoze preko 5-klormetilfurfurala, koji redukcijom s  $\text{SnCl}_2$  u solno kiselom mediju daje 5-metilfurfural (131, 42).

*Reichstein* (123) ga je dobio iz 2-metilfurana *Gattermannovom* sintezom.

*Jones* (79) ga je dobio iz 5-metil 4-karboksifurfurala dekarboksilacijom.

Stenhouse (1850. g) dobio je »fucosol«, tj. smjesu furfurala i 5-metilfurfurala destilacijom iz morske trave, a Hill (68) je sličnu smjesu aldehida dobio suhom destilacijom hrastovine ispod 200 °C. 5-metilfurfural je također nađen u ulju pržene kave (76) i u ulju klinčića (99).

### Fizikalna i kemijska svojstva — Physical and chemical properties

5-metilfurfural ima vrelište 186—187 °C kod 760 mm Hg ili 83—84 °C kod 15 mm Hg.

Gustoća ( $d_4^{15}$ ) = 1,107

Kemijski je sličan furfuralu, reagira s aldehydima, a može se i katalitički hidrogenirati (131). U literaturi se spominje kao 5-methylfurfural, ili 5-methyl-2-furaldehyde.

### 1.6 5-hidroksimetilfurfural — 5-hydroxy-methyl furfural

5-hidroksimetilfurfural je otkrio Düll 1895 g. a ispravnu strukturu su našli Ekenstein i Blanksma, 1909. Spomenuti autori dobili su 5-hidroksimetilfurfural iz fruktoze i sorboze u količini oko 20—25 %, a iz glukoze, galaktoze i manoze dobilo se oko 1 %, što znači da je transformacija kod ketoheksoza bolja nego kod aldohexsoza.

Haworth i Jones (64) su ispitivali dobivanje iz trstikina šećera i dobili sirovog aldehida 54 % s obzirom na fruktozni dio molekule, odnosno 27 % s obzirom na cijelu molekulu. Glukoзни dio molekule uglavnom se ne mijenja.

Fruktoza u furanoznom obliku, odnosno glukoza u endiolnom obliku daju dehidracijom enol, a daljnjim oduzimanjem vode 5-hidroksimetilfurfural. Glukoza je najprije tretirana kalcij-hidroksidom, a zatim oksalnom kiselinom: količina dobivenoga 5-hidroksimetilfurfurala je 13 %, odnosno 29 % ako se oba postupka ponove četiri puta.

U kiselom mediju dobio je Haworth (63) iz tetrametilfruktofuranoze 5-metoksi-metilfurfural.

Wolfrom (150) je dobio 5-hidroksimetilfurfural bez prethodnog tretiranja hidroksidom, slično kao kod konverzije ksiloze u furfural.

Sowden (136) poštava eksperimentalne uvjete: Glukoza se grije na 130 °C kroz 24 sata s 10 % HBr i dobiva 48 % levulinske kiseline, koja uz mravlju nastaje iz 5-hidroksimetilfurfurala.

Sowden je uzео D-glukozu-1-C<sup>14</sup> i pokazao, da od aldehidnoga ugljika šećera nastaje mravlja kiselina.

Nešto 5-hidroksimetilfurfurala dobije se direktno iz celuloze (67), agar-agara i škroba (5). Ima ga također u vinima (3, 86, 142) i medu (105).

Opsežan pregled (sa 161 referencom) o 5-hidroksimetilfurfuralu dao je Moye (107).

### Fizikalna i kemijska svojstva — Physical and chemical properties

U literaturi dolazi pod imenima: 5-(hydroxymethyl) furfural ili 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde.

Talište 31,5 °C, vrelište 110 °C (0,02 mm Hg),  $n_D^{18}$  = 1,5627.

Topljiv je u vodi, alkoholu, acetonu, eteru, kloroformu i benzenu. Za razliku od furfurala slabo isparuje s parom.

Gradi cijeli niz spojeva: oksime, aldazine, semikarbazone, hidrazone, semiok-sazone, uretane, diureide, acetamid, benzamid, naftilane, itd.

Destilacijom kod 750 mm Hg pokazuje konverziju u furfural (155), a zagrijavanjem kondenzira se uz gubitak vode uoksi-bis-5-metilenfurfural.

U novije vrijeme 5-hidroksimetilfurfural se upotrebljava i za »furanske smole« (101).

## II. EKSPERIMENTALNI DIO — EXPERIMENTAL

### Uvod — Introduction

Kako je već spomenuto, cilj naših ispitivanja bio je određivanje metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala u furfuralu. Pretpostavljalo se, naime, da i kemijski čisti furfural sadrži primjese metil- i hidroksimetilfurfurala, koje potječu od izvorne sirovine, odnosno metilpentozana i heksozana.

U tom cilju obavljena su ispitivanja niže navedenih uzoraka u ultraljubičastom (UV) i infracrvenom (IR) području spektra kao i plinsko-kromatografska analiza.

Uzorci, korišteni u našim ispitivanjima, su slijedeći:

1. Furfural p. a. »Merck« — 6 295 538
2. Furfural — »Erba« — indeks loma (25°) 1,524 C  
gustoća (20°) 1,158  
poč. vrelišta 152 °C

3. Furfural Tvornice tanina i furfurala — Sisak (poklon).

Prema analitičkom nalazu tvornice dobiveni uzorak je redestilirani p. a. furfural:

furfural %:	99,6—99,8
gustoća (20°):	1,159
indeks loma ( $n_D^{25}$ ):	1,5254
anorganske kiseline ekv/l:	—
organske kiseline ekv/l:	0,0177
pepeo:	0,0045
voda:	—

Destilacija po metodi ASTM, početak destilacije 160 °C.

4. Furfural dobiven iz kukuruznih klipova u Katedri za kemijsku preradu drva — Šumarski fakultet.

U destilacijsku tikvicu stavljeno je 500 g usitnjenih i zračno osušenih kukuruznih klipova, te je dodano 660 g NaCl i 1600 ml 10,0%-tne  $H_2SO_4$ . Destilacija furfurala izvedena je pod tlakom vodene pare kod temperature od 112 °C u vremenu od 2 sata.

5. 5-metilfurfural — uzorak dobiven kao poklon od Mr. J. F. Gramma, Cigarette Components Ltd., Wembley.

6. 5-hidroksimetilfurfural — purum, Fluka (poklon) 61609-25 K.

### 2. UV-SPEKTROFOTOMETRIJSKA ODREĐIVANJA UV SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATIONS

#### 2.1 Literatura o UV-spektroskopskim ispitivanjima — Literature on UV spectroscopic examinations

#### 2.11 UV-spektroskopska ispitivanja — UV spectroscopic examinations

Mnogi autori daju podatke o UV-apsorpciji furfurala: A. A. Dobrinskaja i koautori (32,33) daju podatke za apsorpciju furfurilnih otopina u kiselom i lužnatom mediju. Alkoholna otopina kod pH 2—5 pokazuje



apsorpcijski maks. kod oko 270 nm. Kod pH 12,8 pojavljuje se i drugi maksimum kod oko 340 nm — koji je u kiselom i neutralnom mediju odsutan. Različito apsorpcije u kiselom i lužnatom mediju pripisuje se  $\alpha$ - i  $\beta$ -obliku furfurala.

M. L. *Wolfrom* i koautori (151) prate spektroskopski konverziju d-kiseloze u furfural odnosno heksoza u hidroksimetilfurfural.

UV-spektroskopska određivanja pentozana spominje i *Smith* (133). *Šohn* (135) u ispitivanjima UV-apsorpcijskih spektara lignina među ostalima daje i apsorpcijsku krivulju furfurala.

P. O. *Bethge* (13) u svojim ispitivanjima pentozana navodi, da su apsorpcijski maksimumi furfurala (277,5 nm) i 5-hidroksimetilfurfurala (284,5 nm) preblizu za mogućnost dvokomponentne spektrofotometrije. Međutim, kasnije je isti autor nastavio raditi na tom problemu (14).

*Foltz* (43), analogno *Smithu* daje pojednostavnjenu metodu za određivanje pentozana u pulpi i papiru. Princip je, da se pentozani pretvore u furfural sa 16% HCl, a zatim se izmjeri ekstinkcija kod 277 nm.

*Demihavskaja* (29) je primijenila *Foltz-ovu* metodu kod proizvoda kemijske prerade drva.

Vrlo interesantno mikro-kvantitativno određivanje furfurala spektrofotometrijskom metodom opisuje *Root* (127) ispitujući uvjete skladištenja razrijeđenih furfuralnih otopina.

G. I. *Benzina* (9) opisuje određivanje furfurala u atmosferi mjerenjem ekstinkcije furfurala u etanolu kod 273 nm.

J. F. *Harris* i L. L. *Zoch* (61) pokazuju, da ekstinkcija furfurala u prisutnosti bisulfit iona, mjerena kod 276 nm pada zbog stvaranja kompleksa aldehid-bisulfit. Opisano ispitivanje može služiti za određivanje slobodnoga bisulfit iona u otopinama.

L. *Šuty* i O. *Červinka* (138, 28) koriste UV-spektrofometriju kao povoljnu metodu za praćenje dobivanja furfurala prethidrolizom bukovine, a u odnosu na vrijeme, tlak i temperaturu prethidrolize. Oni mjere ekstinkciju većeg maksimuma (kod 278 nm), a zanemaruju manji maksimum (kod oko 230 nm) koji pokazuje furfural u UV-apsorpcijskoj krivulji. Svoja ispitivanja uspoređuju s polarografskim ispitivanjima. Razrijeđene otopine furfurala pokazuju spektre, analogne čistom furfuralu. Autori predviđaju i kontinuiranu kontrolu proizvodnje furfurala.

*Hershenson* (66) citira deset radova, u kojima se spominje UV-apsorpcijski spektar furfurala (ti su radovi navedeni u popisu literature).

## 2.12 UV-spektroskopska ispitivanja 5-hidroksimetilfurfurala — UV spectroscopic examinations of 5-hydroxy-methyl furfural

Ispitujući konverziju d-glukoze u 5-hidroksimetilfurfural, *Wolfrom* i koautori (150) prate promjene UV-apsorpcijskog spektra. Konverzija je učinjena u destiliranoj vodi i razr. HCl (kod pH 4,3 i pH 2,0). Na temelju promjene apsorpcijskih krivulja autori pretpostavljaju nekoliko intermedijera. U vodenom mediju je UV-apsorpcijski spektar 5-hidroksimetilfurfurala razvijen za 20—23 sata, a u kiselom za 15 sati. UV-apsorpcijskim spektrom *Wolfrom* i koautori (152) identificiraju 5-hidroksimetilfurfural, koji su dobili (0,6%) uz d-glukožu (0,1%) ispitujući utjecaj topline na d-fruktozu. Istovremeno ispituju apsorpcijske spektre zagrija-

vanih otopina fruktoze i *Evstignjejev* i *Nikiforova* (41). Voda otopina fruktoze vrenjem tijekom 30 sati pokazuje naglu progresivnu promjenu od slabih početnih apsorpcijskih maksimuma kod 280 i 230 nm do skoro praktički istog maksimuma s 5-hidroksimetilfurfuralom. Promjena je oko 7 puta brža od promjene otopine glukoze. Slično određuje 5-hidroksimetilfurfural i *Löschbrandt* (91) kod određivanja lignina.

Posebnu studiju o određivanju 5-hidroksimetilfurfurala i sličnih spojeva pomoću UV-apsorpcijskih spektara dali su *Turner* i koautori (144).

*Hershenson* (66) spominje svega dva rada, koji se bave UV-apsorpcijskim spektrom 5-hidroksimetilfurfurala. Ti su radovi navedeni u popisu literature pod brojevima 11 i 12.

*Harris* i koautori (60) u svojem radu o dobivanju i svojstvima 5-hidroksimetilfurfurala daju tabelarni pregled maksimuma i minimuma 5-hidroksimetilfurfurala, uspoređen i s ispitivanjima drugih autora:

*Usporedba UV-ekstinkcijskih koeficijenata za vodene otopine  
5-hidroksimetilfurfurala*

Autori	Manji maksimum		Minimum		Veći maksimum	
	nm	$\epsilon$	nm	$\epsilon$	nm	$\epsilon$
1	228,0	3,053	245,0	1,595	283,0	16,294
2	230,0	3,080	—	—	284,0	16,700
3	228,0	1,900	245,0	1,030	282,5	16,900
4	230,0	3,221	245,0	2,114	284,0	16,830
5	—	—	—	—	282,5	16,500

(jedinice  $\epsilon$  su u g-molu na litru po centimetru)

- 1 — *Harris* i koautori (60)
- 2 — *Singh B., Dean G. R., and Cantor S. M.* 1948. *Journ. Amer. Chem. Soc.* 70, 517.
- 3 — *Mackinney G. and Temmer O.* 1948. *Journ. Amer. Chem. Soc.* 70, 3, 586.
- 4 — *Turner J. H., and others* 1954. *Anal. Chem.* 26, 898.
- 5 — *Wolfrom M. L., and others.* 1948. *Journ. Amer. Chem. Soc.* 70, 514.

2.13 *UV-spektroskopska ispitivanja 5-metilfurfurala — UV spectroscopic examinations of 5-methyl furfural*

*Vanzetti* (146) je spektrografski ispitivao metilfurfural dobiven iz ramnoze, a u okviru ispitivanja djelovanja  $H_2SO_4$  na šećere. Ispitivanja UV-spektra 5-metilfurfurala je, među ostalima, metilfuranskim derivatima učinio i *Mackawa* (92), a naročito *Passerini* (4).

2.14 *UV-spektroskopska ispitivanja furfurala, 5-hidroksimetilfurfurala i 5-metilfurfurala u smjesama — UV spectroscopic examinations of furfural, 5-hydroxy-methyl furfural and 5-methyl furfural in mixtures*

*Fuchs* (49) određuje furfural UV-spektroskopski, jer nalazi da ta-ložna metoda s barbiturnom kiselinom u prisutnosti drugih spojeva daje netočne rezultate. Za to određivanje kao kriterij uzima apsorpciju kod

277 nm te navodi da 5-hidroksimetilfurfural ima maksimum kod 280 nm, a 5-metilfurfural kod 292 nm. Ispitivani furfural (0,4—0,1 mg/100 ml destilata) dobiven je uglavnom destilacijom uronskih kiselina i arabinoze s HCl i HBr. Poredbene vrijednosti apsorpcijskog spektra furfurala i 5-hidroksimetilfurfurala u kiselom mediju (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) kod temperature 60 i 100 °C s karbazolom i bez njega daje *Bowness* (18):

	100 °C		60 °C	
	λ maks	E maks	λ maks	E maks
Furfural	317 (257)	1,826 (0,609)	317 (256)	2,391 (0,763)
5-hidroksimetilfurfural	323 (258)	1,472 (0,324)	321 (258)	2,481 (0,555)

*Psarras* i koautori (115) mjerili su UV-apsorpcijske spektre furfurala i 5-hidroksimetilfurfurala u vodenim puferima (pH 3—10) i našli, da su ekstinkcijski koeficijenti nezavisni o pH, koncentraciji i vrsti pufera. Koeficijenti za furfural su  $16,800 \pm 420$  kod 277 nm, a za 5-hidroksimetilfurfural  $19,900 \pm 250$  kod 284 nm.

*Bethge* (14) opisuje dvokomponentnu diferencijsku spektrofotometrijsku metodu, koja omogućuje analizu smjesa dviju komponenata sličnih spektara, a koji se ne mogu analizirati običnom dvokomponentnom spektrofotometrijskom metodom. Za primjer uzima određivanje furfurala i 5-hidroksimetilfurfurala u *Tolensovu* destilatu, koji imaju apsorpcijske maksimume kod 277,5 nm odnosno kod 284,5 nm. To postizava osjetljivim UV-spektrofotometrom (*Beckman-DK 2*). U *Tolensovu* destilatu apsorpciju kod 280,0 nm imaju samo ta dva spoja, od kojih je furfural zastupljen u daleko većem postotku. Prisutna HCl i HBr u *Tollensovu* destilatu ne mijenja UV-spektre furfurala i 5-hidroksimetilfurfurala. Mjerenjem apsorpcije kod raznih valnih dužina (265,0 i 295,0 nm) te određivanjem konstanti i uvođenjem poznate koncentracije furfurala u mjerni sistem autori mogu izračunati koncentraciju furfurala i 5-hidroksimetilfurfurala. Mjerenja su točna, ako je zadovoljen *Béerov* zakon, tj. u koncentracijama ispod 12 mg furfurala u litri destilirane vode. Destilati sadrže obično oko 250 mg aldehida na litru i ne pokazuju promjenu apsorpcije kroz prvih 10 dana. Autori opisuju i pojednostavnjeni postupak.

*Jones* (78) opisuje UV-spektrofotometrijsko određivanje pentozana u destilatu solno-kisele digestije drvene pulpe kao točnu i relativno jednostavnu metodu. Korekcija za 5-hidroksimetilfurfural je potpuno izvedena uzimanjem većeg volumena destilata od onoga, koji je potreban za određivanje furfurala. Dodatni destilat je stavljen u referentnu ćeliju za vrijeme mjerenja odgovarajuće otopine furfurala. Budući da je pod kontroliranim uvjetima odnos 5-hidroksimetilfurfurala konstantan, ekstinkcija kod izabраниh valnih dužina služi kao mjera sadržaja furfurala u analiziranim otopinama:

Među interesantne radove spada svakako spomenuti rad *Demihavskaje* pod naslovom: »Spektrofotometrijska metoda određivanja furfurala i metilfurfurala« (29). U radu se spominje, da je maksimum apsorpcije furfurala u vodenim otopinama kod 278 nm, a metilfurfurala kod 292 nm, tj. u području apsorpcije karbonilne grupe. Autor navodi, da se područja apsorpcije furfurala i metilfurfurala prekrivaju, te da ih je zato potrebno određivati zajedno. Metilfurfural se može identificirati posebno samo onda, ako je njegova količina bila 30% ili više u smjesi s furfuralom. Upotrebom alkohola kao otapala dobiveni su isti rezultati kao i kod vodenih otopina. Rezultati dobiveni upotrebom n-heksana su slični, samo je maksimum apsorpcije furfurala kod 265 nm, a metilfurfurala kod 280 nm. Međutim, apsorpcijske krivulje pokazuju, da je kod 285 nm intenzitet apsorpcije furfurala i metilfurfurala vrlo različit. To se koristi, pa se određuju optičke gustoće (D) čistih otopina furfurala i metilfurfurala, kao i smjesa furfurala i metilfurfurala kod 270 i 285 nm. Iz aditivnosti optičkih gustoća slijedi:

$$D^{270} \text{ smjese} = ax D_{01}^{270} \text{ furfurala} + ay D_{02}^{270} \text{ metilfurfurala}$$

$$D^{285} \text{ smjese} = ax D_{01}^{285} \text{ furfurala} + ay D_{02}^{285} \text{ metilfurfurala}$$

$$a = d(c_1 + c_2), \text{ gdje je}$$

d = debljina sloja,  $c_1$  = koncentracija furfurala u smjesi,  $c_2$  = koncentracija metilfurfurala u smjesi, x = težinski dio furfurala, y = težinski dio metilfurfurala.

U proračunima su korištene slijedeće vrijednosti čistih komponenata:

$$D_{01}^{270} \text{ furfurala} = 1 \qquad D_{01}^{270} \text{ metilfurfurala} = 0,87$$

$$D_{01}^{285} \text{ furfurala} = 0,05 \qquad D_{02}^{285} \text{ metilfurfurala} = 0,78$$

Budući da je  $x + y = 1$ , određuje se relativni postotak metilfurfurala u smjesi.

Na taj način autor je odredio sadržaj furfurala i metilfurfurala u uzorku, odnosno relativni i apsolutni sadržaj metilfurfurala u različitim sirovinama (digestijskom soku). U sirovom furfuralu nađeno je 3—15% metilfurfurala od sume furfural + metilfurfural, a u digestijskom soku bez alkohola do 40%, dok u gotovom proizvodu (furfuralu) nisu utvrđene znatnije količine metilfurfurala. Taj rad analogan je s radom *Bethgea* (14), koji sličnu diferenciju apsorpcije koristi za određivanje hidroksimetilfurfurala u furfuralu.

Svakako je interesantno spomenuti i rad *Maslenikova* i *Poryvaeve* pod naslovom: »Određivanje metil- i oksimetilfurfurala u furfuralu« (98). Iako se autori ne koriste UV-spektrofotometrijom nego kolorimetrijom, to je jedini rad koji spominje određivanje metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala u furfuralu, pa ćemo ga zato i spomenuti. Autori koriste specifične reakcije na metilfurfural odnosno hidroksimetilfurfural, a količina metilfurfurala u furfuralu bila je 5%, dok je količina hidroksimetilfurfurala u furfuralu bila 10%.

Metilfurfural s acetaldehidom u sumporno-kiselom mediju daje proizvod obojen karmin-crveno, podesan za kolorimetriranje. Katalizator je

prisutni furfural, tako da je reakcija gotova za 1—2 minute, a osjetljivost je oko 40  $\gamma$ /ml. Maksimum apsorpcije je kod 560 nm. Potrebno je pripremiti standardnu otopinu. Furfural s acetaldehidom daje crni talog, koji se odstranjuje filtracijom.

Hidroksimetilfurfural određuje se na temelju njegove reakcije s resorcinom u kiselom mediju, jer se dobije proizvod crvene boje, podesan za kolorimetriranje. Prisutni metilfurfural daje s resorcinom slabo crveno obojenje, a furfural s resorcinom daje talog. Osjetljivost reakcije (uz prisutnost furfurala) je 50  $\gamma$  hidroksimetilfurfurala/ml. Maksimum apsorpcije je kod 520 nm. Određivanju mogu smetati acetaldehid, aceton i metilketoni, kojih, međutim, u rektificiranom furfuralu nema. Potrebno je pripremiti standardnu otopinu. To određivanje treba svakako usporediti s kolorimetrijskim određivanjem furfurala uz prisutnost hidroksimetilfurfurala po *Bethge* i *Eggersu* (14).

Slično određivanje furfurala, metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala u smjesi spominje i *Rodionova* (125). Radi se o obojenim reakcijama furfurala, metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala s hidrazinom (ali i s ben-zidinom, o-toluidinom i  $\alpha$ - i  $\beta$ -naftilaminom). Mjerenjem kod određenih valnih dužina mogu se navedeni amini koristiti za određivanje metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala u smjesi s furfuralom.

## 2.2 UV-spektroskopska ispitivanja — UV spectroscopic examinations

Na temelju navedenih literarnih podataka vidi se, da postoje svega dva rada za određivanje smjesa. To su radovi *Bethgea* (14) i *Demihavskaje* (29), ali oni se odnose samo na određivanje hidroksimetilfurfurala odnosno metilfurfurala u furfuralu, a ne na određivanje obih komponenata.

Naša ispitivanja raznih furfurala u vodenim otopinama pokazala su dva apsorpcijska maksimuma, jedan manji kod 231 nm, i veći kod 278 nm (Sl. 1—4).

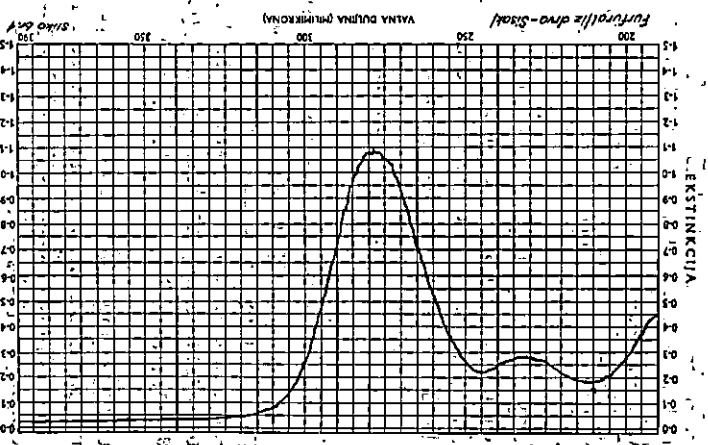
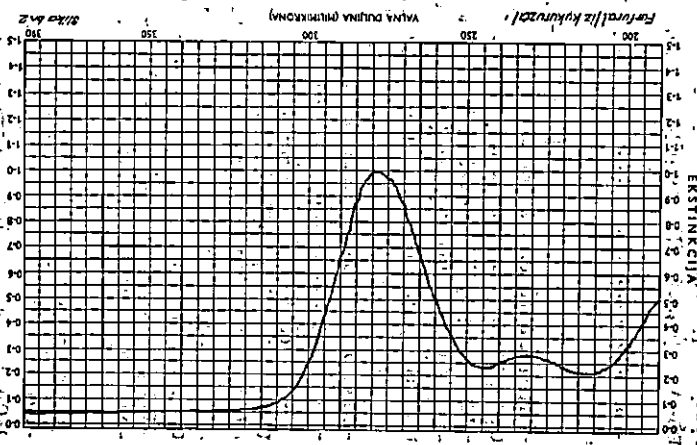
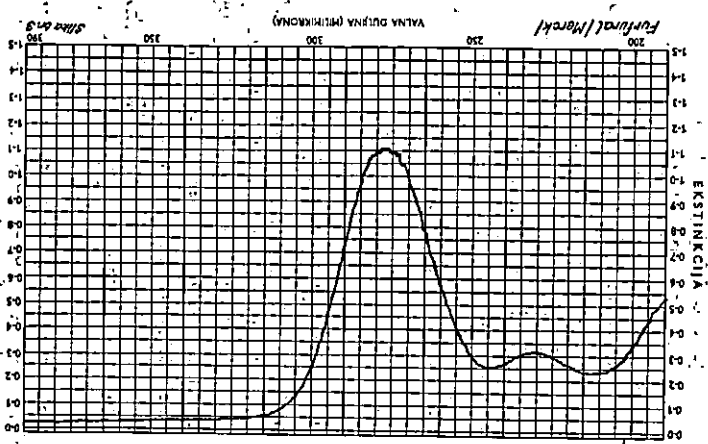
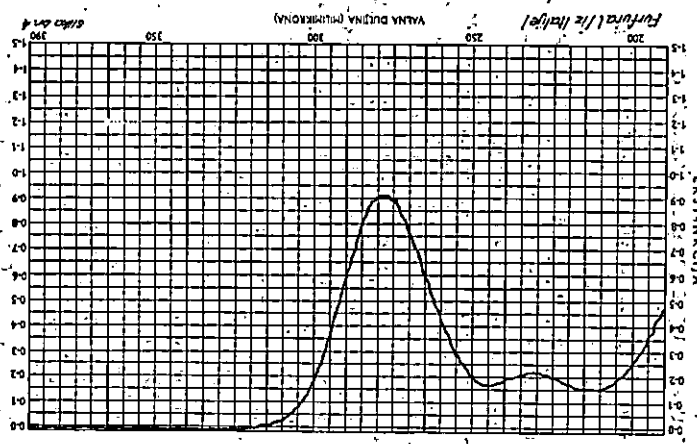
Mjerenjem apsorpcijske krivulje 5-metilfurfurala u vodi dobivena su dva maksimuma, prvi vrlo slab kod oko 235 nm te jak maksimum kod 293 nm (Sl. 5). Mjerenjem apsorpcijske krivulje 5-hidroksimetilfurfurala u vodi dobivena su dva maksimuma: slabiji kod oko 230 nm i jači kod 285 nm (Sl. 6). Maksimumi se slažu s literaturnim podacima.

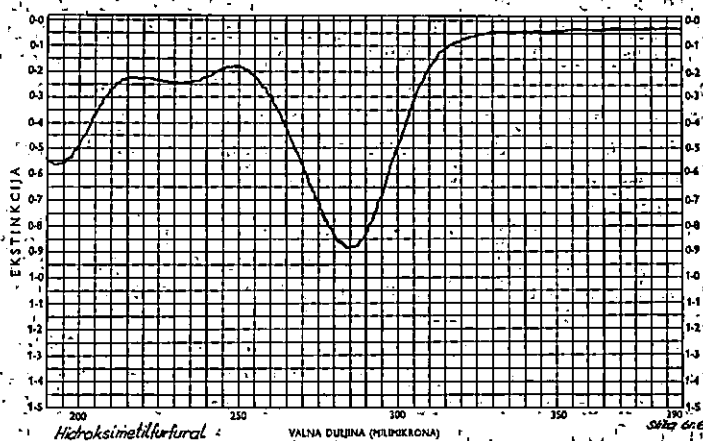
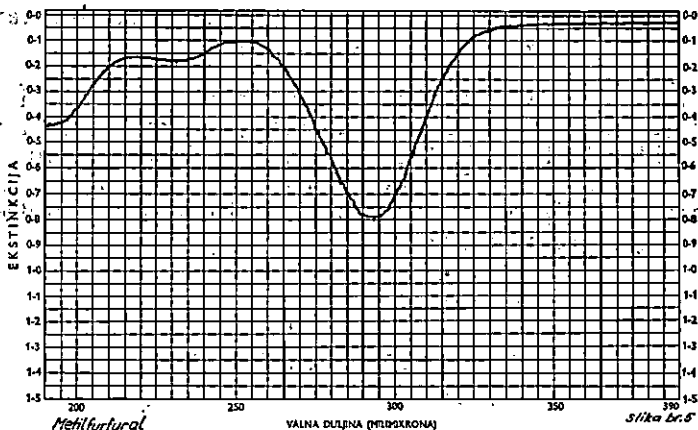
Aparat kojim su obavljena mjerenja bio je *Perkin-Elmer* 137 UV.

## 2.3 Diskusija — Discussion

Glavni apsorpcijski maksimumi furfurala, 5-metilfurfurala i 5-hidroksimetilfurfurala u vodenom mediju leže vrlo blizu, tj. kod 278, 293 i 285 nm. S obzirom na to vjerojatno bi se vrlo teško moglo odrediti relativno male količine i 5-metilfurfurala i 5-hidroksimetilfurfurala u furfuralu. Zato se u ta određivanja nismo upustili.

Međutim, moglo bi se možda i UV-spektrofotometrijskim mjerenjima doći do pozitivnog rezultata. Na to ukazuju radovi određivanja 5-metilfurfurala u furfuralu (29) kao i 5-hidroksimetilfurfurala u furfuralu (14). Vjerojatno bi se kombinacijom tih metoda, tj. trostrukim mjerenjem (u pogodnom otapalu) moglo riješiti i ovaj problem. Taj bi rad bio svakako





vrlo zanimljiv i vrijedan pažnje, jer bi se relativno jednostavnim mjerenjem uspjelo doći do vrijednog rezultata. Mi smo, međutim, u našim ispitivanjima pokušali postići bolji rezultat primjenom IR-spektrofotometrije i plinske kromatografije.

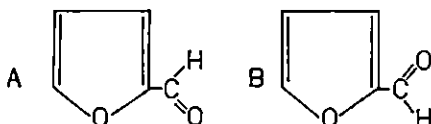
### 3. IR-SPEKTROFOTOMETRIJSKA ODREĐIVANJA — IR SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATIONS

#### 3.0 Uvod — Introduction

U ispitivanjima furfurala, 5-metilfurfurala i 5-hidroksimetilfurfurala odnosno određivanju 5-metilfurfurala i 5-hidroksimetilfurfurala u furfuralu pokušali smo doći do rezultata i IR-spektrofotometrijom. Ispitivanja su obavljena spektrofotometrom *Perkin-Elmer*: *Infracord 137*. Uzorci kao i uvjeti pod kojima su ispitivani označeni su na svakom spektrogramu posebno.

### 3.1 Literatura o IR-spektroskopskim ispitivanjima — Literature on spectroscopic examinations

Među prve radove na tom području spada rad *Rogers i Williamsa* (126). Kasnije daju i drugi autori različite podatke. Tako *Mirone* (104) mjeri IR-spektar furfurala, a ispitivao je i u  $\text{CCl}_4$  i fenolu. On nalazi intenzivne dublete kod 2800, 1670, 1420 i  $1370\text{ cm}^{-1}$ . Zanimljiviji je rad *Allen i Bernsteina* (2). Na temelju svojih ispitivanja oni pretpostavljaju postojanje dvaju rotacijskih izomera:



Oni mjere *Ramanov* i IR-spektar furfurala. IR-spektar je učinjen za kruti i tekući furfural. Upotrijebili su  $\text{LiF}$ ,  $\text{CaF}_2$  i  $\text{NaCl}$  optike. Naročitu pažnju posvetili su autori dubletu kod  $2800\text{--}2900\text{ cm}^{-1}$ , uzrokovanom C—H vezom aldehidne grupe. Za dublete 1393 i  $1363\text{ cm}^{-1}$  te dublet kod  $770\text{ cm}^{-1}$  autori nemaju sigurnog tumačenja, a za apsorpcijski maksimum kod  $1160\text{ cm}^{-1}$  smatraju, da je uzrokovan vezom C—CHO. Rezultati mjerenja dani su na slici (str. 101) i tabeli (str. 102).

Ispitivanje IR-spektra (i *Ramanovog*) furfurala u plinovitom, tekućem i kristalnom stanju, a u različnim otapalima obavljao je i *Snetaka* (134). On koristi  $\text{LiF}$ ,  $\text{NaCl}$  i  $\text{KBr}$  optiku te uspoređuje IR-spektre furfurala u odnosu na fizikalno stanje. Autor nalazi, da je apsorpcijski maksimum kod  $3100\text{ cm}^{-1}$  uzrokovan C—H valencijskom vibracijom prstena, koja je uključena u jednu intermolekularnu perturbaciju. Niže frekventni član dubleta kod  $1680\text{ cm}^{-1}$  je uzrokovan poremećenom karbonilnom vibracijom, a više frekventni član jednom slobodnom vibracijom. Konačno za dublet kod  $1470\text{ cm}^{-1}$  utvrđuje, da je također uzrokovan jednom poremetnjom.

*Kubota* (87) utvrđuje, da je furanski prsten karakteriziran IR-apsorpcijom kod 3,20, 6,40 i  $6,62\text{ }\mu\text{m}$ . Kod toga se prvi broj odnosi na CH, a druga dva broja na prsten. Autor spominje i apsorpciju kod 11,3—11,5  $\mu\text{m}$ , za koju ne definira uzrok. Furfural po tom autoru pokazuje apsorpciju kod 3,16, 6,40, 6,82, 11,32 i 13,10  $\mu\text{m}$ .

*Mantica* i koautori (95) su među ostalim derivatima, koji imaju supstituente —C(=O)x tipa, ispitivali i IR-spektar furfurala.

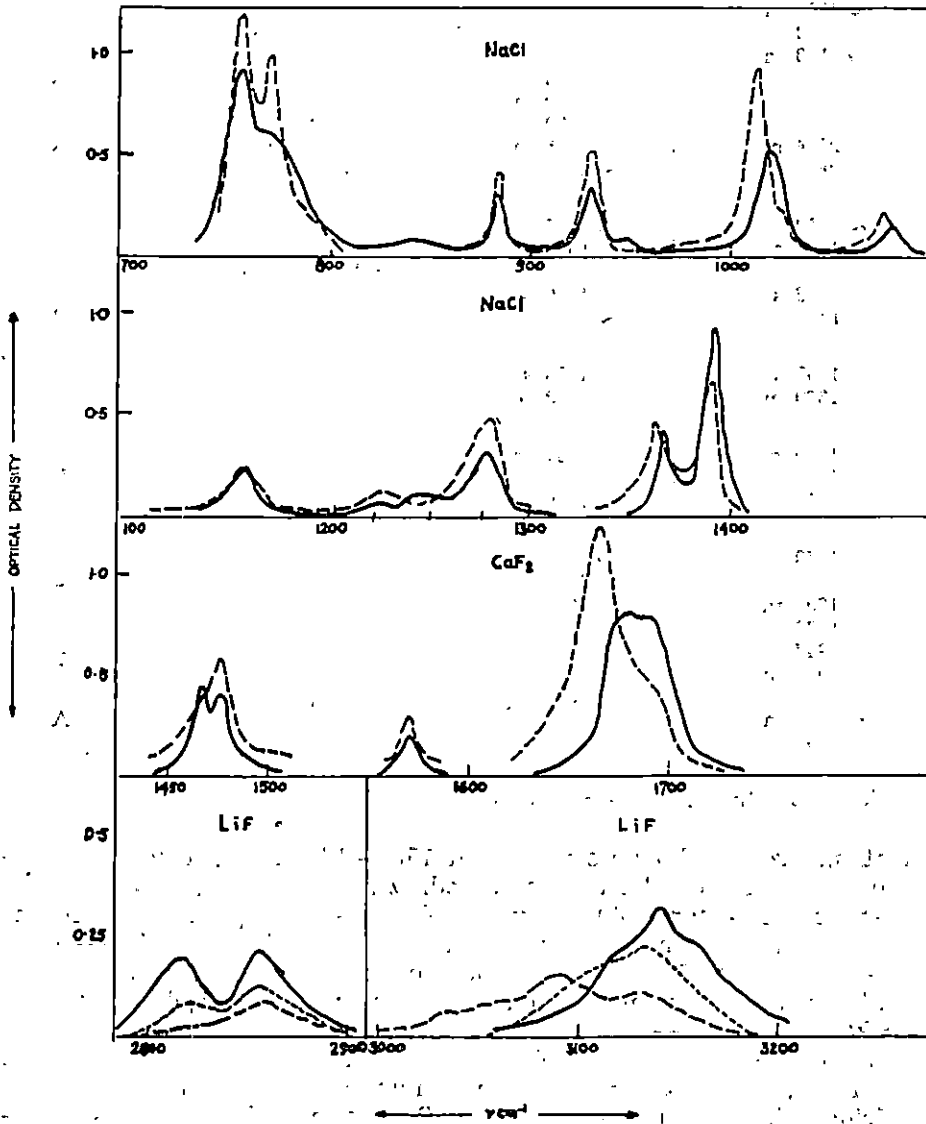
*Takano* (140) ispitujući kondenzacijske produkte furfuralnog alkohola nalazi, da je C—H apsorpcija koja se pojavljuje kod  $3125\text{ cm}^{-1}$  katkada prekrivena, ako je prisutna OH-grupa. Apsorpcije opažene kod 1600 i  $1510\text{ cm}^{-1}$  uzrokovane su C=C vezom. 2-supstituirani furani, koji imaju konjugirane C=C vezove pokazuju apsorpciju kod manjih valnih dužina.

*Claverie* i koautori (27) ispitivali su aldehidnu grupu furfurala pomoću IR- i *Ramanova* spektra, a u cilju da se utvrdi postojanje dvaju rotacijskih izomera. Oni su detaljno ispitali dublet kod  $1670\text{--}1710\text{ cm}^{-1}$ , odnosno vibracije  $\nu_{\text{CO}}$ ,  $\nu_{\text{CH}}$  i  $\nu_{\text{CH}}$ . Ispitivanja su obavljali u cijelom nizu otapala. Oni potvrđuju hipotezu o dva rotacijska izomera.



O IR-spekttru furfurala postoje istraživanja i slijedećih autora:

Šufledović-i koautori (132) istražuju spektralne karakteristike postranog lanca furanskih derivata, među njima i furfurala, a slično ispitivanje objavio je i Kolhin s koautorima (85). Zadnji autori navode, da svi



IR = spektar furfurala

————— tekućina kod 20 °C

----- krutina kod -70 °C

..... tekućina kod -37 °C

- IR — spektar furfurala

Tekućina (20 °C)	Krutina (-70 °C)	Približni karakter	Izomer
~ 3160 m 3140 s ~ 3120 m	3135 m	$\nu_{CH}$ , prsten	B
	3090 s ~ 3060 m ~ 3030	$\nu_{CH}$ , prsten	A
2854 m 2817 m	2856 m ~ 2814	$\nu_{CH}$ , aldehyd $\nu_{CH}$ , aldehyd	A B
~ 1690 s ~ 1675 s	~ 1695 1665 s	{ $\nu_{C=O}$ vibracija prstena	B A
1476 s 1466 s	1476 s ~ 1465	{ $\nu_{C=C}$	A B
1393 s 1369 m	1393 s 1363 m		
1279 m 1244 1223	1281 m  1226		B A
1159	~ 1160 1157		A B
1081 m 1020 s 947 930 m 884 ~ 770 m 755 s	~ 1076 m 1014 s  930 m 884 770 s 756 s	{ $\delta_{CH}$	B A  A B

s = jaka apsorpcija; m = srednja apsorpcija

derivati pokazuju jaku apsorpciju kod 1500—1600  $\text{cm}^{-1}$ , a pomak u području 1150—1190  $\text{cm}^{-1}$  zavisi o prirodi  $\alpha$ -supstituiranog furana.

Wrobel i koautor (153) ispituju spektre 2- i 3-supstituiranih furanskih derivata i spominju karakteristične apsorpcije kod 1738—1654, 1551—1525 i 1000—700  $\text{cm}^{-1}$  furanskog prstena za 15. spojeva.

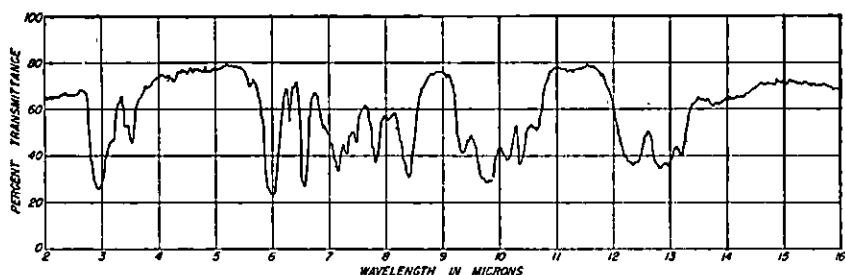
Interesantno je spomenuti, da su Kulnevič i koautor (88) određivali IR-spektroskopijom 0—5% vode u furfuralu. Apсорpcija je kod 5250  $\text{cm}^{-1}$  uz 5% griješke. Prisutnost kiselina (octene, mravlje) i etanola ne utječe na mjerenje, jer se apsorpcijski maksimumi ne poklapaju.

Griggs i koautori (54) ispitivali su IR-spektre od 15 2,5-disupstituiranih furanskih derivata i između ostaloga dali su pregled (55) i za 5-supstituirane furfurale. Oni su ispitivali apsorpciju karbonilne grupe i kod 5-metilfurfurala, pa su za 5-metilfurfural našli za  $=C=O$  grupu apsorpcije kod 1686 i 1710  $\text{cm}^{-1}$ . Mjerenja su izveli u različitim otapalima ( $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CS}_2$ ) i koncentracijama. Svojim radom potvrdili su postojanje dvaju izomera.

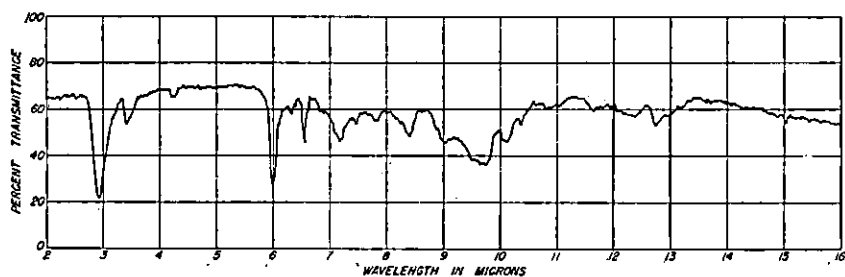
Ovdje treba spomenuti i rad *Dimoftea* i koautora (30), koji uz plin-sko-kromatografsko određivanje furfurala spominju i njegovo kvantitativno ispitivanje IR-spektrofotometrijom na temelju apsorpcije  $\text{—C=O}$  grupe, tj. kod  $1715\text{—}1695\text{ cm}^{-1}$ , a za furfural alkohol koriste apsorpciju  $\text{—OH}$  grupe u području  $3450\text{—}3200\text{ cm}^{-1}$ .

O IR-spekttru 5-hidroksimetilfurfurala nađena su svega dva rada. *Berry* i *Tatum* (12) su ispitivali 5-hidroksimetilfurfural u uskladištenom prahu naranče. Ispitivanjem tankoslojnom kromatografijom, UV- i IR-spektroskopijom, te prema maseno-spektroskopskim podacima pronašli su tijekom rada 5-hidroksimetilfurfural. Tu metodu autori predlažu kao temelj za kvalitativnu kontrolu.

Posebno su interesantna ispitivanja *Harrisa* i koautora (60) o pripremi i svojstvima 5-hidroksimetilfurfurala. Autori opisuju različna dobivanja 5-hidroksimetilfurfurala hidrolizom drva odnosno preparacijom glukoze,

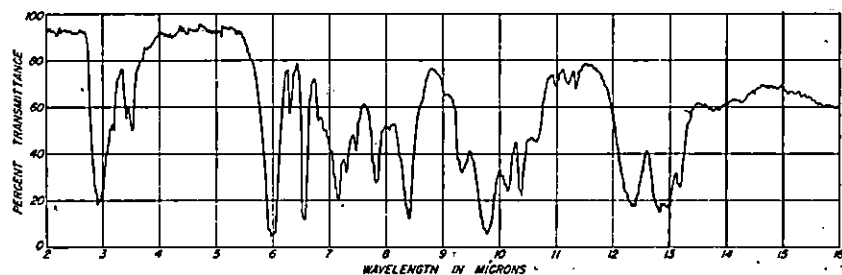


5 - HYDROXYMETHYL - 2 - FURALDEHYDE - MELTED FILM



5 - HYDROXYMETHYL - 2 - FURALDEHYDE - KBr PELLET

Fig. 4.—Infrared spectra for Forest Products Laboratory reference hydroxymethylfurfural. Top, liquid form; bottom, potassium bromide pellet.



5 - HYDROXYMETHYL - 2 - FURALDEHYDE - CRUDE DISTILLATE

ukazuju na komercijalnu važnost 5-hidroksimetilfurfurala i dr. Nadalje opisuju svoj pilot postupak dobivanja 5-hidroksimetilfurfurala hidrolizom šećera iz šećerne repe, njegovu ekstrakciju, destilaciju, pročišćivanje; svojstva te pozitivno ekonomsko opravdanje postupka. U okviru svoga rada obavili su također i mjerenja IR-spektara, od kojih su neki prikazani na slici (vidi str. 103).

U tekstu autori navode da su ti spojevi, tj. 5-hidroksimetilfurfural i ostali koje su ispitivali, vrlo osjetljivi na svjetlo, bilo u obliku ispitivanja u tehnici filma ili KBr-pastilama. Posljednja tehnika (KBr-pastile) pokazuje razaranje većeg dijela spektralnih detalja.

### 3.2 IR-spektroskopska ispitivanja — IR spectroscopic examinations

Uzorci furfurala odnosno 5-metilfurfurala i 5-hidroksimetilfurfurala, koji su upotrijebljeni za ispitivanje njihovih IR-spektara isti su kao i oni za UV-ispitivanja.

IR-spektrogrami koji su dani na slikama 7—14 su slijedeći:

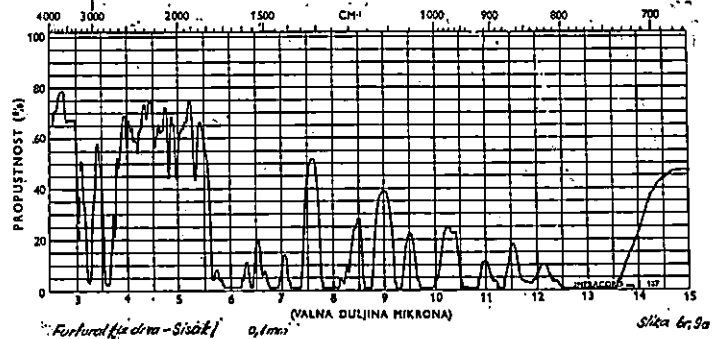
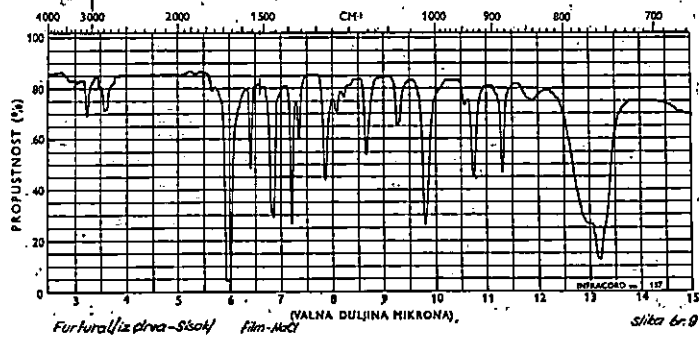
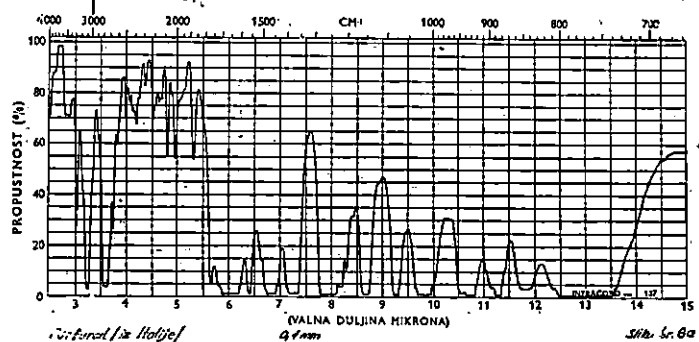
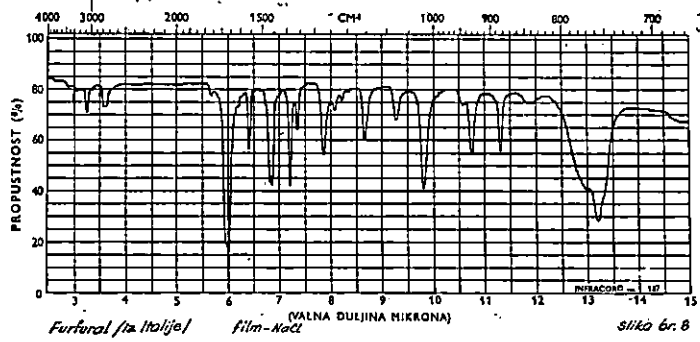
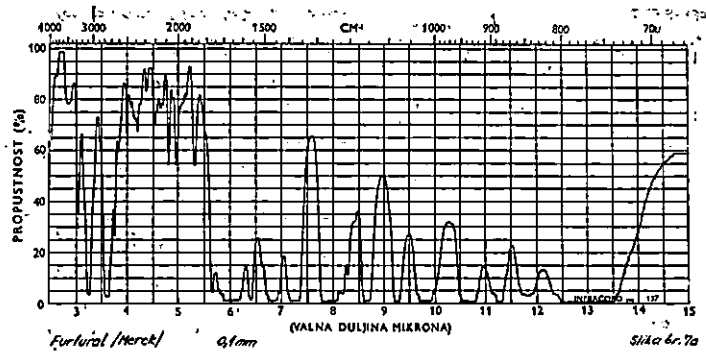
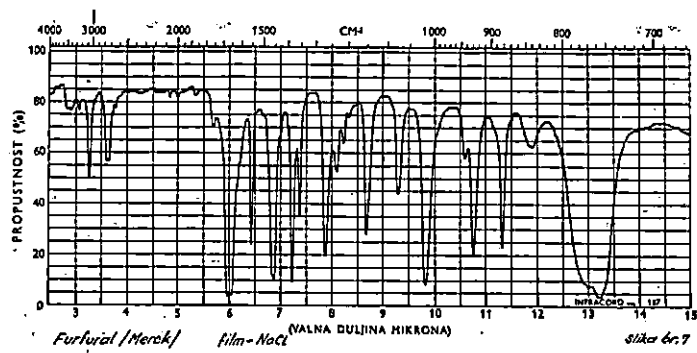
- Sl. 7 : furfural (Merck) — film
- Sl. 7a: furfural (Merck) — 0,1 mm
- Sl. 8 : furfural (Erba-Italija) — film
- Sl. 8a: furfural (Erba-Italija) — 0,1 mm
- Sl. 9 : furfural (drvo-Sisak) — film
- Sl. 9a: furfural (drvo-Sisak) — 0,1 mm
- Sl. 10 : furfural (iz kukuruza) — film
- Sl. 10a: furfural (iz kukuruza) — 0,1 mm
- Sl. 11 : metilfurfural — film
- Sl. 12 : hidroksimetilfurfural — film
- Sl. 13 : furfural (Merck) + 5% metilfurfurala — film
- Sl. 13a: furfural (Merck) + 5% metilfurfurala — 0,1 mm
- Sl. 14 : furfural (Merck) + 5% hidroksimetilfurfurala — film
- Sl. 14a: furfural (Merck) + 5% hidroksimetilfurfurala — 0,1 mm

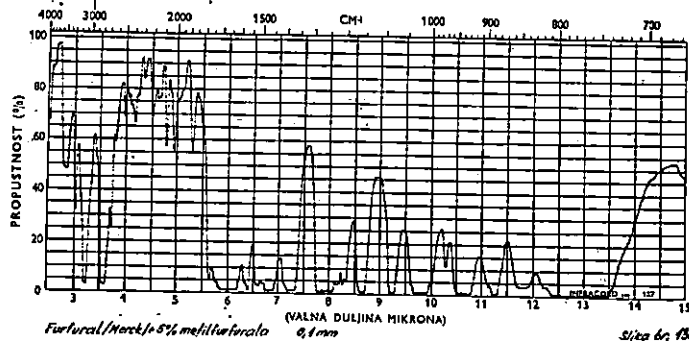
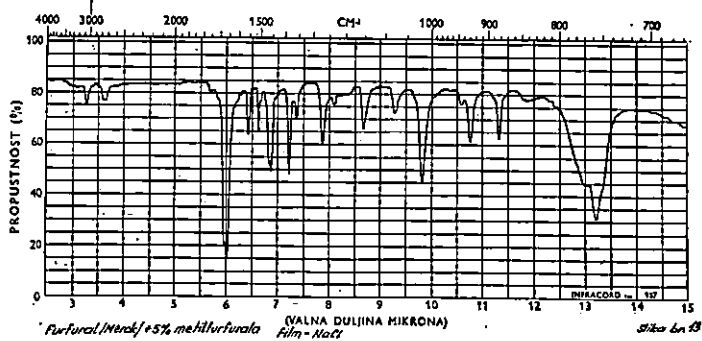
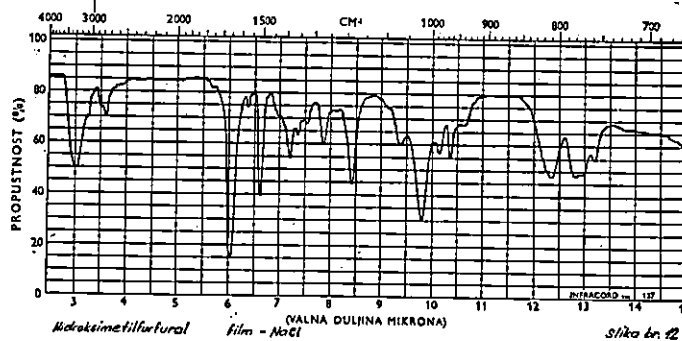
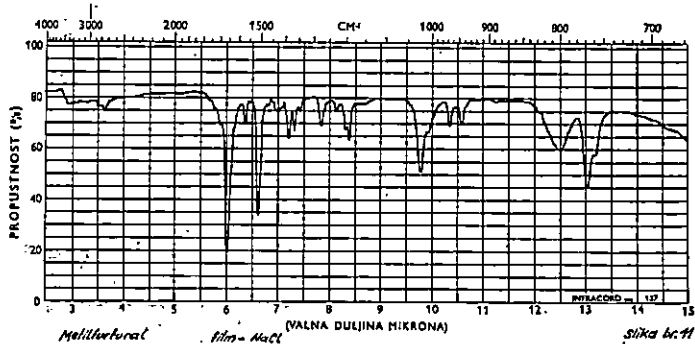
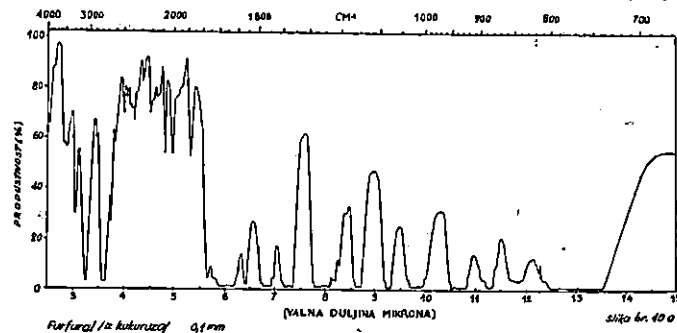
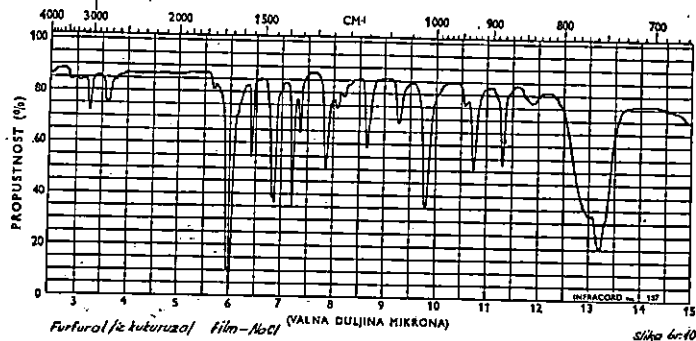
Na temelju gore navedenih spektrograma i literaturnih podataka vidi se, da se naša ispitivanja slažu s ispitivanjima ostalih autora. Usporedbom IR-spektrograma na Sl. 7, 8, 9 i 10 vidi se, da spektrogrami filmova furfurala različenog porijekla pokazuju apsorpcijske maksimume, koji se međusobno praktički ne razlikuju.

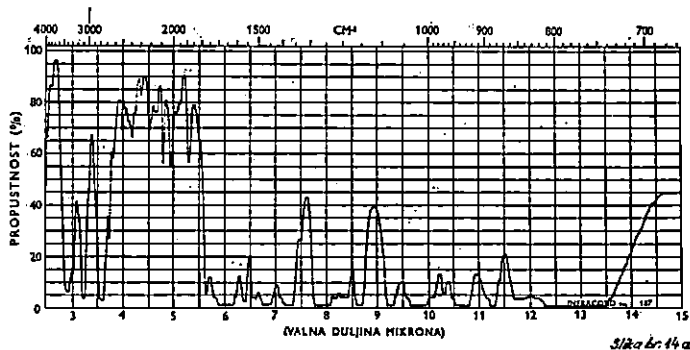
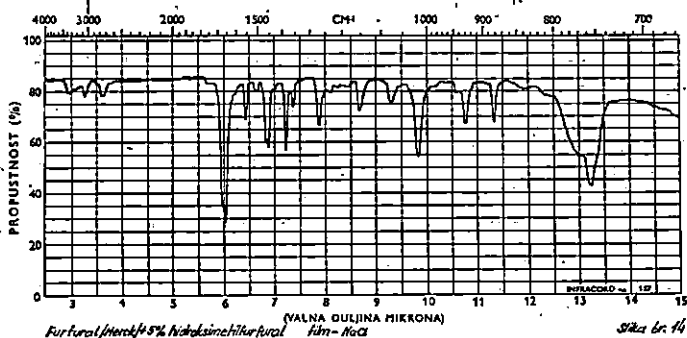
IR-spektrogrami filmova metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala pokazuju međutim svoje specifične karakteristike, po kojima se razlikuju od IR-spektrograma furfurala. Izraziti apsorpcijski maksimumi metilfurfurala su slijedeći:

2850 cm <sup>-1</sup>	slab	1280 "	srednji
2710 "	slab	1230 "	slab
1670 "	jak	1200 "	srednji (dublet)
1575 "	slab	1020 "	jak (dvostruki)
1515 "	jak	968 "	srednji
1440 "	slab	947 "	srednji
1385 "	srednji	800 "	jak
1360 "	srednji	767 "	jak (dvostruki)
1300 "	slab		

Maksimumi koji su otisnuti debljim brojevima ne nalaze se u spektrogramu furfurala.







Analogno tome označeni su i maksimumi hidroksimetilfurfurala, koji se ne poklapaju s furfuralom.

Apsorpcijski maksimumi hidroksimetilfurfurala:

3300 $\text{cm}^{-1}$	jak (dublet)	1185	„	jak
2800	„ slab (dublet)	1065	„	srednji
1655	„ jak	1020	„	jak
1570	„ slab	982	„	srednji
1515	„ jak	965	„	srednji
1385	„ srednji	810	„	jak (dublet)
1355	„ slab	777	„	jak (dublet)
1320	„ slab	758	„	srednji
1270	„ srednji			

Posebno je interesantno usporediti, koji se maksimumi ne nalaze u spektrogramu furfurala, odnosno koji su maksimumi karakteristični samo za metilfurfural, a koji za hidroksimetilfurfural.

Maksimumi koji se ne nalaze u spektrogramu furfurala, a pripadaju hidroksimetilfurfuralu ili metilfurfuralu su slijedeći:

#### Hidroksimetilfurfural

3300 $\text{cm}^{-1}$	(jak)
1515	„ (jak)
1320	„ (slab)
—	
1185 $\text{cm}^{-1}$	(jak)
982	„ (srednji)
965	„ (srednji)
810	„ (jak)

#### Metilfurfural

—	
1515 $\text{cm}^{-1}$	(jak)
—	
1200 $\text{cm}^{-1}$	(srednji)
—	
968 $\text{cm}^{-1}$	(srednji)
800	„ (jak)

### 3.3 Diskusija — Discussion

Ispitivanjem IR-spektrograma furfurala, metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala pokušalo se iz njihove razlike u apsorpcijskim maksimumima doći do eventualnoga kvantitavnog ili kvalitativnog određivanja metilfurfurala odnosno hidroksimetilfurfurala u furfuralu.

Usporedbom spektrograma može se uočiti, da metilfurfural i hidroksimetilfurfural pokazuju neke apsorpcijske maksimume, koji se ne nalaze u spektrogramu furfurala, odnosno pokazuju promjenu položaja nekih apsorpcijskih maksimuma furfurala.

Apsorpcijski maksimumi metilfurfurala, koji se razlikuju od apsorpcijskih maksimuma furfurala, poklapaju se međutim praktički potpuno s nekim maksimumima hidroksimetilfurfurala, a od njih bi bio najinteresantiji apsorpcijski maksimum kod  $1515\text{ cm}^{-1}$ .

Apsorpcijski maksimumi hidroksimetilfurfurala pokazuju također poklapanja s maksimumima metilfurfurala, ukoliko se razlikuju od apsorpcijskih maksimuma furfurala. Međutim, apsorpcijski maksimum kod  $3300\text{ cm}^{-1}$  (koji pripada -OH) toliko je karakterističan i definiran, da se može koristiti kao pokazatelj prisutnosti hidroksimetilfurfurala u furfuralu.

IR-spektrogrami ispitivanih furfurala ne pokazuju nikakvu apsorpciju kod  $3300\text{ cm}^{-1}$ . Dodatak 5% hidroksimetilfurfurala u furfural pokazuje kod  $3300\text{ cm}^{-1}$  jedan slabi apsorpcijski maksimum. Povećanjem debljine sloja (0,1 mm) taj je apsorpcijski maksimum izrazitiji. Zbog toga su se obavila mjerenja debljega sloja (0,1 mm) i ispitivanih furfurala. Ti spektrogrami pokazuju apsorpciju kod  $3300\text{ cm}^{-1}$ , koja se može pripisati prisutnosti -OH, a koja najvjerojatnije potječe od hidroksimetilfurfurala. Kod sva četiri uzorka količina hidroksimetilfurfurala bila bi praktički ista. Neznatno je veća kod furfurala iz drva (Sisak). Količina vjerojatno prisutnoga hidroksimetilfurfurala bila bi do oko 1%.

## 4. PLINSKO-KROMATOGRAFSKA ODREĐIVANJA — GAS-CHROMATOGRAPHIC DETERMINATIONS

### 4.0 Uvod — Introduction

Uzorci furfurala, metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala koji su upotrijebljeni za ova ispitivanja, isti su s uzorcima upotrijebljenim za UV- i IR-spektrografska ispitivanja.

Ispitivanja su obavljena na kromatografu tipa »Podbielniak 4560 Chromacon« serija III (USA), u Institutu za stočarstvo u Zagrebu, uz suradnju dr N. Velikonje.

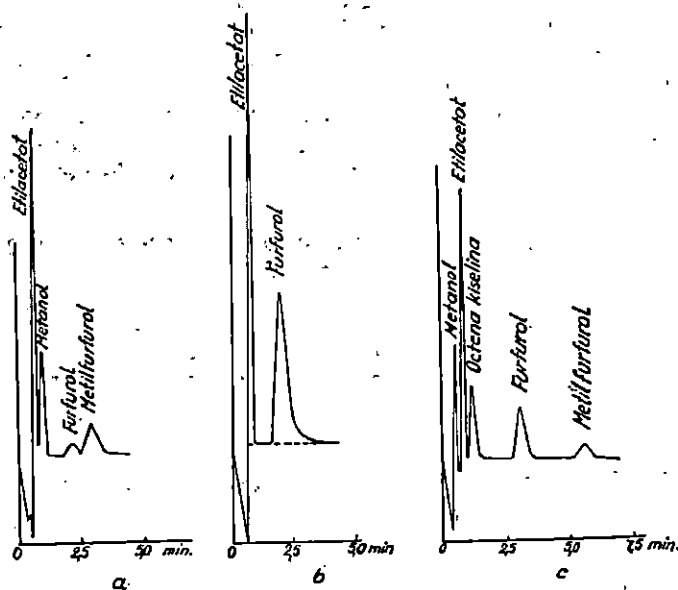
### 4.1 Literatura o plinsko-kromatografskim ispitivanjima — Literature on gas-chromatographic examinations

Plinsko-kromatografska ispitivanja novijeg su datuma, tako da ima i relativno manje podataka. O ispitivanju furfurala, metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala nađen je u literaturi podatak o svega četiri rada, publiciranih 1962, 1965. i 1966. godine (dva rada).



Ibraev i Gorjaev (74) koriste plinsku kromatografiju za brzo određivanje furfurala u proizvodnji. Autori su radili s engleskim kromatografom (»Šandon«). Plin-nosač bio je vodik. Kolona je bila od mjedi ili nerđajućeg čelika, promjera 4 mm, duljine 1,2 m, ispunjena celitom (kizelgur) kao krutim nosačem, a uz dodatak 15% silikonskih ulja ili glicerina. Najbolje rezultate dobili su s 25% dinonilftalata. Opisuje se i preparacija kolone. Temperatura ispitivanja je bila 160 °C do 170 °C, brzina protoka plina 12–30 cm<sup>3</sup>/min.

Za pokuse su uzeli svježe dobiveni furfural odnosno standardne smjese u količini 0,5–5 μl. Standardna smjesa sastojala se od: 18,6% furfurala, 10,3% metilfurfurala, 4,6% metanola i 66,5% etilacetata. Za smjesu od pet komponenata nema sastava. Autori spominju da manje količine vode ne smetaju kod analize, dok veće količine smetaju. Oni uzimaju furfural iz 8%-tnih vodenih otopina s etilacetatom, kod čega kvalitativna reakcija s anilinom ne pokazuje obojenje. Slijedeća slika prikazuje kopije sva tri publicirana kromatograma:



a) Kromatogram umjetne smjese (sorbent-celit; nepokretna tekuća faza — glicerina (15%);  $t = 162\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; brzina protoka plina — 12 cm<sup>3</sup>/min, duljina kolone 1,2 m).

b) Kromatogram razdjeljenja smjese furfurala i etilacetata.

c) Kromatogram pet-komponentne smjese (sorbent-celit; nepokretna faza — dinonilftalat (25%);  $t = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; brzina protoka plina 16 cm<sup>3</sup>/min; duljina kolone 1,2 m; količina probe — 1 μl).

Dimofte i koautori (30) kvantitativno su ispitivali plinskom kromatografijom proces i produkte hidriranja furfurala. Oni su uz metilfuran odredili furfural, furfuralni alkohol, te dva odnosno tri onečišćenja. Opisuju i IR-spektrofotometrijsko kvantitativno određivanje.

Plinsko-kromatografska ispitivanja obavljaju se s Erbinim plamenim detektorom; aluminijska kolona 1,2 m i promjera 6 mm. Protok vodika 70 ml/min, a zraka 300 ml/min, noseća tvar je na 120 °C četiri sata sušeni NaCl dimenzije 0,2—0,4 mm, eluentni plin je dušik — 70 ml/min, a stacionarna faza: p-izooktilfenol — polietoksilat u 5% metanolu. Temperatura isparivanja 150 °C, a kolone 130 °C.

Black (16) je ispitujući kondenzat cigaretnog dima odredio u njemu i 5-hidroksimetilfurfural iz aldehidne kromatografske frakcije. Plinska kromatografija (10% silikonskog ulja na 44—60 mesh Celitu, N<sub>2</sub> — 120 ml/min kod 150 °C) ove aldehidne kromatografske frakcije pokazala je prisutnost dva neidentificirana spoja i 5-hidroksimetilfurfural (retencijsko vrijeme = 11 minuta).

Graham (53), kojemu zahvaljujemo naš uzorak 5-metilfurfurala, izolirao je 5-metilfurfural također iz kondenzata cigaretnog dima.

Neutralni ekstrakt cigaretnog dima je destilirani pod dušikom, a destilat separiran plinskom kromatografijom. Kolona: 10 stopa × 1/4 inča, stacionarna faza: 10% Carbowax 20 M, temperatura programirana od 70—200 °C s 4°/min. Apsorpcijski maksimum (vršak) s retencijskim vremenom 23 minute, koji se nalazio među vršcima furfurala i furfuralnog alkohola, izoliran je i rekromatografiran na kolonu 6 stopa × 1/4 inča sa silikonskim uljem kod 140 °C. Dobiveno je sedam manjih i jedan veći vršak (R<sub>T</sub> = 5,6 min), za koji je utvrđeno da pripada 5-metilfurfuralu.

#### 4.2 Plinsko-kromatografska ispitivanja — Gas-chromatographic examinations

Izveden je čitav niz plinsko-kromatografskih ispitivanja furfurala, metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala, a dobiveno je i nekoliko podataka vrijednih za registraciju. Svi radovi su obavljeni aparaturom, spomenutom u uvodu.

##### 4.21 Prva serija pokusa — 1st series of experiments

Upotrijebljena je staklena kolona duljine 1,5 m, unutarnjeg promjera 3 mm. Punjena je Chromosorbom »p« (deaktivirani s heksametilendisilazanom — HMDS) dimenzija 60—80 mesha, s 15% polietilenglikol adipata (PGA) + 1,75% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 5% stearinske kiseline. Temperatura kolone 150 °C, injektiranje kod cca 200 °C, temperatura detektora 250 °C, a protok plina (argon) 16 PSI.

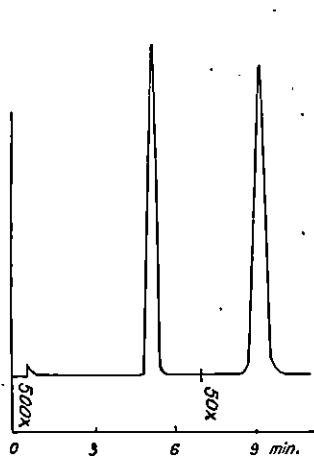
Kromatogrami tih ispitivanja nalaze se na Sl. 15 i 16 (str. 111 i 112).

Na slici 15a je kromatogram smjese furfurala (Merck) s 5% metilfurfurala. Injektirano je 0,5 μl. Prvi vršak pripada furfuralu, a drugi metilfurfuralu. Položaj vršaka određen je sa svakom tvari posebno i zajedno.

Na slici 15b je kromatogram furfurala iz Siska. Injektirano je 0,5 μl. Vidi se jedan veći vršak i jedan manji vršak. Prvi, veći pripada furfuralu, a drugi, manji, metilfurfuralu. Budući da je osjetljivost kod drugog vrška

Furfural (Merck)  
+5% metilfurfurala  
Temperatura: 150°C

Furfural  
/ drvo - Sisak/  
Temperatura: 150°C



Slika br. 15a



Slika br. 15b

25 puta veća (500:20), a također i razlika u visini, odnosno površini, može se izračunati, da u tom furfuralu ima oko 0,5% metilfurfurala.

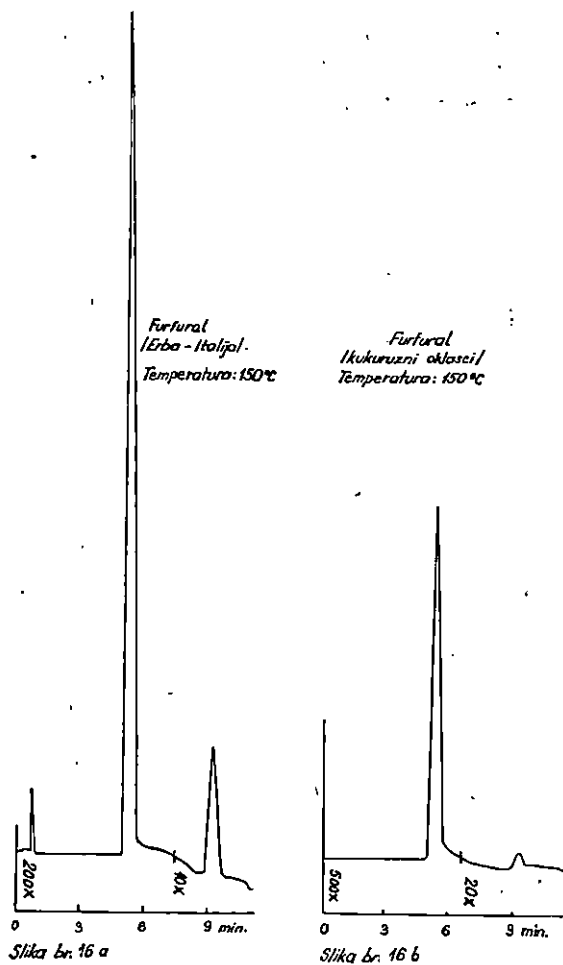
Na slici 16a je kromatogram furfurala firme »Erba«. Injektirano je 1  $\mu$ l. Dobivena su tri vrška. Prvi vršak pripada tragu vode, otapala, zraku ili slično. Drugi vršak je vršak furfurala, a treći vršak potječe od metilfurfurala. Prema visini vršaka, a u usporedbi sa Sl. 15a, u tom furfuralu ima oko 0,4% metilfurfurala.

Na slici 16b je kromatogram furfurala, dobiven iz kukuruznih klijova. Injektirano je 1  $\mu$ l. Dobivena su dva vrška. Prvi pripada furfuralu, a drugi metilfurfuralu. Iz odnosa veličina, a prema Sl. 15a u tom furfuralu ima oko 0,09% metilfurfurala.

Hidroksimetilfurfural nije dao u ovom nizu pokusa nikakav vršak, tako da je tom serijom pokusa uspjelo samo određivanje furfurala i metilfurfurala, odnosno metilfurfurala u furfuralu.

#### 4.22 Druga serija pokusa — 2nd series of experiments

Druga serija pokusa imala je za cilj, da se dođe do rezultata s hidroksimetilfurfuralom. Zato je uzeta druga kolona. To je metalna kolona (»Monel«) duljine 3 m, promjera 1/8 inča, punjena s 20% Apiezon L na Chromosorbu W, 60—80- mesha, temperatura kolone 150 °C.



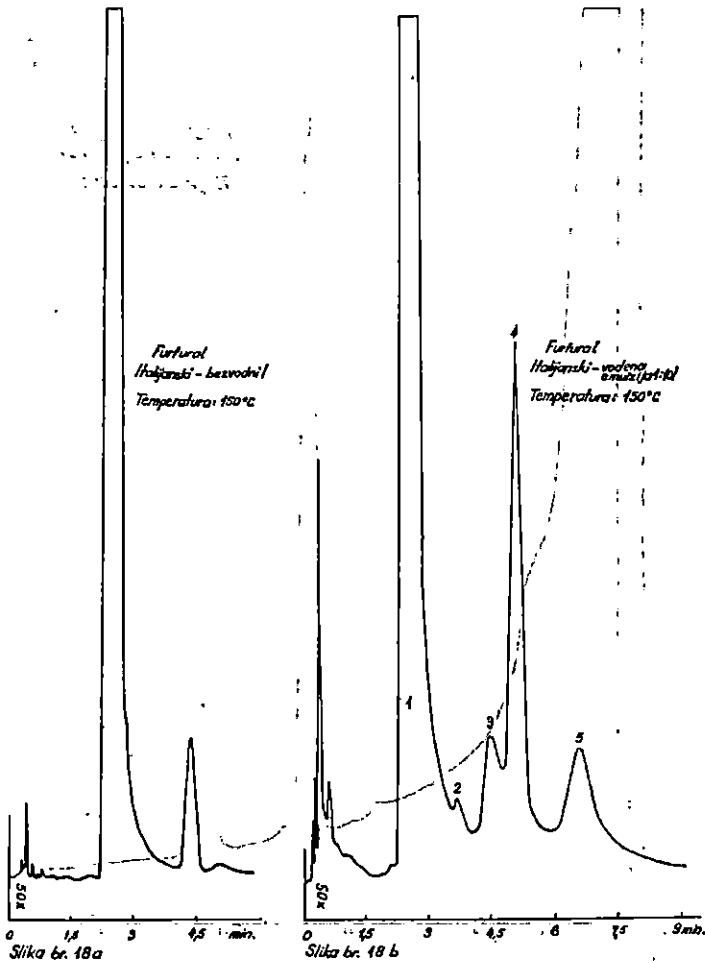
Pokusi su obavljani u vodenom i acetonskom mediju, međutim hidroksimetilfurfural nije pokazao nikakav vršak.

Furfural i metilfurfural ponašaju se praktički isto, kao u radu s PGA-kolonom, ali njihovo odjeljivanje na toj koloni je nešto slabije.

#### 4.23 Treća serija pokusa — 3rd series of experiments

A. U trećoj seriji pokusa rađeno je s istom kolonom kao i u drugoj seriji pokusa, a i pod istim uvjetima.

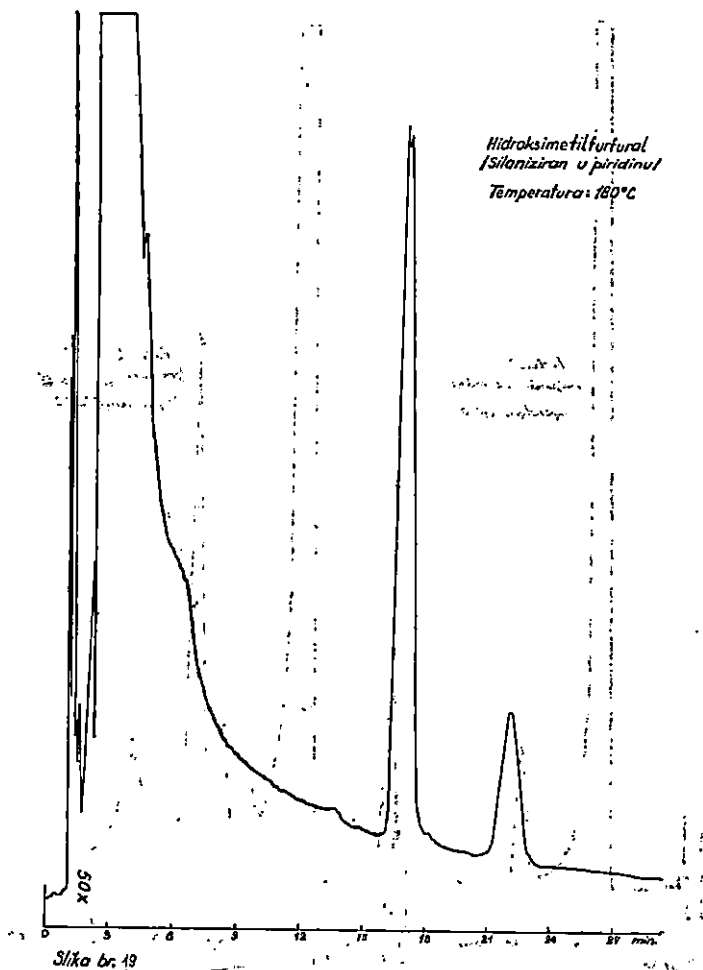
Cilj spomenutih ispitivanja bio je redukcija aldehidne grupe u alkoholnu, odnosno pokušaj da se furfural, metilfurfural i hidroksimetilfurfural odrede u obliku furfural alkohola, 5-metilfurfural alkohola i 2,5-



-bis(hidroksimetil)furana (2,5-furandimetanola). Na taj se način htjelo omogućiti određivanje hidroksimetilfurfurala, što se nije uspjelo ni prvom ni drugom serijom pokusa.

Redukcija je obavljena tako, da se oko 400 mg tvari stavilo u 10 ml H<sub>2</sub>O i dodalo 0,4 g natrij-borohidrida (NaBH<sub>4</sub>) u 10 ml H<sub>2</sub>O i ostavilo stajati jedan sat kod sobne temperature. Višak natrijeva borhidrida razorio se octenom kiselinom.

Rezultati su pokazali nekoliko vršaka, koji se nisu mogli sa sigurnosti pripisati nekom određenom spoju. S jedne strane zato, što nije bilo na raspolaganju originalnih odgovarajućih standarda, a s druge strane više vršaka ukazuje na mogućnost postojanja smjese reduciranih i nereduciranih spojeva. Vršak, koji se pokazao redukcijom hidroksimetilfurfurala, po dimenziji nije proporcionalan količini ubačene tvari.

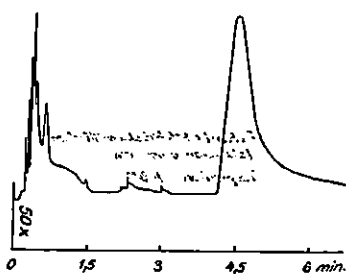


B. Istom kolonom pokušalo se opet ispitati, da li će hidroksimetilfurfural dati vršak. Čisti hidroksimetilfurfural nije pokazao nikakav vršak, ali u vodenoj otopini (5  $\mu$ l hidroksimetilfurfurala + 200  $\mu$ l vode) vršak se pokazao (vidi Sl. 17).<sup>\*</sup> Injektirano je 5  $\mu$ l. Veličina dobivenog vrška nije proporcionalna količini ispitivane tvari. Pojava da čista tvar nije dala vršak, a da se u vodenoj otopini pokazao, uzrokovana je vjerojatno zaštitnim djelovanjem vode.

Slična se pojava pokazala i ispitivanjem furfurala u bezvodnom i vodenom mediju. Bezvodni furfural (5  $\mu$ l) pokazao je jedan jaki vršak te jedan vrlo slabi (vidi Sl. 18a). Međutim, vodena emulzija furfurala 1:10; injektirana u istoj količini kao i bezvodni furfural (5  $\mu$ l), a i kod iste

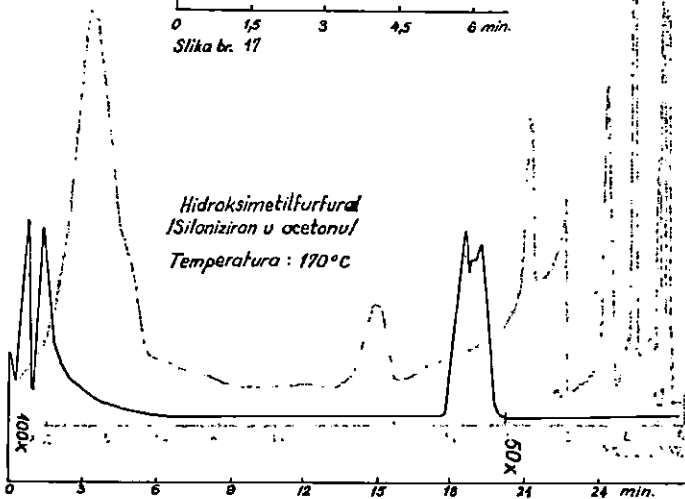
<sup>\*</sup> Sl. 17 nalazi se uz Sl. 20, v. str. 115.

Hidroksimetilfurfural  
/vodena otopina/  
Temperatura: 135°C



Slika br. 17

Hidroksimetilfurfural  
/Silaniziran u ocatonu/  
Temperatura: 170°C



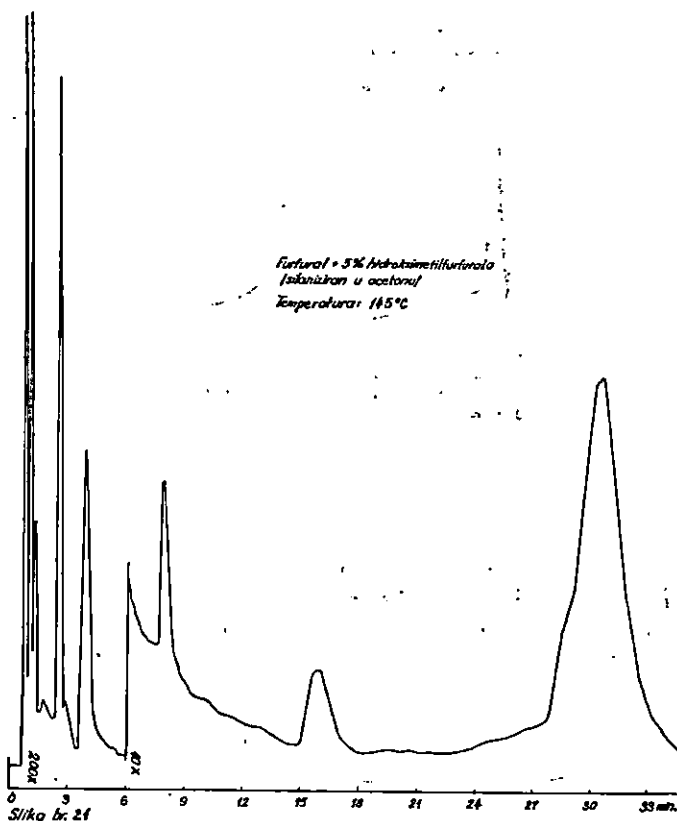
Slika br. 20

osjetljivosti pokazuje pet vršaka (vidi Sl. 18b). Vršak broj 1 je furfural, a ostali su nepoznati. Za broj 3 se pretpostavlja, da bi po položaju mogao biti hidroksimetilfurfural, a broj 4 prema količini metilfurfural.

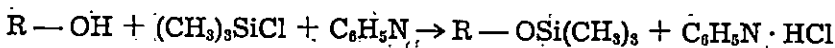
Uzrok tim vršcima, moglo bi biti zaštitno djelovanje vode, tako da su se tvari kao hidroksimetilfurfural i slične pojavile, u obliku vršaka, ili što je manje vjerojatno, novi produkti nastali utjecajem vode kod više temperature.

#### 4.24. Četvrta serija pokusa — 4th series of experiments

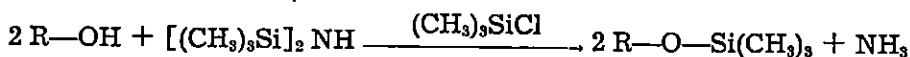
Pokusima prve tri serije nije se uspjelo riješiti problem određivanja hidroksimetilfurfurala. Poteškoća određivanja hidroksimetilfurfurala uzrokovana je vjerojatno njegovom kondenzacijom kod povišene temperature. Zato se pokusima ove serije pokušalo dobiti bolje rezultate blokiranjem hidroksilne grupe silanizacijom. Silaniziranjem se dobivaju spojevi koji su neosjetljivi na temperaturu, a relativno niskog vrelišta, tako da su pogodni za plinsku kromatografiju. Tako se i mnogi nehlapljivi spojevi mogu silaniziranjem pretvoriti u hlapljive (npr. šećeri).



Proces silanizacije pomoću trimetilklorosilana u piridinu dan je sljedećom jednadžbom:



Silanizacija heksametildisilazanom teče po donjoj reakciji, pri kojoj trimetilklorosilan služi kao katalizator:



Silanizacijom hidroksimetilfurfurala u piridinu dobilo se više vršaka. Prvi vrškovi pripadaju piridinu i spojevima, upotrijebljenima za silanizaciju, od zadnja dva vrška jedan vjerojatno pripada silaniziranom hidroksimetilfurfuralu, a drugi potječe od nekog onečišćenja ili međuprodukata. (Sl. 19).

Uvjeti rada u četvrtoj seriji pokusa bili su kao i u drugoj i trećoj seriji. Za silanizaciju je uzeto 5  $\mu$ l hidrokسيمetilfurfurala + 0,4 ml piridina + 0,2 ml heksametildisilazana + 0,1 ml trimetilklorosilana. Injektirano je 5  $\mu$ l.



Silanizacijom hidroksimetilfurfurala u acetonu dobije se također jedan vršak, koji odgovara silaniziranom hidroksimetilfurfuralu, ali izgleda da silanizacija nije kvantitativna. Za silanizaciju hidroksimetilfurfurala u acetonu uzeto je 5  $\mu$ l hidroksimetilfurfurala + 0,2 ml acetona + + 0,1 ml heksametildisilazana + 0,05 ml trimetilklorsilana. Injektirano je 5  $\mu$ l.

Slika 20 prikazuje kromatogram silaniziranoga hidroksimetilfurfurala u acetonu.

U istom nizu pokusa pripremljen je i slijedeći uzorak: (0,1 ml furfurala »Merck« + 5% hidroksimetilfurfurala) + 0,3 ml heksametilendisilazana + 0,1 ml trimetilklorsilana + 0,5 ml acetona. Injektirano je 5  $\mu$ l (230—250 °C) kolona 145 °C, detektor 250 °C, plin za ulaz 20 PSI, kisik na rotametu 7, vodik 10.

Slika 21 prikazuje taj kromatogram. Serija od prvih pet vrškova pripada acetonu, spojevima korištenima za silanizaciju i sl., šesti vršak po položaju pripada furfuralu, sedmi odgovara po položaju metilfurfuralu, a deveti hidroksimetilfurfuralu. (Osmi vršak je vršak hidroksimetilfurfurala iz analognog prethodnog pokusa). Položaj tih vršaka određen je nizom tih ispitivanja kao i slijepom probom. Taj kromatogram ujedno pokazuje i najbolji uspjeh postignut silanizacijom, a u vezi s hidroksimetilfurfuralom, jer je kromatografiranje silaniziranih tvari stvaralo velike tehničke poteškoće. Naime, kod takvih kromatografiranja dolazi do onečišćivanja plameno-ionizacijskog detektora, tako da detektor više nije reagirao na organske spojeve. Onečišćenje potječe od SiO<sub>2</sub> koji se taloži na platinske elektrode detektora. Budući da je konstrukcija aparata takva, da se detektor nije mogao očistiti bez hlađenja i rastavljanja aparata, ti su pokusi morali biti prekinuti.

Upotrebom modernijeg aparata, konstrukcija kojega omogućuje lakše čišćenje detektora, sigurno bi se moglo odrediti hidroksimetilfurfural u obliku silil-etera, bilo samoga, bilo u smjesi s furfuralom i metilfurfuralom.

### 4.3 Diskusija — Discussion

Prvom serijom pokusa pokazalo se, da je moguće plinsko-kromatografsko određivanje furfurala i metilfurfurala kao i odjeljivanje furfurala i metilfurfurala u smjesi, iako metilfurfural dolazi u vrlo malim količinama. Korištena je PGA kolona. Nađene su slijedeće količine metilfurfurala u furfuralu:

furfural »Sisak«	oko 0,5%
furfural »Erba«	oko 0,4%
furfural iz klipova kukuruza	oko 0,09%

Dobiveni su vršci dobro odijeljeni te se mogu dobro reproducirati. U jednom slučaju registriran je i trag vode ili otapala (Sl. 16a), što međutim ne smeta određivanjima.

S hidroksimetilfurfuralom nisu dobiveni nikakvi rezultati.

Drugom serijom pokusa pokušalo se upotrebom druge kolone (Apiezon L na Chromosorbu W) dobiti bolje rezultate s obzirom na hidroksimetilfurfural. Međutim, ni na toj koloni, ni u vodi, ni u acetonu hidroksi-

metilfurfural ne daje nikakav vršak. Furfural i metilfurfural ponašaju se praktički isto, kao što je opisano u prvoj seriji pokusa.

Prećom serijom pokusa pokušalo se dobiti bolje rezultate s obzirom na hidroksimetilfurfural redukcijom furfurala, metilfurfurala i hidroksimetilfurfurala na odgovarajuće alkohole pomoću natrij-borohidrida. Zbog nedostatka odgovarajućih standardnih alkohola i većeg broja vršaka, koji ukazuju da najvjerojatnije postoji smjesa reduciranih i nereduciranih tvari, rezultat toga pokusa je tek djelomično pozitivan.

U navedenoj seriji pokusa dobiven je vršak hidroksimetilfurfurala, ako se hidroksimetilfurfural ispitivao u vodenoj otopini. Vršak je, međutim, neproporcionalan količini hidroksimetilfurfurala, a njegova se pojava može vjerojatno pripisati zaštitnom djelovanju vode. Slična je pojava zapažena i kod furfurala.

U četvrtoj seriji pokusa upotrijebila se silanizacija za dobivanje silil-etera hidroksimetilfurfurala. Ta se metoda pokazala kao vrlo dobra. Hidroksimetilfurfural, naime, pokazuje kod viših temperatura kondenzaciju preko hidroksilnih grupa, pa su se njihovim blokiranjem očekivali dobri rezultati. Nizom pokusa uspjelo se hidroksimetilfurfural dokazati silaniziranjem u različitim medijima, a u nekoliko slučajeva i uz furfural i metilfurfural. Rezultati ne zadovoljavaju u kvantitativnom pogledu, a naročito problem predstavljaju i tehničke poteškoće, zbog kojih se ispitivanje moralo i prekinuti. Silanizirani spojevi, naime, vrlo brzo onečište platinske elektrode plameno-ionizacijskog detektora, tako da se nakon nekoliko pokusa cijeli aparat mora hladiti i rastavljati. Noviji aparati imaju pristupačnije elektrode. Upotrebom takvog aparata mogao bi se najvjerojatnije nakon mnogih ispitivanja postići i potpuni uspjeh. Smatramo da smo našim radom završili prvu etapu takvih ispitivanja.

## 5. ZAKLJUČAK — CONCLUSION

U općem dijelu dan je kraći pregled o furfuralu, sirovinama, dobivanju i upotrebi furfurala te njegovim fizikalnim i kemijskim osobinama. Učinjen je osvrt i na 5-metilfurfural te 5-hidroksimetilfurfural.

Našim UV-spektroskopskim ispitivanjima dobili smo iste apsorpcijske maksimume kao i drugi autori. Međutim, nismo se tim ispitivanjima služili za dokazivanje 5-metilfurfurala i 5-hidroksimetilfurfurala u furfuralu, iako su neki autori to učinili.

Ispitivanjem IR-spektra furfurala različitog porijekla našlo se, da pokazuju apsorpciju kod  $3300\text{ cm}^{-1}$ , tj. apsorpciju karakterističnu za -OH grupu od prisutnog 5-hidroksimetilfurfurala. U sva četiri uzorka taj je apsorpcijski maksimum podjednak, a količina 5-hidroksimetilfurfurala bila bi do oko 1%.

Znači, IR-spektroskopskim ispitivanjima moglo bi se relativno lako doći do podatka o količini 5-hidroksimetilfurfurala u furfuralu. Apsorpcijski maksimumi 5-metilfurfurala su praktički identični s onima od furfurala i 5-hidroksimetilfurfurala, pa nisu pogodni za odgovarajuća određivanja.

Plinsko-kromatografskim ispitivanjima uspjelo je odvojiti i odrediti 5-metilfurfural u furfuralu; pokazala se razlika u količini s obzirom na

porijeklo furfurala: furfural dobiven iz klipova kukuruza imao je oko 0,09%, a furfural dobiven iz drva oko 0,5% metilfurfurala. Furfural »Erba« je imao oko 0,4% metilfurfurala, što ukazuje na to, da je vjerovatno dobiven iz drva.

5-hidroksimetilfurfural u furfuralu dokazan je plinskom kromatografijom kvalitativno, ali tako da ga se prethodno silaniziralo. Kvantitativni rezultati ne zadovoljuju zbog tehničkog nedostatka upotrijebljenog aparata.

Konačno se može zaključiti, da bi plinsko-kromatografska ispitivanja silaniziranog materijala dala najbolje i najbrže podatke o sadržaju 5-metilfurfurala i 5-hidroksimetilfurfurala u furfuralu. Te dvije komponente su one, koje mogu ukazati na sirovinu (porijeklo) iz koje je određeni furfural dobiven.

## 6. LITERATURA — REFERENCES

1. Adbins, Semb and Bolander, *J. Am. Chem. Soc.*, 53, 1931, 1853.
2. Allen G. and Bernstein, *Canadian Journal of Chemistry*, 33, 1955, 1058.
3. Amerine, *Wines and Vines*, 28, No. 3, 1947, 23, 42; *C. A.*, 41, 1947, 6367; *Food Research*, 13, 1948, 264; *C. A.*, 42, 1948, 7928.
4. Andriano R. and Passerini R., *Gazz. chim. ital.*, 80, 1950, 730—40.
5. Aso, *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 10, 1934, 1201; *C. A.*, 29, 1935, 1088.
6. "Atlas Corrosion Proof Cements" The Atlas Mineral Products Company *Bulletin* No. 5—1, Mertztown, Pa., 1950.
7. Bailey, *Mikrochim. Acta*, 2, 1937, 35; *C. A.*, 1938, 458.
- 7a. Beach, *J. Chem. Phys.*, 9, 1940, 54.
8. Beckman and Dehn, *Sitzb. kgl. preuss. Akad. Wiss.*, 1918, 1201; *C. A.*, 14, 1920, 642.
9. Benzina G. I., *Gigiena i Sanit.*, 31, 6, 1966, 48—9.
10. Berggren, Ross, Young and Hawk, *J. Am. Rocket Soc.*, 73, 1948, 17.
11. Bergström, *Swedish Pat.* 40, 1916, 842; *C. A.*, 10, 1916, 2635.
12. Berry R. E. and Tatum J. H., *J. Agr. Food Chem.*, 13, 6, 1965, 588—90.
13. Bethge P. O., *Svensk Papperstidning*, 59, 1956, 372—6.
14. Bethge P. O. and Eggers J. H., *Svensk Papperstidning*, 63, 1960, 21, 745—748.
15. Biffi M., *Bilten Zavoda za istraživanje u drvenoj industriji*, 3, 1973, 1.
16. Black D. K., *Chem. and Ind.*, 1380, 1966.
17. Blankensma and Egmond, *Rec. trav. chim.*, 65, 1946, 309.
18. Bowness J. M., *Bioch. Journal (London)*, 70, 1958, 107—10.
19. Brady and Goldstein, *J. Chem. Soc.*, 1927, 1959.
20. Bredereck, *Ber.*, 68, 1935, 2299.
21. Bredereck and Papademetru, *Ber.*, 70, 1937, 797.
22. Bremner and Keays, *J. Chem. Soc.*, 1947, 1068; 1949, 1663.
23. Brown L. H., Watson D'O., *Ind. Eng. Chem.*, 51, 1959, 683.
24. Brownlee and Miner, *Ind. Eng. Chem.*, 40, 1948, 201.
25. Buell C. K., Batright R. S., *Ind. Eng. Chem.*, 39, 1947, 695.
26. Calloway, *Iowa State Coll. J. Sci.*, 9, 1934, 141.
27. Claverie N., Garrigon C. — Langrange et Domingues J., *Journal de Chimie Physique*, 59, 1962, 1047.
28. Čarvinka O. and Šuty L., *Papier Celulosa*, 19, 2, 2, 1964, 36—8.
29. Demihavskaja S. Z., *Gidroliznaja i lesohimičeskaja promyšlennost'*, No. 7, 1961, 2—21.
30. Dimofte L., Simonovici R., Steresen M. und Stefan V., *Pharmazie*, 21, 1966, 349—50.
31. Dinelli and Marini-Bettolo, *Gazz. chim. ital.*, 71, 1941, 117; *C. A.*, 36, 1942, 1928.
32. Dobrinskaja A. A., Neiman M. B., Polhanova L. N. and Protzenko R. V., *Doklady Akad. Nauk SSSR*, 63, 1948, 549—52.
33. Dobrinskaja A. A. and Neiman M. B., *Izvest. Akad. Nauk SSSR, Ser. Fiz.*, 14, 1950, 520—4.

34. Dunlop and Fischlowitz, *Chem. and Met. Eng.*, 22, 1920, 774.
35. Dunlop and Peters, *Ind. Eng. Chem.*, 32, 1940, 1639.
36. Dunlop and Peters, in: *Alexander, Colloid Chemistry*, Vol. VI, p. 1048, New York, Reinhold Publ. Corp., New York 1946.
37. Dunlop A. P. and Peters F. N., *The furans*, Reinhold Publ. Corp., New York 1953.
38. Dunlop, Stout and Swadesh, *Ind. Eng. Chem.*, 38, 1946, 705.
39. Dunning and Lathrop, *Ind. Eng. Chem.*, 37, 1945, 24.
40. Eitel, *Monatsh.*, 74, 1942, 124.
41. Evstigneev V. B. and Nikiforova V. N., *Doklady Akad. Nauk SSSR*, 81, 1951, 651—4.
42. Fenton and Gostling, *J. Chem. Soc.*, 79, 1901, 807.
43. Foltz V. W., *TAPPI*, 41, No. 10, 1958, 170A—174A.
44. La Forge, *Chem. Age, N. Y.*, 28, 1920, 332.
45. La Forge, *Ind. Eng. Chem.*, 15, 1923, 499; *La Forge and Mains*, 15, 1923, 823, 1057.
46. La Forge, *Ind. Eng. Chem.*, 13, 1921, 1024; 16, 1924, 130.
47. La Forge and Hudson, *Ind. Eng. Chem.*, 10, 1918, 925.
48. La Forge, Tooke, Mains and Clarke, *British Pat.* 1923, 207, 116, C. A., 18, 1924, 1199.
49. Fuchs L., *Monatsh.*, 81, 1950, 70—6.
50. Geib, *Z. physik. Chem.*, A, 169, 1934, 41; C. A., 28, 1934, 5742.
51. Gloyer S. W., *Ind. Eng. Chem.*, 40, 1948, 228.
52. Goldschmidt and Zanolli, *Ber.*, 25, 1892, 2573
53. Graham J. F., *Chem. and Ind.*, 1966, 1924—6.
54. Griggs R., Knight J. A. and Sargent M. V., *J. Chem. Soc.*, 1965 (Nov.), 6057—60.
55. Griggs R., Sargent M. V. and Knight J. A., *Tetrahedron Letters*, 1965 (19), 1381—4.
56. Hachihama and Imoto, *J. Soc. Chem. Ind. Japan*, 45, Suppl. binding, 1942, 19; C. A., 44, 1950, 8859.
57. Hachihama et al., *J. Soc. Chem. Ind. Japan*, 45, 1942, 1053; 46, 1943, 520, 808; 47, 1944, 178, 180, 183, 186, 220, 359, 657, 659, 824; 49, 1946, 61; C. A., 43, 1949, 5224—5226.
58. Hadnagy, *Italian Pat.*, 1942, 392, 519.
59. Hammer, *Chem. and Ind.*, 1933, 608.
60. Harris J. F., Saeman J. F., Zoch L. L., *For. Prod. J.*, 10, No. 2, 1960, 125.
61. Harris J. F. and Zoch L. L., *Anal. Chem.* 34, 1962, 201.
62. Hauben-Weyl, *Makromolekulare Stoffe*, Teil 2, Thieme-Stuttgart 1963.
63. Haworth, Hirst and Nicholson, *J. Chem. Soc.*, 1927, 1513.
64. Haworth and Jones, *J. Chem. Soc.*, 1944, 667.
65. Hellström, *Svensk Kem. Tid.*, 60, 1948, 214; C. A. 43, 1949, 1271.
66. Hershenson H. M., *Ultraviolet and Visible Absorption Spectra-Index 1930—1954*. New York 1956; Index 1955—1959. New York—London 1961.
  1. *Zeit. für Anal. Chemie*, 103, 1935, 305.
  2. *Journal of Biological Chemistry*, 171, 1947, 33.
  3. *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 1948, 517, 3576, 3579, 3586, 3580.
  4. *Journal of Biological Chemistry*, 181, 1949, 380.
  5. *Can. J. Research*, B, 28, 1950, 676.
  6. *Bulletin de la Société Chimique de France*, 20, 1953, 822.
  7. *Journal of Biological Chemistry*, 208, 1954, 645—661.
  8. *Anal. Chem.*, 26, 1954, 898.
  9. *Journal of Organic Chemistry*, 23, 1958, 1967.
  10. *J. Am. Chem.*, 81, 1959, 476.
  11. *J. Am. Chem. Soc.*, 67, 1945, 1934.
  12. *Analytical Chemistry*, 23, 1951, 1794.
67. Heuser and Eisering, *Cellulosechemie*, 4, 1923, 25; C. A., 17, 1923, 3249.
68. Hill and Jennings, *Am. Chem. J.*, 15, 1893, 158.
69. Hinz, Meyer and Schucking, *Ber.*, 76, 1943, 676.
70. Hughes and Acree, *J. Research Natl. Bur. Standards*, 21, 1938, 327.
71. Hughes and Acree, *J. Research Natl. Bur. Standards*, 23, 1939, 293.
72. Humphrey I. W., *Ind. Eng. Chem.*, 35, 1943, 1062.
73. Hurd and Tsenhour, *J. Am. Chem. Soc.*, 54, 1932, 317.
74. Ibraev G. Z. i Gorjaev M. L., *Gidrol. i lesokim. prom.*, 1962, 25—26.
75. Illari, *Gazz. chim. ital.*, 1947, 389; C. A., 42, 1948, 2959.

76. Internationale Nahrungs- und Genussmittel A.—G., British Pat. 1925, 246, 454; C. A., 21, 1927, 466; British Pat. 1925, 260, 960; C. A., 21, 1927, 3401.
77. Isbell, J. *Research Natl. Bur. Standards*, 32, 1944, 45.
78. Jones H. L., *TAPPI*, 44, 1961, 745—7.
79. Jones, J. *Chem. Soc.*, 1945, 116.
80. Kanao, J. *Pharm. Soc. Japan*, 550, 1927, 1019; C. A., 22, 1928, 1588.
81. Katsuno, J. *Soc. Chem. Ind. Japan*, 46, 1943, 114, 859; *Ibid.*, 47, 1944, 103; C. A. 43, 1949, 1718.
82. Katzen, Aries and Othmer, *Ind. Eng. Chem.*, 37, 1945, 442.
83. Katzen and Othmer, *Ind. Eng. Chem.*, 34, 1942, 314.
84. Kemp L. C., Jr., Hamilton G. B. and Gross H. H., *Ind. Eng. Chem.*, 40, 1948, 220.
85. Yn. I. Kho'kin, Solov'ev L. S., Finkel'shtein A. V. and Filipchuk Ynn. S., Spektroskopija, metody i primenenie, *Akad. Nauk SSSR, Sibirsk. Otd.*, 1964, 126—8.
86. Krnisheer, Vortsman and Kniphorst, *Z. Untesuch. Lebensm.*, 69, 1935, 570; C. A., 29, 1935, 7575.
87. Kubota Takashi, *Tetrahedron*, 4, 1958, 68—86.
88. Kulnevich V. G. and Erofeeva I. P., *Khim. geterotsiki. Soedin.*, 4, 1966, 499—502.
89. Litner and Liebig, *Z. physiol. Chem.*, 88, 1913, 109; C. A., 5, 1914, 1126.
90. Loevenich and Loeser, *J. prakt. Chem.*, 116, 1927, 325.
91. Löschbrandt F., *Norsk Akogindustri*, 4, 1950, 130—6.
92. Mackawa Kuzuyuki, *Sci. Repts. Matsuyama Agr. Coll.*, No. 3, 1950, 113—25.
93. a) Mains, *Chem. and Met. Eng.*, 26, 1922, 779; b) *Ibid.*, 26, 1922, 841; c) *Ibid.*, 31, 1924, 307.
94. Mains and La Forge, *Ind. Eng. Chem.*, 16, 1924, 356.
95. Mantica E., Ercoli R. and Bicelli L. P., *Rend. ist. lombardo Sci.*, Pt. I, Classe Sci. mat. e nat., 91, 817—32.
96. Marcusson, *Ber.*, 58, 1925, 869.
97. Marshall and Norris, *Biochem. J.*, 31, 1937, 1053, 1289.
98. Maslenikov A. S. and Poryvaeva G. N., *Gidroliz. i Lesokhim. Prom.*, 16, 8, 1963. 12—14.
99. Masson, *Compt. rend.*, 149, 1909, 795.
100. Meerwien and Schmidt, *Ann.*, 444, 1925, 221.
101. Merck u. Co. Inc., Über 5-hydroxymethylfurfurals.
102. Mildner P., O novoj primjeni furfurola u organskoj kemijskoj industriji, *Arhiv za kemiju*, 22, 1950, 270.
103. Minné and Adkins, *J. Ann. Chem. Soc.*, 55, 1933, 299.
104. Mirone Paolo, *Atti accad. nazi. Lincei, Rend.*, Classe Sci. fis., mat. e nat., 16, 1954, 483—9.
105. Mohler, *Mitt. Lebensm. Hyg.*, 32, 1941, 230; C. A., 37, 1943, 3195.
106. Monroe, *Ind. Eng. Chem.*, 13, 1921, 133; U. S. Pat. 1, 1921, 357, 467; C. A., 15, 1921, 239.
107. Moyer C. J., 5-Hydroxymethylfurfural, C. A., 63, 1965, 2944 d.
108. Newth and Wiggins, *Research (London)*, 3, Suppl. 1950, 50; C. A., 44, 1950, 6848.
109. Nielsen, *Ind. Eng. Chem.*, 41, 1949, 365.
110. Norton A. J., *Ind. Eng. Chem.*, 40, 1948, 236.
111. Obata, J. *Agr. Chem. Soc. Japan*, 16, 1940, 187; C. A., 34, 1940, 5840.
112. Official and Tentative Methods of Analysis, 4th Ed., p. 344, Washington, Association of Official Agricultural Chemists, 1935.
113. Opačić Ivo, Kemijska prerada drva, 1960 (Skripta).
114. Papademetrin, Thesis, University of Leipzig, 1936.
115. Psarras I., Tefteller J. W. and Zimmermann H. K., *Rec. trav. chim.*, 80, 1961, 232—6.
116. Pauling, The Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals, 2nd Ed., Ithaca, N. V., Cornell University Press, 1940.
117. Pervier and Gortner, *Ind. Eng. Chem.*, 15, 1923, 1169, 1255.
118. Peters, *Modern Plastics*, 13, 1936, 38.
119. Peters, *Ind. Eng. Chem.*, 28, 1936, 755.
120. Piutti, *Gazz. chim. ital.*, 66, 1936, 265; C. A., 31, 1937, 1398.
121. The Quaker Oats Company, unpublished work.
122. Raisin, French Pat. 1911, 446, 871; C. A., 7, 1913, 2835.
123. Reichstein, *Helv. Chim. Acta*, 13, 1930, 345.
124. Ricard, U. S. Pat. 1, 1920, 322,054; C. A., 14, 1920, 284; British Pat. 1917, 129,025; C. A., 14, 1920, 746; French Pat. 1918, 485, 967; C. A., 13, 1919, 1863.

125. Rodionova Z. M., *Tr. po Khim. i Khim. Tehnol.*, 1964, 2, 262—7.
126. Rogers and Williams, *J. Am. Chem. Soc.*, 60, 1938, 2619.
127. Root D. F., Saeman J. F., Harris J. F., Neill W. K., *For. Prod. J.*, 9, 1959, 158.
128. Schmanss and Haberland, *Furfural Condensation*, P. B., No. 739, U.S. Dept. Commerce, 1943.
129. Schomaker and Pauling, *J. Am. Chem. Soc.*, 61, 1939, 1769.
130. Schütz, Sarten and Meyer, *Holzforschung*, 1, 1947, 2; *C. A.*, 42, 1948, 1419.
131. Scott and Johnson, *J. Am. Chem. Soc.*, 54, 1932, 2549.
132. Schufledovich V. I.; koautora, *Spektroskopija, metody i primenenie*, Akad. Nauk SSSR, *Sibirsk. Otd.*, 1964, 118—20.
133. Smith E. D., *Anal. Chem.*, 25, 1953, 931—3.
134. Snetaka Wateru, *Gazz. chim. ital.*, 86, 1956, 783—96.
135. Sohn A. W., *Das Papier*, 4, 1950, 379—84.
136. Sowden, *J. Am. Chem. Soc.*, 71, 1949, 3568.
137. Starkey and Bremner (to Imperial Chemical Industries Ltd.), *British Pat.*, 1948, 605, 922; *C. A.*, 43, 1949, 1064.
138. Suty L., Cervinka, O. and Kastiel K., *Papier Celulosa*, 17, 1962, 262—4.
139. Sweeney, *Iowa State Coll. Eng. Expt. Sta., Bull.*, No. 73, 1924, 7—11; *C. A.*, 19, 1925, 3353.
140. Takano Kenzo, *Nippon Kagaku Zasshi*, 82, 1961, 373—6.
141. Tati, *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 14, 1938, 1371; *C. A.*, 33, 1939, 7669.
142. Torricelli, *Mit. Lebensm. Hyg.*, 37, 1946, 181; *C. A.*, 41, 1947, 816.
143. Trimble, *Ind. Eng. Chem.*, 33, 1941, 660.
144. Turner J. H., Rebers P. A., Barich P. L. and Cotton R. H., *Anal. Chem.*, 26, 1954, 898—901.
145. Tzonev and Yavnel, *Masloboino-Zhirovoe Delo*, 1932, 38; *C. A.*, 27, 1933, 3471.
146. Vanzetti B. L., *Rend. ist. lombardo Sci.*, 75, No. 1, 1941—2, 1—4.
147. Wheland, *The Theory of Resonance and Its Application to Organic Chemistry*, New York, John Wiley and Sons, 1944.
148. Wiemann, *Bull. Soc. chim.*, 5, 2, 1935, 1209.
149. Wilson, *J. Council Sci. Ind. Research*, 20, 1947, 258.
150. Wolfrom M. L., Schmetz R. D. and Cavaliere L. F., *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 1948, 514—17, 518.
151. Wolfrom M. L., Schmetz R. D. and Cavaliere L. F., *J. Am. Chem. Soc.*, 71, 1949, 3518—23.
152. Wolfrom M. L. and Shilling W. L., *J. Am. Chem. Soc.*, 73, 1951, 3557—8.
153. Wrobel J. and Galuszko K., *Tetrahedron Matters*, 49, 1965, 4381—5.
154. Yobuta (to Zaidan Hojin Rikagaku Kenkynjo), *U.S. Pat.* 1, 1929, 709, 297; *C. A.*, 23, 1929, 2667.
155. Yamada, *Bull. Chem. Soc. Japan*, 4, 1929, 31; *C. A.*, 23, 1929, 2781.

## SUMMARY

In the general part is contributed a brief survey of furfural, of the raw materials thereof, the production and use of furfural, its physical and chemical characteristics. A survey is also given of 5-methyl furfural and 5-hydroxy-methyl furfural.

By UV spectroscopic examinations the author obtained the same absorption maxima as those obtained by other authors. However, the author did not avail himself of these examinations for proving 5-methyl furfural and 5-hydroxy-methyl furfural in furfural, although this has been done by some authors.

By examining the IR spectra of furfural of various origins it was found that they show an absorption at  $3300\text{ cm}^{-1}$ , i. e., the absorption characteristic of the -OH group from the 5-hydroxy-methyl furfural present. In all four samples this absorption maximum was equal, while the amount of 5-hydroxy-methyl furfural was up to about 1%.

Which means that by IR examinations it should be relatively easy to reach data on the amount of 5-hydroxy-methyl furfural in furfural. The absorption maximums of 5-methyl furfural are practically identical with those of furfural and 5-hydroxy-methyl furfural, so that they are not suitable for the respective determinations.

By gas-chromatographic examinations the author succeeded to separate and determine 5-methyl furfural in furfural, and differences were found in its amount with respect to the origin of furfural: the furfural obtained from maize cobs contained ca. 0.09% of methyl furfural, while the furfural obtained from wood contained ca. 0.5% of methyl furfural. "Erba" furfural contained about 0.4% of methyl furfural, which suggests that it was probably obtained from wood.

5-hydroxy-methyl furfural in furfural was qualitatively proved by gas-chromatography, but so that preliminarily it was silanized. Quantitative results were not satisfactory owing to the technical imperfection of the apparatus employed.

In conclusion it may be inferred that gas-chromatographic examinations of silanized material are apt to yield the quickest and safest data on the content of 5-methyl furfural and 5-hydroxymethyl furfural in furfural. These two components are those which could be indicative of the raw material (origin) from which a certain furfural is obtained.

Dr STEVAN BOJANIN

**ISTRAŽIVANJE POTROŠKA VREMENA  
KOD SMOLARENJA CRNOG BORA  
FRANCUSKOM METODOM**

**INVESTIGATION OF TIME EXPENDITURE IN TAPPING  
EUROPEAN BLACK PINE BY THE FRENCH METHOD**

UDK 634.0.304/307:634.0.284.1:634.0.174.7 *Pinus nigra* Arn.

**Sadržaj — Contents**

Uvod — *Introduction*

Problematika i cilj istraživanja — *Problem and aim of investigation*

Objekt istraživanja — *Object of study*

Opis područja istraživanja — *Description of the area investigated*

Metode i varijante smolarenja — *Resin-tapping methods and variants*

Postavljanje primjernih ploha — *Laying-out of sample plots*

Metodika rada — *Working method*

Terenski rad — *Field work*

Obrada terenskih podataka — *Processing of field data*

Rezultati istraživanja — *Results of investigations*

Struktura vremena pojedinih radnih operacija — *Time structure of individual operations*

1. Struktura vremena pojedinih radnih operacija za prvu godinu istraživanja — *Time structure of individual operations for the first year of investigations*

2. Planiranje odmora kod pojedinih radnih operacija za drugu godinu istraživanja — *Planning of rest times in individual operations for the second year of investigations*

3. Struktura vremena pojedinih radnih operacija za drugu godinu istraživanja — *Time structure of individual operations for the second year of investigations*

Srednje vrijednosti utrošaka vremena i račun korelacije — *Mean values of time expenditures and correlation computations*

1. Hod od stabla do stabla — *Walking from tree to tree*

2. Obilaženje oko stabla — *Walking around the tree*

3. Premještanje pribora — *Raising of equipment*

4. Zarezivanje bjeljenica — *Face cutting*

a. Zarezivanje abšotom — *Face cutting with tapping axe*

b. Zarezivanje bjeljenica raskleom — *Face cutting with rasplet*

5. Struganje struška — *Removing the scrape*

6. Izlijevanje vode kod zarezivanja bjeljenica — *Pouring water from cups at face cutting*

7. Raznošenje lončića — *Distribution of cups*



8. Otvaranje bjeljenica i postavljanje pribora — *First cutting of faces and setting up of equipment*
9. Skidanje pribora — *Removal of equipment*

Obračun dodatnog vremena — *Computation of total allowances*

1. Određivanje dodatnog vremena zahvatima za prijelaz od stabla do stabla — *Determination of allowances for the sub-operation of walking from tree to tree*
2. Određivanje dodatnog vremena osnovnim radnim zahvatima pojedinih radnih operacija — *Determination of allowances to the main times of individual operations*

Određivanje norme vremena i dnevne norme — *Determination of standard time and of daily standard*

Zaključci — *Conclusions*

Literatura — *References*

Summary

## UMOD...INTRODUCTION

Smola se ubraja u sporedne šumske proizvode, pa ipak predstavlja važnu sirovinu u više grana industrije. Da bi se podmirile potrebe na smoli, proizvodnja smole (smolarenje) razvijena je gotovo u svim zemljama, gdje za to postoje uvjeti.

Smola se dobiva iz četinjastih vrsta drveća: bora, smreke, jele i ariša. Dok se dobivanje smole iz različitih vrsta borova već dugo vremena primjenjuje te ima svoju praktičnu i znanstvenu podlogu, smolarenje iz ostalih navedenih vrsta četinjača još je u fazi ispitivanja.

Premda se smola uglavnom dobiva iz živih borovih stabala, ipak se njezin jedan dio dobiva i ekstrakcijom otpadaka, uglavnom panjeva.

U ovim istraživanjima obrađen je problem dobivanja smole (smolarenje) dubočih, živih stabala crnog bora (*Pinus nigra*).

Svjetska proizvodnja smole, kako je to izneseno u »Naval Stores International Yearbook« (96), iznosila je u 1958. godini 1.097.000 tona, od čega 222.400 tona terpentinskog ulja i 874.600 tona kolofonija. Najveći proizvođač su SAD s 539.000 tona smole, zatim SSSR sa 130.000 tona. Francuska proizvodi 57.000 tona, a male zemlje Portugal 66.000 tona i Grčka 25.000 tona smole. Najmanje smole proizvodi Mađarska, i to 400 tona. Jugoslavija proizvodi 2.000 tona smole, od čega 500 tona terpentinskog ulja i 1.500 tona kolofonija. U toj ukupnoj proizvodnji pojedine republike su sudjele u slijedećim postocima:

Socijalistička Republika Bosna i Hercegovina	44,9%
Socijalistička Republika Hrvatska	20,1%
Socijalistička Republika Makedonija	19,7%
Socijalistička Republika Srbija	13,6%
Socijalistička Republika Slovenija	1,7%

Socijalistička Republika Bosna i Hercegovina proizvodi skoro 50% od ukupne količine smole, koja se proizvodi u našoj zemlji. 1958. godine u toj republici smolarilo se na 1.180.000 bjeljenica crnog i bijelog bora, a u 1960. godini taj se broj popeo na 1.289.296 bjeljenica.

Na području pojedinih šumskih gospodarstava nalazio se u 1960. godini slijedeći broj bjeljenica: ŠG Zavidovići 657.152 bjeljenice, od čega 10% bjeljenica na bijelom boru; ŠG Višegrad 320.217 bjeljenica (na bijelom boru 5%); ŠG Bugojno

Primljeno 15. II. 1974.

311.927 bjeljenica (na bijelom boru 16% bjeljenica). Prosječan postotak bjeljenica bijelog bora u odnosu na ukupan broj bjeljenica iznosio je 10%. Iako je naša proizvodnja smole zastupana u svjetskoj proizvodnji malim postotkom, ipak nam daje znatnu količinu dragocjenih sirovina i omogućuje zaposlenje izvjesnom broju radnika.

Kod nas je za proizvod koji dobivamo smolarenjem četinjača usvojen naziv smola. Taj naziv upotrebljuju svi oni koji su se bavili ili se bave proučavanjem smolarenja (Dudić, Emm, Pejovski, Terzić, Ugrešević, Čokl i dr.).

Za pojam smolarenja Kutuzov (75) navodi slijedeće: »Grana šumarstva, koja se bavi proizvodnjom smole, naziva se, kako je usvojeno, smolarenje. Suština smolarenja sastoji se u nanošenju sistematskih i višekratnih ozljeđivanja na stablima, s ciljem da se izazove istjecanje smole«.

O smjeru napredovanja zarezivanja, tj. da li treba zarezivati prema gore ili prema dolje, postoje različita mišljenja.

Münch (141) je na osnovi istraživanja došao do zaključka, da zarezivanje prema dolje ima prednost pred onim prema gore, tj. da su prinosi smole u prvom slučaju veći.

Nasuprot gornjem shvaćanju da zarezivanje prema dolje ima prednost, postoji drugo suprotno mišljenje, prema kojem zarezivanje prema gore dovodi do većih prinosa smole nego zarezivanje prema dolje.

Stephan (131) je kod bijelog bora obavio komparativna istraživanja zarezivanja prema gore i prema dolje. Zarezivanje prema dolje dalo je kod nižih bjeljenica veći prinos za 16%.

U ovima našim ispitivanjima upotrijebljena je francuska metoda smolarenja, ali modificirana, o čemu će biti riječi kasnije.

Glavne osobine francuske metode smolarenja sastoje se u tome, da su bjeljenice uske (6—10 cm) te da je smjer zarezivanja prema gore. Smola do lončića curi po površini cijele bjeljenice, tako da na kraju sezone prevaljuje najveću udaljenost.

Za vrijeme toga curenja smole terpentinsko ulje hlapi, pa jedan dio smole ostaje na površini bjeljenice kao stružac (barras, scrape). Postotak stružca kod crnog bora od ukupnog godišnjeg prinosa smole iznosi prema Terziću (138) 6,4%, a prema Tolkačevu i Sinelobovu (141) kod bijelog bora iznosi 15%, ako je duljina bjeljenice do 35 cm.

Prema gornjim podacima, količina stružca kod bijelog bora je cca 2,5 puta veća nego kod crnog bora.

Iz gore navedenoga vidi se, da zarezivanje prema gore, gdje smola teče po površini cijele bjeljenice, nije pogodno za bijeli bor zbog stvaranja stružca.

Kutuzov (75) dijeli činioce o kojima zavisi prinos smole u tri skupine:

1. meteorološki čimbenici (temperatura i vlažnost zraka, svjetlo, barometrički tlak, vjetar, oborine);
2. sastojinski činitelji (starost i promjer stabala, tip sastojine, bonitet, sklop i smjesa sastojine);
3. tehnološki faktori smolarenja (pauza između pojedinih zarezivanja, opterećenje stabala bjeljenicama, širina bjeljenica, dubina i visina zareza, sistem postavljanja bjeljenica po duljini stabla — etažno smolarenje, vrijeme zarezivanja u tijeku dana).

Prema Tolkačevu i Sinelobovu (141) kod povećanog opterećenja stabla bjeljenicama prinos po jedinici (cm<sup>2</sup>) je manji, ali ukupan prinos je veći. Do istog zaključka dolazi i Oudin (92).

U vezi sa širinom bjeljenice Münch (87) kaže: »Što je rana (bjeljenica) šira, doprema organskih materija do stanica za proizvodnju smole je teža; uže bjeljenice daju po 1 cm<sup>2</sup> površine veći prinos smole nego šire bjeljenice«. Isto tvrde Ozolin i Ustinov (93) te Ivanov i Šaternikova (57) kao i Gavrilov (37).

Dubina zarezivanja je, kako navodi Kutuzov (75), najveća na sredini širine bjeljenice. On preporučuje da dubina zareza ne premašuje 1,0—1,5 cm. Budika i Tihonov (19) navode, da prema podacima CNILHI, smanjenje dubine zarezivanja od 1,0 cm na 0,5 cm povećava prinos smole do 10% te preporučuju dubinu zarezivanja od 0,5 cm. Prema Ivanovu (56) duboki zarezi ometaju opskrbu stabla vođom, naročito

\* Ozljeđivanje stabala kod smolarenja radi istjecanja smole (chipping, Reissen, podnovka, pique) u našoj smolarskoj terminologiji zove se bijeljenje i zarezivanje.

onog dijela iznad donjeg zarez, *Münch* (87) kaže da plitki zarez, koji ne presijećaju uzdužne smolne kanale, dovode do bržeg zatvaranja rane, jer su poprečni smolni kanali uži od uzdužnih, pa je i trenje smole kod istjecanja smole veće. Ipak plitki zarez imaju prednost, pogotovo kod kraćih pauza; preporučuje za praksu plitke zarez najveće dubine do 1,0 cm. *Kutuzov* (75) je u principu za plitke zarez, oko 0,5 cm, ali smatra da dubinu zarez treba mijenjati prema širini bijeli.

*Stephan* preporučuje za bijeli bor dubinu zarezivanja 3 mm kao dubinu koja osigurava najveći prinos smole. *Ivanov* i *Šaternikova* (57) preporučuju, da se nikako ne zarezuje dublje od 1,0 cm.

Iz gore izloženoga proizlazi, da svi navedeni autori preporučuju pliće zarez.

*Rajkova* (108) tvrdi, da je prinos smole veći uz manju visinu zarez i češće zarezivanje; isto to tvrdi i *Oudin* (92) i *Gavrilov* (37). *Tolkačev* i *Sinelobov* (141) kažu da visina zarez treba biti tolika, da se ukloni zasmoljeni i osušeni dio, što se postiže visinom zarez od 1,0 do 1,2 cm.

#### PROBLEMATIKA I CILJ ISTRAŽIVANJA — PROBLEM AND AIM OF INVESTIGATION

U prethodnom poglavlju prikazani su čimbenici, o kojima zavisi prinos smole. Utjecaj tehnoloških činilaca možemo regulirati tako, da uz dane uvjete po jedinici utrošenog vremena dobijemo maksimalni prinos smole.

Smolarenje je privredna grana, pa kod ocjene uspjeha smolarenja treba primijeniti iste metode kao i kod ostalih privrednih grana: proizvodnost, ekonomičnost i eventualno rentabilnost.

Prema definiciji Grupe za proizvodnost Evropske organizacije za privrednu suradnju proizvodnost je odnos između količine proizvoda i količine bilo kojeg činioca, koji je sudjelovao u proizvodnji (*Babić*, 3).

Utrošeni rad može se prikazati, kako to navodi *Kjurkjičev* (66) na četiri različita načina:

Odnosom između obima proizvodnje i:

1. utrošenoga vremena živog rada, 2. količine utrošene radne snage, 3. količine utrošenoga živog rada (kvaliteta rada prema kvalifikaciji radne snage), 4. ukupno utrošenog rada.

Prema *Babiću* kod živog se rada mogu uzeti u obzir: a) direktni radnici, b) indirektni radnici, ili c) svi radnici.

Problem proizvodnosti rada (*proizvoditel'nost' truda*) kod smolarenja obrađivali su slijedeći ruski autori: *Gavrilov*, *Ozolin* i *Ustinov*, *Visockij*, *Martisjuk* i dr.

Utrošak vremena za izvođenje radova na smolarenju određivali su spomenuti autori samo za rad na ravnom terenu; dodatno vrijeme je određivano aproksimativno, ali nije posvećena veća pažnja utjecaju različitih okolnosti na učinak.

Kod nas su pojam ekonomičnosti smolarenja obrađivali *Ugrenović*, *Plavšić*, *Neidhardt*, *Terzić*, *Kiauta*. *Ugrenović* (143) je određivao utrošak vremena samo za glavne zahvate mjerenjem na nekoliko desetina bjeljenica; *Plavšić* (100) i *Terzić* (138) su se kod svojih razmatranja poslužili iskustvenim normama. *Neidhardt* (88) je iznio teoretsko financijsko razmatranje o smolarenju.

Niti kod nas, a niti u svijetu utrošak vremena direktnih radova na smolarenju nije detaljnije istraživano. Stoga je u tom radu postavljen

cilj, da se kod smolařenja sastojina crnog bora francuskom metodom odredi utrošak vremena za pojedine radne operacije uz razne uvjete rada, odvojeno po godinama smolařenja.

Proučavanje rada započeo je svojevremeno *Taylor* podjelom rada na jednostavne elemente, eliminiranjem nepotrebnih pokreta, određivanjem utroška vremena za potrebne elemente, dodajući im postotak dodatnog vremena zbog potrebnih prekida u radu.

Te *Taylorove* postavke vrijede i danas. *Taylorova* je griješka, što nije vodio računa o potrošnji energije pri radu — nije poznavao fiziologiju rada, niti psihologiju, tj. psihonervno reagiranje čovjeka pri radu.

Suvremena nauka o radu kod izučavanja rada izučava i psihofiziologiju rada.

Danas se kod određivanja utroška vremena, kako je to već prije činio i *Taylor*, rad dijeli na elemente, pa se određuje trajanje pojedinih elemenata.

Prije nego što se odredi potreban utrošak vremena za neki rad, treba provesti racionalizaciju rada.

Određivanje utroška vremena izvodi se na isti način u industriji i šumarstvu, uglavnom upotrebom kronometra. Metoda kronometraže po vremenu trajanja smatra se pogodnijom od one po tekućem vremenu. Prednost prve navedene metode je, kako kaže *Barnes* (4) u slijedećem: »Glavna prednost metode po vremenu trajanja pred onom po tekućem vremenu sastoji se u tome, da se vrijeme svakog elementa vidi na obrascu, i normirac može vidjeti varijacije utroška vremena za vrijeme mjerenja«.

Osim navedene metode mjerenja vremena postoje i druge bez upotrebe kronometra, i to na bazi studija pokreta. Najpogodnija od tih metoda je *MTM* (*Method Time Measurement*) (*Maynard*, *Stegemerten*, *Schwab* (83)). Međutim, te metode se ne upotrebljuju u šumarstvu. Od metoda bez upotrebe kronometra počela se u novije vrijeme upotrebljavati metoda trenutačnih opažanja i to uglavnom za određivanje strukture vremena (*Barnes* (5), *Geffa*\* (38), *Hüberle* (45), i dr.).

O podjeli radne operacije na elemente *Barnes* (4) kaže, da elementi trebaju biti po trajanju toliki, da se mogu točno mjeriti. *Geffa* (38) smatra, da kod diobe radne operacije treba odvojiti samo one elemente (zahvate), koji će se kasnije kod određivanja norme vremena posebno razmatrati.

Prema *International Labour Office* (55) elementi ne bi trebali biti kraći od 0,04 minute.

Prema *Barnesu* (4) individualni učinci pojedinih radnika kreću se u industriji u SAD u omjeru 1 : 2. Normalni učinak označuje se sa 100%; individualni učinci, izraženi postotkom u odnosu prema normalnom učinku, kreću se u granicama od 83,3% do 166,66%. Prosječni individualni učinak (stupanj učinka) u industriji u SAD kod plaćanja u akord iznosi 125%. Prema *Hilfu* (49) prosječni stupanj učinka kod šumskih radnika u Njemačkoj iznosi 115%.

\* *Geffa* = Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft — Society for Forest Work Science

Definicija normalnog učinka prema Refi\* (110): »Normalni učinak je onaj učinak, što ga trajno u tijeku radnog vremena. — bez štetnosti po zdravlje — može postići dovoljno sposoban, uvježban te urađen radnik, ako se pridržava propisanih odmora«. Normalni učinak (normalni utrošak vremena) je osnova, kojoj se pribraja dodatno vrijeme.

Prema gornjim podacima uvježbani, marljivi radnici u praksi skoro uvijek premašuju onaj nivo učinka, koji se konvencionalno smatra normalnim.

Stupanj učinka određuje se procjenjivanjem. Prema Böhru (15), stupanj učinka čovjeka je relativna mjera za djelotvornost (*Wirksamkeit*) i tempo ljudskog rada (*Geschwindigkeit*). Sličnu definiciju za stupanj učinka daje i Refa, dodajući još i komponentu naprezanja (*Anstrengung*). Hilf (49) definira stupanj učinka kao rezultatnu djelotvornosti i brzine pojedinih pokreta. Eckert (27) na osnovi provedenih istraživanja u eksploataciji šuma kaže o čimbenicima, koji određuju stupanj učinka slijedeće: »Suprotno slučaju kod industrijskih radova, kod sječe i izrade brzina rada i napor kao faktori koji određuju učinak, potpuno ustupaju mjesto djelotvornosti. Osobina da se (kod sječe i izrade) ista djelotvornost može postići pomoću različite brzine i napora, osnovna je razlika između ovih i većine industrijskih radova«.

Što se tiče načina i broja procjene stupnja učinka, Barnes (4) iznosi podatke da je od 7.444 analitičara vremena 34% procjenjivalo stupanj učinka za radnu operaciju kao cjelinu, a 53% za svaki element (procjenjivanje se nije obavljalo stalno nego povremeno tijekom mjerenja utroška vremena); 13% je procjenjivalo učinak kod svakog očitavanja kronometra. Zehnder, Soom, Auer (152) navode, da je kod sječe i izrade teško definirati normalni učinak te da su se zbog toga kod procjene učinka ograničili na jednu procjenu ukupnog rada na sječini. Hilscher (54) je kod radova na sječi i izradi obavio procjenu stupnja učinka tako, da je grupe radnika rasporedio prema učinku (utrošku vremena po jedinici) nakon izvršenog snimanja. Kao osnovu za usporedbu uzeo je učinak jedne grupe radnika, koji je autor procijenio kao prosječan. Stupanj učinka ostalih grupa izražen je u postocima u odnosu na taj prosječni učinak.

Norma vremena dobiva se prema Refi (110) na slijedeći način — Time standard is obtained according to Refa (110) in the following manner:

$$T_0 = t_p + t_0$$

$T_0$  = operativno vrijeme — Effective time

$t_p$  = pomoćno vrijeme — By-time

$t_0$  = osnovno vrijeme — Main time

$$T_k = T_0 + T_d$$

$T_k$  = vrijeme izrade po komadu — Time per piece

$T_d$  = dodatno vrijeme — Total allowances

$T_z$  = pripremno-završno vrijeme — Preparation time

$$T = T_k + T_z$$

$T$  = norma vremena — Standard time

\* Refa = Reichsausschuss für Arbeitstudien — National Committee for Labour Research

$T_d$  sadrži vrijeme za odmor, osobne potrebe i za radove, koji se javljaju povremeno te se dodaje na  $T_0$  u obliku postotka, tj.  $T_0$  se množi koeficijentom  $1,0 T_d$ .

$T_z$  se pribraja na  $T_k$ , a izražava se u apsolutnoj mjeri (vremenu trajanja).

U eksploataciji šuma, kod sječe i izrade, norma vremena po jedinici sortimenata dobiva se na nešto izmijenjen način. *Hilf* (52) kaže: »Norma vremena je potrebno vrijeme u minutama za izradu jedinice sortimenata ( $m^3$ , pm)«. Norma vremena dobiva se iz slijedećeg zbroja:

a) čisto vrijeme izrade, b) dodatak.

Ad a) Vrijeme izrade je zbroj svih mjerenih čistih utrošaka vremena po jedinici sortimenata, reduciranih na normalni učinak.

Ad b) Dodatak se daje na račun pripremno-završnog vremena, koje nije sadržano u čistom vremenu izrade; zatim na račun dodatka za kratke odmore, predahe i osobne potrebe te dodatka za povremene radove (na pr. oštrenje alata). Napokon je ovdje sadržan i dodatak za izravnanje učinka (*Schwankungsausgleich*) zbog mogućeg kolebanja uvjeta rada.

Kako se iz izloženoga vidi, kod obračunavanja norme vremena u eksploataciji šuma, kako je to izložio *Hilf*, za osnovu se uzima čisto vrijeme izrade (ono odgovara operativnom vremenu), a sva ostala vremena se dodaju u obliku postotnog dodatka na tu osnovu, kao što je *Hilf* i shematski prikazao (*Hilf*, 48). Na taj način dodatno vrijeme obračunava i *Geffa* (38).

Isti način pribrajanja dodatnog vremena kod obračunavanja norme vremena usvojili su i drugi autori: *Benić* (7), *Geritsen* i *Bol* (17), *Kools* (69).

Zadatak je dodatka za odmor, da omogući radniku održavanje normalnog intenziteta tijekom rada.

Visina dodatka može se odrediti na više načina: na temelju iskustva, fizioloških ispitivanja o utrošku energije, kod statičkog rada na temelju mjerenja otkucaja pulsa te na osnovi snimanja strukture radnog dana.

Pored same visine dodatka za odmor veoma su važni duljina i raspored pojedinih odmora.

Takvi problemi kao i određivanje visine dodatka za povremene radove razmotrit će se opširnije u poglavlju »Rezultati istraživanja«.

Kod svih radova u šumarstvu slijedeće okolnosti mogu djelovati otežavajuće:

1. statički rad, 2. visoka i niska temperatura, 3. inklinacija i prohodnost terena.

Iz materijala, izloženog u ovom poglavlju, vidi se na koje je okolnosti potrebno obratiti pažnju kod studija rada.

Prilikom proučavanja rada i određivanja potrebnog utroška vremena za radove na smolarenju crnog bora francuskom metodom obratio sam pažnju na slijedeće okolnosti, o kojima zavisi učinak:

1. visina bjeljenica od tla, 2. međusobna udaljenost stabala, 3. nagнутost i prohodnost terena, 4. broj bjeljenica na stablu.

Na temelju dobivenih podataka mjerenja vremena pri različitim okolnostima bio je cilj, da se odrede zakonitosti djelovanja pojedinih čimbenika te, koristeći se tim zakonitostima, da se odrede utrošci vre-

mena za izvođenje pojedinih radnih zahvata i operacija kod raznih mogućih kombinacija navedenih činitelja. Ujedno sam postavio zadatak, da utvrdim visinu dodatka za odmor, osobne potrebe i povremene radove. Tako bi se dobila solidna podloga za određivanje bitne veličine kod računanja proizvodnosti i ekonomičnosti smolarenja.

## OBJEKT ISTRAŽIVANJA — OBJECT OF STUDY

### *Opis područja istraživanja — Description of the area investigated*

Istraživački radovi obavljani su u SR Bosni i Hercegovini na područjima šumskih gospodarstava: Zavidovići — Smolarska manipulacija Maoča, Bugojno — Smolarska manipulacija Bugojno, Višegrad — Smolarska manipulacija Višegrad.

Nadmorska visina spomenutih područja kreće se od 450 m do 1350 m, a nagib terena od 0° pa sve do 45°. Teren je mjestimično ispresijecan uvalama i grebenima.

Geološku podlogu na tim područjima čine dolomit, serpentin i vapnenac, koji mjestimično izbijaju na površinu u obliku sitnijega, srednjeg i krupnog kamenja, te kamenih blokova i stijena. Vrlo sitno kamenje (sipina) je nevezano i pokretljivo, što na terenima većih inklinacija još više otežava hod.

Tlo je većinom plitko, siromašno humusom i sadrži pijeska. Na dolomitnoj podlozi stvaraju se, prema Čiriću (*Terzić*, 140), kserotermne rendzine, koje osobito pogoduju naseljivanju crnog bora; dolomit se drobi u pjeskovitu pržinu. Frakcija pijeska dominira u svim profilima. Na serpentinskoj podlozi tlo je ilovasto, pjeskovito, plitko, siromašno humusom.

Minimalna temperatura zraka za istjecanje smole je, prema Münchu (87) 10°C, ali se sniženje temperature ispod 12°C vidno odražuje na prinos smole. Kutuzov (75) smatra, da je za smolarenje optimalna temperatura od 15° do 25°C, a Pejovski (95) da je na Peristeru minimalna temperatura za uvjete smolarenja 11°C.

Prema prikupljenim meteorološkim podacima srednja dnevna temperatura na početku i na kraju sezone smolarenja, u mjesecu svibnju i listopadu, nalazi se iznad minimalne temperature, koja je potrebna da bi se moglo smolariti.

Podaci o temperaturi (srednjoj, dnevnoj i maksimalnoj), relativnoj vlazi i brzini vjetra poslužiti će kao podloga za određivanje tzv. efektivne temperature.

### *Metode i varijante smolarenja — Resin-tapping methods and variants*

U uvodnom dijelu je rečeno, da se na područjima navedenih šumskih gospodarstava u 1960. godini smolarilo na 1,289.296 bjeljenica.

Najviše bjeljenica je smolareno francuskom metodom smolarenja. Zarezivanje se obavljalo abšotom a kod viših bjeljenica raskleom; jedino se u Bugojnu nije upotrebljavao raskle. Zatim se primjenjivala američka uska i američka široka metoda (*bark chipping*), te novoaustrijska metoda smolarenja.

Od ukupnog broja bjeljenica na pojedine metode smolarenja dolazi slijedeći broj bjeljenica:

<i>Metoda smolarenja — Resin-tapping method:</i>	
	% udjela: % share:
Francuska (abšot) — French method (tapping axe)	82,9
Francuska (raskle) — French method (rasclet)	11,9
Američka uska — American bark-chipping method, narrow	2,8
Američka široka — American bark-chipping method, wide	0,2
Novoaustrijska — New Austrian method	2,2
Ukupno — Total: 100,0	

Na francusku metodu dolazi 94,8 = 95% svih smolarenih bjeljenica.

#### *Postavljanje primjernih ploha — Laying-out of sample plots*

U poglavlju »Problematika i cilj istraživanja« navedeno je, koje okolnosti utječu na učinak rada kod smolarskih radova.

Kod postavljanja primjernih ploha obuhvatio sam sve visine bjeljenica od tla, tj. od prve pa do jedanaeste godine smolarenja. Obuhvaćena je francuska metoda smolarenja crnog bora, varijante zarezivanja abšotom i raskleom. Isto tako su obuhvaćene sastojine s travnim pokrovom, sipinom, sitnim, krupnim kamenjem i stijenama. Najidealnije bi bilo, da su se na svakom pojedinom nagibu mogle obuhvatiti sve godine smolarenja (visine bjeljenica od tla). No, to nije bilo moguće, jer bi se na taj način broj primjernih ploha jako povećao, a osim toga i zato, što je smolarenje na velikom dijelu područja započeto u isto vrijeme, tako da sada prevladavaju 8., 9. i 10. godina smolarenja, dok je smolarenje ostalih, nižih godina zastupano u manjem opsegu. Uzevši te momente u obzir, broj primjernih ploha je tako postavljen, da ipak budu obuhvaćene sve godine smolarenja i svi nagibi. Ukupno ima 24 plohe s izmjerenom površinom, a ostalih ploha ima 9.

Plohe su omeđane prije nego što im je izmjerena površina. Izlučeno je onoliko površine, da se obuhvati broj bjeljenica, koliko je jedan radnik u stanju zarezati kroz osam sati rada bez izlivanja vode. Kako je intenzitet pojedinih, prije navedenih činilaca, koji utječu na učinak rada u pojedinim primjernim plohama različit (visine bjeljenica od tla, nagib terena, broj bjeljenica na pojedinim stablima, broj stabala po jedinici površine, prohodnost), to su i površine pojedinih primjernih ploha različite.

Površina primjernih ploha kretala se od 1,22 ha do 8,46 ha.

Stabla s različnim brojem bjeljenica nalaze se stabilimično izmiješana u svim sastojinama, tako da su bez posebnog nastojanja obuhvaćena i na primjernim površinama.



*Opis tehnološkog procesa rada kod smolarenja — Description of working process in resin-tapping*

Izuzev mali broj sastojina gdje se smolari po kratkoročnoj metodi smolarenja, u ostalim sastojinama primjenjuje se dugoročno smolarenje.

Prema Terziću (139) na stabla se na području istraživanja postavlja slijedeći broj bjeljenica:

na stablima od	30—40 cm	pp 1	bjeljenica
na stablima od	41—50 cm	pp 2	bjeljenice
na stablima od	51—60 cm	pp 3	bjeljenice
na stablima od preko	61 cm	pp 4	bjeljenice

Širina bjeljenice iznosi oko 10 cm.

Za sakupljanje smole služe glineni lončići, postavljeni ispod bjeljenice; gornjim se rubom pridržavaju o slivnik, a donji je dio lončića (dno) oslonjen na čavao, koji je zabijen u stablo. Lončići se poklapaju poklopčićima, da zaštite smolu od ishlapljivanja i onečišćenja. Poklopčići su također iz pečene gline ili su to tanke daščice četvrtastoga ili okruglog oblika. Prvobitno su se poklopčići svagdje upotrebljavali, a danas se skoro ne upotrebljavaju, premda to ima negativnih posljedica.

Slivnici su iz pocinčanog lima duljine oko 14 cm, a širine od 3,5—4,0 cm. Zabijaju se u stablo do dubine u sredini oko 1,0 cm. Čavli su duljine oko 6,0 cm. Opremljena bjeljenica prikazana je na slici 1a.

Sezona smolarenja na istraživanom području traje oko 5,5 mjeseci od početka svibnja do polovice listopada. Pripremni smolarski radovi se obavljaju prije početka sezone smolarenja, većinom u mjesecu ožujku i travnju, glavni radovi za vrijeme sezone smolarenja, a završni po prestanku sezone smolarenja.

Radovi na smolarenju na navedenom području dijele se na slijedeće faze i operacije:

*I. faza - Pripremni radovi — 1st phase - Preparatory works*

*Operacije — Operations:*

1. orumenjivanje stabala — Reddening of trees;
2. raznošenje lončića po sastojini (za prvu godinu smolarenja, a za ostale godine obavlja se samo popunjavanje razlupanih lončića) — Distribution of cups (for the first resin-tapping year, for other years only replacement of broken cups);
3. postavljanje opreme (čavala, slivnika, lončića i poklopčića) za prvu godinu smolarenja — Setting up of equipment (of nails, gutters, cups and covers) for the first year of resin-tapping;
4. premiještanje opreme za ostale godine smolarenja — Raising of equipment for other years of resin-tapping.

*II. faza - Glavni radovi — 2nd phase - Main works*

1. zarezivanje bjeljenica — Face cutting;
2. sakupljanje smole — Resin collection.



Sl. - Fig. 1a. Opremljena bjeljenica — Tapping-equipped face.



Sl. - Fig. 1b. Orumenjivanje stabala — Reddening of trees.



Sl. - Fig. 2a. Premiještanje pribora — Raising of equipment.



Sl. - Fig. 2b. Zarezivanje bjeljenica raskleom — Face cutting with rasclet.

### III. faza - Završni radovi — 3rd phase - Finishing works

1. struganje struša — Removing the scrape;
2. skidanje i iznošenje opreme (za posljednju godinu smolarenja) — Removal and transport of equipment (for the last year of resin-tapping).

Budući da je utrošak vremena za orumenjivanje stabala (Sl. 1b) obrađen u posebnom radu autora (*Bojanin*, 14b), to prelazimo na opis ostalih radnih operacija.

Lončići i poklopčići raznose se u prvoj godini smolarenja. Lončići se većinom dopreme u sastojinu konjem (na ravnijim terenima kolima) na nekoliko hrpa, a odatle se u vedru ili vreći raznose po sastojini pa se kod pojedinih stabala ostavlja potreban broj lončića prema broju bjeljenica na stablu.

Kod postavljanja slivnika prvo se u stablo zabije dlijeto, zatim se izvadi pa se u načinjeni žarez postavi slivnik i čekićem ili dlijetom još zabije. Iza toga se ispod slivnika za visinu lončića zabije čavalo te se između slivnika i čavla postavi lončić. Lončić se može postaviti i kasnije kod prvog zarezivanja.

Premiještanje lončića, slivnika i čavala obavlja se u drugoj i daljnjim godinama smolarenja, izuzev posljednje godine smolarenja.

Vađenje čavala i slivnika obavlja se kliještima; čekićem se obavlja ispravljanje čavala i slivnika, pa se zatim sve ostalo radi kao kod postavljanja. Do visine 1,7 m slivnika od tla radnik stoji na tlu, a iznad te visine na ljestvama (Sl. 2a). Ljestve su izrađene iz tankih oblica crnogoričnog drva, a prečke su također okrugle. Duljina im se kreće do 4 m, a težina im iznosi od 2,5 do 3,5 kg. Bjeljenica počinje 0,2 m nad tlom.

Zarezivanje bjeljenica je obavljano za vrijeme cijele sezone smolarenja. Zarezivanje do 2,0 m visine slivnika od tla obavljeno je samo abšotom. Od visine iznad 2,0 m do visine 2,8 m slivnika od tla zarezivalo se negdje abšotom, a negdje raskleom. Iznad 2,8 m slivnika od tla, zarezivalo se samo raskleom (Sl. 2b).

Zarezivanje je obavljano, svaka tri dana, a kod hladnijeg vremena svaki četvrti dan (prosječno se zarezuje dva puta tjedno), tako da se u sezoni načini oko 50 zarezivanja. Godišnja visina bjeljenica iznosi oko 35 cm. Ako je između dva zarezivanja padala kiša, kod slijedećeg zarezivanja izliva se iz lončića voda, koja se nakupila povrh smole. Kod bjeljenica do dva metra slivnika od tla lončić se skida rukom, voda se izlije, a zatim se lončić opet stavi u prijašnji položaj. Iznad te visine lončići se skidaju skidačem, voda se izlije tako, da se lončići ne skidaju sa skidača ili se skidaju. Zatim se lončići pomoću skidača opet postave na svoje mjesto između slivnika i čavla.

Sakupljanje smole se obavlja svakih 15 ili mjesec dana, u izvjesnim slučajevima i svakih 10 dana. Lončići koji se nalaze do cca 2,2 m od tla, uzimaju se i postavljaju rukom, a iznad te visine skidačem. Praznjenje lončića obavlja se željeznom ili drvenom žlicom. Smola se istresa (prazni) iz lončića obično u limeno vedro. Netto težina vedra iznosi oko 2,0 kg, a punoga sa smolom oko 12,0 kg. Smola se iznosi i istresa u tovarne kante, koje su razmještene po sastojini, odakle se odnose tovarnim konjima.

Negdje se smola istresa u burad obujma 200 kg, odakle se kolima ili kamionom otprema dalje.

Struganje struša. Kod francuske metode smolarenja, smola curi od mjesta zarezivanja do slivnika i lončića preko površine cijele bjeljenice. Budući da je smjer zarezivanja od dolje prema gore, to se svakim zarezivanjem povećava put, koji smola treba prijeći. Dio smole, koji ostane na bjeljenici (stružac), skida se strugačem po završetku sezone smolarenja i u vedru nosi i sipa u burad.

Skidanje slivnika, čavala, lončića i poklopčića. U promatranim sastojinama to skidanje se obavljalo samo nakon posljednje godine smolarenja. Ako se započinje novi turnus smolarenja, oprema se skida i odmah postavlja na nove bjeljenice. Inače se odnosi na određeno mjesto te otprema dalje.

Time što oprema preko zime do iduće sezone smolarenja ostaje na stablima, pa se na početku iduće sezone samo premiješta na stablu, uštede se troškovi iznošenja opreme iz sastojine, odnosno troškovi unošenja u sastojinu.

#### METODIKA RADA — WORKING METHOD

S. obzirom na postavljeni cilj utvrđivanja utroška vremena za pojedine radne operacije, izrađena je metodika za mjerenje utroška vremena pojedinih radnih zahvata i operacija, zatim za određivanje visine dodatka čistom vremenu rada, koji se ne može direktno mjeriti odvojeno za svaku bjeljenicu, na ime odmora, te zbog eventualnih neotklonjivih prekida u radu.

#### *Terenski rad — Field work*

Kako je prije prikazano, rad na smolarenju podijeljen je u tri faze, a ove dalje na radne operacije. Za razliku od radova na sječi i izradi radne operacije kod radova na smolarenju vremenski su odvojene, tako da se u tijeku jednoga radnog dana radi na jednoj radnoj operaciji. Radne operacije kod glavnih radova (zarezivanje bjeljenica i sakupljanje smole) ponavljaju se više puta tijekom sezone smolarenja; pripremni se radovi obavljaju prije početka sezone smolarenja, a završni radovi po svršetku sezone smolarenja.

Za mjerenje utroška vremena primijenio sam metodu kronometraže po vremenu trajanja. Za mjerenje je upotrijebljen kronometar s podjelom minute na 100 dijelova (1/100), tako da je za jedinicu očitavanja uzeta stotinka minute (0,01); prema tome, griješka očitavanja kretala se unutar 0,005 minute.

Prema *Barnesu* (4) kronometar je sredstvo, koje se kod studija vremena najviše upotrebljuje. Danas se jedino upotrebljuju kronometri s decimalnom podjelom i to 1/100 min. i 1/10.000 sata; češće se upotrebljuju oni s podjelom 1/100 min.

Refa (110) navodi, da je prema uputstvima »Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung (AWF)« kao najpogodniji usvojen kronometar s podjelom 1/100 min.

Geffa (38), Hilf (48), *International Labour Office* (55), također preporučuju upotrebu kronometra s podjelom 1/100 min.

Kod nas se kod mjerenja vremena također uglavnom preporučuje upotreba kronometra s podjelom 1/100 min (Benić, 9, Kukoleča i Kostić, 73, Kraljić, 72), a CPZ\* (Taboršak, 137) upotrebljuje kronometre s podjelom 1/10:000 sata.

Svi navedeni autori, koji preporučuju upotrebu kronometra s podjelom 1/100 min., dalje Peine (94), Bettler (11) i drugi očitavaju utroške na 1/100 min.; jedino Hilf kaže, da je kod mjerenja rada u eksploataciji šuma dovoljno očitavati na 5/100 min.

Kod mjerenja je svaka radna operacija podijeljena na elemente (zahvate), koji su predstavljali jedinice mjerenja vremena. Kod podjele na elemente vodilo se računa o tome, da elementi ne budu prekratki (ispod 0,04), kako bi se mogli mjeriti kronometrom. Ujedno se pazilo, da elementi ne budu niti predugački, da bi se dobio uvid u detalje, koji su potrebni za razmatranje i korištenje dobivenih rezultata.

Podjela radnih operacija na zahvate u svrhu mjerenja utroška vremena obavljena je na način, kao što se to inače primjenjuje za radove u šumarstvu. Tako imamo slijedeća vremena:

*Osnovno tehnološko vrijeme* — potrebno vrijeme za neposredno izvršenje glavnog radnog zahvata. Glavni radni zahvat je onaj, po kome radna operacija ima naziv (na pr. orumenjivanje stabala, zarezivanje bjeleženica i sl.). Pored toga mogu se pojaviti paralelni glavni radni zahvati, kao što je na pr. slučaj, ako se kod zarezivanja stabala ili sakupljanja smole izlijeva voda.

*Pomoćno vrijeme* — potrebno vrijeme za obavljanje nekog rada, koji treba neophodno obaviti, da bi se omogućilo izvršenje glavnoga radnog zahvata (na pr. prijelaz od stabla do stabla). To vrijeme služi za indirektno obavljanje glavnog radnog zahvata.

Karakteristika obaju navedenih vremena je, da se redovito pojavljuju. *Operativno vrijeme* je zbroj prva dva navedena vremena.

Osim operativnog vremena mjeren je utrošak vremena i za sve ostale radove i prekide, koji su se pojavljivali u tijeku radnog dana. Zajednička karakteristika svih tih vremena je, da se pojavljuju neredovito. Zajednički naziv za sva takva vremena je *dodatno dopunsko vrijeme*. Kod mjerenja utroška navedenih vremena svaki je utrošak posebno mjeren, i uz njegovo je trajanje napisana i vrsta dodatnog vremena. O vrstama tih vremena bit će riječi kod obrade terenskih podataka.

Podaci mjerenja vremena upisivani su u obrazac (Tab. 1).

Kod mjerenja utroška vremena u prvom je redu bio cilj, da se na osnovi dovoljnog broja mjerenja odredi srednje trajanje osnovnoga tehnološkog i pomoćnog vremena. Dalji, isto tako važan cilj je bio, da se odredi visina dodatnog vremena. Jednom i drugom zahtjevu najbolje se moglo udovoljiti tako, da vrijeme snimanja bude u tijeku trajanja cijeloga radnog dana, tj. kroz osam sati. Takvim mjerenjem vremena dobiveno je dovoljno podataka za izračunavanje srednjih vrijednosti (aritmetičkih sredina), a ujedno i slika radnog dana, tj. vremenski udio pojedinih radnih zahvata kao i pojedinih prekida u radu.

\* Centar za naučnu i tehničku dokumentaciju i produktivnost NRH, Zagreb

Prijelaz od stabla do stabla Walking from tree to tree	Osnovni rad s obilaženjem Main sub-operation with walking around	Broj bjeljenica na stablu No. of faces on tree	Obilaženje oko stabla Walking around tree			Ostali radovi odn. prekidi Other sub-operations or breaks	Vrst rada odn. prekida Kind of work or break
			I	II	III		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

Samo mjerenje utroška vremena obavljeno je na slijedeći način:

Ako se na stablu nalazila jedna bjeljenica, mjeren je utrošak vremena glavnog zahvata za tu bjeljenicu, zatim vrijeme prijelaza od stabla do stabla, itd. Ako je na stablu bilo dvije ili više bjeljenica, također je prvo mjeren utrošak vremena glavnog zahvata za jednu bjeljenicu, zatim vrijeme obilaska oko stabla, pa trajanje glavnog zahvata na drugoj bjeljenici, itd.

Druga varijanta mjerenja bijaše, da se mjeri utrošak vremena glavnog zahvata za sve bjeljenice zajedno na istom stablu, a ujedno je u tome vremenu sadržano i vrijeme obilaska oko stabla. Pored utroška vremena obavezno je zapisano, o koliko se bjeljenica odnosno rumenica radi.

Kod orumenjivanja, premiještanja pribora i sakupljanja smole u prvoj je godini mjerenje obavljeno po drugoj varijanti, a u drugoj godini po prvoj varijanti; isto to vrijedi i za struganje struška i zarezivanje bjeljenica raskleom.

Kod zarezivanja bjeljenica abšotom, i u prvoj, i u drugoj godini ispitivanja kao jedinica mjerenja uzeto je stablo, tj. mjeren je utrošak vremena za zarezivanje za sve bjeljenice na stablu zajedno i k tome još vrijeme obilaska oko stabla od jedne bjeljenice do druge. U manjem broju slučajeva mjeren je i kod zarezivanja abšotom utrošak vremena posebno za svaku bjeljenicu te za obilaženje oko stabla.

Kod ostalih radnih operacija i kod zarezivanja raskleom lakše je bilo mjeriti utrošak vremena glavnog zahvata posebno za svaku bjeljenicu, jer su glavni zahvati dulje trajali, a vrijeme obilaska je kod svih radnji podjednakog trajanja i kratko. Kod zarezivanja je i sam glavni zahvat kratkog trajanja. Opće je poznato, da je zahvate kratkog trajanja lakše mjeriti, ako se po redoslijedu izmjenjuju sa zahvatima duljeg trajanja.

Kod radnih operacija zarezivanja bjeljenica i orumenjivanja stabala utrošak vremena za samo zarezivanje odnosno orumenjivanje stabala nije potrebno dalje dijeliti, kada se radi o jednoj bjeljenici. Međutim, kod premiještanja opreme i sakupljanja smole, utrošak vremena tih zahvata može se još dalje podijeliti na elemente.

Da bih objasnio to pitanje, navest ću daljnju podjelu radnih zahvata premiještanja i sakupljanja smole kao i trajanje tih elemenata u jedinicama 1/100 minute.

*Premiještanje opreme — Raising of equipment*

Element — Work cycle element	Trajanje Time spent (1/100 min)
Penjanje na ljestve — Climbing up the ladder	8,2
Zabijanje dlijeta — Hammering the chisel in	16,8
Skidanje lončića — Removing the cup	5,6
Vađenje slivnika — Pulling-out of gutter	8,7
Vađenje čavala — Pulling-out of nails	7,3
Ispravljanje slivnika — Straightening of gutter	16,5
Vađenje dlijeta i zabijanje slivnika — Pulling-out of chisel and hammering the gutter in	24,4
Ispravljanje i zabijanje čavala — Straightening and driving in of the nails	10,9
Stavljanje lončića — Hanging cups	4,2
Silaženje — Getting down the ladder	4,2
Uzimanje ljestava — Taking of the ladder	6,3
Ukupno — Total:	113,1

*Sakupljanje smole — Collection of resin*

Element — Work cycle element	Trajanje Time spent (1/100 min)
Dohvaćanje lončića skidačem — Reaching for cup with puller	8,4
Skidanje lončića — Removal of cup	7,1
Uzimanje lončića sa skidača — Taking of cup from puller	8,4
Vađenje smole iz lončića — Emptying resin from cup	40,2
Stavljanje lončića na skidač — Placing of cup on puller	4,8
Stavljanje lončića na mjesto — Replacing of cup	11,7
Spuštanje skidača — Lowering of puller	2,5
Ukupno — Total:	83,1

Kako se vidi, kod prikazanih radnih zahvata elementi kratkoga vremenskog trajanja slijede jedan za drugim. Mjerenje i zapisivanje vremena trajanja tako kratkih elemenata, a k tome još i povremena procjena stupnja učinka predstavljalo bi teškoću i bilo bi praktički neizvedivo. Zato je kao jedinica mjerenja uzeto vremensko trajanje premiještanja odnosno sakupljanja kao cjelina za jednu bjeljenicu. Vremensko trajanje pojedinih elemenata kod te dvije radnje mjereno je na manjem broju



uzoraka. Böhrs (15) preporučuje da se dulji radni zahvati, koji se mogu podijeliti na elemente kratkog trajanja mjere u svome ukupnom trajanju, a kod izvjesnog broja tih zahvata da se izmjeri i trajanje njihovih elemenata te odredi njihov postotni udio u odnosu na trajanje cijelog zahvata. Ti se postoci primjenjuju na srednju vrijednost zahvata, i tako se definitivno odredi trajanje pojedinih elemenata. Time se postiže cilj, a izbjegava se mukotrpno mjerenje kratkih elemenata u tijeku cjelokupnog vremena mjerenja.

U poglavlju »Problematika i cilj istraživanja« prikazan je problem pretvaranja individualnog utroška vremena (stupnja učinka) u normalni utrošak vremena (normalno vrijeme).

Normalni učinak je označen u postotnom iznosu sa 100%, jer je ta oznaka najpraktičnija i kao takva najuobičajenija.

Stupanj učinka također sam izrazio u obliku postotka u odnosu na normalni učinak (100%), na pr. 110%, 90% itd., pa je tako prilikom procjene i upisivan u manual.

Procjena učinka obavljena je tijekom čitavoga radnog dana, i to posebno za svaki radni zahvat. Procjena se obavljala povremeno, kako se prema Barnesu (15) u najviše slučajeva i radi. Utvrdio sam, da bi procjena i upisivanje stupnja učinka za svako izvođenje radnje pored već obaveznog mjerenja i upisivanja utroška vremena bila prenaporna i tehnički teško izvediva. S druge strane i na osnovi povremene procjene stupnja učinka mogu se izračunati prosječne vrijednosti, a samo tehničko izvođenje opažanja i mjerenja je znatno olakšano.

*Izbor radnika za opažanje.* Kod izvođenja opažanja uzimani su radnici, koji su inače radili u dionicama, gdje se nalaze primjerne plohe. Ipak, svaki taj radnik morao je imati osnovne uvjete za izbor (dobro zdravstveno stanje, izvjestan radni staž, uvježbanost u radu, zalaganje u radu i savjesnost).

Važno je bilo, da je radnik već određeno vrijeme prije opažanja radio na odnosnoj primjernoj plosi, jer sam utvrdio, da brzina kretanja po sastojini zavisi o tome, da li se radnik prvi puta kreće po sastojini ili već određeno vrijeme radi u istoj sastojini. Naime, radnik koji se više puta kreće po istoj sastojini, izabire najkraći i najlakši put. Prema tome i u kretanju taj radnik već ima tzv. »urađenost«. Koliko je bilo moguće, nastojalo se izabrati radnike, učinak kojih je bio približno jednak normalnom učinku. Podaci o radnicima prikazani su u tabeli 2.

Među promatranim radnicima zastupljeni su radnici svih starosti, pa u tome pogledu možemo smatrati, da su spomenuti podaci u tabeli kao uzorku, reprezentant osnovnog skupa, tj. svih radnika zaposlenih na smolarenju na području navedenih triju manipulacija. Duljina radnog staža je različita: ima radnika, koji rade na smolarenju već 15 godina, a drugi tek godinu dana. Svi se autori slažu, da je za stjecanje potrebne urađenosti za neki rad potrebno izvjesno vrijeme, koje je za različite poslove različito. Barnes (4) navodi primjere, da je u tvornici za neke radove potrebno 3 tjedna, a za neke 9 tjedana. U oba slučajeva radilo se o uvježbavanju rada na jednom stroju. Budući da se kod smolarenja radi o više radnih operacija, mišljenja sam da je za stjecanje potrebne ura-

	Starost radnika Worker's age	Radni staž Length of service		V.sina radnika Worker's height	Težina radnika Worker's weight	Kvalifikacije Qualifications	
		ukupni Total	na smo- larenju In resin- tapping			polukvali- ficirani semi- skilled	nekvalifi- cirani unskilled
	god.-Yrs.	god.-Years	m	kg	%		
Prosjeak Average	28,3	11,9	5,9	1,72	69,5	50	50
Max.	47	27	15	1,86	78	—	—
Min.	19	4	1	1,60	57	—	—

denosti potrebno vrijeme od jedne godine, pa je u navedenom slučaju ovaj uvjet zadovoljen.

Utrošak vremena kod pojedinih glavnih zahvata odnosio se na jedinicu proizvoda rada, na pr. površinu rumenice, količinu smole u lončiću, itd.

Kod mjerenja utroška vremena za hod (prijelaz od stabla do stabla) obračunavanje utroška vremena na udaljenost prijeđenog puta obavljeno je na posredan način, tj. međusobna udaljenost stabala određena je kasnije. Svaki utrošak vremena za hod od stabla do stabla izmjeren je kronometrom i upisan u određenu kolonu. Pri tome nije odmah direktno mjerena udaljenost prijeđenog puta, nego je kasnije izračunata iz broja tretiranih stabala i njihove prosječne (srednje) međusobne udaljenosti.

Međusobnu udaljenost stabala određivali su u novije vrijeme *Bauersachs* (6), *Hausburg* (47), *Köhler* (67), *Stoffels* (132), *Weck* (147).

Prosječna udaljenost stabala dobiva se po formuli, kako to navodi *Bauersachs* — Mean distance between trees is found according to formula, as stated by *Bauersachs*:

$u$  = srednja udaljenost stabala — Mean distance between trees, m

$P$  = površina sastojine — Area of stand, m<sup>2</sup>

$N$  = broj stabala u sastojini — Number of trees in the stand

$$u = \sqrt{\frac{P}{N}}$$

Ovdje se pretpostavlja pravilan, kvadratičan raspored stabala. *Bauersachs* je međutim dokazao, da se prirodne sastojine s nepravilnim rasporedom stabala ponašaju približno kao i idealne sastojine s pravilnim rasporedom stabala, pa se odnosi utvrđeni u idealnim sastojinama mogu primijeniti i u prirodnim sastojinama.

Da bi se odredila srednja udaljenost stabala na gore navedeni način, potrebno je znati površinu sastojine i broj stabala.

*Bauersachs* je nadalje utvrdio, da srednja vrijednost većeg broja razmaka drugoga najbližeg stabla » $u_2$ « (*zweitkleinster Stammabstand*) od određenog stabla iznosi 0,92 srednje međusobne udaljenosti stabala u sastojini. Prema tome je:

$$u_2 = 0,92 \sqrt{\frac{P}{N}}, \text{ odnosno } u_2^2 = 0,85 \frac{P}{N}$$

Kada je poznat gore navedeni odnos i koeficijent, može se mjerenjem određenog broja navedenih udaljenosti  $u_2$  odrediti srednja udaljenost stabala.

*Köhler* i *Weck* određuju srednju udaljenost stabala po slijedećoj formuli — *Köhler and Weck determine the mean distance between trees according to the following formula:*

$$u = \frac{\sum \left( \frac{u_2 + u_3}{2} \right)}{n}$$

$u_2$  = udaljenost od izvjesnog stabla do drugog najbližeg stabla — Distance from a given tree to the second nearest tree  
 $u_3$  = udaljenost do trećega najbližeg stabla — Distance to the third nearest tree  
 $n$  = broj stabala, od kojih su mjerene udaljenosti  $u_2$  i  $u_3$  — Number of trees from which distances  $u_2$  and  $u_3$  were measured.

Na taj su način *Köhler* i *Weck* odredili » $u$ « bez upotrebe korekcijskog faktora.

Utvrđeno je naime, da udaljenost do prvoga najbližeg stabla najjače varira, pa većina autora kod određivanja vrijednosti » $u$ « uzima u obzir druge udaljenosti. Na pr. *Hausburg* uzima u obzir  $u_3$  i korekcijski faktor.

*Weck* smatra, da je za računanje srednje udaljenosti » $u$ « dovoljno široj sastojine uzeti uzorak od 50 stabala ( $n = 50$ ); griješka srednje vrijednosti iznosi tada  $\pm 2-3\%$ . *Bauersachs* također smatra, da je kod mjerenja udaljenosti stabala dovoljno izmjeriti udaljenosti kod 50 stabala.

Na četiri primjerne plohe, kojima je određena površina i utvrđen broj stabala, obavljeno je direktno mjerenje međusobne udaljenosti pojedinih stabala. Mjerenje je obavljeno od stabala, koja su izabrana po principu slučajnosti do drugoga najbližeg stabla ( $u_2$ ) te do trećega najbližeg stabla ( $u_3$ ). Međusobna udaljenost stabala određena je po formuli:

$$u = \sqrt{\frac{P}{N}}, \text{ a zatim su rezultati određivanja međusobne udaljenosti stabala}$$

po *Bauersachs*u te po *Köhleru*, uspoređeni s rezultatima po gore navedenoj formuli kao kontrolnim rezultatima. Pokazalo se, da određivanje srednje udaljenosti stabala mjerenjem udaljenosti  $u_2$  i  $u_3$  daje zadovoljavajuće rezultate. Stoga je srednja udaljenost stabala na primjernim

plohama s izmjerenom površinom određena po formuli  $u = \sqrt{\frac{P}{N}}$ , a na primjernim plohama kojima površina nije izmjerena, po formuli *Köhlera* pomoću dovoljno izmjerenih udaljenosti stabala  $u_2$  i  $u_3$ . Kod tih mjerenja uzeta su u obzir samo smolarena stabla.

Kod tih mjerenja uzet je u obzir i nagib terena, pa su mjerene udaljenosti reducirane na horizontalu.

Kako je već naprijed rečeno, mjerenje vremena je obavljeno u tijeku osamsatnoga radnog dana, da bi se ujedno dobili i podaci o slici radnog dana zbog određivanja visine dodatnog vremena.

Ukoliko na nekoj primjernoj plosi nije bilo dovoljno bjeljenica, da bi zarezivanje trajalo osam sati, u manualu snimanja je evidentirano vrijeme, kada je završen rad na primjernoj plosi, a zatim je rad produžen izvan površine primjerne plohe, dok se ne završi osam sati rada. Kod tih radova točno je evidentiran utrošak vremena za prijelaz od stabla do stabla, te broj prijelaza odnosno broj stabala. Način obračuna brzine kretanja radnika kod tih radnih operacija bit će prikazan kod prikaza obračuna podataka.

Na taj način dobiveni su i elementi, da se na osnovi utrošenog vremena za hod i prijeđenog puta odredi i brzina kretanja radnika u sastojini prilikom obavljanja određene radne operacije.

Kod mjerenja rada vodilo se računa o svim okolnostima, koje utječu na radni učinak, kao vrsti bora (crni ili bijeli bor), položaj bjeljenice na stablu kod strmog terena (s gornje ili donje strane nagiba ili okomito na nagib). Sve te osobine označene su znacima, koji su uvijek navedeni pored utroška vremena.

U prvoj godini prikupljanja terenskih podataka, na radnike se nije uopće utjecalo u pogledu odmaranja tijekom rada, nego im je prepušteno, da se odmaraju koliko i kada to nađu za shodno.

Druga godina prikupljanja terenskih podataka uslijedila je, nakon što su obrađeni podaci iz prve godine opažanja i kada se, između ostalog, dobila slika o strukturi radnog dana, rasporedu, pojedinačnom i ukupnom trajanju odmora tijekom radnog dana.

Koristeći podatke, koji su dobiveni vlastitim istraživanjima kao i podatke iz literature, određena je unaprijed ukupna duljina trajanja odmora kod pojedinih radnih operacija na pojedinim primjernim plohama. Kod toga određivanja uzete su u obzir sve okolnosti, koje utječu na učinak.

Da bi se pored djelovanja tako određenoga ukupnog dodatka za odmor ispitalo i djelovanje trajanja pojedinih odmora i njihova rasporeda na učinak rada, raspodjela ukupnog određenog odmora na pojedine odmore obavljena je na slijedeći način:

1. jednaki odmori u jednakim vremenskim razmacima;
2. postupno u tijeku rada sve dulji odmori, a jednaki razmaci između pojedinih odmora;
3. postupno sve dulji odmori, a sve kraći razmaci između pojedinih odmora.

Kod sve tri izložene mogućnosti određivanja pojedinih odmora primijenjene su dvije varijante: a) manji broj duljih odmora i b) veći broj kraćih odmora.

Opširniji prikaz rasporeda odmora bit će prikazan u poglavlju »Rezultati istraživanja«.

*Obrada terenskih podataka — Processing of field data*

Kod obrade podataka utroška vremena najprije je za svaki radni dan obavljena usporedba zbroja mjerenog vremena s proteklim vremenom, pri čemu se tolerirala razlika do  $\pm 3,0\%$ . Prema *International Labour Office* (55) dozvoljava se odstupanje do  $\pm 1,5\%$ , a prema Geffa  $\pm 3,0\%$ . Razlika kod mjerenih rezultata kretala se uglavnom između 1,0 i 1,5%. Zatim je za svaki radni dan izračunata struktura vremena, pri čemu je u relativnom iznosu iskazan utrošak vremena za glavni (osnovni) radni zahvat, ostale radne zahvate te sve prekide rada po vrstama. Ti su podaci grupirani u tabele posebno po radnim operacijama i godinama istraživanja.

Podaci mjerenja obračunati su varijacijsko-statističkom metodom po niže navedenim formulama — The measurement data were statistically computed according to the following formulae:

$M_x = \frac{\sum x_i}{N}$ ,	$M_x$ = aritmetička sredina — Arithmetic mean
$s = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - M_x)^2}{N - 1}}$ ,	$x_i$ = pojedine vrijednosti mjerenja — Individual values of measurement
$s_x = \pm \frac{s}{\sqrt{N}}$	$N$ = broj mjerenja — Number of measurements
	$s$ = standardna devijacija — Standard deviation
	$s_x$ = srednja griješka aritmetičke sredine — Standard error of the mean

Koeficijent rizika aritmetičke sredine — Coefficient of precision:

$$0,0 p = \pm \frac{2s_x}{M_x} = \frac{2s}{M_x \cdot \sqrt{N}}$$

0,0 p = koeficijent rizika — Coefficient of precision  
 p = postotna griješka aritmetičke sredine — Precision

Koeficijent rizika računat je za 95% vjerojatnosti (zapravo za 95,4%, jer je obavljeno zaokruživanje na 2 s\*).

Potreban broj uzoraka N računat je pomoću transformiranoga gornjeg izraza:

$$N = \frac{2^2 \cdot s^2}{0,0 p^2 \cdot M_x^2}$$

za petpostotnu griješku aritmetičke sredine (p = 5%).

Signifikantnost razlika dviju aritmetičkih sredina određena je pomoću faktora signifikantnosti »t«, koji se prema statističarima (Fisher i dr.) obračunava po ovoj formuli:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{s} \cdot \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2}{N_1 + N_2}}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{N_1 + N_2 - 2} \cdot (x_1 - M_1)^2 + (x_2 - M_2)^2}$$

\* Vidi Linder 79

U navedenim izrazima  $M_1$  i  $M_2$  su aritmetičke sredine, za koje se računa signifikantnost;  $N_1$  i  $N_2$  označuju broj mjerenja za  $M_1$  i  $M_2$ ; »s« je prosječna standardna devijacija.

Signifikantnost aritmetičkih sredina određena je pomoću veličine faktora »t« i veličine  $n = (N_1 + N_2 - 2)$  iz tabele III t-raspodjele, Linder (79, str. 465).

Signifikantnost više aritmetičkih sredina određivana je analizom varijance. Izračunata je varijanca između uzoraka i unutar uzoraka, pa je kvocijent tih vrijednosti dao veličinu F. Zatim je pomoću vrijednosti F i broja stupnjeva slobode iz tabele F-distribucije određeno, da li između dobivenih aritmetičkih sredina postoji statistički signifikantna razlika.

Poslije obračuna aritmetičkih sredina, standardnih devijacija i signifikantnosti, vidjelo se iz grafičkog prikaza, da postoji korelacija između utrošaka vremena za radne zahvate orumenjivanja, premiještanja opreme, zarezivanja bjeljenica, sakupljanja smole, struganja struška i izlivanja vode s jedne strane, te visine slivnika i nagiba terena s druge strane.

Visina (položaj) bjeljenica i rumenica na stablu izražena je visinom slivnika od tla. Eisenstadt i dr. u djelu »Rukovodstvo po podsočke« (86) izražavaju visinu bjeljenica i rumenica od tla na isti način.

Navedene korelacije izražene su regresijskim jednadžbama, tj. obavljeno je računsko izjednačenje mjerenih podataka. Regresijske jednadžbe za pojedine zahvate kao i rezultati izjednačenja bit će prikazani i diskutirani u poglavlju »Rezultati istraživanja«.

Prosječni utrošak vremena za prijelaz od stabla do stabla računat je u svim primjernim ploham.

Ukupno prijeđeni put »s« u tijeku radnog dana dobiven je kao produkt:

$$s = u \cdot n,$$

$n =$  broj stabala, na kojima je u tijeku radnog dana obavljan rad — Number of trees on which work was performed during a working day

Brzina kretanja radnika »c« izračunata je kao kvocijent između dužine prijeđenog puta »s« i utrošenog vremena za hod » $T_h$ «:

$$c = \frac{s}{T_h} \text{ m/min.}$$

Pomoću vrijednosti »c« određeno je potrebno vrijeme za prijelaz različitih udaljenosti između stabala.

Iz pojedinih procjena stupnja učinka radnih zahvata izračunate su srednje vrijednosti (aritmetičke sredine), koje su zatim izražene u obliku koeficijenta stupnja učinka:

$$k_u = 1,0 p_u,$$

$k_u =$  koeficijent stupnja učinka — Rating factor  
 $p_u =$  postotak stupnja učinka — Rating in percent

Normalno vrijeme je dobiveno na slijedeći način:

Normalno vrijeme = mjereno vrijeme  $\times$  koeficijent stupnja učinka.

Utrošci vremena za glavne zahvate kod pojedinih radnih operacija (osnovna vremena) te srednje vrijednosti utrošaka vremena za hod od

stabla do stabla (pomoćna vremena) poslužile su kao baza za određivanje normi vremena.

Norma vremena »T« određena je kao zbroj osnovnoga tehnološkog vremena » $t_0$ « i dodatnog vremena » $t_d$ «, zatim vremena prijelaza od stabla do stabla » $t_h$ « i dodatnog vremena vremenu za prijelaz » $t_{dh}$ «. Na zbroj svih spomenutih vremena kao na osnovu dodano je vrijeme za osobne potrebe » $t_{al}$ «.

Prema tome imamo izraz:

$$T = t_0 + t_d + t_h + t_{dh} + t_{al}, \text{ gdje je.}$$

$t_d$  dodano na  $t_0$ , tako da je  $t_d$  izraženo u obliku koeficijenta:  $1,0 t_d$ , kojim je veličina  $t_0$  množena:  $(t_0 \cdot 1,0 t_d)$ . Isti je slučaj i s  $t_h$  i  $t_{dh}$ ;  $(t_h \cdot 1,0 t_{dh})$ . I  $t_{al}$  je također izražen u obliku faktora ( $1,0 t_{al}$ ), kojim je navedena osnova pomnožena, tako da gornji izraz zapravo izgleda:

$$T = (t_0 \cdot 1,0 t_d + t_h \cdot 1,0 t_{dh}) \cdot 1,0 t_{al}$$

Dodatna vremena su, kako se vidi, dodavana posebno za glavni zahvat, a posebno za zahvat hoda od stabla do stabla. To je učinjeno zbog toga, što su se uvjeti rada u odnosu na samo stablo nezavisno mijenjali o uvjetima za hodanje. Pored toga, izvjesni povremeni radovi kod pojedinih radnih operacija zavise samo o osnovnom vremenu (vremenu glavnog zahvata), pa se moraju dodavati samo takvim vremenima u obliku postotnog dodatka. Dodatak za osobne potrebe zavisi o ukupnom vremenu provedenom na radu, pa je kao osnova na koju je dodano uzeto operativno vrijeme s dodacima.

Tako se u pravilu određivala norma vremena za jednu bjeljenicu odnosno rumenicu. O posebnim slučajima bit će govora u poglavlju »Rezultati istraživanja«.

$t_d$  sadrži u sebi dodatak za odmor, visina kojeg se mijenja s obzirom na uvjete rada; osim toga ovdje je sadržan i dodatak za povremeni rad.

$t_{dh}$  je dodatak za odmor vremenu za prijelaz od stabla do stabla, a visina mu se mijenja s obzirom na uvjete, o kojima zavisi naprezanje kod hodanja.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA — RESULTS OF INVESTIGATIONS

### STRUKTURA VREMENA POJEDINIH RADNIH OPERACIJA — TIME STRUCTURE OF INDIVIDUAL OPERATIONS

#### 1. *Struktura vremena pojedinih radnih operacija za prvu godinu istraživanja — Time structure of individual operations for the first year of investigations*

U tabeli 3 prikazane su strukture vremena za slijedeće radne operacije — In Table 3 are presented time structures for the following operations:

- a) orumenjivanje stabala — Reddening of trees
- b) premiještanje pribora — Raising of equipment
- c) zarezivanje bjeljenica — Face cutting

Struktura vremena za radne operacije orumenjivanja stabala, premiještanja pribora i zarezivanja bjeljenica za prvu (1.) i drugu (2.) godinu istraživanja — Structure of times for operations of reddening trees, raising of equipment, and face cutting for the first (1.) and second (2.) years of investigation Tab. 3

Radna operacija Operation		God. istraž. — Year of investigation	Osnova za račun. %-taka — Basis for calculating %/os	Nagib terena — Slope	%														Objed Lunch.				
																			30 min	Odmor iza objeda — Rest after lunch			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15	16	17
					Visina slivnika od tla — Gutter height above ground	Prijelaz od stabla do stabla — Walking from tree to tree	Obilazak oko stabla — Walking around tree	Osnovni radni zahvat — Main sub-operation	Oper. vrijeme, ukupno — Total effective time for: 3+4+5+16	Povremeni rad — Temporary work	Objed — Lunch	Kratki odmori — Short rests	Pređasi — Breaks	Razgovor — Talk	Ukupno — Total: 9+10+11	Opravdani prekid — Unavoidable delays	Osobne potrebe — Personal needs	Neopravdani prekid — Avoidable delays	Izlijevanje vode — Pouring water from cup				
					cm																		
Orumenjivanje stabala Reddening of trees		1.	A B	22,5° 41,4%	199,1	11,1	—	73,3	84,4	2,5	4,6	5,0	0,4	0,4	5,8	—	2,7	—	—	—	4,0	0,6	
										2,9	5,5	5,9	0,5	0,5	6,9	—	3,2	—	—	—	4,8	0,7	
		2.	A B	27,0° 51,0%	203,1	8,4	1,3	62,5	72,2	1,0	9,3	15,3	0,4	—	15,7	—	1,5	0,3	—	—	6,3	3,0	
										1,3	12,9	21,1	0,6	—	21,7	—	1,9	0,4	—	—	8,7	4,2	
Premiještanje pribora Raising of equipment		1.	A B	22,0° 40,4%	235,7	10,1	0,8	71,5	82,4	2,1	6,8	5,2	0,4	0,1	5,7	—	2,0	1,0	—	—	6,2	0,6	
										2,4	8,2	6,3	0,5	0,1	6,9	—	2,5	1,3	—	—	7,5	0,7	
		2.	A B	24,6° 45,8%	199,9	7,1	1,5	67,6	76,2	1,7	9,3	10,8	0,3	0,1	11,2	—	1,5	0,1	—	—	6,3	3,0	
										2,2	12,3	14,2	0,3	0,1	14,6	—	1,9	0,2	—	—	8,3	4,0	
Zarezivanje bjeljenica Face cutting with		abšotom tapping axe	1.	A B	18,4° 33,3%	190,2	24,6	—	49,3	73,9	4,6	11,3	6,8	0,2	0,1	7,1	0,9	0,9	1,3	—	6,7	4,6	
											6,2	15,3	9,2	0,3	0,1	9,6	1,2	1,2	1,7	—	9,1	6,2	
		raskleom rasplet	2.	A B	21,3° 39,0%	176,4	25,5	4,4	38,8	71,0	4,5	9,1	11,8	0,4	0,1	12,3	0,4	1,6	1,1	—	2,3	6,2	2,9
											6,3	12,9	16,7	0,5	0,2	17,4	0,6	2,2	1,5	3,2	—	8,8	4,1
		Ukupno Total	1.	A B	27,2° 51,4%	316,2	22,9	—	55,7	78,6	4,4	7,9	5,9	—	0,1	6,0	—	1,8	1,3	—	—	7,3	0,6
											5,6	10,0	7,4	0,1	0,1	7,6	—	2,3	1,7	—	—	9,3	0,7
			2.	A B	29,0° 55,4%	310,1	15,8	2,6	47,6	68,9	5,2	9,2	13,7	0,7	0,3	14,7	0,3	1,6	0,1	2,9	—	5,9	3,3
											7,4	13,4	19,9	1,1	0,4	21,4	0,4	2,3	0,2	4,3	—	8,6	4,8
		1.	A B	19,7° 35,8%	208,7	24,4	—	50,2	74,6	4,5	10,8	6,7	0,2	0,1	7,0	0,8	1,0	1,3	—	—	6,8	4,0	
										6,1	14,5	8,9	0,3	0,1	9,3	1,1	1,4	1,7	—	—	9,1	5,4	
		2.	A B	23,1° 42,6%	206,6	23,2	4,0	40,9	70,5	4,6	9,1	12,3	0,4	0,2	12,9	0,4	1,6	0,9	2,4	—	6,1	3,0	
										6,5	13,0	17,5	0,6	0,2	18,3	0,5	2,3	1,2	3,4	—	8,7	4,3	

A = Prema ukupnom vremenu — Versus total time; B = Prema operativnom vremenu — Versus effective time



STRUKTURA VREMENA RADNIH OPERACIJA SAKUPLJANJA ŠMOLÉ I STRUGANJA ŠTRUŠCA ZA PRVU(1.) I DRUGU (2.) GODINU ISTRAŽIVANJA - STRUCTURE OF TIMES FOR OPERATIONS OF RESIN COLLECTION AND REMOVING SCRAPE FOR THE FIRST(1.) AND SECOND(2.) YEARS OF INVESTIGATION

TABLE 4

GODINA ISTRAŽIVANJA YEAR OF INVESTIGATION	OSNOVA ZA RAČUN POSTOTAKA BASIS FOR CALCULATION OF PERCENTAGE			%	VISINA SLIVNIKA OD TLA GUTTER HEIGHT ABOVE GROUND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																
	A	B	C																																																										
RADNA OPERACIJA OPERATION	1.	A	24,7	46,0	14,7	202,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																															
																															B	26,0	15,5	146,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
																																																												C	19,4
2.	A	288	55,0	127	144,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																														
																																B	300	57,7	198,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.	A	288	55,0	127	144,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																														
																																B	300	57,7	198,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A = PREMA UKUPNOM VREMENU - VERSUS TOTAL TIME  
 B = PREMA OPERATIVNOM VREMENU - VERSUS EFFECTIVE TIME  
 C = PREMA SUMI VREMENA KOL. 6 I 10 - VERSUS SUM OF TIMES COLUMNS NOS. 6 AND 10

a u tabeli 4 za radne operacije — and in Table 4 for the operations:

- d) sakupljanje smole — Resin collection
- e) struganje struška — Removing the scrape

U tabelama, je izložen postotak udjela rada i prekida kod svih radnih operacija, najprije u odnosu na ukupno radno vrijeme, a zatim u odnosu na efektivno radno vrijeme.

Usporedit ćemo međusobno ove postotke kod pojedinih radnih operacija. Odnosi unutar iste radne operacije mijenjaju se s obzirom na međusobnu udaljenost stabala, nagib terena, visinu slivnika od tla, broj bjeljenica na stablu. Budući da su ti činioci kod svih radnih operacija u našem slučaju podjednaki, odnosi zavise o prirodi pojedinih radnih operacija.

Postotak udjela glavnog radnog zahvata ( $t_0$ ) najveći je kod orumenjivanja i premiještanja, a najmanji kod zarezivanja bjeljenica. Obrnut je slučaj kod postotka vremena za hod od stabla do stabla. Kako ćemo kasnije vidjeti, » $t_0$ « je razmjerno dugog trajanja kod orumenjivanja, premiještanja i struganja struša, a kod zarezivanja bjeljenica znatno je kraći.

Prema tome možemo reći, što je glavni zahvat dulji, to je veći postotak vremena za njegovo izvođenje u odnosu na ukupno vrijeme rada, a postotak vremena potrebnog za hod od stabla do stabla je manji.

Osim vremena koje je potrebno za prijelaz od stabla do stabla, u hod spada još i vrijeme obilaska oko stabla. Poseban je slučaj kod radnih operacija sakupljanja smole i struganja struša. Vrijeme, utrošeno za iznošenje smole i povratak u sastojinu, također spada u vrijeme za hod. Ukupno vrijeme hoda kod sakupljanja smole iznosi prema tome u postocima (Tab. 4):  $14,7 + 7,7 + 7,0 = 29,4\%$ .

Vrijeme za hod zastupljeno je kod pojedinih radova u šumarstvu u različitom postotku u odnosu na ukupno vrijeme rada: *Benić* (7) konstatira, da na prijelaz od stabla do stabla kod sječe i izrade jelovine otpada oko 5% od vremena čistog rada; *Gläser* (41) navodi da se na hodanje u eksploataciji šuma od ukupnog vremena troši i do 23,2%; *Gavrilov* (37) iznosi podatke, da kod rada na zarezivanju bjeljenica vrijeme za prijelaz od stabla do stabla može iznositi do 72% od ukupnog vremena.

Udio vremena za povremeni rad je najmanji kod sakupljanja smole (0,4%), a najveći kod zarezivanja (4,5%). Vrijeme za odmor kod pojedinih radnih operacija također varira. U odmor sam uračunao i prekide za vrijeme rada, ako se radnik tada mogao odmarati. Vrijeme za osobne potrebe tretirano je posebno od vremena odmora. *Böhrs* (15) i *Schilling* (117) također odvojeno razmatraju vrijeme za osobne potrebe.

Vrijeme opravdanih i neopravdanih prekida za vrijeme rada, ukoliko nije služilo za obavljanje nekih radova, može se smatrati kao vrijeme odmora. *Barnes* (4) tvrdi, da takav odmor ima znatno manji učinak nego ako je vrijeme direktno određeno za odmor. *Böhrs* (15) napominje, da pored dodataka za odmor efektivnom radnom vremenu treba dodati još i dodatak za osobne potrebe i neotklonjive prekide. Prema tome on smatra, da se ti dodaci moraju uzeti u obzir posebno od dodatka za odmor. *Lehmann* (77) smatra, da vrijeme za osobne potrebe, dogovor s poslovođom (opravdani prekidi) i dr. mogu djelomično služiti kao vrijeme za odmor.

Prekid za uzimanje objeda ne bi, barem u cijelosti, mogao služiti kao vrijeme za odmor. *Schäfer* (116) navodi mišljenje fiziologa, da poslije uzimanja hrane dolazi do pojačanja pulsa, jer tijelo mora probaviti velike količine kalorija. Kako se iz toga može zaključiti, poslije vremena uzimanja obroka ne samo da ne dolazi do odmaranja, nego se radnik još i

umara, što se vidi iz povećanja otkucaja pulsa. Zato bi se eventualno samo jedan dio vremena za uzimanje objeda mogao smatrati kao vrijeme za odmor, i to ukoliko vrijeme za ručak dovoljno dugo traje. Tako je u svom radu postupio i Schäfer.

Prema mišljenju više autora vrijeme za objed moralo bi trajati najmanje 30 minuta.

U nekim zemljama, kako to navodi i Böhrs, vrijeme za objed spada u neplaćeni odmor. Kod nas je zakonom propisan prekid rada u trajanju od 30 minuta za uzimanje obroka.

S obzirom na naprijed rečeno, držim za ispravno, da se od ukupnog vremena određenoga za uzimanje obroka samo vrijeme iznad 30 minuta smatra kao odmor. Nadalje, s obzirom da se radnik za vrijeme korištenja prekida u osobne potrebe ne odmara, to vrijeme ne treba smatrati vremenom odmora, a od vremena neopravdanih prekida 50% trajanja može se smatrati kao odmor. Opravdani prekidi uzeti su u odmor.

Vrijeme odmora u Tab. 5 izraženo je prema ukupnom vremenu a također i prema operativnom vremenu (čistom vremenu rada).

*Postotak odmora u prvoj godini istraživanja — Percentage of rest times in the 1st year of investigation*

Tab. 5.

Radna operacija Operation	Postotak vremena za odmor — Percentage of rest time		
	prema ukupnom vremenu versus total time	prema operativnom vremenu versus effective time	prema operativnom vremenu i vremenu iznošenja i istrešanja smole te povratka u sastojinu — versus effective time, times of bringing out and emptying resin, and return to stand
Orumenjivanje stabala Reddening of trees	6,4	7,6	
Premiještanje pribora Raising of equipment	6,8	8,2	
Zarezivanje bjeljenica Face cutting	12,4	16,6	
Sakupljanje smole Resin collection	9,5	15,6	11,6
Struganje struška Removing the scrape	6,9	8,3	

Postotak vremena za odmor kod orumenjivanja i premiještanja je skoro isti, i oni su najmanji; kod sakupljanja smole je veći, a kod zarezivanja bjeljenica je najveći.

Međutim, najteži je rad kod orumenjivanja stabala, pa bi i odmori, s obzirom na težinu rada, trebali biti najdulji.

Gornji postoci su prosječne vrijednosti za sve tri smolarske manipulacije. Međutim, postotak odmora prilikom orumenjivanja kod manipulacije Maoča vrlo je nizak (1,2%, odnosno 1,3%), što nepovoljno utječe na prosjek. Sličan je slučaj i kod premiještanja pribora. Kod drugih dviju

radnih operacija postotak odmora se po trajanju za sve tri manipulacije međusobno manje razlikuje.

Kod struganja struša radno vrijeme ni u jednom slučaju nije trajalo osam sati. Prema tome ne možemo, kao što tvrdi i *Gläser* (42), dobiti pravu sliku o potrebi radnika za odmor. Zato kod razmatranja odmora nećemo uzimati u obzir tu radnu operaciju.

Radnici su se u prošjeku kod prve dvije radne operacije nedovoljno odmarali; postotak odmora je s obzirom na težinu rada, kako će se kasnije vidjeti, nedovoljan.

Moglo bi se objasniti zašto su se radnici za vrijeme rada na orumenjivanju i premiještanju manje odmarali, nego kod sakupljanja smole i zarezivanja, iako je orumenjivanje čak teži rad od ostalih radova. Rad na orumenjivanju i premiještanju obavljen je u rano proljeće, kada je temperatura bila niža, a ostale dvije operacije izvodile su se većim dijelom za vrijeme toplih, dapače i najtoplijih dana.

Niz autora, među kojima ćemo kao jednog od najkompetentnijih spomenuti *Lehmanna* (77), utvrdili su da povećana temperatura smanjuje radnu sposobnost i zahtijeva više odmaranja za vrijeme rada. Hladnoća do izvjesne mjere pozitivno utječe na radnu sposobnost, a pored toga radnik se na otvorenom prostoru za vrijeme hladnoće manje želi odmarati, nego radije nastoji skratiti radno vrijeme na račun odmora.

U navedenim tabelama vidimo, da je i trajanje prekida za ručak kod orumenjivanja i premiještanja pribora kraće, nego kod zarezivanja bjeleženica i sakupljanja smole. I ovdje je hladnoća razlog za skraćenje.

Podatke o broju i trajanju odmora u pojedinim satima u tijeku dana vidimo na Sl. 3 i 4 po radnim danima, posebno za pojedine radne operacije. Za primjer uzeto je samo nekoliko dana.

Na ovim slikama prikazani radni dani trajali su obično osam, a neki od njih i preko osam sati.

Osvrnut ću se u prvom redu na razvrstavanje odmora po trajanju.

*Lehmann* (77) dijeli odmore na slijedeći način:

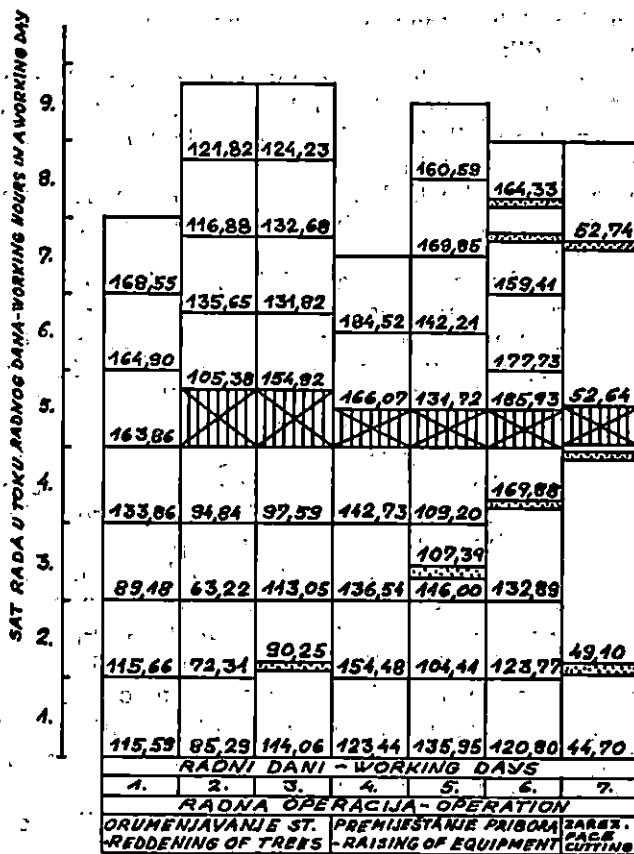
- a) najkraći odmori (kürzeste Pausen) — trajanje do jedne minute
- b) kratki odmori (Kurzpausen) — trajanje od 0,5 do 5,0 minuta
- c) odmori (Pausen) — preko 5 minuta trajanja.

*Hilf* (49) dijeli odmore na slijedeći način:

- a) odmori mišića (Muskelpausen) — 0,2 do 1,0 sekunde
- b) predasi (Schnaufpausen) — 2,0 do 3,0 minute
- c) kratki odmori (Kurzpausen) — 5,0 do 10 minuta
- d) pogonski odmori (Betriebspausen) — 15,0 do 60,0 minuta.

O duljini i trajanju pojedinih odmora svi su stručnjaci općenito istog mišljenja, da odmori u tijeku rada trebaju biti kraći i češći, jer je tada njihovo djelovanje na odmaranje radnika veće. *Lehmann* (77) smatra kao najpogodnije odmore u trajanju između 3 i 5 minuta. Međutim, kod radnika koji obavljaju težak rad, pogotovo kod više temperature, odmori u tijeku rada od preko 5 minuta trajanja igraju veliku ulogu.

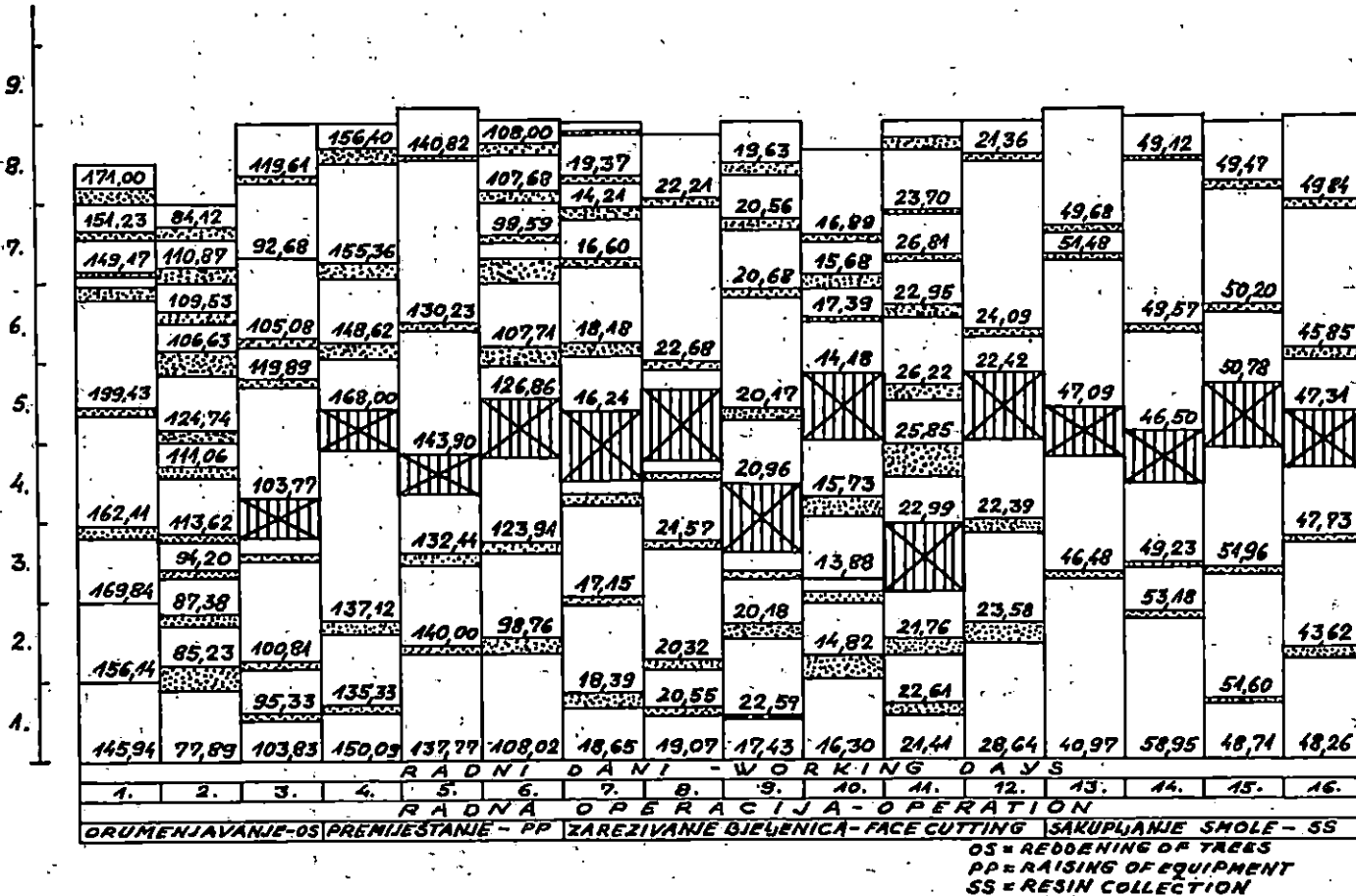
Na brojnim primjerima u literaturi vidimo, da se kod istraživanja optimalnog odmora između duljine i trajanja pojedinih odmora najčešće uzimaju odmori 5, 8, 10 i 15 minuta trajanja. Odmore do 1,5 minute trajanja uzeo sam kao predahe.



Sl. Fig. 3. SREDNJE VRIJEDNOSTI UTROŠNA VREMENA OSNOVNIH RADNIH ZAHVATA POJEDINIH RADNIH OPERACIJA PO SATIMA RADA, ODNOSNO IZMEĐU ODMORA U 1/100 MINUTA TE RASPORED I TRAJANJE POJEDINIH ODMORA I OBJEDA U TIJEKU RADNOG DANA. MEAN VALUES OF TIME EXPENDITURES OF MAIN SUBOPERATION OF INDIVIDUAL OPERATIONS PER WORKING HOURS OR BETWEEN RESTS IN 1/100 MIN. AS WELL AS ARRANGEMENT AND DURATION OF INDIVIDUAL RESTS AND LUNCH IN A WORKING DAY

Što se tiče broja i trajanja pojedinih odmora, kod pojedinih radnih dana, kao što se vidi na Sl. 3 i 4 stanje nije zadovoljavajuće, jer u izvjesnom broju dana kod svih radnih operacija imamo samo prekid za ručak; a kod nekih uz prekid za ručak još jedan do dva prekida za odmor. Ovdje se vidi često uočena težnja radnika kod akordnog sistema rada, da bez obzira na umor nastoje postići što veću zaradu. Utvrđeno je, da prosječna duljina trajanja odmora po danu nije prevelika; kod orumenjavanja 8,16, premiještanja 8,65, zarezivanja 9,72, sakupljanja 8,16 min. Isto bi se moglo reći i za prosječno trajanje duljine odmora po pojedinim satima rada. Međutim, ako gledamo pojedinačno trajanje odmora pojedinih radnika, moramo konstatirati, da bi vrijeme odmora bilo bolje iskorišteno, da je veći broj kratkih odmora.

SAT RADA U TOKU RADNOG DANA - WORKING HOURS IN WORKING DAY



SI-Fig.4 SREDNJE VRIJEDNOSTI UTROŠKA VREMENA OSNOVNIH RADNIH ZAHVATA POJEDINIH RADNIH OPERACIJA PO SATIMA RADA, ODNOSNO IZMEBU ODMORA U 1/100 MINUTA TE RASPORED I TRAJANJE POJEDINIH ODMORA I OBJEDA U TIJEKU RADNOG DANA. - MEAN VALUES OF TIME EXPENDITURES OF MAIN SUBOPERATION OF INDIVIDUAL OPERATIONS PER WORKING HOURS OR BETWEEN RESTS AND LUNCH IN A WORKING DAY

Odnos između broja odmora u pojedinim satima rada i broja dana istraživanja za pojedine radne operacije pokazuje relativan broj odmora u pojedinim satima rada. Ako uzmemo da bi se radnik u svakom satu rada trebao barem jedanput odmarati, taj relativan broj trebao bi biti cca 1,0, međutim u najnepovoljnijem slučaju imamo vrijednost 0,091 (četvrti sat rada kod orumenjivanja), a najpovoljnije vrijednosti u toj analizi iznose između 0,60 i 0,70.

Postotak trajanja odmora u pojedinim satima tijekom radnog dana u odnosu na ukupno trajanje odmora razlikuje se u pojedinim satima. Najmanji je postotak odmora u prvom i osmom satu rada; većinom je i u 4. i 5. satu rada manji postotak trajanja odmora, jer u tim satima je mahom bio prekid rada zbog objeda, a vrijeme objeda ovdje nije uzeto u obzir. U drugom i trećem satu rada postotak odmora se povećava; postupno povećanje postotka odmora nastupa i poslije ručka, no ipak u osmom satu rada taj postotak pada.

Takav raspored postotka odmora po satima nastao je spontano po slobodnom izboru radnika. Na osnovi toga podatka može se zaključiti, da radnici u prosjeku dosta dobro reaguju na umor i postupno prema većem umoru dulje se odmaraju.

Gläser (41) u svom radu o ispitivanju utroška energije kaže: »Šumski radnik kod sječe i izrade nesvjesno regulira svoj učinak, tako da potrošak kalorija ostaje uvijek upravo na gornjoj granici ljudske sposobnosti za rad; visina učinka se regulira ubrzavanjem ili usporavanjem tempa rada i pogodnim korištenjem odmora«. Ta tvrdnja bila bi potvrda i za gornji raspored korištenja odmora.

Sličan odnos kao za raspored trajanja odmora postoji i kod rasporeda broja odmora u pojedinim satima prema ukupnom broju odmora.

Prekidi za objed bili su najvećim dijelom u 4. i 5. satu rada, a samo mali dio tih prekida bio je u trećem i šestom satu rada. Ukoliko je radnik kasnije počeo s radom, utoliko je prekid za objed nastupio u ranijem satu rada, i obrnuto. Razlog je tome taj, što su radnici navikli da objeduju oko podne.

Naprijed iznesena diskusija o odmorima odnosi se na sve radnike zajedno. Međutim, ako uzmemo u obzir pojedine radnike, vidimo da su neki koristili odmore u ukupnom trajanju i rasporedu na zadovoljavajući način. Na drugoj strani su radnici, koji se osim u vrijeme uzimanja objeda uopće nisu odmarali ili su možda koristili svega još jedan odmor.

Ispitao sam nadalje, kako ukupno trajanje i režim odmora utječu na učinak radnika. Taj utjecaj utvrdio sam tako, da sam usporedio srednji utrošak vremena za glavne radne zahvate između pojedinih odmora, ili tamo gdje se radnik osim za vrijeme prekida za objed nije odmarao, uzete su u obzir srednje vrijednosti utroška vremena u pojedinim satima rada.

Slika 3 prikazuje srednje utroške vremena po pojedinim satima rada, za radne dane bez odmora odnosno sa sasvim nedovoljnim trajanjem odmora, za orumenjivanje i premiještanje pribora te kod zarezivanja bjeljenica.

Slika 3 stupac 1 prikazuje srednje utroške vremena po satima u radnom danu, kada je radnik radio sedam sati neprekidno bez ikakvog

odmora. Utrošak vremena u posljednjem, sedmom satu rada, prema utrošku u prvom satu veći je za 45,8%. Da je radni dan bio dulji, vjerojatno bi i ova razlika bila još veća.

Slika 3 stupac 2 prikazuje srednji utrošak vremena po satima u danu, gdje se radnik odmarao samo za vrijeme prekida za objed. Veći srednji utrošak vremena u prvom nego u drugom satu rada pokazuje, da je radniku bilo potrebno izvjesno urađivanje. Kako se iz tijeka rada dalje vidi, radnik nije uspio da se za vrijeme objeda dovoljno odmori, zato mu je srednji utrošak vremena poslije objeda veći nego onaj prije objeda, dok dalji utrošci vremena također pokazuju porast.

Slično stanje vidimo i kod slike 3 stupac 4, 5 i 6 koji prikazuju srednje utroške vremena između odmora te samo trajanje odmora, kod premiještanja pribora, a isto i na slici 3 stupac 7 za zarezivanje bjeljenica.

Slika 4 prikazuje kretanje srednjeg utroška vremena od odmora do odmora u radnim danima s povoljnijim odnosom rada i odmora za sve četiri radne operacije. Srednje vrijednosti ovdje znatno manje odstupaju jedna od druge, nego što je to slučaj kod slika, koje prikazuju odnose u radnim danima bez ili s vrlo malo odmora.

Disperzije srednjih vrijednosti nastaju i iz drugih razloga, a ne samo zbog nepravilnog rasporeda i trajanja pojedinih odmora. O tim uzrocima govorit će se kasnije.

## 2. Planiranje odmora kod pojedinih radnih operacija za drugu godinu istraživanja — *Planning of rest times in individual operations for the second year of investigations*

Kako je već naprijed rečeno, u prvoj godini istraživanja radnicima je prepušteno na volju, da prema vlastitom nahodanju određuju odnos rada i odmora. U drugoj godini odmori su bili organizirani (propisani), kako u pogledu ukupnog trajanja, tako i po duljini i rasporedu pojedinih odmora.

Ukupno dodavanje odmora za pojedine radne dane obavljeno je dodavanjem određenog postotka dodatka za odmor, posebno pojedinim radnim zahvatima određene radne operacije. Visina dodatka za odmor određena je prema radnim uvjetima, pod kojima se zahvat izvodi, pri čemu je uzeto u obzir statičko opterećenje radnika pri radu.

Kao osnova za dodavanje visine dodatka za odmor poslužila mi je duljina odmora kod radnih dana iz prve godine ispitivanja, kod kojih su srednji utrošci vremena bili pravilnije raspoređeni.

Nadalje sam se poslužio tabelama za dodatak odmora Böhrsa (15), Birkwalda i Pornschlegela (12) te rezultatima fizioloških istraživanja Spitzer-Hettingera (128), Gläsera (40) i Schillinga (117).

Pri tome sam se držao konstatacije Böhrsa, Lehmanna (76) i Bujasa (20), da aktivni odmori, tj. mijenjanje vrste aktivnosti (izmjenično izvođenje pojedinih radnih zahvata) čime se izmjenično aktiviraju razne grupe mišića, dovode u tijeku rada do djelomičnog odmaranja, zbog čega je potreban manji dodatak za odmor, nego ako se tijekom čitavoga radnog dana obavlja isti radni zahvat.



Kod određivanja visine dodatka za odmor zasebno je tretirana svaka primjerna ploha i opet posebno svaka radna operacija. Ovo je bilo potrebno stoga, što su prilike rada na svakoj primjernoj plohi bile drugačije.

Kod planiranja trajanja i rasporeda odmora držao sam se principa, koje sam iznio u poglavlju »Metodika rada«.

Radnicima je ostavljena sloboda uzimanja predaha, tj. prekida za odmor do cca 1,5 minute trajanja. Smatrao sam to potrebnim, da bi radnik poslije slučajnoga nepredviđenog većeg napora mogao predahnuti i lakše dalje raditi.

Niti vrijeme za osobne potrebe nije tim rasporedom vremena određeno, nego je radnicima prepušteno da ga koriste slobodno, prema vlastitom nahođenju i potrebi. Radnici su također prema potrebi koristili vrijeme za obavljanje povremenih radova.

Trajanje i raspored pojedinih odmora za radne dane po radnim operacijama na nekim primjernim ploham prikazani su na slikama 5 i 6.

Razmotrit ćemo sada rezultate istraživanja utjecaja organiziranih odmora s pojedinih aspekata.

### *3. Struktura vremena pojedinih radnih operacija za drugu godinu istraživanja — Time structure of individual operations for the second year of investigations*

U tabelama 3 i 4 prikazane su strukture vremena kod smolarenja za svih pet radnih operacija. Struktura vremena kod struganja struška nije uzeta u obzir kod razmatranja utjecaja odmora na radni učinak iz istih razloga, koje sam naveo i za prvu godinu istraživanja. Rezultati su prikazani na isti način kao i za prvu godinu istraživanja.

Uspoređivanje podataka u spomenutim tabelama s onima u prvoj godini istraživanja obavlja se uzimajući u obzir da su činioči, koji utječu na učinak u obje godine podjednaki, te da razlike u strukturi radnog dana i srednjim utrošcima vremena potječu zbog drugog režima odmora.

Prema strukturi vremena za orumenjivanje stabala postotak predaha je isti kao i u prvoj godini ispitivanja; znači da je postotak predaha nezavisan o ukupnom trajanju odmora.

U tabelama strukture vremena za drugu godinu istraživanja iskazano je i vrijeme obilaska oko stabla, što kod prve godine istraživanja nije bio slučaj. U prvoj godini, kako je već prije rečeno, mjereno je utrošak vremena po stablu zajedno za sve bjeljenice na stablu, dok je u drugoj godini utrošak vremena mjereno posebno za svaku bjeljenicu odnosno rumenicu, pa je tako registrirano i vrijeme obilaska oko stabla. Izuzetak je bio djelomično kod zarezivanja bjeljenice abšotom.

Uspoređivanjem podataka u tabelama strukture vremena za prvu i drugu godinu smolarenja za sve radne operacije proizlazi, da se u prosjeku postotak utroška vremena za osobne potrebe skoro ne razlikuje (u prvoj godini 1,5%, a u drugoj 1,4%) prosječno za sve radne operacije. Međutim, ako taj postotak posebno promatramo za pojedine radne operacije, vidimo da je najveća razlika postotka vremena za osobne potrebe za prvu i drugu godinu kod orumenjivanja stabala.

Prema *Böhrsu* (15) postotak dodatka vremena za osobne potrebe u odnosu na efektivno vrijeme treba iznositi oko 5%, prema *Barnesu* (4)

SAT RADA U TOKU RADNOG DANA - WORKING HOURS IN A WORKING DAY

9.	162,12	149,72	172,41	116,04	90,00	82,53	112,12	153,85	170,45	191,39	143,33	125,65	136,78	135,57	153,89
8.	162,06	161,07	177,06	113,96	112,50	107,07	119,96	204,09	185,94	200,88	124,33	116,31	182,38	108,12	143,48
7.	166,36	167,53		120,12				238,89	184,07	198,16	122,43	142,96	164,95	155,56	133,63
6.	166,50	146,17	186,70	119,17	109,29	97,55	138,10	232,43	204,71	205,53	125,64	157,41	174,88	155,82	149,62
5.	158,41	184,50	177,30	131,74	106,67	98,08	135,92	230,70							
4.	165,93	175,00	177,80	120,60		88,81	144,22	202,17	190,80	204,62	123,36	130,77	167,45	167,25	158,80
3.	148,79	206,82	181,68	119,90	97,46			254,00	230,62	198,25	121,07	121,26	158,00	162,37	154,32
2.	139,00	188,93	185,11	123,96	116,03			223,00	240,89	326,17	205,05	123,78	121,59	172,00	159,36
1.	148,65	165,55	110,21	109,17	133,70	103,17	133,70	240,89	263,00	195,10	145,03	131,20	165,44	160,92	148,08
	106,82	187,50	165,57	106,44	105,72	98,17		348,33	263,00	195,10	145,03	131,20	165,44	160,92	148,08
	106,82	187,50	165,57	97,44	96,07	127,00	133,07	289,20	234,10	208,53	122,97	130,91	187,44	167,58	143,94
	RADNI DANI - WORKING DAYS														
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
	RADNA OPERACIJA - OPERATION														
	ORUMENJAVANJE STABALA - REDDENING OF TREES														
	PREMIJEŠTANJE PRIBORA - RAISING OF EQUIPMENT														

Sl-Fig.5 SREDNJE VRIJEDNOSTI UTROŠKA VREMENA OSNOVNIH RADNIH ZAHVATA POJEDINIHX RADNIH OPERACIJA PO SATIMA RADA, ODNOSNO IZMEĐU ODMORA U 11100 MINUTA TE RASPORED I TRAJANJE POJEDINIHX ODMORA I OBJEDA U TIJEKU RADNOG DANA - MEAN VALUES OF TIME EXPENDITURES OF MAIN SUBOPERATION OF INDIVIDUAL OPERATIONS PER WORKING HOURS OR BETWEEN RESTS IN 11100 MIN., AS WELL AS ARRANGEMENT AND DURATION OF INDIVIDUAL RESTS AND LUNCH IN A WORKING DAY



2 do 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, prema *Schillingu* (117) oko 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Prema tome vrijednosti, koje sam dobio istraživanjem, mogu smatrati zadovoljavajućima.

Postotak vremena utrošenoga za povremeni rad u drugoj godini istraživanja kod svih radnih operacija je manji nego u prvoj godini istraživanja, jedino je kod sakupljanja smole i zarezivanja raskleom veći. Najveće smanjenje u 2. godini bijaše kod orumenjivanja od 2,5 na 1,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. U prosjeku, postotak vremena za povremeni rad u odnosu na ukupno vrijeme u prvoj godini smolarenja iznosi 2,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a u drugoj godini 2,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Razlika je dakle neznatna.

Postotak neopravdanih prekida nije se bitno izmijenio ni u drugoj godini istraživanja (1. god. 0,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, 2. god. 0,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

Iz gore izloženoga proizlazi, da organizirani odmori, kojih se ukupno trajanje može svakako smatrati zadovoljavajućim, prema težini rada u prosjeku nisu imali bitan utjecaj na duljinu vremena za sporedne radove, osobne potrebe i neopravdane prekide.

Ako posebno uzmemo u razmatranje orumenjivanje stabala, gdje je najveća razlika u duljini trajanja odmora između prve i druge godine istraživanja, vidimo da se u drugoj godini postotak povremenog rada smanjio dva i po puta, a postotak za osobne potrebe dva puta. Može se reći, da je povećanje trajanja i broja odmora kod spomenute radne operacije utjecalo na smanjenje vremena za osobne potrebe i povremeni rad.

*Lehmann* (77) tvrdi, da se trajanje vremena za osobne potrebe i povremene radove znatno smanjuje, ako se radnici odmaraju prema planiranim odmorima. Slučaj kod orumenjivanja bio bi dokaz za tu tvrdnju.

Postotak vremena za povremeni rad je najveći i u prvoj i drugoj godini ispitivanja kod zarezivanja bjeljenica, a najmanji kod sakupljanja smole (izuzev struganje, struška). Kod orumenjivanja i premiještanja nalazi se po sredini između prije navedenih radnih operacija.

Kod zarezivanja bjeljenica u povremeni rad pored oštrenja alata ulazi i zamjena punih lončića na stablima, koja izlučuju više smole, pa je zato kod te operacije i postotak najveći.

Kod sakupljanja smole nema oštrenja alata, pa u povremeni rad dolaze samo slučajni popravci pribora za rad. Od toga se izuzima iznošenje i istresanje smole te povratak u sastojinu, o čemu će se posebno govoriti.

Na slikama 5 i 6 prikazani su srednji utrošci vremena osnovnih radnih zahvata između odmora kao i duljina trajanja i raspored pojedinih odmora za sve četiri radne operacije. Iz tih grafikona vidi se, da je udio odmora u drugoj godini veći nego u prvoj godini istraživanja.

U prvoj godini, kako je već naprijed prikazano, kod radnih dana gdje osim ručka nije bilo odmora, ili ga je bilo malo, srednji utrošak vremena po pojedinim satima postupno se povećavao odnosno, ako to i nije teklo pravilno, ipak se jasno pokazivala tendencija u tome smislu. Kod radnih dana, gdje su odmori imali veći postotak nego u prvom slučaju, a uz to su bili pravilnije raspoređeni, srednji utrošci vremena od odmora do odmora bili su jednoličniji, iako je i kod te tendencije bilo izvjesnih kolebanja.

U drugoj godini istraživanja su slijedeća dva slučaja:

1. srednji utrošci vremena između odmora su podjednaki i malo odstupaju od zajedničke srednje vrijednosti, pri čemu ipak dolazi do pojedinačnih variranja;

2. trajanje srednjih utrošaka vremena postupno se smanjuje od početka prema kraju radnog dana, ali i ovdje dolazi do kolebanja pojedinih srednjih vrijednosti.

Odmorima za vrijeme rada nije svrha da potpuno eliminiraju umor radnika, nego da pomognu radniku, da tijekom radnog dana održi sposobnost za obavljanje rada (Böhrs, 15).

Produljenje srednjih utrošaka vremena za rad po pojedinim satima u tijeku radnog dana u slučajima, gdje se radnik odmarao samo za vrijeme objeda ili se još odmarao ali nedovoljno, ukazuje na to da je taj odmor bio nedovoljan za održavanje kondicije, kako bi radnik obavljao rad istim učinkom.

U slučajima gdje su srednji utrošci vremena u tijeku radnog dana bili približno jednaki, ukupno trajanje odmora kao i duljina pojedinih odmora i njihov raspored mogu se smatrati zadovoljavajućima.

U slučajima kada srednji utrošci vremena između odmora tijekom radnog dana pokazuju tendenciju skraćivanja, odmori su premašili svrhu, koja im je namijenjena, tj. održavanje približno jednakih srednjih utrošaka vremena. Ipak se moraju uzeti u obzir i individualne radne sposobnosti i navike pojedinih radnika, tj. da pojedinci različito reagiraju na jednako teške uvjete rada. Zato je kod donošenja ocjene potrebno uzeti u obzir sve promatrane radnike.

Utjecaj organiziranih i neorganiziranih odmora istražen je, pored već naprijed rečenoga, posebno u drugoj godini istraživanja na dvije primjerne plohe s po jednim radnikom na svakoj primjernoj plosi (Maoča, odj. 438, orumenjivanje i Višegrad, odj. 99-Banja, premiještanje pribora).

Prvi dan rada radnik je tijekom osamsatnoga radnog vremena sam odredio odnos rada i odmora, a za drugi je dan režim odmora propisan.

U odjelu 438. radnik je prvog dana koristio 3 odmora prije, a tri poslije ručka. Osim toga prije ručka je imao sedam, a poslije ručka 14 predaha u ukupnom trajanju od 6,62 minute. Postotak odmora uz odbitak 30 minuta za ručak iznosi u odnosu na ukupno radno vrijeme 18,2%. Aritmetička sredina  $M_x$  utroška vremena za orumenjivanje jedne rume nice iznosi  $105,5 \pm 1,3$  1/100 (Sl. 5, st. 5).

Drugog dana radnik se odmarao prema predviđenom režimu odmora i imao je 5 odmora prije, a 4 odmora poslije objeda. Osim toga u tijeku dana imao je 9 predaha s ukupnim trajanjem od 1,34 min. Predahe je radnik i prvoga i drugog dana koristio prema vlastitom nahođenju i potrebi. Postotak odmora iznosio je u odnosu na ukupno vrijeme 20,2%. Aritmetička sredina utroška vremena za orumenjivanje kroz čitav dan iznosi:  $M_x = 104,0 \pm 1,8$  1/100 min. Ta se vrijednost skoro potpuno poklapa sa srednjom vrijednosti prvoga dana rada (Sl. 6, st. 15).

Radnik je prvog dana rada imao manji broj duljih odmora, a drugoga dana veći broj kraćih odmora, no ukupan broj i trajanje predaha veći su prvoga nego drugog dana.

Iz navedenoga možemo zaključiti, da su kod relativno teškog rada kao što je orumenjivanje, gdje dolazi do statičkog opterećenja pri radu (visina

slivnika je ovdje iznosila 3,3 m od tla) radniku potrebni kraći i češći odmori, da bi održao radnu kondiciju kroz čitav radni dan. Radnik je i sam organizirao odmaranje u kraćim, vremenskim razmacima koristeći se odmorima i predasima.

Do izvjesnog kolebanja srednjih vrijednosti između odmora došlo je i prvoga i drugog dana i to pod utjecajem radnih navika samog radnika te heterogenosti predmeta rada.

U tom slučaju nije bilo neke veće razlike u učinku između prvoga i drugog radnog dana, pa se može reći da je radnik sam spontano dosta dobro odredio ukupno trajanje odmora te na taj način i utrošak energije (Gläser, 41).

Drugi slučaj ispitivanja je kod premiještanja pribora u odj. 99-Banja, Višegrad.

Prvoga dana radnik je koristio jedan odmor prije, a jedan poslije ručka te ukupno 11 predaha, što sve zajedno čini 4,0% odmora u odnosu na ukupno radno vrijeme. Srednji dnevni utrošak vremena:  $M_x = 185,8 \pm 2,7$  1/100 min. (Sl. 6, st. 16).

Drugog dana radnik se prije objeda odmarao četiri, a poslije objeda tri puta, a k tome je još imao šest predaha; postotak odmora u odnosu na ukupno trajanje radnog dana iznosio je 10,5%. Srednji dnevni utrošak vremena:  $M_x = 156,0 \pm 2,4$  1/100 min. (Sl. 5, st. 14).

Dnevni učinak prvoga dana bio je 156, a drugoga dana 214 bjeljenica. Ovdje se jasno vidi, kako važnu ulogu imaju odmori. Iako se radnik drugoga dana više odmarao, a kraće vrijeme radio, koristeći odmore smanjio je utrošak vremena po bjeljenici za 16,0% i povećao učinak za 37,2%. Time ne mislim reći, da će radnik uvijek povećati učinak za tako visok postotak, ali je očito da odmori pozitivno djeluju na učinak radnika.

Navedena dva primjera su veoma pogodna za usporedbu: obadva dana je radio isti radnik pod istim uvjetima rada (misleći na svaku plohu odvojeno), tako da se razlike u utrošku vremena i dnevnom učinku mogu pripisati utjecaju odmora.

Dalje, u spomenuta dva primjera vidimo, da se pojedini radnici različito odnose na korištenje odmora. U prvom slučaju nije bilo veće razlike između spontanoga i planiranog režima odmora, a u drugom slučaju radnik je nastojao povisiti dnevni učinak ne odmarajući se, no desilo se obratno.

Što se tiče utjecaja prekida za objed na učinak, na osnovi provedenih istraživanja može se reći slijedeće: u slučajima kada osim prekida za objed nije bilo više odmora ili ih nije bilo dovoljno, radnik se za vrijeme objeda nije mogao dovoljno odmoriti, jer se kod inače umornog radnika umor pojačao opterećenjem krvotoka zbog probavljanja hrane, pa je kod rada poslije objeda došlo do povećanja srednjeg utroška vremena (Sl. 3).

Za vrijeme radnih dana, kada se radnik osim u vrijeme prekida za objed ma i približno toliko odmarao koliko bi mu bilo potrebno, srednji utrošak vremena za rad bio je povoljniji u odnosu na utrošak prije objeda, ako je prekid za objed imao odgovarajuće trajanje. Tako je utjecaj prekida za objed od preko 40 minuta bio povoljniji nego za trajanje od 30 ili manje minuta. Svakako je tu bio odlučujući i režim kao i trajanje ostalih odmora.

Kod organiziranih odmora broj prekida za odmor u tijeku dana iznosio je osim prekida za objed do 10 odmora, ali se uglavnom kretao od 6 do 9. Tako organizirani odmori povoljno su djelovali na radni učinak, što je na navedenim slikama grafički prikazano pomoću srednjeg utroška vremena između odmora.

Međutim i pored dovoljnog broja odmora, kojih su duljina i raspored bili zadovoljavajući, radnici su ipak i pored tih odmora sami prekidali rad uzimajući predaha za odmor.

Broj predaha u drugoj godini istraživanja kretao se prosječno po danu kod pojedinih radnih operacija, kako je prikazano u slijedećoj tabeli:

*Prosječni broj predaha po danu, u drugoj godini istraživanja — Average number of breaks per day in the 2nd year of investigation*

Tab. 6

Radna operacija Operation	Prosječni broj predaha po danu Average number of breaks per day	Prosječno trajanje predaha Average duration of break 1/100 min	% udio predaha u ukupnom vremenu % -share of breaks in total time
Orumenjivanje stabala Reddening of trees	6,2	35	0,4
Premiještanje pribora Raising of equipment	4,2	30	0,3
Zarezivanje bjeljenica Face cutting	12,1	19	0,4
Sakupljanje smole Resin collection	2,7	46	0,2

Broj predaha najveći je kod zarezivanja bjeljenica. Zarezivanje bjeljenica obavlja se većim dijelom za vrijeme toplijih, pa i najtoplijih dana, pa se može zaključiti, da viša temperatura za vrijeme rada zahtijeva veći broj kraćih odmora odnosno predaha. *Lehmann* (77) konstatira, da se uz povećanje temperature povećava i umor, te prema tome i potreba za većim odmorom. Osim toga *Lehmann* navodi, da su predasi veoma pogodni za eliminiranje negativnog utjecaja statičkog umora radnika pri radu.

U drugoj godini istraživanja rezultati analiza odmora su povoljniji i bliži teoretskim postavkama nauke o radu.

Kako je već spomenuto, pojedine srednje vrijednosti utroška vremena kroz dan u više su slučajeva varirale.

Do tog variranja je dolazilo iz slijedećih razloga:

a) *Zbog radnih navika pojedinih radnika.* Osobina je izvjesnih radnika, da rad započinju velikom brzinom i naporom, pa prema tome većinom i odgovarajućom djelotvornosti (efikasnosti). U pravilu utrošak vremena za izvođenje rada na početku morao bi biti veći nego kasnije zbog potrebe radnika na urađivanju. To i jest slučaj kod radnika, koji započinju rad umjerenim tempom. Njihov se utrošak vremena kasnije smanjuje i, ukoliko je pravilan režim odmora, utrošci vremena po jedinici proizvoda ostaju na tom kasnijem nivou.

Radnici koji rad započinju velikim intenzitetom i pored urađivanja u posao u početku troše manje vremena po jedinici proizvoda, a umor koji se nagomila na početku rada, teško se ukloni ili se uopće ne uspije ukloniti, iako je inače pravilan režim odmora.

b) *Zbog heterogenosti predmeta rada.* Stabla su različite debljine, pa im je prema tome i kora različite debljine. Bjeljenice odnosno rumenice — s obzirom na inklinaciju terena — nalaze se s gornje i s donje strane te po strani stabla. Kod orumenjivanja stabala i debljina kore ima znatan utjecaj na utrošak vremena pri radu. Sve navedene okolnosti dovode do različitog utroška vremena pri radu, kako će kasnije biti varijacijsko-statistički dokazano. Ukoliko se na izvjesnim stablima na kojima će se obaviti neka radna operacija između dvaju odmora, bjeljenice odnosno rumenice nalaze pretežno s donje strane nagiba terena, ili ako su to kod orumenjivanja stabla s debljom korom, takve okolnosti će imati za posljedicu da utrošak vremena za obavljanje glavnog radnog zahvata bude veći od prosjeka.

SREDNJE VRIJEDNOSTI UTROŠAKA VREMENA I RAČUN KORELACIJE  
MEAN VALUES OF TIME EXPENDITURES AND CORRELATION  
COMPUTATIONS

Prikazat ću redom rezultate obračuna srednjih vrijednosti ( $M_x$ ) utroška vremena za hod od stabla do stabla, obilaženje oko stabla, raznošenje lončića, otvaranje bjeljenica, postavljanje pribora i skidanje pribora, te rezultate računa korelacije osnovnih zahvata premiještanja pribora, zarezivanja bjeljenica abšotom i raskleom, struganja struška i izlijevanja vode.

Rezultati istraživanja o utrošku vremena osnovnih zahvata radnih operacija orumenjivanja stabala i sakupljanja smole objavljeni su u radovima autora (*Bojanin*, 14a, 14b).

1. *Hod od stabla do stabla — Walking from tree to tree*

Pomoću vrijednosti »u« na pojedinim primjernim plohama izračunate su brzine kretanja radnika (c) prema broju stabala (n) na kojima je obavljen rad i ukupnom vremenu utrošenom za prijelaz od stabla do stabla u tijeku radnog dana ( $T_h$ ).

Brzine hoda razvrstane su po pojedinim radnim operacijama i prema nagibu terena od 0° do 38°, ali se pokazalo, da ne postoji zakonitost za promjenu brzine hoda zavisno o nagibu terena. Stoga je izračunata prosječna brzina hoda odvojeno za svaku radnu operaciju kao prosjek za sve nagibe terena iste radne operacije.

*Prosječne brzine hoda po radnim operacijama*  
*Average walking speeds according to operations*

Radna operacija. — Operation	$M_x \pm s_x$ m/min
Orumenjivanje stabala — Reddening of trees	44,3 ± 1,89
Premiještanje pribora — Raising of equipment	39,4 ± 1,97
Zarezivanje bjeljenica — Cutting of faces	42,7 ± 0,85
Sakupljanje smole — Resin collection	36,5 ± 0,61

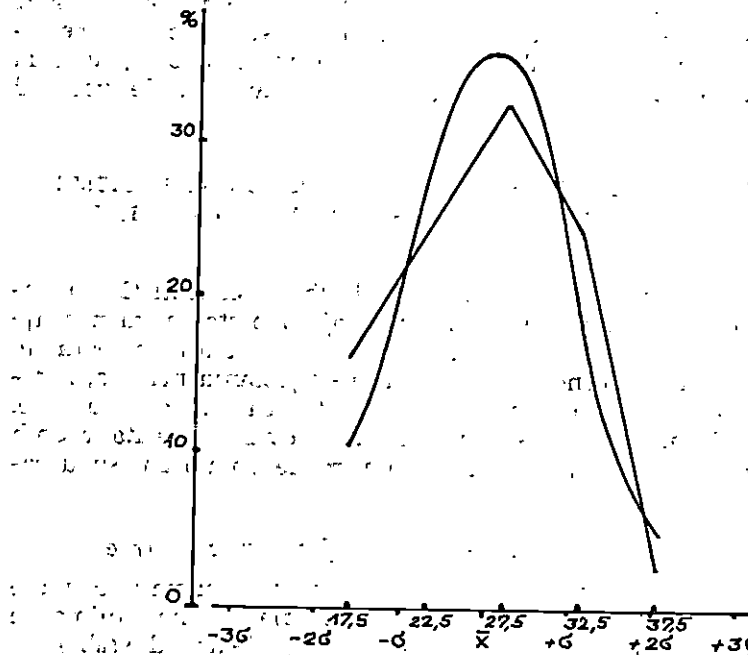


Te brzine su normalizirane, tj. dobivene od prosječnih mjerenih vrijednosti korekcijom pomoću koeficijenta stupnja učinka.

Najveća je brzina kod hoda za vrijeme orumenjivanja, a najmanja kod sakupljanja smole. Kod te radne operacije prikazana brzina je računata za hod od stabla do stabla, a ne i za iznošenje smole do bureta te povratak u sastojinu.

Kod zarezivanja bjeljenica aritmetička sredina je srednja vrijednost od 38. punih dana hoda u sastojinama različitih nagiba.

Iz distribucije frekvencija brzina kretanja radnika (Sl. 7), može se zaključiti da ove brzine pripadaju istom osnovnom skupu te da nema razlike u brzini hodanja na terenima različitih nagiba.



Sl. - Fig. 7. DISTRIBUCIJA FREKVENCIJA, BRZINA KRETANJA RADNIKA KOD RADNE OPERACIJE ZAREZIVANJA BJELJENICA - DISTRIBUTION OF FREQUENCIES OF WALKING SPEEDS OF WORKERS IN FACE CUTTING OPERATION

Najsporiji je hod kod sakupljanja smole. Radnik na početku sakupljanja nosi praznu kantu težine od oko 2 kg, zatim kantu postupno puni. Brutto težina kante iznosi 12 do 14 kg.

Kod orumenjivanja radnik nosi samo strugač, a kod zarezivanja apšot ili raskle — u oba slučaja neznatan teret — pa su i brzine najveće.

Kod premiještanja pribora bez ljestava radnik nosi čekić, kliješta i dljeto ukupne težine od oko 3,5 kg, a kod premiještanja uz upotrebu ljestava toj se težini pribraja još i težina ljestava od oko 2,5 kg.

Kod sakupljanja smole radnik nosi najveći teret, pa je zato i brzina hoda najmanja.

Ispitivanje signifikantnosti razlike navedenih aritmetičkih sredina brzine hoda radnika obavljeno je na slijedeći način:

a) Između brzine hoda kod orumenjivanja, premiještanja i zarezivanja analizom varijance. Veličina  $F = 1,435$ , a za  $n_1 = 2$  i za  $n_2 = 72$ , granična vrijednost za  $F$  uz 0,05 koeficijent rizika iznosi 3,13 (Linder, 79, tabela IV-F, str. 466).

Iz toga proizlazi, da aritmetičke sredine nisu signifikantne, pa bi se moglo smatrati da je brzina kretanja za navedene radne operacije ista.

b) Između brzine hoda kod zarezivanja i sakupljanja smole računanjem signifikantnosti razlike aritmetičkih sredina.

Računanjem sam dobio, da je  $t = 2,934$ . Za  $n$  (broj stupnjeva slobode) = 55, uz koeficijent rizika 0,05 iz tabele III (Linder, 79), vidimo da je granična vrijednost za  $t = 2,009$ . Prema tome aritmetičke sredine su signifikantne.

Nadalje sam računanjem signifikantnosti aritmetičkih sredina ispitao, da li podrast u sastojini ima utjecaj na brzinu hoda u sastojini. Pri tome primjećujem, da su radnici već napravili staze kroz sastojinu, tako da je kretanje olakšano. Signifikantnost je ispitana za brzinu kretanja kod zarezivanja bjeljenica u sastojinama bez podrasta i s podrastom.

Aritmetička sredina brzine kretanja s podrastom

$$M_x = 39,8 \pm 1,251,$$

a bez podrasta

$$M_x = 42,7 \pm 0,848, \quad t = 1,077$$

Za  $n = 49$  i koeficijent rizika = 0,05 granična vrijednost za  $t = 2,009$ ; prema tome podrast u sastojini ne utječe na brzinu hoda.

Zatim sam ispitao, kako na brzinu hoda u sastojini utječe kamenje koje izbija iz tla u obliku sitnoga, srednjeg i krupnog kamenja te stijena. To sam također ispitao kod brzine prijelaza od stabla do stabla prilikom zarezivanja bjeljenica. Brzina u sastojinama bez kamenja i podrasta ( $M_x$ ) iznosila je 42,7 m/min, a u sastojinama gdje je izbijalo kamenje iz tla, brzina ( $M_x$ ) iznosila je  $43,8 \pm 1,571$  m/min.

Između tih aritmetičkih sredina izračunata je signifikantnost te je dobiveno:  $t = 0,356$ .

Za  $n = 47$  i koeficijent rizika = 0,05 granična vrijednost  $t = 2,012$ , pa prema tome između brzine hoda u sastojinama s kamenjem i bez kamenja nema razlike. Interesantno je, da je srednja vrijednost brzine u

### Brzina kretanja radnika — Workers' moving speed

Tab. 7

Radna operacija — Operation	Brzina kretanja km/sat Moving speed km/hour
Orumenjivanje stabala — Reddening of trees	2,66
Premiještanje pribora — Raising of equipment	2,36
Zarezivanje bjeljenica — Face cutting	2,56
Sakupljanje smole — Resin collection	2,19

sastojini s kamenjem, kako se vidi, čak nešto veća, no ta je razlika s obzirom na rezultat gornje analize slučajna.

Ako se navedene brzine hoda pretvore u iznose km/sat, dobivamo slijedeće brzine kretanja za pojedine radne operacije (vidi Tab. 7).

Prema »Refa« (110) normalna brzina hoda bez tereta po glatkom, ravnom terenu iznosi 4,8 km/sat; *Barnes* (4) također uzima tu brzinu hoda kao normalnu.

U našem slučaju je brzina hoda, kako se vidi, znatno manja. Ovdje se kretanje radnika obavlja u šumi na lošijem terenu, nego što je teren za normalnu brzinu od 4,8 km/sat. Važna je činjenica, da radnik ne hoda konstantno, nego poslije prijelaza udaljenosti od stabla do stabla obavlja određeni rad na stablu, a zatim ponovno prelazi k slijedećem stablu, pa mu je zbog tih čestih prekida hodanja stalno potrebno novo urađivanje u hodanju. To bi bili razlozi, da je u našem slučaju brzina hoda za toliko manja.

Na terenu s nagibom radnik izbjegava kretanje u smjeru najvećega pada odnosno uspona terena, nego teži da se kreće po izohipsama. Međutim, kako radnik mora doći i do stabala koja se nalaze iznad ili ispod određene slojnice, on se u odnosu na slojnice kreće koso prema gore odnosno prema dolje.

## 2. Obilaženje oko stabla — *Walking around tree*

U tabeli 8 prikazane su aritmetičke sredine utroška vremena za obilaženje oko stabla od određene bjeljenice do najbliže bjeljenice na istom stablu (ako su na stablu dvije, tri i četiri bjeljenice), posebno za pojedine radne operacije na različitim nagibima terena.

Raspored bjeljenica na stablu na području istraživanja prema *Terziću* (139), ako se na stablu nalaze dvije, tri i četiri bjeljenice prikazan je na Sl. 8.

Udaljenosti za obilaženje oko stabla (uvijek se misli na udaljenosti od određene bjeljenice do najbliže bjeljenice) trebale bi se postupno smanjivati prema povećanju broja bjeljenica na stablu. Zato bi se očekivalo, da se s povećanjem broja bjeljenica na stablu smanjuje i vrijeme za obilaženje oko stabla, tj. da je vrijeme za obilaženje od jedne bjeljenice do druge najveće kod stabala s dvije, a najmanje kod stabala s četiri bjeljenice.

Ipak se ne može reći, da je takav raspored bjeljenica svuda proveden. Ima slučaja, gdje je međusobni razmak bjeljenica veći, ako se na primjer na određenom stablu nalaze tri bjeljenice, nego na drugom stablu s dvije bjeljenice.

Iz toga razloga, a i stoga što je put koji radnik prelazi obilazeći oko stabla u svim slučajima kratak te postoje male međusobne razlike u udaljenostima, vidimo da se srednje vrijednosti vremena za obilaženje oko stabla, ako se na stablu nalaze 2, 3 ili 4 bjeljenice, kod zasebnog razmatranja svake radne operacije međusobno malo razlikuju i da nema neke zakonitosti s obzirom na broj bjeljenica na stablu.

Kod orumenjivanja stabala i sakupljanja smole protivno očekivanju srednje vrijeme za obilaženje oko stabla veće je kod stabala s 4 bjeljenice na stablu nego kod onih s dvije i tri.

Utrošak vremena za obilazak oko stabla — Time expenditure for walking around tree

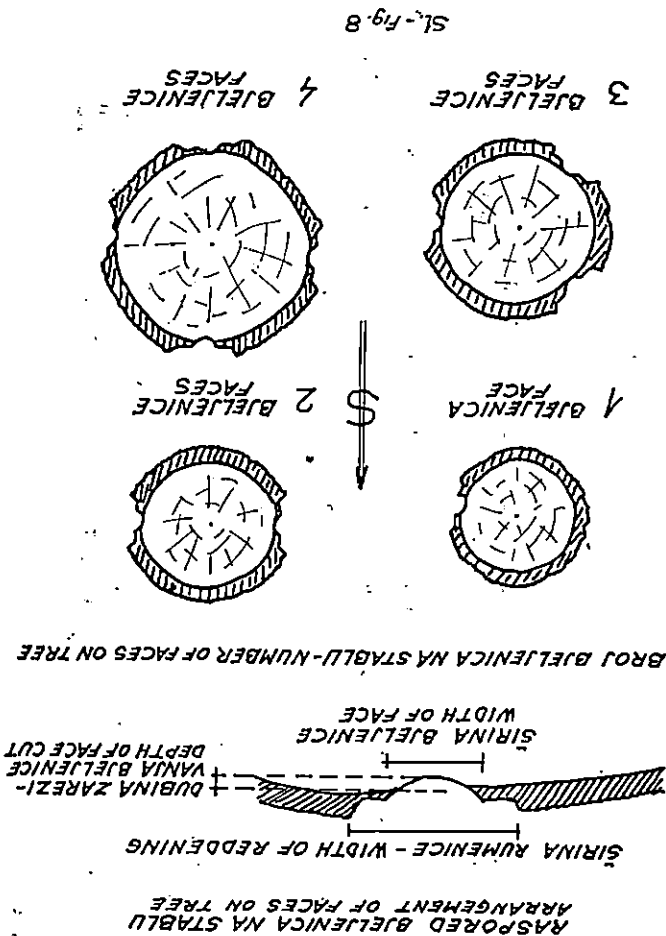
Tab. 8

Nagib terena Slope	Orumenji- vanje sta- bala Reddening of trees			Premije- štanje pri- bora Raising of equipment			Zarezivanje bjeljenica Face cutting			Sakuplja- nje smole Resin col- lection			Srednji utrošci vremena obzirom na nagib terena Mean time expen- ditures with respect to slope
	Broj bjeljenica na stablu — Number of faces on tree												
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	
	M <sub>x</sub> (1/100 min)												
do up to 10°	6,2	5,8	—	6,9	6,5	—	6,6	6,5	—	8,4	8,5	8,9	7,1
11—20°	7,6	6,4	6,2	7,9	6,3	6,4	7,0	6,5	—	9,2	10,1	8,4	7,5
21—30°	7,4	8,1	10,7	6,7	7,3	3,6	5,9	5,5	6,2	6,1	6,2	7,7	6,8
31—40°	7,3	7,2	7,1	6,2	5,7	—	5,2	5,0	4,6	4,9	5,0	5,6	5,8
Srednji utrošci vreme- na obzirom na broj bjeljenica na stablu — Mean time expendi- tures with respect to no. of faces	7,1	6,9	8,0	6,9	6,4	5,0	6,2	5,9	5,4	7,1	7,4	7,6	6,8
Normalizirani srednji utrošci vremena Normal time expen- ditures	7,6			6,5			5,6			6,8		7,7	

radnu operaciju imamo najviše opazanja.  
 smolaenja ponavlja oko 50 puta, pa je prema tome i najvažnija. Za tu  
 vanja bjeļjenica s obzirom, da se ova radna operacija u tijeku sezone  
 3. Analiza kao pod 1. i 2. posebno samo za radnu operaciju zarezi-

sve radne operacije zajedno.  
 2. S obzirom na broj bjeļjenica na stablu uzimajući također u obzir  
 ženja za sve radne operacije, posebno za pojedine nagibe.  
 1. S obzirom na nagib terena promatrajući zajedno vremena obila-

slučajima:  
 fikantne) razlike utroška vremena za obilaženje oko stabla u sljedećim  
 Stoga sam odlučio ispitati, da li postoje statistički opravdane (signi-  
 većanjem nagiba terena pokazuje tendenciju smanjenja.  
 se iz Tab. 8 vidi, vrijeme za obilažak oko stabla, protivno očekivanju, s po-  
 razlike između vremena obilaženja na različitim nagibima terena. Kako  
 Također se ne može na prvi pogled reći, da li postoje signifikantne



Ispitivanje signifikantnosti obavljeno je u sva tri navedena slučaja analizom varijance.

Ad 1. Kod ispitivanja signifikantnosti razlike aritmetičkih sredina analizom varijance dobivena je vrijednost:  $F = 3,23$ .

Za  $n_1 = 3$  i  $n_2 = 39$ , uz 0,05 koeficijent rizika, granična vrijednost za  $F = 2,85$ , a za koeficijent rizika 0,01 granična vrijednost  $F = 4,31$ .

Gore navedena stvarna vrijednost za »F« nalazi se između vrijednosti za koeficijent rizika 0,01 i 0,05. Kakav ćemo zaključak o signifikantnosti dobiti, zavisi o tome s kojim koeficijentom rizika računamo. Prema tome ne može se s 99% sigurnosti tvrditi, da nagib terena utječe na utrošak vremena kod obilaženja oko stabla.

Ad 2. U ovom slučaju vrijednost  $F = 1,145$ .

Granična vrijednost uz 0,05 koeficijent rizika za  $n_1 = 11$  i  $n_2 = 31$  iznosi za  $F = 2,11$ , a za koeficijent rizika 0,01,  $F = 2,88$  i prema tome nema signifikantnosti.

Kako iz navedenoga slijedi, sigurno je da broj bjeljenica na stablu ne utječe na utrošak vremena za obilazak oko stabla.

Ad 3. S obzirom da je već pod točkom 2. dokazano s 99% točnosti, da broj bjeljenica na stablu ne utječe na utrošak vremena za obilazak oko stabla, nisam to ispitivanje posebno ponovio kod zarezivanja bjeljenica.

Ispitao sam samo signifikantnost razlika aritmetičkih sredina utrošaka vremena za obilazak oko stabla s obzirom na nagib terena.

Aritmetičke sredine ( $M_x$ ) utrošaka vremena za obilaženje za pojedine nagibe iznose:

Nagib terena °	$M_x \pm s_x$
0 — 10	$6,4 \pm 0,155$
11 — 20	$6,7 \pm 0,266$
21 — 30	$5,8 \pm 0,198$
31 — 40	$5,0 \pm 0,294$

Dobivena vrijednost za  $F$  iznosi 5,10.

Za 0,05 koeficijent rizika i  $n_1 = 3$ ;  $n_2 = 91$  vrijednost  $F = 2,71$ ; za 0,01 koeficijent rizika  $F = 4,01$ .

Prema tome možemo sa sigurnošću zaključiti, da je utjecaj nagiba terena na utrošak vremena za obilaženje oko stabla varijacijsko-statistički signifikantan i to tako, da utrošak vremena pada s povećanjem nagiba terena.

### 3. Premiještanje pribora — Raising of equipment

Kod premiještanja pribora, kako je već rečeno, radnik upotrebljava od alata čekić i kliješta.

Prema podacima istraživanja radnik zabijajući dlijeto da bi napravio mjesto za postavljanje slivnika, udari čekićem po dlijetu prosječno 13 puta; kod ispravljanja i zabijanja čavala udari čekićem po čavlu prosječno 9 puta. Ispravljanje slivnika obavlja se čekićem, a zabijanje čekićem ili konveksnom stranom dlijeta; prosječni broj udaraca po slivniku iznosi 26.

Kod zarezivanja abšotom slivnik se kod premiještanja postavlja prosječno za  $10,5 \pm 0,2$  cm ispod vrha prošlogodišnje bjeljenice, a kod zarezivanja raskleom  $30,1 \pm 1,1$  cm.

To je potrebno zato, jer bi inače slivnik smetao kod prvih nekoliko zarezivanja.

I ovdje su ispitani eventualni uzroci disperzije odnosno povećanja utrošaka vremena i to:

1. Položaj bjeljenica na stablu s obzirom na nagib terena.
2. Broj bjeljenica na stablu.
3. Grane na rumenici.

Ad 1. Srednje vrijednosti utrošaka vremena za premiještanje pribora na bjeljenicama s gornje i donje strane nagiba.

Visine slivnika od tla odnose se na visine, na koje je pribor premješten, a to znači, da je vađen na cca 30 cm nižem položaju na stablu.

Najprije razmatramo pribor premješten na visinu 50 cm od tla.

Računanjem signifikantnosti razlike aritmetičkih sredina utrošaka vremena za premiještanje s gornje i donje strane nagiba za visinu slivnika nad tlom od 50 cm dobio sam vrijednost  $t = 0,7206$ , a za koeficijent rizika 0,05 i  $n = 248$  granična je vrijednost za  $t = 1,972$ . Prema tome razlika nije signifikantna.

Iz računanja signifikantnosti razlika aritmetičkih sredina utrošaka vremena za premiještanje s gornje i donje strane nagiba za visinu slivnika nad tlom iznad 50 cm također proizlazi, da nema signifikantnosti ( $t = 0,3899$ , za 0,05 koef. rizika i  $n = 165$ , gornja granica za  $t = 1,975$ ).

Prema tome ne može se reći, da nagib terena uzrokuje povećanje utroška vremena za premiještanje pribora s donje strane nagiba terena.

Ad 2. Iz podataka mjerenja u Maoči na plosi 138. računata je signifikantnost razlika aritmetičkih sredina utrošaka vremena za premiještanje pribora na 1 bjeljenici i to, ako se na stablu nalazi jedna bjeljenica prema slučaju, kada su na stablu dvije bjeljenice.

Dobivena je vrijednost  $t = 0,3535$ .

Za  $n = 216$  i koeficijent rizika 0,05 granična vrijednost za  $t = 1,980$ ; prema tome broj bjeljenica na stablu ne utječe na utrošak vremena za premiještanje pribora na jednoj bjeljenici.

Ad 3. Prilikom premiještanja pribora radnik sjekiricom (u manjem broju slučaja jednoručnom pilom) odsijeca grane s površine rumenice. Najmanja visina na stablu od tla, na kojoj su se nalazile (pojavile) grane u našem slučaju iznosi 2,35 m. Prema podacima mjerenja ako je na rumenici sječena jedna grana, utrošak vremena se povećao za 4,4% za odnosnu bjeljenicu.

Ovdje se kod utroška vremena podrazumijevaju utrošci vremena osnovnog zahvata za premiještanje pribora. Taj zahvat je još za izvjestan broj bjeljenica podijeljen na elemente, i kod svakog mjerenja utroška vremena za premiještanje, snimljeno je trajanje pojedinih elemenata. O tom trajanju bit će riječi kod određivanja dodataka za odmor. Dobivene srednje vrijednosti utrošaka vremena za premiještanje pribora na jednoj bjeljenici pomoću koeficijenata stupnja učinka pretvorene su u normalno vrijeme.

Podaci računskog izjednačenja osnovnog vremena pomoću regresijskih jednažbi (parametri, koeficijenti i indeksi korelacije) — Data of numerical smoothing of main times by means of regression equations (parameters, coefficients and indices of correlation)

Tab. 9

Tek. broj Run. No.	Radna operacija Sub-operation Nezavisna varijabla Independent variable	Parametri — Parameters					Koeficijent odn. indeks korelacije Coefficient or index of correlation R odn. r	Regresijska jednažba pomoću koje je izraču- nata korelacijska veza Regression equation by means of which the correlation was computed
		a	b	c	d	e		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Promještanje prilbom — Raising of equipment A B C	+ 147,864200+	26,720260—	54,853729 —	7,781640	—	0,823	$y' = a+bx+cx^2+dx^3$ $y' = a+bx+cx^2+dx^3$ $z' = a+bx+cx^2+dx^2+ey$
		+ 194,393090—	82,531220+	49,411897 —	5,425057	—	0,834	
		+ 177,311600—	128,516030+	62,120475 —	6,698423	+ 0,719203	0,833	
2	Zarezivanje 1 ljenice (abšot) — Cutting of 1 face (tapping axe) A B C	+ 23,960043—	0,075944+	0,000267	—	—	0,786	$y' = a+bx+cx^2$ $y' = a+bx+cx^2$ $z' = a+bx+cx^2+dy$
		+ 23,537810—	0,050697+	0,000199	—	—	0,816	
		+ 22,394810—	5,358027+	1,927721 +	0,121657	—	0,918	
3	Zarezivanje 2 bjeiljenice (abšot) Cutting of 2 faces (tapping axe) A B C	+ 42,904000+	0,584061+	2,202460	—	—	0,834	$y' = a+bx+cx^3$ $y' = a+bx+cx^2+dx^3$ $z' = a+bx+cx^2+dy$
		+ 44,007000—	10,233711+	6,538425 —	0,053317	—	0,720	
		+ 40,413900—	4,660730+	2,062034 +	0,042884	—	0,834	
4	Zarezivanje 3 bje- ljenice (abšot) — Cutting of 3 faces (tapping axe) C	+ 58,556000—	42,685300+	29,092710 —	5,346800	+ 0,146668	0,826	$z = a+bx+cx^3+dx^3+ey$
5	Zarezivanje 1 bje- ljenice (raslike) — Cutting of 1 face (rasicles) C	+ 45,667400—	48,507000+	19,989021 —	2,207748	+ 0,262917	0,678	$z = a+bx+cx^3+dx^3+ey$
6	Struganje struša — Removing the scrape D	+ 71,249000+	5,740300—	6,302540 +	1,343748	—	0,784	$y = a + bx + cx^3+dx^3$
7	Izlijevanje vode — Pouring water from cups D	— 8,459614+	12,318417—	1,383004	—	—	0,605	$y' = a+bx+cx^3$

Legenda (Nezavisne varijable) — Legend (Independent variables): A = Visina silvnika od tla na ravnom terenu — Gutter height above ground on flat terrain; B = Visina silvnika od tla na strmom terenu — Gutter height above ground on steep terrain; C = Visina silvnika od tla i nagib terena — Gutter height above ground and slope; D = Visina silvnika od tla — Gutter height above ground



Prosječno zalaganje za zahvat premiještanja iznosi prema dobivenim podacima 104%, a kreće se od 96% do 111%.

Normalizirane vrijednosti utroška vremena za premiještanje podvrgnute su regresijskoj analizi, i to posebno za ravni a posebno za strmi teren. Analiza je u oba slučaja obavljena primjenom regresijske jednadžbe za parabolu drugog stupnja:

$$y' = a + b x + c x^2 + d x^3, \text{ gdje je}$$

$y'$  = izravnati utrošak vremena za premiještanje pribora na jednoj bjeljenici u 1/100 min., a  $x$  = visina slivnika od tla (m).

Ravni teren je 8,8°, a strmi 29,9° prosječnog nagiba. Parametri su prikazani u Tab. 9. U tabeli 9 prikazani su za ovo računanje i iduća računanja korelacije još i koeficijenti odnosno indeksi korelacije.

Usporedbom regresijskih vrijednosti utroška vremena za strmi teren i ravni teren za iste visine slivnika od tla utvrđeno je, da su utrošci vremena na strmom terenu konstantno veći i to prosječno za 19,2%.

Kako se iz ove usporedbe vidi, razlike u ta dva niza vrijednosti su znatne. Budući da su svi ostali uvjeti rada isti, razlike u rezultatima potječu samo zbog utjecaja terena. Napadno je, da je razlika veća kod višeg položaja slivnika na stablu (2,0 i 2,5 m). Kod tih visina radnik već upotrebljava ljestvice, pa se može reći da strmi teren nepovoljnije utječe na postavljanje ljestvica i rad na njima nego na rad bez ljestvica.

Zbog utjecaja nagiba terena na radni učinak računsko izjednačenje je učinjeno po slijedećoj jednadžbi, u kojoj je kao neovisna varijabla uzet i nagib terena — Because of the influence of the slope on the performance, numerical smoothing was performed according to the following equation, in which also the slope of the terrain was taken as an independent variable:

$$z' = a + b x + c x^2 + d x^3 + e y$$

$z'$  = izjednačena vrijednost utroška vremena za premiještanje opreme na jednoj bjeljenici u 1/100 min — Smoothed value of time expenditure for raising of equipment per one tapping face in 1/100 min.

$x$  = visina slivnika od tla u m — Height of gutter above ground in m.  
 $y$  = nagib terena — Slope of the terrain.

Nagib terena je iskazan kao — The slope of the terrain was expressed as:  $(1 - \cos \alpha) \cdot 100$ .

Rezultati obračuna prikazani su u Tab. 9 — Results of computation are presented in Tab. 9.

Pomoću gornje jednadžbe uvrštavanjem odgovarajućih veličina izračunate su regresijske vrijednosti utroška vremena za različite visine slivnika od tla i nagibe. Te vrijednosti su uvrštene u Tab. 10. U tabeli se vidi: najpovoljniji su uvjeti rada, tj. najmanji je utrošak vremena za premiještanje pribora na svim nagibima terena kod slivnika 1,4 m od tla. Na toj visini radnik radi u uspravnom položaju tijela; položaj tijela i ruku je takav, da ne dolazi do statičkog opterećenja.

Utrošak vremena pod najnepovoljnijim uvjetima veći je za 154,5% od onoga pod najpovoljnijima s obzirom na nagib terena i visinu slivnika od tla.

Osnovno tehnološko vrijeme (vrijeme glavnog zahvata)  $t_0$  pojedinih radnih operacija za različite visine slivnika od tla i različite nagibe terena (izravnati podaci) — Main time  $t_0$  of individual operations for different heights of gutter above ground and different slopes of terrain (smoothed data)

Tab. 10

Visina slivnika od tla Gutter height above ground m	Zarezivanje bjeljenica — Face cutting with												Premještanje pribora Raising of equipment	Struganje struška Removing the scrape	Izlijevanje vode Pouring water out of cups			
	abšotom — tapping axe									raskleom — rasclet								
	Broj bjeljenica — Number of faces																	
	1			2			3			1								
	Nagib terena — Slope, °																	
	9°55' 25°20' 37°45'			9°55' 25°20' 37°45'			9°55' 25°20' 37°45'			9°55' 25°20' 37°45'						9°55' 25°20' 37°45'		
Nagib terena — Slope, %																		
17,5 47,5 77,5			17,5 47,5 77,5			17,5 47,5 77,5			17,5 47,5 77,5			17,5 47,5 77,5						
1/100 min																		
0,2	21,6	26,6	23,9	40,3	41,6	42,9	63,7	68,1	72,5	—	—	—	63,9	70,2	76,0	—	—	—
0,5	20,4	21,4	22,7	39,3	40,6	41,9	56,4	60,8	65,2	—	—	—	140,3	161,7	183,1	64,3	71,4	77,8
0,8	19,5	20,5	21,9	38,8	40,0	41,3	52,8	57,2	61,6	—	—	—	123,3	144,8	166,3	62,5	70,0	76,9
1,1	19,0	20,0	21,4	38,5	39,8	41,1	52,3	56,6	61,0	—	—	—	114,7	136,2	157,6	61,8	69,3	76,7
1,4	18,9	19,8	21,2	38,7	40,0	41,3	53,7	58,1	62,5	—	—	—	113,3	134,7	156,2	60,9	68,2	75,5
1,7	19,0	20,0	21,4	39,2	40,5	41,8	56,3	60,7	65,1	—	—	—	118,0	139,4	160,9	59,8	67,0	74,2
2,0	19,6	20,6	21,9	40,1	41,1	42,7	59,3	63,7	68,1	21,0	23,4	31,3	127,7	149,1	170,6	59,4	65,9	73,0
2,3	20,5	21,4	22,8	41,4	42,6	43,9	61,8	66,2	70,6	23,0	25,5	33,4	141,3	162,8	184,3	59,2	65,7	71,6
2,6	21,7	22,7	24,0	43,0	44,3	45,6	62,6	67,2	71,6	25,8	28,4	36,8	157,9	179,3	200,8	59,5	65,4	71,3
2,9	23,3	24,2	25,6	45,0	46,3	47,6	—	—	—	29,0	31,7	39,6	176,9	197,7	219,1	59,9	65,3	71,3
3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32,4	35,3	43,2	195,2	216,7	238,1	61,7	67,3	72,8
3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35,5	38,6	46,5	213,8	235,3	256,7	64,6	70,5	75,6
3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38,1	41,3	49,2	230,9	252,4	273,8	68,3	73,7	79,9
4,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39,3	43,1	51,0	245,5	267,0	288,4	73,4	79,2	85,9

Unutar istoga nagiba najveći se utrošak razlikuje od najmanjega za 116,8% zbog razlike visine slivnika od tla.

Na istoj visini slivnika od tla utrošak vremena za premiještanje pri-bora na najmanjem nagibu terena razlikuje se od onoga na najvećem nagibu najviše za 37,9%.

Prema tome, visina bjeljenica odnosno rumenica od tla negativnije utječe na učinak nego nagib terena.

#### 4. Zarezivanje bjeljenica — *Face cutting*

##### a) Zarezivanje abšotom — *Face cutting with tapping axe*

Već je prije rečeno, da se originalna francuska metoda smolarenja razlikuje od one, koja se primjenjuje na području gdje su obavljena naša istraživanja.

Razlika između originalne i modificirane francuske metode je u slijedećem:

Kod originalne francuske metode, kako kažu *Ozolin* i *Ustinov* (93), prilikom zarezivanja zarezuje se novi dio bjeljenice, a istovremeno se obnavlja stari zarez na 2,0 do 4,0 cm duljine i 1 do 3 mm dubine. Kod naše, modificirane francuske metode, stari zarez se ne obnavlja.

Osim toga i dimenzije originalne francuske metode su drugačije. Prema *Ugrenoviću* (144) godišnja duljina bjeljenice originalne francuske metode u 1. godini smolarenja iznosi 60 cm, zatim se godišnja duljina postepeno produljuje, tako da u 4. godini smolarenja iznosi 90 cm.

Međutim, na području istraživanja godišnja duljina bjeljenice kod zarezivanja abšotom po modificiranoj francuskoj metodi smolarenja prosječno iznosi 30 cm.

Širina originalne francuske bjeljenice u 1. godini smolarenja iznosi 9 cm, zatim se sužuje, pa u 4. godini smolarenja iznosi 6 do 7 cm. Kod modificirane francuske metode smolarenja širina bjeljenice kod zarezivanja abšotom ostaje podjednaka i iznosi prosječno 9,8 cm.

Kako je naprijed rečeno, kod zarezivanja bjeljenica abšotom utrošak vremena za zarezivanje mjeren je zajedno za sve bjeljenice na istom stablu.

Ukoliko bi utrošak vremena za zarezivanje jedne bjeljenice, ( $t_{01}$ ) bez obzira koliko se bjeljenica nalazi na stablu, bio isti vrijeme zarezivanja za dvije bjeljenice ( $t_{02}$ ) odnosno za tri bjeljenice ( $t_{03}$ ) dobilo bi se na slijedeći način:

$$\begin{aligned} t_{02} &= 2 t_{01} + t_{ob} & t_{ob} &= \text{vrijeme obilaženja oko stabla —} \\ t_{03} &= 3 t_{01} + 2 t_{ob} & & \text{Time for walking around tree} \end{aligned}$$

Da bih ispitao, kako broj bjeljenica na stablu utječe na utrošak vremena kod zarezivanja bjeljenica abšotom, usporedio sam utroške vremena za zarezivanja 1, 2 i 3 bjeljenice na stablu za nekoliko različitih visina slivnika od tla s utrošcima vremena, kad se utrošak vremena za zarezivanje jedne bjeljenice ne bi mijenjao s obzirom na povećanje broja bjeljenica na stablu.

Podaci su prikazani u Tab. 11.

Komparacija utroška vremena za zarezivanje abšotom 1, 2 i 3 bjeljenice —  
Comparison of time expenditure in cutting 1, 2, or 3 faces with tapping axe

Tab. 11

Visina slivnika od tla Height of gutter above ground, m	0,4	1,6	1,9	2,0	2,3	$\Sigma$	
Stvarni utrošak vremena za za- rezivanje bjelje- nica na stablu s obilazanjem — Actual time ex- penditure for cutting faces on the tree together with walking around tree	1 ( $t_1$ )	21,2	18,6	19,1	19,4	20,6	
	2 ( $t_2$ )	40,9	39,3	39,9	40,2	41,3	201,6
	3 ( $t_3$ )	54,8	53,8	56,8	58,3	60,7	284,4
$t_{02} = 2t_1 + t_{ob}$		48,1	42,9	43,9	44,5	46,9	226,3
$t_{03} = 3t_1 + 2t_{ob}$		75,0	67,2	68,7	69,6	73,2	353,7
% razlike $t_{02} - t_2$ pre- ma stvarnom vremenu $t_2$ za 2 bjeljenice — % of difference $t_{02} - t_2$ versus actual time $t_2$ for two faces		17,6	9,2	10,0	10,7	13,5	12,2
% razlike $t_{03} - t_3$ pre- ma stvarnom vremenu $t_3$ za 3 bjeljenice — % of difference $t_{03} - t_3$ versus actual time $t_3$ for three faces		36,9	24,9	20,9	19,4	20,6	24,4

$t_{ob} = 5,71/100$  min.

Kako se iz tabele vidi, utrošci vremena za zarezivanje 1 bjeljenice znatno se smanjuju, ako se na stablu nalazi više bjeljenica. Tako u odnosu na stvarni utrošak vremena utrošak vremena kod dvije bjeljenice na stablu prosječno je za 12,2% manji, a kod 3 bjeljenica na stablu, manji je za 24,4%, nego što bi bio kada bi utrošak vremena po bjeljenici ostao isti bez obzira na njihov broj na stablu.

Iz toga zaključujem, da se utrošak vremena za zarezivanje jedne bjeljenice abšotom smanjuje povećanjem broja bjeljenica na stablu. To proizlazi odatle, što kod zarezivanja bjeljenica kada se nalazi po jedna na stablu, kod svake bjeljenice dolazi do ponovnog urađivanja, zauzimanja položaja tijela, pogodnoga za rad kao i podizanja odnosno spuštanja abšota do bjeljenice. To u odnosu na vrijeme zarezivanja traje razmjerno

dugo, jer je samo vrijeme zarezivanja relativno kratko. Ako je više bjeljenica na stablu, urađivanje, vrijeme zauzimanja stava tijela i namiještanja alata gotovo je isto kao kod stabala s jednom bjeljenicom, a po jednoj bjeljenici pada povećanjem broja bjeljenica na stablu. Samo se tako može protumačiti, da je utrošak vremena po bjeljenici manji povećanjem broja bjeljenica na stablu.

Stoga su u daljnjoj obradi utrošci vremena za zarezivanje bjeljenica abšotom posebno razmotreni kao ukupni utrošci vremena (kod dvije i tri bjeljenice na stablu) za zarezivanje i obilaženje oko stabla za sve bjeljenice na istom stablu.

Prema tome, posebno su tretirani utrošci vremena za zarezivanje: a) jedne bjeljenice na stablu, b) dvije bjeljenice na stablu, c) tri bjeljenice na stablu.

Kod zarezivanja abšotom radnik je prosječno napravio 5,3 poteza, a broj poteza se kretao od 3 do 6.

Preračunavanje stvarnih utrošaka vremena na normalni utrošak učinjeno je pomoću koeficijenta stupnja zalaganja, koji je ovdje iznosio u prosjeku 107,6%, pojedine vrijednosti su se kretale od 91% do 142%.

Razmotrit ću još utjecaj nagiba terena na utrošak vremena za zarezivanje bjeljenica na stablima s donje strane nagiba.

Utvrđeno je, da je utrošak vremena za zarezivanje bjeljenica s donje strane nagiba prosječno veći za 26,9% nego kod bjeljenica s gornje strane nagiba.

Signifikantnost razlika aritmetičkih sredina utrošaka vremena računata je za podatke s primjernih ploha u odjelima 132, 139 i 438, pa su dobivene vrijednosti »t«: 9,52, 4,61 i 7,24. Kako se vidi razlike su signifikantne.

Bjeljenice na stablima s donje strane nagiba terena radniku su još više od tla, nego one s gornje strane nagiba, i to dovodi do povećanja utroška vremena.

Nadalje je ispitan utjecaj grana na bjeljenici na povećanje utroška vremena.

Prema dobivenim podacima grane na bjeljenici utječu na povećanje utroška vremena kod zarezivanja za 70,3%. (Ovo povećanje se odnosi samo na bjeljenice s granama u odnosu na bjeljenice bez grana). Međutim ovaj utjecaj, odnosno postotak povećanja utroška vremena kod zarezivanja pojavit će se samo onda, kada radnik zarezuje na mjestu, gdje se nalazi grana. Ako je na bjeljenici jedna grana, ona će kod zarezivanja smetati u po prilici dva navrata u sezoni smolarenja, tj. kod dva zarezivanja. Budući da se u sezoni zarezuje oko 50 puta, to se gornji postotak povećanja utroška vremena (p) za jedno zarezivanje može uzeti kao  $\frac{2p}{50}$ , pa je prema tome taj utjecaj minimalan, pogotovo ako se uzme u obzir utrošak vremena za zarezivanje svih bjeljenica u sastojini.

#### *Zarezivanje jedne bjeljenice na stablu — Cutting of one face on tree*

Najprije je izračunata korelacija između utroška vremena za zarezivanje i visine slivnika od tla, i to posebno za podatke s primjernih ploha

na ravnom terenu prosječnog nagiba 9,2° i podatke s primjernih ploha sa strmog terena, prosječnog nagiba 31,6°.

U oba slučaja korelacija je računata po slijedećoj regresijskoj jednadžbi:

$$y = a + bx + cx^2, \quad (\text{Oznake su kao za računanje korelacije kod premiještanja pribora.})$$

U tabeli 9 prikazani su izračunati parametri.

Kako se u rezultatima obračuna pokazalo, razlike u utrošku vremena zbog utjecaja nagiba terena kreću se do 10%.

Kod nižih bjeljenica ta je razlika manja. Zarezivanje nižih bjeljenica je teže zbog nepovoljnog stava tijela radnika i statičkog umora, koji takav stav prouzrokuje. Međutim, kod zarezivanja nižih bjeljenica s donje strane nagiba na strmom terenu radnik se postavi tako, da mu je bjeljenica u stvari viša nego kod ravnog terena, i zbog toga povoljnija za zarezivanje. Ali time se samo djelomično eliminira nepovoljan utjecaj nagiba terena, jer ipak je radniku općenito teže raditi na strmom nego na ravnom terenu.

Time se može protumačiti, da je razlika utroška vremena za bjeljenice, koje se nalaze na manjoj visini od tla na ravnom odn. strmom terenu manja nego za više bjeljenice.

Budući da nagib terena utječe na utrošak vremena kod zarezivanja bjeljenica, obračunata je korelacija između utroška vremena s jedne te visine slivnika i nagiba terena s druge strane po slijedećoj regresijskoj jednadžbi:

$$z' = a + bx + cx^2 + dy, \quad (\text{Oznake su kao kod regresijske jednadžbe za utrošak vremena kod premiještanja pribora.})$$

Nagib terena uzet je kao  $(1 - \cos \alpha) \cdot 100$ .

Obračunati parametri prikazani su u Tab. 9.

Kao i kod premiještanja pribora, pomoću gornje jednadžbe — uvrštavajući odgovarajuće veličine — izračunate su regresijske vrijednosti utroška vremena za različite visine slivnika od tla i različite nagibe. Dobivene vrijednosti prikazane su u Tab. 10.

Najmanji je utrošak vremena za zarezivanje, kada je visina slivnika od tla 1,4 m. Za više i niže bjeljenice utrošci vremena se postupno povećavaju.

Utrošak vremena pod najnepovoljnijim uvjetima s obzirom na nagib terena i visinu slivnika od tla veći je za 35,4% od vremena pod najpovoljnijim uvjetima.

Unutar istoga nagiba najveći utrošak razlikuje se od najmanjega zbog razlike visine slivnika od tla najviše za 23,3%.

Na istoj visini slivnika od tla utrošak vremena na najmanjem nagibu terena razlikuje se od onoga na najvećem nagibu najviše za 12,6%.

Prema tome, razlika u visini bjeljenice od tla negativnije utječe na učinak nego nagib terena.

Utjecaj otežavajućih okolnosti je ovdje manji nego kod rada na premiještanju pribora.

### *Zarezivanje po dvije bjeljenice na stablu — Cutting of two faces on tree*

Kod regresijske analize utrošaka vremena za zarezivanje abšotom po dvije bjeljenice na stablu išlo se istim redoslijedom kao i kod analize utrošaka vremena za jednu bjeljenicu na stablu.

Najprije je izračunata korelacija između utrošaka vremena i visine slivnika od tla na ravnom terenu prosječnog nagiba od  $9,2^\circ$ , a zatim na strmom terenu prosječnog nagiba od  $31,6^\circ$ .

Korelacija za podatke s ravnog terena izračunata je pomoću regresijske jednadžbe:

$$y' = a + b x + c x^2, \quad a \text{ za podatke sa strmog terena po jednadžbi:}$$
$$y' = a + b x + c x^2 + d x^3,$$

(Oznake su u oba slučaja kao prije.)

Izračunati parametri prikazani su u Tab. 9.

Kako se iz usporedbe izravnanih podataka pokazalo, utrošci vremena na strmom terenu veći su, i te razlike povećavaju se s visinom bjeljenice od tla. Prosječna razlika utrošaka vremena iznosi do  $5,3\%$ .

Zbog toga je korelacija obračunata tako, da je kao nezavisna varijabla uzet i nagib terena kao postotak nagiba ( $\text{tg } \alpha \cdot 100$ ) po regresijskoj jednadžbi:

$$z' = a + b x + c x^2 + d y.$$

Obračunati parametri prikazani su u Tab. 9.

Regresijske vrijednosti utrošaka vremena za pojedine visine slivnika od tla i pojedine nagibe prikazane su u Tab. 10.

Najmanji utrošak vremena je kod 1,1 m visine slivnika od tla.

Utrošak vremena pod najnepovoljnijim uvjetima veći je za  $23,6\%$  od onoga pod najpovoljnijima.

Unutar istoga nagiba maksimalni i minimalni utrošci vremena razlikuju se najviše za  $16,3\%$ , a na istoj visini slivnika od tla za  $6,7\%$ .

Utjecaj otežavajućih okolnosti je manji nego kod zarezivanja jedne bjeljenice.

### *Zarezivanje triju bjeljenica na stablu — Cutting of three faces on tree*

Budući da sam već kod korelacijske analize utrošaka vremena kod zarezivanja abšotom jedne i dvije bjeljenice na stablu utvrdio, da je utrošak vremena kod rada na ravnom terenu konstantno manji nego onaj na strmom terenu, to je korelacijska analiza utrošaka vremena za zarezivanje tri bjeljenice na stablu odmah učinjena, tako da je i nagib terena uzet kao nezavisna varijabla.

Računanje korelacije učinjeno je po slijedećoj regresijskoj jednadžbi:

$$z' = a + b x + c x^2 + d x^3 + e y, \quad (\text{Oznake su kao u prethodnim slučajima.})$$

Nagib terena je uzet kao  $\%$  ( $\text{tg } \alpha \cdot 100$ ).

Tijek i rezultati obračuna izloženi su na isti način kao i u prethodnim slučajima.

Obračunati parametri prikazani su u Tab. 9.

Regresijske vrijednosti utrošaka vremena za pojedine visine slivnika od tla i pojedine nagibe prikazane su u Tab. 10.

Najmanji je utrošak vremena kod 1,1 m visine slivnika od tla.

Intenzitet djelovanja otežavajućih okolnosti (visina slivnika od tla i nagib terena) sličan je kao kod zarezivanja jedne bjeljenice.

#### b) Zarezivanje bjeljenica raskleom — *Face cutting with rasclat*

Prosječna godišnja duljina bjeljenice kod zarezivanja raskleom iznosi 50,6 cm, a širina 8,3 cm.

Prvo je ispitan utjecaj položaja bjeljenica na stablu (s obzirom na inklinaciju terena) na utrošak vremena zarezivanja.

Kod računanja signifikantnosti razlike aritmetičkih sredina uzeti su podaci s primjerne plohe iz odjela 438.

$$M_{xg} = 28,6 \pm 0,180, \quad M_{xd} = 36,9 \pm 1,027, \\ t = 7,236.$$

Za  $n = 910$  i koeficijent rizika  $= 0,05$  gornja granica za  $t = 1,960$ . Prema tome utrošak vremena za zarezivanje bjeljenica s donje strane nagiba terena signifikantno je veći nego za one s gornje strane nagiba.

Prije računanja korelacije razmotreni su odnosi utrošaka vremena za zarezivanje jedne bjeljenice za slučaje, kada se na stablu nalaze 1, 2, 3 i 4 bjeljenice.

Ti su odnosi razmotreni računanjem signifikantnosti razlika aritmetičkih sredina utrošaka vremena analizom varijance.

Podaci su uzeti s primjerne plohe u odjelu 101.

$$M_{x1} = 39,4; M_{x2} = 39,9; M_{x3} = 39,5; M_{x4} = 38,1 \quad (1/100 \text{ min}); \\ F = 0,424.$$

Za  $n_1 = 3$  i  $n_2 = 329$  i koeficijent rizika  $0,05$  gornja granica za  $F = 2,63$ .

Kako se vidi, broj bjeljenica na stablu ne utječe na utrošak vremena zarezivanja po jednoj bjeljenici, suprotno slučaju kod zarezivanja bjeljenica abšotom. S obzirom na to korelacija je računata između utrošaka vremena za zarezivanje jedne bjeljenice raskleom — bez obzira koliko se bjeljenica nalazi na stablu — te visine slivnika od tla i nagiba terena.

Korelacija je računata pomoću slijedeće regresijske jednadžbe:

$$z' = a + b x + c x^2 + d x^3 + e y. \quad (\text{Oznake su kao u prethodnim slučajima. Nagib terena izražen je kao postotak nagiba.})$$

Rezultati obračuna korelacije prikazani su u Tab. 9.

Zarezivanje raskleom izvodilo se samo na strmijim terenima (od 46,6% do 70,0% nagiba terena), tako da se utjecaj ravnijeg terena nije mogao obuhvatiti kod računanja korelacije.

Zbog toga je kod računanja korelacijskih vrijednosti za različite visine slivnika od tla i različite nagibe terena predstavljalo poseban problem računanje vrijednosti za nagibe terena ispod 46,6%, budući da se za taj nagib nije moglo primijeniti računanje po gornjoj jednadžbi.



Kao baza za računanje utrošaka vremena za zarezivanje na ravnijem terenu poslužile su korelacijske vrijednosti za strmi teren, a preračunavanje je učinjeno prema odnosima u tabeli regresijskih vrijednosti za orumenjivanje stabala, jer se u toj tabeli utrošci vremena za strmi teren kreću slično kao i kod zarezivanja raskleom. To je bio jedini način, da se dobiju utrošci vremena za ravniji teren. »Refa« (110) također dozvoljava, da se utrošci vremena mogu odrediti preračunavanjem i interpolacijom.

Utrošci vremena za pojedine visine slivnika od tla i pojedine nagibe prikazani su u Tab. 10.

### 5. Struganje struša — Removing the scrape

Podaci o utrošku vremena za zahvat struganja struša dobiveni su mjerenjem na primjernim ploham u Maoči i Višegradu na terenu nagiba od 26° do 33°.

Korelacija je računata između utrošaka vremena i visine bjeljenice (slivnika) od tla pomoću slijedeće regresijske jednadžbe:

$$y' = a + b x + c x^2 + d x^3, \quad (\text{Oznake su kao u prethodnim slučajima.})$$

Obračun korelacije prikazan je u Tab. 9.

Tabela utrošaka vremena za struganje struša za različite visine slivnika od tla i nagibe terena izrađena je djelomično pomoću regresijskih vrijednosti za pojedine visine slivnika od tla. Pri tome su uzeti u obzir nagibi terena za originalne podatke o utrošcima vremena. Za ostale nagibe terena izračunati su utrošci vremena iz regresijskih vrijednosti, uz pomoć odnosa utrošaka vremena na različitim nagibima u tabeli regresijskih vrijednosti utrošaka vremena kod orumenjivanja stabala. Od svih ostalih zahvat orumenjivanja najbliži je ovome kod struganja struša.

Tako dobiveni podaci prikazani su u Tab. 10.

### 6. Izlijevanje vode kod zarezivanja bjeljenica — Pouring water from cups at face cutting

Kod toga radnog zahvata izračunata je korelacija između utroška vremena i visine slivnika od tla pomoću slijedeće regresijske jednadžbe:

$$y' = a + b x + c x^2 \quad (\text{Oznake su kao u prethodnim slučajima.})$$

Iz originalnih podataka o utrošku vremena za izlijevanje vode utvrdio sam, da nije bilo značajnih razlika u utrošku vremena za bjeljenice od 0,2 m do 1,4 m od tla. Zato je za sve ove visine uzet isti zajednički utrošak vremena kao na visini 1,4 m od tla.

Podaci i rezultati obračuna korelacije prikazani su u Tab. 9.

Tabela utrošaka vremena za izlijevanje vode sastavljena je po istom principu, na isti način kao i tabela za struganje struša, a kod interpolacije i preračunavanja utrošaka vremena za one nagibe terena, kojih nije bilo kod originalnih vrijednosti utrošaka vremena, korišteni su međusobni odnosi u tabeli utrošaka vremena za sakupljanje smole. Rezultati su prikazani u Tab. 10.

Ovdje ću se još osvrnuti na izlivanje vode kod sakupljanja smole. Utrošak vremena za izlivanje vode kod spomenute radne operacije razlikuje se od onoga kod zarezivanja bjeljenica.

Zahvat izlivanja vode kod zarezivanja bjeljenica sastoji se iz slijedećih elemenata: — skidanje lončića, — izlivanje vode, — postavljanje lončića.

Utrošak vremena za sva tri elementa mora se pripisati utrošku vremena za izlivanje vode, jer se skidanje i postavljanje lončića obavlja zbog izlivanja vode.

Kod izlivanja vode, koje se čini prilikom sakupljanja smole situacija je nešto drugačija. Lončići se skidaju i postavljaju zbog sakupljanja smole, bez obzira da li će se tom prilikom izljevati voda. Prema tome ukoliko se kod sakupljanja smole iz lončića izljevaju voda, njezinu izlivanju pripisuje se utrošak vremena samo za izlivanje vode, a ne i vrijeme skidanja i postavljanja lončića.

Utrošak vremena za izlivanje vode iz lončića kod te radne operacije dobiven je na dva načina: 1. direktnim mjerenjem, 2. kao razlika utroška vremena za sakupljanje smole kod bjeljenica bez izlivanja te onih s izlivanjem vode.

Naime, prilikom sakupljanja smole u nekim sastojinama je iz nekih lončića izljevana voda, a iz nekih nije, tako da je utrošak vremena za izlivanje mogao biti iskazan kao razlika, kako je to gore spomenuto.

Utrošak vremena za izlivanje vode (srednja vrijednost) iznosi ovdje 2,9 1/100 min.

Prema tome vrijeme trajanja izlivanja vode kod sakupljanja smole, koje treba pripisati samom izlivanju vode, kraće je i u apsolutnom i relativnom smislu od onoga kod zarezivanja bjeljenica.

To vrijeme izlivanja vode ne zavisi o visini bjeljenica od tla, jer skidanje i postavljanje lončića, kako je već rečeno, pripada zahvatu sakupljanja smole. Nije se mogla utvrditi zavisnost između trajanja vremena za izlivanje vode i nagiba terena. Teren je mogao djelovati samo na stabilnost stajanja radnika kod izlivanja, a budući da je to trajanje kratko, utjecaj terena nije mogao doći do izražaja.

Ovome je sličan slučaj kod nekoliko prvih zarezivanja bjeljenica raskleom, ako slivnik nije dovoljno udaljen od vrha prošlogodišnje bjeljenice. Da bi radnik nesmetano uradio zarezivanje, uzima lončić na skidač, koji se nalazi pričvršćen na istom dršku pored rasklea i držeći ga na skidaču obavi zarezivanje; zatim ponovno postavi lončić na mjesto. Zahvat zarezivanja ovdje se može podijeliti na daljnja tri elementa: uzimanje lončića na skidač, samo zarezivanje i postavljanje lončića. Ukoliko u takvom slučaju dolazi do izlivanja vode, kada radnik uzme lončić na skidač, iskrene držak sa skidačem i lončićem te tako izlije vodu. Dalje se rad odvija, kako je gore navedeno.

U odjelu 50. u Višegradu prilikom zarezivanja bjeljenica raskleom skidani su lončići na opisani način. Kod jednog dijela lončića radnik je izljevao vodu, a iz drugih nije. Trajanje vremena skidanja lončića s izlivanjem vode:  $t_{s1} = 9,6 \pm 0,23$ , a bez izlivanja  $t_s = 7,5 \pm 0,19$ . Samo trajanje vremena izlivanja vode dobiva se kao razlika:  $t_{s1} - t_s = 2,1$  1/100 min.

Kako su takvi slučajevi rijetki, vrijeme za izlivanje vode kod zarezivanja bjeljenica uzima se, kako je naprijed navedeno.

Još preostaje da se izloži obračunavanje srednjih utrošaka vremena za radne zahvate raznošenja lončića, otvaranja bjeljenica i postavljanja pribora te skidanja pribora.

Premda bi ta prva dva radna zahvata po kronološkom redu trebala doći na početak ovoga poglavlja, uzeti su na kraju, budući da je za njih mjerenje utroška vremena učinjeno samo na nekim nagibima terena, pa je izračunavanje utrošaka vremena za ostale nagibe urađeno korištenjem odnosa utrošaka vremena na različitim nagibima osnovnih zahvata drugih radnih operacija.

### 7. Raznošenje lončića — *Distribution of cups*

Mjerenje utrošaka vremena za sve radne zahvate i prekide kod ove radne operacije obavljeno je na primjernoj plosi u odjelu 61 u Višegradu.

Pored toga mjerenje je urađeno i na području Šumarije Đurđevac, šumski predjel »Velika seča«, te u šumi »Tolsti vrh« kod sela Kobjeglava u SR Sloveniji.

U odjelu 61 nagib terena iznosio je 30°, a u »Velikoj seči« i »Tolstom vrhu« teren je ravan.

### Način izvođenja rada — *Way of work execution*

Lončići su u Višegradu razneseni tovarnjacima na nekoliko mjesta u sastojini, odakle ih je radnik uzimao u vreću i raznosio do pojedinih stabala. Kod svakog je stabla ostavio onoliko lončića, koliko je na stablu bilo bjeljenica. Poklopčića nije bilo. Radnik je vreću nosio na jednom ramenu. Kod ostavljanja lončića pored stabla skinuo je vreću s ramena i postavio je na tlo, izvadio i ostavio potreban broj lončića, a zatim ponovno stavio vreću na rame te prelazio k drugom stablu. Vremensko trajanje navedenih zahvata mjereno je pojedinačno. Povremeno je radnik odlazio do hrpe lončića, napunio vreću i ponovno ih raznosio.

U Đurđevcu i Kobjeglavi radnik je lončiće i poklopčiće raznosio u vedru, koje je nosio u lijevoj ruci, a desnom je vadio lončiće i poklopčiće te ih spuštao pored stabla.

Tabela 12 prikazuje nam srednje vrijednosti utrošaka vremena radnih zahvata kod radne operacije raznošenja lončića.

Primjedba: Utrošci vremena su u 1/100 min; gornji iznosi u tabeli označuju normalizirane vrijednosti. U »Velikoj seči« i »Tolstom vrhu« raznošeni su lončići i poklopčići, a u Višegradu samo lončići.

Svako spuštanje lončića na tlo u Višegradu uvećava se za vrijeme skidanja i stavljanja vreće, ukupno za 12,0 1/100 min. To vrijeme ostaje isto bez obzira koliko se lončića stavlja na tlo pored stabla; prema tome po jednom lončiću se ono smanjuje, kako se broj lončića, koji se stavljaju pored jednog stabla povećava.

Dalje se iz tabele vidi, da nema znatne razlike u utrošku vremena, ako se radi o samom lončiću ili lončiću i poklopčiću kod stavljanja na tlo; da se u odjelu 61. troši samo neznatno manje vremena za spuštanje lončića

*Aritmetičke sredine trajanja vremena kod radne operacije raznošenja lončića ( $M_x$ ) — Arithmetical means of time expenditures ( $M_x$ ) in operation of cup distribution*

Tab. 12

Mjesto rada Work place	Radni zahvat — Sub-operation					
	Skidanje vreće s ramena — Putting down of bag from shoulders	Stavljanje vreće na ramena — Putting of bag upon shoulders	Spuštanje lončića na tlo — Putting cups to the ground			
			Broj komada — Number of pieces			
			1	2	3	4
1/100 min						
Višegrad odjel 61 Compt. No. 61	5,5 5,4±0,19	6,5 6,1±0,18	7,5 8,3±0,40	10,7 11,8±0,46	14,4 15,8±0,54	18,2 19,9±0,95
»Velika seča«			8,2 8,2±0,46	12,3 12,3±0,50		
»Tolsti vrh«			7,7 6,3±0,26			

nego u »Velikoj seči« i »Tolstom vrhu« lončića i poklopčića. Može se uzeti kao razlog, da je u odjelu 61 nagib terena 30°, a na ostala dva mjesta je ravan.

Utrošak vremena za spuštanje lončića (i poklopčića) na tlo po jednom lončiću (i poklopčiću) pada, kako se njihov broj povećava.

Regresijska analiza podataka nije se mogla obaviti, budući da mjerenje utroška vremena nije bilo provedeno na svim nagibima terena.

Izmjereni utrošci vremena za postavljanje na tlo 1, 2, 3 i 4 komada lončića odnose se na nagib terena od 30°. Za manje i veće nagibe terena utrošak vremena je preračunat obzirom da se na strmijem terenu troši više, a na terenu blažeg nagiba manje vremena.

U tabeli 13 prikazano je osnovno vrijeme za postavljanje na tlo 1, 2, 3 i 4 lončića na raznim terenima.

**8. Otvaranje bjeljenica i postavljanje pribora — First cutting of faces and setting up of equipment**

Utrošak vremena za otvaranje bjeljenica mjeren je u odjelu 102, Višegrad, nagiba terena 32°. Srednji utrošak vremena ( $M_x$ ) = 34,8 ± 0,68. Utrošak vremena za postavljanje pribora mjeren je u odjelu 61. nagiba 30°. Srednji utrošak vremena ( $M_x$ ) = 95,9 ± 1,92.

Radni zahvat postavljanja pribora sastoji se iz slijedećih elemenata u postocima — Sub-operation of placing of equipment consists of the following work elements in percentages:

zabijanje dljeteta — Hammering chisel in	27,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
vađenje dljeteta — Pulling-out chisel	14,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
zabijanje slivnika — Inserting gutter	33,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
zabijanje čavla — Driving-in nail	14,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
postavljanje lončića — Cup hanging	10,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Ti postoci dobiveni su na način, kako je to opisano u poglavlju »Metodika rada«.

Preračunavanje utroška vremena za ostale nagibe terena obavljeno je za otvaranje bjeljenica obzirom na odnos utroška vremena kod raznih nagiba zahvata zarezivanja bjeljenica abšotom, a za postavljanje pribora obzirom na odnos zahvata premiještanja pribora.

U tabeli 14 nalaze se utrošci vremena za različite nagibe terena posebno za otvaranje bjeljenica, a posebno za postavljanje pribora.

### 9. Skidanje pribora — Removal of equipment

Utrošak vremena za zahvat skidanja pribora dobiven je zbrajanjem samo onih elemenata utroška vremena kod radnog zahvata premiještanja pribora, koji dolaze u obzir kod skidanja pribora. Takav način određivanja norme vremena preporučuje i Refa (110).

Podaci za spomenuti radni zahvat uzeti su iz podataka o mjerenju vremena za premiještanje pribora u odjelu 50. u Višegradu, nagiba terena 28°. Vrijeme trajanja skidanja pribora iznosi 108,0 1/100 min., a postotni udio pojedinih elemenata iznosi:

1. namiještanje ljestava — Placing ladder	17,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
2. penjanje — Climbing	24,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
3. vađenje slivnika — Extracting gutter	15,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
4. vađenje čavala — Extracting nails	14,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
5. silazenje — Descent	12,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
6. uzimanje alata — Taking of tools	8,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
7. uzimanje ljestvi — Taking of ladder	7,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Kod određivanja utroška osnovnog vremena za skidanje pribora s dvije bjeljenice na stablu uzeo sam u obzir, da se elementi utroška vremena zahvata za jednu bjeljenicu pod 1, 2, 5 i 7 dešavaju samo jedanput, bez obzira da li se radi o jednoj ili dvije bjeljenice na istom stablu. Naime, kada se radi o dvije bjeljenice, radnik postavi ljestve uz stablo, tako da može skinuti pribor prvo s jedne a zatim s druge bjeljenice, ne silazeći na tlo.

Prema tome kod skidanja pribora s dvije bjeljenice na stablu, navedeni utrošak vremena za jednu bjeljenicu (108,0 1/100 min.) treba povećati za vremensko trajanje elemenata pod 3, 4 i 6, koji se još čine kod skidanja pribora s druge bjeljenice na stablu, tj. za 41,3 1/100 min.

Tako utrošak vremena za skidanje pribora s dvije bjeljenice na stablu iznosi 149,3 1/100 min.

Preračunavanje utroška osnovnog vremena za ostale nagibe terena obavljeno je prema odnosima utroška osnovnog vremena za razne nagibe terena kod radnog zahvata premiještanja pribora kao najslabijeg.

U tabeli 15 (vidi str. 191) se nalaze utrošci osnovnog vremena za skidanje pribora za 1 i 2 bjeljenice na stablu, za razne nagibe terena.

Osnovno tehnološko vrijeme »t<sub>0</sub>« za raznošenje lončića na terenima raznog nagiba — Main time »t<sub>0</sub>« for distribution of cups on terrains of different slopes

Tab. 13

Nagib terena — Slope	° ‰	5°45'	12°40'	15°20'	18°00'	20°30'	23°00'	25°20'	27°40'	29°50'	32°00'	34°00'	35°50'	37°45'	
		10,0	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	
		1/100 min.													
Osnovno vrijeme za postavljanje lončića na tlo Main time for putting cups to the ground	1 lončić cups	6,2	6,3	6,5	6,6	6,8	7,0	7,2	7,3	7,5	7,7	7,8	8,0	8,2	
	2 lončića cups	8,8	9,0	9,3	9,5	9,7	10,0	10,2	10,5	10,7	10,9	11,2	11,4	11,7	
	3 lončića cups	11,8	12,1	12,5	12,8	13,1	13,4	13,8	14,1	14,4	14,7	15,1	15,4	15,7	
	4 lončića cups	14,9	15,3	15,7	16,1	16,6	17,0	17,4	17,8	18,2	18,6	19,0	19,4	19,8	

Osnovno tehnološko vrijeme »t<sub>0</sub>« za otvaranje bjeljenica i postavljanje pribora za visinu slivnika 0,2 m od tla na terenima raznog nagiba — Main time »t<sub>0</sub>« for first cutting of faces and installation of equipment for a gutter height of 0,2 m above ground on terrains of different slopes

Tab. 14

Radna operacija Operation	Nagib terena Slope	° ‰	5°45'	12°40'	15°20'	18°00'	20°30'	23°00'	25°20'	27°40'	29°50'	32°00'	34°00'	35°50'	37°45'
			10,0	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5
		1/100 min.													
Otvaranje bjeljenica 1st cutting of faces	Osnovno tehnološko vrijeme Main time t <sub>0</sub>		32,2	32,5	32,5	32,8	33,2	33,5	33,8	34,1	34,4	34,8	35,1	35,4	35,7
Postavljanje pribora Installation of equipment			79,9	82,3	83,9	86,3	87,9	90,3	91,9	94,3	95,9	98,3	99,9	102,3	104,7
Ukupno — Total			112,1	114,8	116,4	119,1	121,1	123,8	125,7	128,4	130,3	133,1	135,0	137,7	140,4

Kod naših istraživanja dodatno vrijeme je određeno u vidu postotka na pojedine radne zahvate, koji su se redovito pojavljivali u tijeku izvođenja rada. Prema tome ti radni zahvati služili su kao osnova, na koju se dodavalo dodatno vrijeme, da bi se odredila norma vremena.

Dodatno vrijeme se sastoji iz dodatka za kratke odmore i predahe, povremene radove i osobne potrebe.

Dodatak za odmor (*Erholungszuschlag, fatigue allowance*) prema *Böhrsu* (15) ne odnosi se na zakonom propisane odmore, nego na prekide za kratke odmore u tijeku rada. Takvi kratki prekidi nemaju za cilj, da potpuno eliminiraju umor, koji se nakupi tijekom rada, nego su to biološki uvjetovani odmori, da bi radnik mogao izdržati napore za vrijeme dnevnoga radnog vremena bez štete za svoju radnu sposobnost. Slično je i stajalište *Refa-e* (110), uz napomenu, da odmori u tijeku rada trebaju omogućiti radniku, da održi normalan intenzitet kod obavljanja rada. *Böhrs* navodi, da potrebu radnika za odmorom nije moguće egzaktno mjeriti, ili je to moguće samo u ograničenoj mjeri. Kod određivanja odmora ne može se izbjeći oslanjanje na iskustvo i nepristranost (*fairness*). I *Lehmann* (77) spominje, da je mjerenje umora u strogom smislu neizvedivo.

Zadatak je dodatka za odmor, da u izvjesnoj mjeri eliminira umor radnika.

*Lehmann* (77) kaže, da nedostatak kisika dovodi do umora. Jedan organ tijela je onda umoran, kada ne dobije toliko kisika, koliko mu je prema radu potrebno.

Visina dodatka za odmor može se odrediti iz podataka strukture radnog dana. Međutim, pitanje je, da li ovako dobiven odmor radnika odgovara stvarnim potrebama (*Böhrs*, 15).

Visina dodatka za odmor određuje se i na temelju fizioloških ispitivanja o utrošku energije. *Lehmann* (77) kaže, da se iz količine utrošenog kisika koju čovjek udiše može odrediti utrošak energije (kalorija). Utrošak energije se određuje respiracijskom metodom.

Međutim, kod statičkog rada umor nastaje i kod manjeg utroška energije odnosno kisika. Prema *Rohmertu* (112) pod statičkim radom se razumijeva dulje, konstantno naprezanje mišića.

Prema *Mülleru* (112) indikator umora mišića je ponašanje otkucaja pulsa za vrijeme rada; povećanjem umora mišića povećava se i broj otkucaja.

Mjerenje otkucaja pulsa (*Pulsfrequenzmessung, measurement of pulse frequency*) služi za određivanje statičkog umora i kao baza za određivanje visine dodatka za odmor (*Rohmert*, 112; *Kerkhoven*, 64).

Prema *Lehmannu* (77), na osnovi broja otkucaja pulsa može se odrediti i utrošak energije.

Dnevno se na radnom mjestu može utrošiti prema *Lehmannu* (77) 2.000 kcal, a prema *Böhrsu* (15) 2.500 kcal.

Dodatak za odmor na osnovi utroška energije računa se po formuli *Böhrsa* (15):

$$\text{Dodatak za odmor} = \left( \frac{\text{stvarno utrošeno kcal/min}}{5 \text{ radnih kcal/min}} - 1 \right) \cdot 100 (\%)$$

Prema *Lehmannu* (76) umjesto 5 kcal/min uzima se 4,17 kcal/min.

Taj način određivanja visine dodatka za odmor može se upotrijebiti samo kod srednje teških i teških radova i to, ako se isti rad obavlja dulje vrijeme bez prekida, ili kod različitih, približno jednako teških radova. Ako se izmjenjuju laki i teški radovi, već u samoj izmjeni angažiranih grupa mišića sadržan je izvjestan odmor, što je brojčano teško izraziti (*Spitzer-Hettinger*, 128). Ukoliko za pojedine radove ne postoje podaci o utrošku kalorija, *Lehmann* (77), *Spitzer-Hettinger* (128), *Birkwald-Pornschlegel* (12), *Hilf-Kaminsky* (53) kažu, da se može obaviti procjena utroška kalorija.

Prema *Schmidtu* (120) mišljenje je *Kaminskog*, koji se inače bavi istraživanjima u oblasti fiziologije rada, da je određivanje visine dodatka za odmor pomoću formula moguće, ali u praksi takva formula može biti samo pokazatelj.

Opće je mišljenje, da je učinak kraćih i češćih odmora jači nego duljih i rjeđih, ako mislimo na jednako ukupno trajanje svih odmora (*Lehmann*, 77; *Hilf*, 49; *Birkwald-Pornschlegel*, 12; *Böhrs*, 15).

Prema *Barnesu* (4) i *Böhrsu* (15) stvarni broj potrebnih odmora i duljina svakoga od njih zavisi o prirodi rada i može se na najzadovoljavajući način odrediti eksperimentima. Da bi se odredilo vrijeme kada treba koristiti odmore, potrebno je pratiti kretanje učinka.

*Böhrs* (15) na osnovi iskustva tvrdi, da kod najlakših radova dodatak za odmor treba iznositi, uključivši i dodatak za osobne potrebe, 10%.

*Birkwald-Pornschlegel* (12), *Lehmann* (76), *Böhrs* (15), *Gläser* (41) smatraju, da dodatak za odmor treba dodavati posebno pojedinim radnim zahvatima.

*Böhrs* (15), *Lehmann* (76), *Hilf* (49), *Bujas* (20) smatraju, da kod izvođenja radnih operacija, sastavljenih od više radnih zahvata sama promjena prethodne aktivnosti djeluje odmarajuće (aktivni odmori).

Na račun eliminiranja djelovanja otežavajućih okolnosti pri radu na smanjenje učinka određuju se dodaci, koji se ili pribrajaju u vremenskim jedinicama na čisto utrošeno radno vrijeme ili se dodaju u obliku postotka.

Kod svih radova u šumarstvu kao otežavajuće mogu djelovati slijedeće okolnosti — In all forestry works the following may act as worsening circumstances:

1. statički rad — Static work,
2. visoka i niska temperatura — High and low temperatures,
3. nagib i prohodnost terena — Slope and accessibility of terrain.

1. Za statički rad (*Böhrs*, 15; *Birkwald-Pornschlegel*, 12; *Spitzer-Hettinger*, 128) određuje se dodatak maksimalno do 10% na čisti utrošak vremena.

2. Prema *Hilfu* (49) u Njemačkoj već maksimalne dnevne temperature od 25 °C znatno snižuju učinak. Niske temperature također otežavaju rad. Kao mjerilo djelovanja visoke temperature uzima se efektivna temperatura (*Lehmann*, 77) (integralna vrijednost temperature, relativne vlage i gibanja zraka).



3. Nagib terena počinje negativno djelovati (*Hilf*, 48; *Hilscher*, 54) iznad 20% nagiba. Zbog otežavajućeg djelovanja nagiba terena na čisto utrošeno vrijeme povećava se dodatak s povećanjem nagiba, tako da kod nagiba od 70% dostiže 37% (*Geffa*, 37).

Ukupno efektivno radno vrijeme radne operacije sastoji se iz radnog vremena više radnih zahvata, koji mogu pripadati različitim kategorijama s obzirom na težinu rada i prema tome mogu zahtijevati različite dodatke odmora. Pored toga i trajanje pripremno-završnih i povremenih radova može zavisiti samo o trajanju određenih — dakle ne svih — osnovnih i sporednih radnih zahvata.

Prema tome obračunavanje dodatnog vremena na jedinstvenu osnovu moglo bi zadovoljiti samo u slučaju, kada je duljina dodatnog vremena utvrđena pomoću strukture radnog dana. Tako određena visina dodatnog vremena mogla bi zadovoljiti samo, ako odnos trajanja pojedinih zahvata ostaje i nadalje isti (*Böhrs*, 15). U slučaju da se taj odnos mijenja, visina dodatnog vremena ne može više zadovoljiti, pogotovo ako pojedini zahvati pripadaju raznim kategorijama težina rada.

Pored ostaloga toj radnji je cilj da omogući određivanje normi vremena kod različitog udjela trajanja pojedinih radnih zahvata kao i uz različite uvjete, pod kojimā se pojedini radni zahvati izvode. Sve radne operacije na smolarenju uglavnom se sastoje od rada na samom stablu te prijelaza od stabla do stabla. Stabla mogu biti međusobno različito udaljena na terenima različitog nagiba; bjeljenice se mogu nalaziti na stablima od žilišta do preko 4 metra od tla. Pored toga udio stabala s 1, 2, 3 i 4 bjeljenice na stablu može također varirati. Kod izvođenja radova na stablu dolazi do većeg umora ruku nego umora nogu, dok je kod prijelaza od stabla do stabla obrnut slučaj.

Sve nam to pokazuje, da kod izvođenja radova na smolarenju udio pojedinih radnih zahvata može vrlo varirati, a u vezi s time varira i umor radnika po težini i vrsti umora. Osim toga mijenja se i trajanje vremena za obavljanje povremenog rada.

Da bi dodatno vrijeme zadovoljilo kod mogućih različnih kombinacija udjela pojedinih radnih zahvata, kod naših se istraživanja određivalo posebno za pojedine radne zahvate, pri čemu se vodilo računa o uvjetima rada.

Kao baza na koju se obračunavalo i kojoj se dodavalo dodatno vrijeme poslužili su u prvom redu osnovni zahvati svih radnih operacija kod radova na smolarenju. Po potrebi ti su zahvati još podijeljeni i na elemente, o čemu će biti kasnije govora. Dalje je dodatno vrijeme dodano zahvatima prijelaza od stabla do stabla, a zatim svim ostalim radnim zahvatima, koji su se u tijeku rada pojavljivali.

Ukupni postotak dodatnog vremena za sve elemente određenoga radnog zahvata dobio sam na slijedeći način: elementi koji su poslužili kao osnova za određivanje dodatnog vremena izraženi su u obliku dijela jedinice 0,0 p u odnosu na vrijeme radnog zahvata, tako da je njihova suma iznosila 1,00. Svaki takav dio jedinice pomnožen je postotkom dodatnog vremena, koje odgovara odnosnom elementu. Zbrajanjem tih pojedinih postotaka dobio sam ukupni postotak dodatnog vremena za taj radni zahvat.

Kod određivanja visine dodatnog vremena visinu njegovih komponenta osim odmora (povremeni rad, osobne potrebe) odredio sam prema podacima, koje sam dobio snimanjem.

Visinu dodatnog vremena za kratke odmore tijekom rada, odvojeno po radnim zahvatima nisam mogao direktno odrediti iz rezultata provedenih istraživanja. Kao mjerilo da li je ukupno trajanje odmora bilo dovoljno ili nije, uzeto je kretanje visine srednjih utrošaka vremena između pojedinih odmora. Međutim, takva konstatacija odnosila se na sve zahvate radne operacije zajedno pa ne pruža mogućnost, da se na osnovi toga rezultata odredi visina dodatnog vremena za pojedine radne zahvate.

Zato sam visinu dodatnog vremena za odmor po pojedinim radnim zahvatima odredio služeći se rezultatima istraživanja iz literature. Rezultati navedenih istraživanja poslužili su u pogledu visine dodatnog vremena za odmor kao kontrola, da li suma dodatnog vremena za odmor, dodijeljena pojedinim radnim operacijama za određene radne uvjete odgovara dodatnom vremenu, za koje sam u istraživanjima konstatirao da zadovoljava. Prema tome iako indirektno, određivanje dodatnog vremena za odmor po pojedinim zahvatima obavljeno je na osnovi rezultata provedenih istraživanja.

U daljnjem izlaganju prikazat ću način kao i rezultate određivanja visine dodatnog vremena zahvatima za prijelaz od stabla do stabla, posebno kod pojedinih radnih operacija, a zatim za osnovne i druge zahvate, također po pojedinim radnim operacijama.

#### 1. *Određivanje dodatnog vremena zahvatima za prijelaz od stabla do stabla — Determination of allowance for the sub-operation of walking from tree to tree*

Ovaj se dodatak određuje zahvatima za prijelaz od stabla do stabla kod pojedinih radnih operacija, jer je brzina prijelaza kod izvođenja pojedinih radnih operacija različita, što dovodi do nejednakog stupnja umora. Osim toga kod nekih radnih operacija prilikom prijelaza radnik nosi različite predmete, što ga posebno umara, a kod nekih radnih operacija prenosi predmete, težina kojih se može zanemariti (na pr. abšot kod zarezivanja).

Kod računanja visine dodatnog vremena za odmor služio sam se kod spomenutoga radnog zahvata rezultatima fizioloških istraživanja *Gläsera* (40) i *Spitzer-Hettingera* (128). U tom drugom radu izloženi su utrošci kcal/min za različite vrste radova, a u prvom je izložen način za obračunavanje utroška kalorija kod hodanja različitim brzinama u raznim smjerovima — s obzirom na nagib — te kod različitih nagiba.

*Gläser* je odredio konstante za hod (*Gehkonstante*), tj. potrebnu količinu kalorija za pokretanje 1 kg (težine tijela, uključivši i odijelo, zatim tereta) na udaljenosti od 1 m. Konstante za hod određene su za kretanje u horizontalnom smjeru (posebno za ravni teren, a kod nagnutog terena u smjeru slojnica), za silaženje okomito na slojnice te koso silaženje.

Za penjanje uzbrdo okomito na slojnice i koso penjanje određene su još i konstante za penjanje (*Steigekonstante*). Za sve nabrojene kategorije terena i vrste hodanja konstante za hod, odnosno penjanje određene su posebno za hod bez tereta i za hod s teretom.

Utrošak kcal/min. dobije se tako, da se konstanta za hod pomnoži težinom tijela radnika, kojoj se u određenim slučajima pribroji i težina predmeta, koje radnik nosi.

$$\text{kcal/min} = \frac{G \cdot c \cdot k}{1000}$$

G = težina tijela (kg), uz dodatak težine odijela i eventualno predmeta koje radnik nosi — Weight of body (kg) plus weight of clothes and possible things carried by operative,  
 c = brzina hoda (m/min) — Walking speed (m/min),  
 k = konstanta za hod — Walk constant.

Taj se izraz upotrebljava za određivanje utroška kalorija za hodanje po ravnom terenu, kod kretanja u smjeru slojnic na strmom terenu, zatim kod okomitoga i kosog silaženja. Kod okomitoga i kosog penjanja utrošak energije izračunava se po slijedećem izrazu:

$$\text{kcal/min} = \frac{K \cdot a + c \cdot k}{1000} \cdot G$$

K = konstanta za penjanje — Climbing constant,  
 a = vertikalna kateta trokuta penjanja (m) — Perpendicular of the right climbing triangle (m).

Kod računanja kcal/min koristio sam konstante, koje je odredio Gläser, a po potrebi neke konstante sam odredio interpolacijom.

Za obračun sam koristio brzine hoda kod izvođenja pojedinih radnih operacija, koje sam utvrdio vlastitim istraživanjima (str. 163).

Potrebno je još primijetiti slijedeće: kod rada na strmom terenu radnik, prelazeći od stabla do stabla nastoji se kretati po slojnicama. Međutim, ako radnik počne rad na grebenu, tendencija kretanja je prema dolje. U tome slučaju kretanje radnika može se podijeliti u tri komponente: horizontalno kretanje po slojnicama, koso prema dolje i (mada u manjem opsegu) kretanje koso prema gore. Ako radnik započne posao na podnožju šastojine, kretanje će se odvijati kao i u prethodnom slučaju, samo će odnos između udjela hoda koso prema gore i dolje biti obrnut nego u prethodnom slučaju.

S obzirom da radnik troši manje energije, kada mu je smjer rada od grebena prema podnožju, treba smjer kretanja tako i organizirati.

Promatrajući kretanje radnika na terenu, došao sam do zaključka, da je odnos duljine prijeđenog puta po strmom terenu slijedeći: hod u slojnicama : hod koso prema dolje : hod koso prema gore = 2 : 2 : 1, što sam kod obračuna utroška energije uzeo u obzir. Kod obračunavanja utroška energije uzeo sam težinu radnika sa 70 kg, prema dobivenim rezultatima težinu odijela i obuće s 3 kg, ukupno 73 kg. S tom težinom sam računao kod orumenjivanja kao i kod zarezivanja.

Kod premiještanja pribora za rad bez ljestvica uzeo sam još u obzir težinu oruđa (klijesta, dlijeto i čekić) ukupno 3 kg, a kod rada s ljestvicama još i težinu ljestvica 3 kg.

Kod sakupljanja smole posebno je razmatran prijelaz od stabla do stabla, a posebno iznošenje smole i povratak u sastojinu. U prvom slučaju uzeo sam kao i ranije težinu radnika, odijela i obuće sa 73 kg te težinu praznog vedra s 2 kg, ukupno 75 kg. Netto-težina punog vedra smole iznosila je prema podacima istraživanja 10 kg. Težina smole u vedru na početku sakupljanja je 0, a zatim se vedro postupno puni do 10 kg netto. Prema tome kod prijelaza od stabla do stabla srednja težina radnika i vedra sa smolom iznosila je:  $73 + 2 + \frac{0 + 10}{2} = 80$  kg.

Kod iznošenja smole do tovarne kante odnosno bureta uzeta je u obzir netto-težina smole od 10 kg, tako da je ukupna težina za radnika, vedro i smolu iznosila  $73 + 2 + 10 = 85$  kg. Smjer kretanja radnika kod iznošenja uzet je — prema zapažanjima na terenu — kao penjanje odnosno silaženje okomito na slojnice.

Kod povratka u sastojinu, s obzirom da je radnik nosio samo prazno vedro, težina radnika iznosila je 75 kg.

Pomoću tako određenih težina radnika, konstanti za hod i penjanje te brzina kretanja radnika kod pojedinih radnih operacija, izračunat je na naprijed opisani način utrošak energije (kcal/min).

Kod određivanja dodatka za odmor uzeo sam u obzir smanjenje umora zbog djelovanja aktivnih odmora, tj. da se umor smanjuje, ako se izmjenično obavljaju radni zahvati, kod kojih se angažiraju i druge grupe mišića.

Kod određivanja smanjenja postotka dodatka za odmor zbog navedenog razloga poslužio sam se rezultatima istraživanja *Böhrsa* (15, Tab. I, str. 125). Postotak smanjenja dodatka za odmor uslijed djelovanja aktivnih odmora iznosi prema *Böhrsu* 33 do 40% od dodatka.

Visinu dodataka za odmor na osnovi utroška kcal/min izračunao sam prema već spomenutoj formuli *Böhrsa*.

Visinu postotka dodatka za odmor iz podataka o utrošku energije u slučajima kada je utrošak energije manji od 5 kcal/min odredio sam grafički (*Böhrs*, 15, str. 115, Graf. 2).

Iako se takav način određivanja odmora temelji i na iskustvu (gore spomenuto smanjenje dodatka za odmor zbog djelovanja aktivnih odmora), za sada s obzirom na postojeće rezultate istraživanja ne preostaje druga mogućnost.

Efektivnim utrošcima vremena za prijelaz od stabla do stabla dodan je samo dodatak za odmor.

Visine dodataka za odmor zahvatima prijelaza od stabla do stabla kod pojedinih radnih operacija prikazane su za različite nagibe terena u Tab. 16.

Pomoću tih dodataka i čistog vremena prijelaza od stabla do stabla, koje se odredi pomoću brzina kretanja kod pojedinih radnih operacija, za razne međusobne udaljenosti stabala, odredi se ukupno vrijeme potrebno za prijelaz.

Dodatna vremena, koja su dodijeljena zahvatima za prijelaz od stabla do stabla kod pojedinih radnih operacija, vrijede i za zahvate obilaženja oko stabla odnosnih radnih operacija.

Osnovno tehnološko vrijeme »t<sub>0</sub>« za skidanje pribora na visini 4,1 m na terenima raznog nagiba — Main time »t<sub>0</sub>« for removing the equipment at 4,1 m height on terrains of different slopes

Tab. 15

Nagib terena — Slope		°	5°45'	12°40'	15°20'	18°00'	20°30'	23°00'	25°00'	27°40'	29°50'	32°00'	34°00'	35°50'	37°45'
		‰	10,0	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5
Osnovno tehnološko vrijeme -Main time	Broj bjeljenica na stablu — No of faces on tree	1/100 min													
	1	98,2	100,1	101,1	102,1	104,1	105,1	107,0	108,0	110,0	111,0	112,9	113,9	115,9	
	2	135,7	138,4	139,8	141,1	143,8	145,2	147,9	149,3	152,0	153,3	156,0	157,4	160,1	

Koeficijenti dodatnog vremena vremenu prijelaza radnika od stabla do stabla kod pojedinih radnih operacija za razne nagibe terena — Coefficients of allowances on worker's time for walking from tree to tree at individual operations for different slopes of terrain

Tab. 16

Radna operacija — Operation	Nagib terena — Slope													
	°	5°45'	12°40'	15°20'	18°00'	20°30'	23°00'	25°20'	27°40'	29°50'	32°00'	34°00'	35°50'	37°45'
	‰	10,0	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5
Orumenjivanje stabala Reddening of trees		1,12	1,14	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,22	1,23	1,24	1,25
Premiještanje pribora do 1,7 m vis. Raising of equipment up to 1,7 m height		1,12	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26
Premiještanje pribora iznad 1,7 m visine Raising of equipment above 1,7 m height		1,13	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,27	1,28	1,28
Zarezivanje bjeljenica — Face cutting		1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,19	1,21	1,21	1,22	1,22	1,23	1,24
Sakupljanje smole — Resin collection		1,14	1,17	1,18	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,27	1,28	1,29	1,31	1,32

## 2. Određivanje dodatnog vremena osnovnim radnim zahvatima pojedinih radnih operacija — *Determination of allowances to the main times of individual operations*

Dodatno vrijeme osnovnim vremenskim zahvatima sastoji se kod svih radnih operacija iz dodatka za odmor i dodatka za povremene radne zahvate (o dodatku za osobne potrebe bit će riječi kasnije). Izvjesne specifičnosti bit će posebno spomenute.

Kako se iz izloženoga vidi, dodatak na račun povremenih zahvata dodavan je samo na osnovne vremenske zahvate. To je učinjeno zato, jer trajanje povremenih radnih zahvata zavisi samo o trajanju osnovnih zahvata.

Uzmimo kao primjer oštrenje alata kod orumenjivanja stabala i zarezivanja bjeljenica. Koliko se više orumeni rumenica odnosno zareže bjeljenica, toliko će više vremena biti potrebno za oštrenje alata u pravnom omjeru s utroškom vremena za glavni zahvat, a bez zavisnosti o utrošku vremena za hod od stabla do stabla. Dapače, ukoliko je utrošak vremena za hod veći, utoliko je manji utrošak vremena za zarezivanje odnosno orumenjivanje, pa je prema tome i za oštrenje alata potrebno manje vremena.

Kao daljnji primjer zavisnosti povremenog rada uzet ću namiještanje i izmjenjivanje lončića prilikom zarezivanja. Naime, neki se lončići pomaknu sa svoga ispravnog položaja na stablu, pa ih je prilikom zarezivanja potrebno opet namjestiti. Osim toga neka stabla luče više smole, i lončić se prije redovnog sakupljanja napuni smolom. Pored takvih stabala nalaze se na tlu rezervni lončići, pa se prilikom zarezivanja puni lončići skidaju i stavljaju pored stabla, a prazni se postavljaju na stablo. Ukoliko se više bjeljenica zareže, vjerojatno je da će biti potrebno izmijeniti i veći broj lončića. Prema tome trajanje i toga radnog zahvata kao i onoga za oštrenje alata zavisi o trajanju osnovnoga radnog zahvata.

Zato je dodatak za povremene radove uzet kao postotak u odnosu na trajanje osnovnih radnih zahvata, odvojeno kod pojedinih radnih operacija.

S obzirom da se kod obrazlaganja dodatka za povremene radove treba pozvati na iste izvore, najprije ću izložiti određivanje dodatka za povremene radove svima osnovnim radnim zahvatima, a zatim pojedinačno određivanje dodatka za odmor.

Visina dodatka za povremene radove kod pojedinih radnih operacija određena je pomoću odnosa između vremena za povremene radove i osnovnog vremena (Tab. 17).

Postoci povremenog rada kod orumenjivanja za prvu i drugu godinu istraživanja znatno se razlikuju. Tome je razlog, što su se radnici u prvoj godini istraživanja nedovoljno odmarali, kako je to već prije napomenuto. Zato je visina postotka dodatka uzeta iz druge godine istraživanja.

Kod radnih operacija premiještanja pribora i zarezivanja bjeljenica, budući da se vrijeme za povremene radove u prvoj i drugoj godini istraživanja neznatno razlikovalo, određen je dodatak na osnovi srednje vrijednosti vremena za povremene radove u prvoj i drugoj godini istraživanja. Kod sakupljanja smole postoci vremena za povremeni rad u prvoj i drugoj godini istraživanja razlikuju se međusobno više nego kod pret-

Postotak vremena povremenog rada u odnosu na osnovno tehnološko vrijeme u prvoj i drugoj godini istraživanja — Percent of time of temporary work versus main time in the 1st and 2nd years of investigations

Tab. 17

Radna operacija Operation	Godina istraživanja Year of investigation	
	1	2
	‰	
Orumenjivanje stabala Reddening of trees	3,39	1,52
Premiještanje pribora Raising of equipment	2,79	2,42
Zarezivanje bjeljenica Face cutting	9,04	10,25
Sakupljanje smole Resin collection	0,79	1,88

hodne dvije radne operacije, ali kako su oni okruglo 1,0 odnosno 2,0‰, uzeo sam visinu dodatka 1,5‰.

I dodatku za povremeni rad pribrojen je dodatak za odmor na slijedeći način:

Dodatak za povremeni rad kod premiještanja pribora iznosi 2,6‰, a postotak odmora na taj dodatak iznosi 12‰, pa se ukupni dodatak povećava na:  $2,6 + \frac{2,6 \cdot 12}{100} = 2,9‰$ .

Još ću se ukratko osvrnuti na način određivanja visine dodatka za odmor osnovnim i povremenim radnim zahvatima: visina potrebnog dodatka za odmor nije se mogla, kako je prije rečeno, utvrditi za pojedine zahvate egzaktnim mjerenjima, pa sam se kod određivanja visine dodatka za odmor za osnovne i povremene radne zahvate poslužio rezultatima istraživanja Böhrsa (15, Tab. 5, str. 128).

Kod određivanja potrebnog dodatka za odmor i ovdje sam pri korištenju navedene tabele uzeo u obzir djelovanje aktivnih odmora, uvažujući pri tome postotke pojedinih radnih zahvata unutar operativnog vremena, odnosno postotke pojedinih elemenata unutar određenoga radnog zahvata.

Posebno sam uzeo u obzir dodatak zbog statičkog opterećenja pri radu i to prema Böhrsu (15) od 0 do 3‰ prema stupnju opterećenja. Birkwald i Pornschlegel (12) uzimaju dodatak za slabo do srednje statičko opterećenje u iznosu od 0 do 2,5‰.

Navedeni dodatak rasporedio sam po radnim zahvatima pojedinih radnih operacija, prema visini slivnika od tla, uzimajući u obzir slijedeće okolnosti:

Konstatirano je, da je na svim nagibima terena kod svih radnih operacija utrošak vremena na 0,2 m visine slivnika od tla relativno visok; zatim se do izvjesne visine slivnika od tla smanjuje i silazi na minimum, da bi se opet povećanjem visine slivnika od tla povećavao.

Na visini slivnika od tla, na kojoj je utrošak vremena bio minimalan, nije bilo statičkog opterećenja, dok se odavle statičko opterećenje, i prema gore, i prema dolje pojavljivalo i postupno pojačavalo.

Zato minimalnom utrošku vremena nisam odredio dodatak za statičko opterećenje, a kako su se kod rada na stablu prema dolje i prema gore utrošci vremena povećavali, tako sam povećavao i dodatak za statičko opterećenje.

Posebno dolazi još u obzir i dodatak zbog djelovanja visoke temperature zraka. Kako je već rečeno, kao mjerilo otežavajućeg djelovanja visoke temperature uzima se efektivna temperatura.

Prema *Lehmannu* (77) efektivna temperatura počinje nepovoljno djelovati od 25° na više. CPZ određuje dodatak zbog otežavajućih okolnosti već kod efektivne temperature od 18,5° (*Taboršak*, 137). Kod određivanja efektivne temperature CPZ ne uzima u obzir gibanje zraka, nego samo temperaturu suhog termometra i relativnu vlagu.

Na području istraživanja u mjesecima ožujku i travnju, kada se obavljaju pripremni radovi, temperatura je dovoljno niska, pa kod radova ne dolazi u obzir dodatak zbog otežavajućeg djelovanja visoke temperature.

Međutim, glavni radovi, zarezivanje bjeljenica i sakupljanje smole izvode se od početka svibnja i traju do kraja rujna ili do polovice listopada.

Srednje vrijednosti temperature uzete su kao prosjek za mjeseci V, VI, VII, VIII i IX za sve godine promatranja.

Prosječna maksimalna dnevna temperatura iznosi 24,4 °C, a prosječna srednja dnevna temperatura 16,1 °C. Sredina između te dvije vrijednosti iznosi 20,3 °C; brzina kretanja vjetra iznosi u prosjeku za navedene mjeseci 1,65 m/sek; srednja relativna vlaga je 72,9%.

Prema *Eisenmannu* (29) za temperaturu suhog termometra 24,4 °C i relativnu vlagu od 72,9% temperatura vlažnog termometra je 20,5 °C, a za temperaturu suhog termometra 20,3 °C i navedeni postotak relativne vlage temperatura vlažnog termometra iznosi 16,8 °C.

Prema *Yaglou* (*Lehmann*, 77, str. 250, Sl. 145) za temperaturu suhog termometra 24,4 °C i vlažnoga 20,5 °C te navedenu brzinu gibanja zraka efektivna temperatura je 17,0 °C, a za temperaturu suhog termometra 20,3 °C i vlažnoga 16,8 °C efektivna temperatura je 11,7 °C.

Prema *Lehmannu* (77, str. 251, Sl. 146) te efektivne temperature ne smanjuju radnu sposobnost, a pogotovo je prema tome ne smanjuje niža efektivna temperatura. Iz toga slijedi, da na račun visoke temperature na području istraživanja ne bi trebalo uzimati nikakav dodatak.

Međutim CPZ za navedenu relativnu vlagu i temperaturu suhog termometra od 24 °C već određuje dodatak na račun otežavajućih okolnosti. Istina, CPZ tretira te odnose u zatvorenim prostorijama.

*Birkwald* i *Pornschlegel* (12) preporučuju dodatak od 0—4%, kada je temperatura u prostoriji od 20 do 25%.

U odnosu na visinu odmora kod zarezivanja u prvoj godini istraživanja (ta visina je bila zadovoljavajuća) visina dodatka za odmor, koju sam dodao prema *Böhrsu*, bila je niža. Smatram, da je izvjestan postotak odmora potrebno dodati na račun otežavajućih okolnosti djelovanja visoke temperature, što kod *Böhrsa* nije obuhvaćeno. Opširnije o tome bit će kasnije.



S obzirom na ovo, što sam napomenuo o djelovanju visoke temperature na učinak, može se zaključiti, da je kod zarezivanja bjeljenica, koje se obavlja i pri najvećim vrućinama ipak potrebno dati izvjestan dodatak na račun otežavajućih djelovanja visoke temperature na učinak.

Kao primjer određivanja dodatnog vremena uzeta je radna operacija zarezivanja bjeljenica. Zatim će za sve radne operacije biti prikazana struktura dodatnog vremena.

Kod radne operacije zarezivanja bjeljenica za povremene radne zahvate uzet je dodatak od 9,6%. Prema tabeli 17 taj postotak za prvu godinu istraživanja iznosi 9,04%, a za drugu godinu 10,25%, pa je uzeta srednja vrijednost tih dvaju postotaka.

Kod određivanja visina dodatka za odmor posebno sam promatrao zarezivanje abšotom od zarezivanja raskleom. Zarezivanje abšotom uzeo sam kao lak do srednje težak rad; udio zahvata za zarezivanje u operativnom vremenu pada u raspon od 36 do 70%, pa sam prema tabeli *Böhrsa* odredio dodatak za odmor 12,0%; dodatak za statičko opterećenje uzeo sam 0 do 3%.

Ispurnost te visine dodatka za odmor ispitao sam na slijedeći način:

U tabeli 3 vidimo, da u prvoj godini istraživanja postotak odmora u odnosu na operativno vrijeme u prosjeku iznosi 10,8%; odmor za vrijeme ručka, kada se odbije 30 minuta za uzimanje samog obroka, iznosi 6,2%; od neopravdanog prekida vremena možemo uzeti 50% za odmor (0,8%), tako da ukupni odmor iznosi 17,8%.

U drugoj godini istraživanja postotak dodatka za odmor je veći nego u prvoj godini istraživanja. Kada se uzmu u obzir sva vremena koja se mogu smatrati odmorom, vrijeme za odmor u odnosu na operativno vrijeme iznosi 22,9%.

Međutim, kada pogledamo već prije spomenute grafikone kretanja srednjih utrošaka vremena od odmora do odmora za prvu godinu istraživanja, vidimo da vrijeme trajanja odmora zadovoljuje.

Iz grafikona (Sl. 6) za drugu godinu istraživanja, kada je postotak vremena odmora bio znatno veći, utvrđeno je da je kretanje srednjih utrošaka vremena slično kao i u prvoj godini istraživanja. Prema tome, već su dodaci odmora u prvoj godini smolarenja postigli svrhu, tj. da se održi jednak intenzitet rada. Stoga sam postotak odmora u prvoj godini istraživanja uzeo, da ispitam opravdanost visine obračunatog dodatka za odmor.

Za podatke u tabeli 3 (1. godina istraživanja, zarezivanje abšotom) prosječna visina slivnika od tla iznosi 190 cm, a prosječni nagib terena 18,4°. Udio pojedinih zahvata u operativnom vremenu iznosi:

1. zarezivanje bjeljenica . . . . .	0,666
2. prijelaz od stabla do stabla . . . . .	0,334

Pomnoženo postotkom dodatka za odmor:

$$0,666 \cdot 12,0 = 8,0$$

$$0,334 \cdot 15,0 = 5,0$$

Dodatak iznosi: 13,0

Visinu dodatka za odmor za zahvat pod 2. odredio sam iz Tab. 16.

Tako određena visina dodatka za odmor bez dodatka za statičko optećenje manja je za oko 4,5% od one u Tab. 3.

Iz tabele struktura vremena za orumenjivanje stabala, premiještanje pribora i zarezivanje bjeljenica za prvu godinu istraživanja (Tab. 3) vidi se, da je vrijeme odmora kod zarezivanja veće za oko 6% nego kod ostalih dviju navedenih radnih operacija. Rad na zarezivanju bjeljenica nije teži te prema tome razlog, da je radnik sam po vlastitoj inicijativi uzimao više odmora, može se djelomično pripisati otežavajućem djelovanju vrućine. Kako je već spomenuto, rad na zarezivanju odvija se i u vrijeme najvećih vrućina. Rad na orumenjivanju i premiještanju obavljen je u ožujku i travnju, dakle u vrijeme kada je temperatura bila niža, tako da su se radnici zbog hladnoće manje odmarali nego što im je bilo potrebno, što se kako smo vidjeli, negativno odrazilo na njihov učinak. Prema tome razlika u postotku odmora između te dvije radne operacije i zarezivanja bjeljenica trebala je biti manja. Međutim, na jednoj strani negativno djeluje niska, a na drugoj visoka temperatura. Zato sam kod zahvata zarezivanja bjeljenica na račun otežavajućeg djelovanja vrućine odredio dodatak od 3%.

Kod radnog zahvata zarezivanja bjeljenica raskleom odredio sam prema tabeli *Böhrsa* dodatak za odmor od 15%, s obzirom da osnovni zahvat u operativnom vremenu sudjeluje s preko 70%.

Sve ostale komponente dodatnog vremena određene su kao kod radnog zahvata zarezivanja bjeljenica abšotom.

Kod sakupljanja smole utrošak vremena za iznošenje, istresanje smole i povratak u sastojinu uzet je u obliku postotka prema osnovnom vremenu. Kod visine dodatka u postotku uzet je u obzir nagib terena, a kod osnovnog vremena kao temelja za obračun dodatka imalo se u vidu, da se od određene visine s promjenom visine bjeljenice na stablu utrošak vremena za rad povećava, a količina sakupljene smole smanjuje, što utječe i na visinu dodatka za iznošenje i istresanje smole te za povratak. Dodatak za navedene radne zahvate, uključivši i njima priračunate odmore, kretao se s obzirom na nagib terena od 33,9% do 39,5%.

Po istom principu ispitana je i određena visina dodatnog vremena i za osnovne radne zahvate ostalih radnih operacija.

Kod radnog zahvata struganja struša u dodatno vrijeme uključen je i dodatak za iznošenje, istresanje struša te povratak u sastojinu.

U dodatno vrijeme kod raznošenja lončića pored dodatka za odmor uključeno je i vrijeme odlaska po lončiće, uzimanja lončića i povratka u sastojinu. S obzirom na kratko trajanje osnovnog zahvata postotak dodatnog vremena vrlo je visok.

Postotak dodatnog vremena osnovnom zahvatu za otvaranje bjeljenica uzet je u iznosu od 16,5%, a za postavljanje pribora 19%. Za skidanje pribora dodatno vrijeme određeno je kao za zahvat premiještanja pribora u maksimalnom iznosu od 20,9%.

U tabeli 18 prikazani su koeficijenti dodatnog vremena osnovnom tehnološkom vremenu pojedinih radnih operacija.

U tabeli 19 prikazani su utrošci osnovnih tehnoloških vremena s dodatnim vremenom ( $t_0 \cdot 1,0 t_d$ ) za neke radne operacije.

Koeficijenti dodatnog vremena osnovnom tehnološkom vremenu pojedinih radnih operacija za različite visine slivnika od tla i različite nagibe terena — Coefficients of allowances on main time of individual operations for different heights of gutter above ground and different slopes

Tab. 18

Radna operacija — Operation	Visina slivnika od tla — Gutter height above ground, m													
	0,2	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
Orumenjivanje stabala Reddening of trees	1,184	1,174	1,168	1,165	1,165	1,167	1,170	1,175	1,180	1,185	1,189	1,193	1,195	1,195
Premiještanje pribora Raising of equipment	—	1,190	1,171	1,162	1,160	1,165	1,179	1,182	1,187	1,101	1,196	1,201	1,205	1,209
Zarezivanje abšotom 1 bjeljenice Cutting 1 face with tapping axe	1,264	1,256	1,251	1,247	1,246	1,247	1,251	1,257	1,265	1,276	—	—	—	—
Zarezivanje abšotom 2 bjeljenice Cutting 2 faces with tapping axe	1,254	1,250	1,247	1,246	1,246	1,249	1,253	1,259	1,266	1,276	—	—	—	—
Zarezivanje abšotom 3 bjeljenice Cutting 3 faces with tapping axe	1,276	1,257	1,248	1,246	1,250	1,257	1,265	1,271	1,273	—	—	—	—	—
Zarezivanje raskleom 1 bjeljenice Cutting 1 face with rasplet	—	—	—	—	—	—	1,276	1,279	1,283	1,289	1,294	1,299	1,303	1,306
Izlijevanje vode kod zarezivanja Pouring water from cups at facing	—	—	—	—	1,050	1,050	1,059	1,072	1,074	1,076	1,077	1,088	1,089	1,090
Struganje struška — Removing the scrape	1,269	1,266	1,265	1,265	1,262	1,260	1,258	1,256	1,257	1,258	1,259	1,266	1,274	1,286
Sakupljanje smole — Resin collection	1,140	1,140	1,135	1,135	1,135	1,135	1,140	1,140	1,140	1,140	1,145	1,145	1,145	1,145
	Nagib terena — Slope													
	°	5°45'	12°40'	15°20'	18°00'	20°30'	23°00'	25°20'	27°40'	29°30'	32°00'	34°00'	35°50'	37°45'
	%	10,0	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5
Koeficijenti radi iznošenja i istresanja smole te povratka u sastojinu Coefficients for bringing out and emptying resin and return to stand		1,339	1,342	1,345	1,346	1,352	1,354	1,359	1,364	1,369	1,373	1,380	1,386	1,395
Raznošenje lončića — Distribution of cups		5,04	5,09	5,12	5,17	5,20	5,24	5,30	5,37	5,42	5,47	5,55	5,62	5,72

OSNOVNO TEHNOLOŠKO I DODATNO VRIJEME (L. 40 L.) NEKIH RADNIH OPERACIJA ZA RAZLIČITE VISINE SLIVNIKA OD TLA I RAZLIČITE NAGIBE TERENA - MAIN TIME AND ALLOWANCES (L. 40 L.) OF SOME OPERATIONS FOR DIFFERENT HEIGHTS OF GUTTER ABOVE GROUND AND DIFFERENT SLOPES

TAB. 19

VISINA SLIVNIKA OD TLA GUTTER HEIGHT ABOVE GROUND	RADNE OPERACIJE - OPERATIONS																										
	ORUMENJAVANJE STABALA REDDENING OF TREES			PREMIJEŠTANJE PRIBORA RAISING OF EQUIPMENT			ZAREZIVANJE OJELIENICA - FACE CUTTING WITH						RASKLEDH RASCLET		SAKUPLJANJE SMOLE RESIN COLLECTION		STRUGANJE STRUŠKA REMOVING THE SCRAPE		IZLIJEVANJE VODE POURING WATER OUT OF CUPS								
							ABŠOTOM - TAPPING AXE														1		2		3		
	BROJ OJELIENICA - NUMBER OF FACES						1		1		1		1		1												
	1						2						3		1		1		1								
NAGIB TERENA - SLOPE																											
9° 55' 25° 20' 37° 45' 9° 55' 25° 20' 37° 45' 9° 55' 25° 20' 37° 45' 9° 55' 25° 20' 37° 45' 9° 55' 25° 20' 37° 45' 9° 55' 25° 20' 37° 45' 9° 55' 25° 20' 37° 45'																											
NAGIB TERENA % - SLOPE %																											
47,5 47,5 77,5 47,5 47,5 77,5 47,5 47,5 77,5 47,5 47,5 77,5 47,5 47,5 77,5 47,5 47,5 77,5 47,5 47,5 77,5 47,5 47,5 77,5																											
1/100 MIN.																											
0,2	166,4	182,2	198,1	—	—	—	273	28,5	302	50,6	52,2	53,8	84,3	86,9	92,5	—	—	—	677	78,4	90,1	80,8	88,9	96,2	—	—	—
0,5	146,3	162,0	177,7	166,9	192,4	217,9	25,6	26,8	28,5	49,2	50,8	52,4	70,9	76,4	84,9	—	—	—	636	74,4	84,5	84,7	90,6	99,8	—	—	—
0,8	134,0	149,6	165,2	144,5	169,6	194,7	24,4	25,7	27,3	48,3	49,9	51,5	65,9	74,4	76,9	—	—	—	628	73,6	83,7	73,1	83,6	97,3	—	—	—
1,1	128,1	143,7	159,2	133,2	158,2	183,1	23,7	24,9	26,6	46,0	48,4	51,2	65,1	70,6	76,1	—	—	—	633	74,1	86,2	78,2	87,6	97,0	—	—	—
1,4	127,6	143,2	158,7	131,4	156,3	181,2	23,5	24,9	26,4	48,2	49,8	51,4	67,1	72,6	78,1	—	—	—	64,2	73,6	87,0	76,9	86,4	93,3	6,9	8,1	9,0
1,7	131,4	147,0	162,5	137,5	162,5	187,5	23,7	25,0	26,7	49,0	50,6	52,2	70,8	76,3	84,9	—	—	—	66,0	76,8	88,7	75,4	86,4	93,5	7,5	8,6	9,7
2,0	138,4	154,1	169,7	150,5	175,8	201,1	24,5	25,7	27,4	50,2	51,9	53,5	75,0	80,6	86,2	26,9	29,9	40,0	67,1	77,8	89,0	74,7	82,9	94,8	9,7	11,2	12,6
2,3	147,7	163,4	179,1	167,1	192,5	217,9	25,7	26,9	28,4	52,1	53,7	55,3	78,5	84,1	89,2	29,1	32,6	42,7	68,6	79,4	94,2	74,3	82,5	89,9	13,2	15,0	16,8
2,6	158,2	174,0	189,7	187,4	212,8	238,3	27,1	28,7	30,4	54,4	56,1	57,7	80,0	85,6	91,2	33,1	36,4	46,5	70,8	81,4	93,2	74,7	82,2	89,7	12,8	14,6	16,2
2,9	168,9	184,7	200,5	209,9	235,6	261,0	29,7	30,9	32,6	57,4	59,1	60,7	—	—	—	37,4	40,9	51,1	74,9	85,4	97,1	75,2	82,0	89,5	14,4	16,1	17,9
3,2	178,9	194,5	210,4	233,5	259,2	284,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44,9	45,6	55,9	76,5	87,1	98,7	77,7	84,7	91,7	14,9	16,7	18,4
3,5	186,3	202,2	218,1	256,8	282,5	308,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46,2	50,1	60,4	78,4	88,9	100,4	84,8	89,2	95,7	17,8	19,8	21,8
3,8	190,7	206,7	222,6	278,3	304,2	330,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49,7	53,9	64,1	79,9	90,3	101,8	87,0	94,0	101,8	18,3	20,3	22,3
4,1	190,8	206,8	222,8	296,8	322,7	348,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52,0	56,3	66,6	80,3	90,7	102,1	94,4	101,9	110,4	18,4	20,5	22,5

*Dodatak za osobne potrebe — Allowance for personal needs*

Kao osnova za obračunavanje pojedinih dodataka dosad su uzimana osnovna vremena pojedinih radnih zahvata posebno, budući da su određeni dodaci zavisili uvijek o jednom zahvatu.

Međutim, druga je stvar s dodatkom za osobne potrebe. Osobne se potrebe obavljaju tijekom cijeloga radnog dana te prema tome zavise o trajanju svih radnih zahvata, koji se tijekom rada izvode kao i od ostalog vremena, provedenoga na radu. Zbog toga kao osnova za dodavanje dodatka za osobne potrebe treba služiti razlika između ukupnoga radnog vremena i vremena za osobne potrebe.

*Postotak vremena za osobne potrebe za prvu i drugu godinu istraživanja — Percentage of time for personal needs for the 1st and 2nd years of investigations*

Tab. 20

Radna operacija Operation	Godina istraživanja Year of investigation		Prosjek Average
	1	2	
	%		
Orumenjivanje stabala Reddening of trees	2,8	1,4	1,9
Premiještanje pribora Raising of equipment	2,1	1,5	1,8
Zarezivanje bjeljenica Face cutting	1,0	1,6	1,3
Sakupljanje smole Resin collection	0,9	0,8	0,8
Prosjek Average	1,5	1,4	1,4

U tabeli 20 prikazan je postotak vremena za osobne potrebe, obračunat na navedenu osnovu. Taj je postotak računat posebno za pojedine radne operacije u prvoj i drugoj godini istraživanja, zatim zajedno za sve radne operacije u svakoj godini i konačno kao prosjek za obadvije godine istraživanja — prvo pojedinačno za pojedine radne operacije, a zatim za sve radne operacije zajedno.

Kako se u tabeli 20 vidi, postotak vremena za osobne potrebe iznosi u prosjeku 1,4% i 1,5%, pa je kao konačna vrijednost uzeto 1,5%.

Već je prije izloženo mišljenje drugih autora o visini postotka vremena za osobne potrebe.

Budući da je sve vrijeme rada i prekida kod pojedinih radnih operacija osim vremena za osobne potrebe sadržano u vremenu (s dodacima) zahvata za prijelaz od stabla do stabla, osnovnog zahvata i zahvata za obilaženje oko stabla — ukoliko to vrijeme dolazi u obzir — potrebno je te utroške vremena zbrojiti i taj zbroj pomnožiti koeficijentom dodatka za osobne potrebe (1,015).

ODREĐIVANJE NORME VREMENA I DNEVNE NORME — DETERMINATION  
OF STANDARD TIME AND OF DAILY STANDARD

Normu vremena odredit ću po već poznatoj formuli iz poglavlja »Metodika rada«.

$$T = (t_o \cdot 1,0 t_d + t_h \cdot 1,0 t_{dh}) \cdot 1,0 t_{dl}.$$

Norma vremena se određuje odvojeno po pojedinim radnim operacijama, za jednu bjeljenicu, rumenicu ili stablo, tj. za sve bjeljenice, odnosno rumenice na stablu.

Koeficijent dodatka vremena za osobne potrebe jedinstven je za sve radne operacije te iznosi 1,015.

Kako se može konstatirati, učinak zavisi o slijedećim činiocima: visini slivnika od tla, nagibu terena, međusobnoj udaljenosti stabala i broju bjeljenica na stablu.

Utrošak osnovnoga tehnološkog vremena s obilaženjem za više bjeljenica na stablu dobiva se po slijedećoj formuli — Expenditure of main time together with the walking around for several faces on a tree is obtained according to the following formula:

$$t_{on} = n \cdot t_o + t_{ob} \cdot (n - 1)$$

$t_{on}$  = osnovno vrijeme s obilaženjem za »n« bjeljenica na stablu — Main time together with the walking around for »n« faces per tree;

$n$  = broj bjeljenica na stablu — Number of faces per tree;

$t_{ob}$  = osnovno vrijeme za obilaženje oko stabla — Main time for walking around tree.

Isto se tako dobiva i utrošak vremena s dodatkom za više bjeljenica na stablu.

Podaci o utrošcima vremena kod radova na smolarenju (norme), naši i strani kojima sada raspoložemo, ne mogu zadovoljiti.

Naše norme za radove kod smolarenja, koje se nalaze u »Propisi o plaćama i radnim odnosima radnika u šumskoj proizvodnji« (85) dijele uvjete rada u tri kategorije: teške, srednje teške i lake, pa se prema tim kategorijama određuje visina normi kod radova na smolarenju. Osnova za kategorizaciju terena je nagnutost terena i gustoća stabala.

Teški radni uvjeti su na strmom terenu s rijetkim obrastom, a laki radni uvjeti su oni, gdje su čiste borove sastojine s obrastom 0,8 na više i kada se nalaze u ravninama i zaravnima.

Smolarenje francuskom metodom u Bosni obavlja se do oko četiri metra visine stabla od tla, a stabla mogu imati od jedne do četiri, pa i više bjeljenica. Rijetka stabla s po jednom bjeljenicom na većoj visini na stablu, makar i na ravnom terenu, ne predstavljaju povoljne uvjete za rad, a sastojine s većim obrastom, ako su na stablima po dvije ili više bjeljenica, koje se nalaze u prsnoj visini na stablima, nikako ne mogu predstavljati lošije uvjete rada nego u prvom slučaju, već dapače i bolje. Zato se takvom kategorizacijom uvjeta rada ne možemo zadovoljiti. Osim toga, kod spomenutih normi ne znamo vrste niti veličinu dodatnog vremena.

Romanov (113) daje prikaz o normama radova na smolarenju za Trest »Sverdhimleshov« u SSSR. Iako se radi o drugoj metodi smolarenja, ipak je korisno osvrnuti se na te norme:

1. U normama se ne govori o uvjetima prohodnosti terena.
2. Ista je norma za bjeljenice od 181—400 cm visine od tla.
3. Ne govori se o utjecaju broja bjeljenica na stablu na visinu norme.

Nedostatak normi za radove kod smolarenja u Poljskoj prema *Ostrowskom* (91) je u tome, što se kod određivanja visine norme ne uzima u obzir stanje podrasta u sastojini kao ni konfiguracija terena.

Prema gore izloženome pomoću navedenih normi ne može se pravilno odrediti učinak kod različitih uvjeta rada.

Dnevni učinak (normu) za pojedine radne operacije pri različitim terenskim i sastojinskim prilikama dobit ćemo tako, da najprije odredimo navedene činioce, koji utječu na učinak.

Zatim se odredi utrošak vremena za osnovni zahvat s dodacima za jednu bjeljenicu, a kod zarezivanja bjeljenica abšotom direktno se odredi pomoću jednadžbe utrošak vremena i za dvije, i tri bjeljenice na stablu. Kod ostalih radnih operacija utrošak vremena za dvije i više bjeljenica na stablu odredi se pomoću navedene formule. Također se na prikazan način odredi utrošak vremena za prijelaz od stabla do stabla, pa se zbroj tih vrijednosti uveća dodatkom na račun osobnih potreba.

Dnevni učinak (norma) »N« izražen je brojem bjeljenica odnosno rumenica i izračunava se za trajanje radnog dana od 450 minuta, jer prekid za ručak ne uzimamo u obzir.

Dnevna norma »N<sub>n</sub>« određuje se po slijedećoj formuli — Daily standard »N<sub>n</sub>« is established according to the following formula:

$$N_n = \frac{450}{T_n} \cdot n$$

n = 1, 2, 3... broj bjeljenica na stablu — Number of faces per tree;  
N<sub>n</sub> = dnevni učinak (norma) izražen brojem bjeljenica, odnosno rumenica uz njihov određeni broj na stablu — Daily output (standard) expressed by the number of faces or reddenings under their corresponding number per tree;

T<sub>n</sub> = norma vremena po stablu tj. za »n« bjeljenica odn. rumenica na stablu — Standard time per tree for »n« faces or reddenings on a tree.

Ako se u sastojini nalaze izmiješana stabla s 1, 2, 3 i 4 bjeljenice na stablu, s određenim postotkom udjela u odnosu na ukupni broj stabala u sastojini, dnevni učinak (Norma) »N« dobije se po slijedećoj formuli:

$$N = N_1 \cdot 0,0 p_1 + N_2 \cdot 0,0 p_2 + N_3 \cdot 0,0 p_3 + N_4 \cdot 0,0 p_4$$

0,0 p<sub>1</sub>, 0,0 p<sub>2</sub>, 0,0 p<sub>3</sub>, 0,0 p<sub>4</sub> = koeficijenti udjela stabala s 1, 2, 3 i 4 bjeljenice na stablu u odnosu na ukupan broj smolarenih stabala u sastojini.

## ZAKLJUČCI — CONCLUSIONS

Na osnovi istraživanja provedenih u prvoj i drugoj godini na području smolarskih manipulacija Maoča, Bugojno i Višegrad došao sam do slijedećih zaključaka:

### A. Srednje vrijednosti utrošaka vremena i račun korelacije — Means of time expenditures and calculation of correlation

1. Kod prijelaza od stabla do stabla brzina kretanja radnika iznosila je kod pojedinih radnih operacija od 2,19 do 2,66 km/sat; nije se mogla utvrditi zakonitost utjecaja nagiba terena na brzinu kretanja kod prijelaza. Također se nije mogla utvrditi signifikantnost razlika aritmetičkih sredina brzina hoda u sastojinama bez podrasta, kamenja i stijena te brzina u sastojinama s porastom, kamenjem i stijenama. Brzina kretanja radnika prilikom prijelaza kod radnih operacija orumenjivanja, premiještanja i zarezivanja veća je nego kod sakupljanja smole; razlike aritmetičkih sredina tih brzina su signifikantne.

2. Utrošak vremena za obilaženje oko stabla od bjeljenice do bjeljenice ne zavisi o broju bjeljenica na stablu (razlike aritmetičkih sredina utrošaka vremena kod stabala s različitim brojem bjeljenica nisu signifikantne). Nagib terena utječe na vrijeme obilaženja oko stabla i to tako, da se povećanjem nagiba smanjuje utrošak vremena za obilaženje oko stabla. To je i varijacijsko-statistički dokazano računanjem signifikantnosti razlika aritmetičkih sredina utrošaka vremena pomoću analize varijance.

3. Kod premiještanja pribora broj bjeljenica na stablu i položaj bjeljenica s obzirom na nagib terena ne utječu na povećanje utroška vremena za izvođenje glavnog zahvata. Varijacijsko-statističkim ispitivanjem utvrđeno je, da su razlike u utrošcima vremena slučajne. Siječenje grana na površini bjeljenice povećalo je kod bjeljenica s granama utrošak vremena za premiještanje prosječno za 4,4%.

4. Korelacijska veza između utroška vremena za premiještanje s jedne i visine slivnika od tla i nagiba terena s druge strane obračunata je pomoću regresijske jednadžbe:

$$z' = 177,3116 - 128,51605 \cdot x + 62,120475 \cdot x^2 - 6,6984252 \cdot x^3 + 0,71520315 \cdot y.$$

$R = 0,853$ ; prema tome dokazana je uska povezanost između utroška vremena i navedenih čimbenika.

5. Kod zarezivanja bjeljenica apsotom utvrđeno je, da se povećanjem broja bjeljenica na stablima smanjuje utrošak vremena za zarezivanje jedne bjeljenice. Ako su na stablu dvije bjeljenice, utrošak vremena za zarezivanje jedne bjeljenice smanjuje se za 12,2%, a ako su tri bjeljenice, smanjuje se za 24,4% u odnosu na utrošak vremena za zarezivanje jedne bjeljenice, koja se sama nalazi na stablu.

Zato su ovdje utrošci vremena promatrani po stablu, tj. utrošak vremena za zarezivanje svih bjeljenica na istom stablu te utrošak vremena za obilaženje oko stabla uzeti su kao jedan zahvat.



6. Grane na bjeljenici i položaj bjeljenice s obzirom na nagib terena signifikantno utječu na povećanje utroška vremena za zarezivanje. Zbog toga se povećava i disperzija utrošaka vremena za zarezivanje bjeljenica.

7. Korelacijska veza između utroška vremena za zarezivanje bjeljenica s jedne strane te visine slivnika od tla i nagiba terena s druge strane obračunata je pomoću slijedećih regresijskih jednadžbi:

a) Kod zarezivanja jedne bjeljenice:

$$z' = 22,3948102 - 5,3580270 \cdot x + 1,9277210 \cdot x^2 + 0,12166678 \cdot y$$

$$R = 0,918$$

b) Kod zarezivanja dviju bjeljenica:

$$z' = 40,4139 - 4,66073 \cdot x + 2,032034 \cdot x^2 + 0,0428839 \cdot y$$

$$R = 0,834$$

c) Kod zarezivanja triju bjeljenica:

$$z' = 58,556 - 42,6953 \cdot x + 29,09271 \cdot x^2 - 5,346800 \cdot x^3 + 0,1466658 \cdot y$$

$$R = 0,826.$$

Iz veličine koeficijenata korelacije vidi se, da postoji uska korelacijska veza između utroška vremena i navedenih činilaca.

8. Kod zarezivanja bjeljenica raskleom izračunata je signifikantnost razlika aritmetičkih sredina utrošaka vremena za zarezivanje bjeljenica s gornje i donje strane nagiba, pa je konstatirano da su razlike signifikantne. Nadalje je računanjem signifikantnosti pomoću analize varijance utvrđeno, da utrošak vremena za zarezivanje jedne bjeljenice ne zavisi o broju bjeljenica na stablu.

9. Kod zarezivanja raskleom korelacijska veza između utroška vremena s jedne te visine slivnika od tla i nagiba terena s druge strane obračunata je pomoću regresijske jednadžbe:

$$z' = 45,6674 - 48,50700 \cdot x + 19,989021 \cdot x^2 - 2,2077483 \cdot x^3 + 0,26291665 \cdot y$$

$$R = 0,678.$$

Prema tome postoji značajna veza između utroška vremena za zarezivanje te visine slivnika od tla i nagiba terena.

10. Kod premiještanja pribora zarezivanja bjeljenica abšotom i raskleom regresijskom je analizom utvrđeno, da nagib terena utječe na utrošak vremena kod glavnih radnih zahvata navedenih radnih operacija tako, da je kod ravnog terena utrošak vremena najmanji, pa se postupno povećanjem nagiba terena povećava; to povećanje je linearno.

11. Kod navedenih radnih operacija visina bjeljenice od tla utječe na utrošak vremena za izvođenje glavnih radnih zahvata tako, da je utrošak vremena kod najnižih bjeljenica visok, zatim do visine od 1,1 m ili 1,4 m nad tlom pada, a od te visine ponovo raste.

12. Kod struganja struška korelacija između utroška vremena za izvođenje glavnih zahvata i visine slivnika od tla računata je po slijedećoj regresijskoj jednadžbi:

$$y' = 71,249 + 5,7403 \cdot x - 6,30264 \cdot x^2 + 1,343748 \cdot x^3$$

$$R = 0,784.$$

Za izlivanje vode kod zarezivanja bjeljenica korelacijska veza između utroška vremena i visine slivnika od tla izračunata je pomoću slijedeće regresijske jednadžbe:

$$y' = -8,458614 + 12,3164174 \cdot x - 1,38300395 \cdot x^2$$
$$R = 0,805.$$

U oba slučaja dokazano je da postoji uska veza između utroška vremena i visine slivnika od tla.

13. Utrošak vremena za izlivanje vode kod sakupljanja smole odnosi se samo na čisto vrijeme izlivanja vode iz lončića, jer se lončići i onako moraju skidati i postavljati. Prema tome taj utrošak vremena ne zavisi niti o visini slivnika od tla i u prosjeku iznosi 2,9 1/100 min.

14. Kod raznošenja lončića utvrđeno je, da utrošak vremena glavnog zahvata po jednom lončiću pada povećanjem broja lončića na stablu. Smanjenje utroška vremena za jedan lončić, kada se na stablu nalaze četiri — u odnosu ako je na stablu jedan lončić — iznosi oko 40%.

#### B. Odnos između odmora i učinka radnika — Relation between rest times and worker's output

15. Kod neorganiziranih (nepropisanih) odmora radnici su se kod niže temperature u prosjeku manje odmarali nego što je to s obzirom na težinu rada bilo potrebno. Za vrijeme rada kod više temperature radnici su se u prosjeku dovoljno odmarali, premda je od toga bilo pojedinačnih odstupanja.

16. U pogledu rasporeda odmora po satima rada tijekom radnog dana radnici su dosta pravilno reagirali na umor. S trajanjem radnog dana povećavao se i umor radnika, a radnici su ga tako eliminirali, da su se u tijeku rada svakog sata sve više odmarali. To se odnosi na ukupno trajanje odmora kao i na broj odmora po satima rada. Radnici su na taj način produljivali odmore po satima rada prije i poslije objeda.

17. Učinak radnika zavisio je o duljini odmaranja. Radnici koji se za vrijeme rada nisu odmarali ili su se odmarali premalo, povećavali su u tijeku radnog dana između odmora utrošak vremena po jedinici proizvoda, a kod radnika koji su se više odmarali i pravilnije rasporedili odmore, utrošci vremena bili su jednoličniji; razlike u utrošcima vremena potjecale su djelomično i zbog nehomogenosti predmeta rada.

18. Povećani postotak vremena za odmor u drugoj godini istraživanja u prosjeku za sve radne operacije skoro nije utjecao na utrošak vremena za osobne potrebe i povremene radove.

19. U slučajima kada je trajanje odmora uz povoljan raspored odmora bilo dulje nego što je to bilo neophodno potrebno, da radnici održe jednak intenzitet rada u tijeku radnog dana, srednji utrošci vremena između odmora pokazivali su tendenciju skraćivanja. To je bio indikator, da dodatak za odmor može biti manji.

20. Kod organiziranih kao i kod spontanih odmora radnici su samoinicijativno prema potrebi koristili predaha. Broj i ukupno trajanje vremena predaha nije zavisilo o tome, da li su odmori bili organizirani ili spontani.

### C. Obračun dodatnog vremena — Calculation of allowances

Dodatno vrijeme sastoji se u pravilu kod svih radnih operacija od dodatka za odmor, za povremene radove i osobne potrebe.

21. Dodatak za povremene radove zaračunat je u obliku postotka na osnovno tehnološko vrijeme, budući da vrijeme potrebno za povremene radove zavisi o vremenu glavnog zahvata. Visina dodatka za povremene radove kod pojedinih radnih operacija određena je prema podacima provedenih istraživanja; taj dodatak iznosi za pojedine radne operacije:

Radna operacija — Operation	Dodatak za povremeni rad — Allowances for temporary work %
Orumenjivanje stabala — Reddening of trees	1,5
Premještanje pribora — Raising of equipment	2,6
Zarezivanje bjeljenica — Face cutting	9,6
Sakupljanje smole — Collection of resin	1,5

U spomenutom dodatku sadržano je vrijeme za popravak i održavanje alata, a kod zarezivanja i vrijeme za zamjenu punih lončića.

Kod sakupljanja smole u dodatno vrijeme dolazi još i vrijeme potrebno za iznošenje, istresanje smole i povratak u sastojinu. Baza za obračun toga dodatka također je osnovno vrijeme, ali je pomoću korekcijskog faktora korigirana njegova visina u slučajima, kada se osnovno vrijeme povećava, odnosno smanjuje za sakupljanje iste količine smole. U prosjeku taj dodatak u postotku na osnovno vrijeme iznosi 35,4%.

Kod struganja struška isti dodatak iznosi 10,6% na osnovno vrijeme.

Dodatak za odlazak po lončice, njihovo uzimanje i povratak u sastojinu također je obračunat u odnosu na osnovni zahvat; visina toga dodatka u prosjeku iznosi 424,0%.

22. Dodatak za odmor obračunat je posebno za pojedine radne zahvate, a visina dodatka je određena prema težini rada i intenzitetu otežavajućih okolnosti. Visina dodatka za pojedine zahvate obračunata je prema procijenjenom utrošku energije pri radu i prema tabelama dodatnog vremena za odmor.

Ukupna visina dodatka za odmor kod pojedinih radnih operacija provjerena je rezultatima provedenih istraživanja. Ovdje je potrebna visina dodatka za odmor određena pomoću kretanja srednjih utrošaka vremena za izvođenje glavnog zahvata između pojedinih odmora u tijeku radnog dana.

Ukupni dodatak za odmor kod pojedinih radnih operacija s obzirom na prosječne okolnosti pod kojima je rad obavljen iznosio je (vidi tabelu na slijedećoj strani) — Total allowances for rests in individual operations with respect to circumstances under which the work was performed amounted to: (see table overleaf).

23. Dodatak za osobne potrebe određen je prema podacima rezultata istraživanja. Visina dodatka, obračunata na vrijeme svih radnih zahvata s dodacima kao na osnovu iznosi 1,5%.

Radna operacija — Operation	Dodatak za odmor Allowances for rest %
Orumenjivanje stabala — Reddening of trees	15,4
Premiještanje pribora — Raising of equipment	15,2
Zarezivanje bjeljenica — Face cutting	17,0
Sakupljanje smole — Collection of resin	16,1

D. *Određivanje norme vremena i dnevne norme — Determination of standard time and of daily standard*

24. Utvrđeno je, da norma (učinak) zavisi o slijedećim čimbenicima: broju bjeljenica na stablu, nagibu terena, međusobnoj udaljenosti stabala i visini bjeljenica od tla.

LITERATURA — REFERENCES

1. *Abruzzi A.*, Work, Workers and Work Measurement, New York 1956.
2. *Aro P.*, Vorschlag zur Vereinheitlichung der Zeitverteilung in den forstlichen Zeitstudien, IUFRO, 11-ième Congrès Rome 1953, Firenze 1954.
3. *Babić Š.*, Uvod u ekonomiku poduzeća, Zagreb 1962.
4. *Barnes R.*, Motion and Time Study, New York 1958.
5. *Barnes R.*, Work Sampling, New York 1957.
6. *Bauersachs E.*, Bestandesmassenaufnahme nach dem Mittelstammverfahren des zweitkleinsten Stammabstandes, *Forstwiss. Cbl.*, 64, 8, 1942.
7. *Benić R.*, Utvrđivanje normalnog učinka rada kod obaranja i izrade jelovine u ljetnoj sječi, *Šum. List*, 11/12, 1958.
8. *Benić R.*, Analiza troškova i kalkulacija ekonomičnosti u iskorišćivanju šuma, Zagreb 1957.
9. *Benić R.*, Racionalizacija rada u drvnoj industriji, Zagreb 1957.
10. *Bennett J. B.*, Power Chipper, *Naval Stores Rev.*, Dec. 1961.
11. *Bettler G.*, Zeitmesssen bei kurzen Teilzeiten, *REFA-Nachr.*, 1, 1961.
12. *Birkwald R.*, *Pornschiegel H.*, Ein Vorschlag zur Ermittlung von Erholungszeiten, *Zbl. Arbeitswiss.*, 11, 1956.
13. *Blankenstein C.*, Förderarbeiten: Gehen, *Holztechnik*, 11, 1960.
14. *Bojanin S.*, O utrošku vremena kod radova na smolarenju i određivanju troškova radne snage, *Šum. List*, 9/10, 1960.
- 14a. *Bojanin S.*, Ovisnost utroška vremena za sakupljanje smole crnog bora o uslovima rada, *Šum. List*, 7/8, 1968.
- 14b. *Bojanin S.*, Utrošak vremena za orumenjavanje stabala crnog bora i faktori o kojima utrošak ovisi, *Šum. List*, 5/6, 1970.
- 14c. *Bojanin S.*, Proizvodnost rada i ekonomičnost smolarenja crnog bora francuskom metodom, *Glasnik za šum. pokuse*, knj. 16, Zagreb 1972.
15. *Böhrs H.*, Normalleistung und Erholungszuschlag in der Vorgabezeit, München 1959.
16. *Böhrs H.*, Probleme der Vorgabezeit, München 1950.
17. *Boi M.*, *Gerritsen A.*, Minutentabellen 1960 voor het vellingswerk van groveden en japanse lariks, *Ned. Bosb.-Tijdschr.*, 9, 1960.
18. *Bramesfeld E.*, *Graf O.*, Praktisch-psychologischer und arbeitsphysiologischer Leitfaden für das Arbeitsstudium, Grundlagen des Arbeits- und Zeitstudiums 3., München 1955.
19. *Budika S.*, *Tihonov A.*, Spravočnik rabotnika lesozagotovitel'noj promyšlennosti, Minsk 1955.
20. *Bujas Z.*, Osnove psihofiziologije rada (Uvod u industrijsku psihologiju), Zagreb 1959.

21. *Carlos J., Carneiro A.*, Le gemmage — ses avantages et ses inconvénients, aspects techniques et économiques, FAO, Rome, 6-ème Session (Madrid, 17—21. IV. 1958), FAO/58/4/2532.
22. *Caroll Ph.*, How to Chart Data, New York 1960.
23. *Clements R.*, Scrape Yield From Longleaf, Slash Greater Than Others, *Naval Stores Rev.*, Sept. 1961.
24. *Čokl M.* Smolarski priročnik, Ljubljana 1947.
25. *Dešić V.*, Metode naučne organizacije rada, Beograd 1956.
26. *Domainko D.*, Ekonomika proizvodnje u industrijskim poduzećima, Zagreb 1960.
27. *Eckert K.*, Der Zusammenhang zwischen Leistungsgrad und gemessener reiner Arbeitszeit und der Anteil der Leistungsgradschwankungen an den Gesamtschwankungen der Arbeitszeitwerte als Ergebnis von Tagesstudien, IUFRO, 12th Congress, Oxford 1956, *Papers*, London 1958.
28. *Eckert K.*, Die Verteilung von Arbeitszeitwerten im Hauungsbetrieb, *Forstwiss. Cbl.*, 5/6, 1958.
29. *Eisenmann E.*, Kleiner Holz Trocknungskurs, Stuttgart.
30. *Em H.*, O uticaju učestalosti beljenja na veličinu prinosa smole, *Organizacija rada*, Beograd 1952.
31. *Emrović B.*, Biometrika (skripta), Zagreb 1960.
32. *Euler H.*, Die betriebswirtschaftlichen Grundlagen und die Grundbegriffe des Arbeits- und Zeitstudiums, Grundlagen und Praxis des Arbeits- und Zeitstudiums, München 1949.
33. *Fischer R.*, Statistical Methods for Research Workers, New York 1958.
34. *Fornallaz P.*, Neue Wege zur Ausbildung im Leistungsgradschätzen, *REFA-Nachr.*, 4, 1961.
35. *Franke W.*, Leistungssteigerung durch Zeitvorgabe, *REFA-Nachr.*, 1, 1963.
36. *Fricke R.*, Grundlagen der Produktivitätstheorie, Frankfurt am Main, 1961.
37. *Gavrilov B.*, Dlitel'naja podsočka sosny v SSSR, Goslesbumizdat, Moskva—Lenjingrad 1953.
38. *GEFFA — Drucksache*, Allgemeine Anweisung für Leistungsuntersuchungen (Arbeitsablauf- und Zeitstudien), Reinbek 1959.
39. *Georgoulis E.*, Contribution to Research for the Cost Calculation of Resin Production, *Dasikon Hronikon*, 7/8, 1962.
40. *Gläser H.*, Einschlagsarbeit am Steilhang, *Forstarchiv*, 5/6, 1952.
41. *Gläser H.*, Die körperliche Beanspruchung der Holzhauer im Holzeinschlag bei ein- und zweimänniger Hand- und Motorsägenarbeit, IUFRO, 12th Congress, Oxford 1956, *Papers*, London 1958.
42. *Gläser H.*, Vorschlag zur Vereinheitlichung der Zeitverteilung in den forstlichen Zeitstudien, IUFRO, 11-ème Congrès Rome 1953, Firenze 1954.
43. *Graf O.*, Studien über Arbeitspausen in Betrieben bei freier und zeitgebundener Arbeit (Fliessarbeit) und ihre Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit, Forschungsberichte des Wirtschafts- und Verkehrsministeriums Nordrhein — Westfalen, Köln u. Opladen 1954.
44. *Grochowski W.*, Charakterystyka wycieku żywicy sosnowej, *Prace Inst. Badawczy Leśn.*, 72, 1951.
45. *Häberle S.*, Die Multimomentaufnahme als Hilfsmittel für differenzierte Zeitbedarfsmessungen, *Forstarchiv*, 4, 1961.
46. *Hamdy M.*, Kritische Betrachtung einiger in den USA entwickelter Verfahren zur Bestimmung des Leistungsgrades, *Zbl. Arbeitswiss.*, 11, 1961.
47. *Hausburg H.*, Stammabstandsverfahren, *Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 1, 1962.
48. *Hilf H. H.*, Die Arbeitsleistung im Hauungsbetrieb, *Forstarchiv*, 5/6, 1952.
49. *Hilf H. H.*, Arbeitswissenschaft München 1957.
50. *Hilf H. H.*, Der Hauungsbetrieb, in *Rubner K.*, Neudammer forstliches Lehrbuch, Berlin 1955.
51. *Hilf H. H.*, Die forstliche Arbeitslehre, in *Rubner K.*, Neudammer forstliches Lehrbuch, Berlin 1955.
52. *Hilf H. H.*, Begriffe, Masse und Methoden der Leistungsuntersuchungen im Hauungsbetrieb, IUFRO, 11-ème Congrès, Rome 1953, Firenze 1954.
53. *Hilf H. H., Kaminsky G.*, Aufgaben, Methoden, Grenzen und Bedeutung arbeitsphysiologischer Untersuchungen in der Forstarbeit, IUFRO, 11-ème Congrès Rome 1953, Firenze 1954.
54. *Hilscher A.*, Die österreichische Normalleistungstafel, *Mitt. forstl. VersAnst., Mariabrunn*, 50, 1954.

55. *International Labour Office, Work Measurement, Genf.*
56. *Ivanov L., Biologičeskie osnovy ispol'zovanija hvoynyh SSSR v terpentinom proizvodstve, Vsesojuznoe kooper. objedineno izdatel'stvo, Moskva—Lenjingrad 1934.*
57. *Ivanov L., Šaternikova L., K voprosu ob obrazovanii patologičeskikh hodov pri podsočke i ih učastie v vydelenii živicy, Trudy CNILI, Vypusk IV, Opyty podsočki obyknovnoj sosny v SSSR Goslesbumizdat, Moskva 1934.*
58. *Jong De J., Primjene rezultata fizioloških istraživanja na određivanje vremena obrade, Centar za naučnu i tehn. dokumentaciju i produktivnost NRH Zagreb, 72.*
59. *Kaminski E., Metody stosowania bodźców chemicznych przy żywicowaniu, Sylwan, 8, 1960.*
60. *Kaminski E., Dynamika wycieku żywicy przy stosowaniu stymulatorów chemicznych, Dział wydawnictw SGGW, Warszawa 1961.*
61. *Kaminsky G., Arbeitsphysiologische Grundlagen für die Gestaltung der Forstarbeit, Hamburg 1959.*
62. *Kaminsky G., Tagespulsurven im Fichtenhaunungsbetrieb am Steilhang und in der Ebene, Zbl. Arbeitswiss., 6, 1959.*
63. *Kaminsky G., Erfahrungen bei der Durchführung arbeitsphysiologischer Untersuchungen in der Forstwirtschaft, Forstwiss. Cbl., 1953, pp. 301—308.*
64. *Kerkhoven C., Das Rohmertsche Gesetz, REFA-Nachr., 5, 1961.*
65. *Kiauta L., Iz ekonomike smolarenja, Gozd. Vestn., 1953, pp. 289—295.*
66. *Kjurkčiev A., Merenje proizvodnoskti rada u industriji, Skopje 1955.*
67. *Köhler A., Vorratsermittlung in Buchenbeständen nach Stammdurchmesser und Stammabstand, Allg. Forst- u. Jagdztg., 123, 3, 1951/1952, pp. 69—74.*
68. *Kohlmann H., Akkord und unbeeinflussbare Zeiten, REFA-Nachr., 5, 1961.*
69. *Kools J., Time study of felling, lopping and barking of *Pinus silvestris* in the forestry in the Netherlands, Wageningen 1956.*
70. *Kostov P., Izučavanja vrhu smoloproduktivnosti na černija bor, Višš lesotehn. Inst. Sofija, Naučni trudove, tom VIII, Sofija 1960.*
71. *Kotterer E., Einarbeitungszuschläge und Rüstzeiten, REFA-Nachr., 3, 1961.*
72. *Kraljić B., Organizacija šumske privrede, Skopje*
73. *Kukoleča S., Kostić Z., Organizacija proizvodnje, Beograd 1956.*
74. *Kupke E., Beiträge zur Frage des Leistungsgrades und der Vorgabezeit, Grundlagen und Praxis des Arbeits- und Zeitstudiums, Band VIII, München 1951.*
75. *Kutuzov P., Osnovy tehnologii podsočki, Goslesizdat, Moskva—Lenjingrad 1947.*
76. *Lehmann G., Überlegungen zur Frage des Erholungszuschlags, Zbl. Arbeitswiss., 6, 1957.*
77. *Lehmann G., Praktische Arbeitsphysiologie, Stuttgart 1962.*
78. *Leyendecker H., Untersuchungen über die körperliche Beanspruchung bei der Waldarbeit im Rahmen einer forstlichen Arbeitsbewegung, SchrReihe forstl. Fak. Univ. Göttingen, Band VI, 1953.*
79. *Linder A., Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure, Basel-Stuttgart 1960.*
80. *Loycke H., Die Messung der Arbeitsproduktivität im Forstbetrieb, Holz-Zbl., 29, 1963.*
81. *Martisjuk S., Rentabel'nost' raznyh sposobov podsočki i ih racionalizacija, Trudy CNILI, Vypusk IV, Opyty podsočki obyknovnoj sosny v SSSR, Goslesbumizdat, Moskva 1934.*
82. *Mathauda G., Influence of climatic conditions on resin yield from Chir Pine (*Pinus Roxburghii* Sarg.) Indian For., 1, 1961.*
83. *Maynard H., Stegemerten G., Schwab J., Methods Time Measurement, New York 1948.*
84. *Milosavljević M., Meteorologija, Beograd 1956.*
85. *Ministarstvo šumarstva FNRJ, Propisi o platama i normama radnika u šumskoj proizvodnji, Vesnik rada, 1949.*
86. *Ministerstvo lesnoj promyšlennosti SSSR, Rukovodstvo po podsočke (Razrabotano CNILHOS), Goslesizdat, Moskva—Lenjingrad 1947.*
87. *Münch E., Naturwissenschaftliche Grundlagen der Kiefernharznutzung, Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land und Forstwirtschaft, Band X, 1, 1919.*

88. Neidhardt N., Pokušaj teorijsko-financijskog razmatranja o smolarenju, *Šum. List*, 4, 1930.
89. Nils P. V., The practical use of physiological research methods in Work study, Proceedings of the Meeting of the Section 32: Operational Efficiency in Stockholm, 30 Aug. — 3. Sept. 1958, *For. Res. Inst., Stockholm*, 1959.
90. Orlov I., Opyt dlitel'noj podsočki sosny, Goslesbumizdat, Moskva—Lenjingrad 1959.
91. Ostrowski W., Czy istnieje potrzeba zmiany norm i stref trudności przy żywocowaniu, *Las Polski*, 9, 1953.
92. Oudin A., Études sur le gemmage des pins en France, Nancy-Paris-Strasbourg 1938.
93. Ozolin K., Ustinov N., Opyty podsočki sosny v različnyh rajonah SSSR i različnyh sposobamy, *Trudy CNILI*, Vypusk IV, Opyty podsočki obyknovnojsny v SSSR, Goslesbumizdat, Moskva 1934.
94. Peine J., Vorschlag für eine Kombination von Axt und Motorsäge beim Entästen von Fichtenstammholz, *Forst- u. Holzw.*, 23, 1962.
95. Pejovski B., Istraživanja smolnog sistema, smolarenja i smole molike (*Pinus peuce*, Grisebach), sa osvrtom na smolni sistem ostalih domaćih borova. *God. Zborn. zemj.-šum. Fak. Univ. Skopje, Šum.*, knj. VIII/IX, 1956.
96. Pejovski B., Die Weltproduktion an Kolophonium und Terpentiniöl, *Fette — Seifen — Anstrichmittel, Die Ernährungsindustrie*, 62, 1960.
97. Pejovski B., Primena stimulatora i njihov uticaj na smolarena borova stabla (referat), *Str. Udruž. šum. privr. Organizacija Jugoslavije, Obav.*, 3, 1959—60.
98. Platzer H., Bewährung und Entwicklung einheitlicher Hauerlohtarife, *Forstarchiv*, 3/4, 1963.
99. Plavšić M., O određivanju šumske takse (cijene drveta na panju), *Glasnik za šum. pokuse*, knj. 9; 1948, p. 259—291.
100. Plavšić M., Kalkulacija cijene (šumske takse) sporednih šumskih proizvoda, Zagreb 1958.
101. Plavšić M., Ekonomski osnovi šumske i drvno-industrijske proizvodnje (predavanja), Zagreb 1960.
102. Podgórski M., W sprawie wydajności pracy robotnika leśnego, *Las Polski*, 7, 1963.
103. Pornschlegel H., Zur Frage des Erholungszeitzuschlages, *Zbl. Arbeitswiss.*, 11, 1957.
104. Pornschlegel H., Erholungszeit und Pausenregelung, *Zbl. Arbeitswiss.*, 8/9, 1958.
105. Pornschlegel H., Birkwald R., Die Belastungsuntersuchung zur Arbeitsgestaltung und zur Erholungszeitermittlung, *REFA-Nachr.*, 2, 1961.
106. R K W, Betriebliche Produktivitätsmessung, Berlin 1960.
107. Radunović D., Merenje produktivnosti rada, ekonomičnosti i rentabilnosti na nivou preduzeća, Beograd 1961.
108. Rajkhowa S., Seth S., The effect of periodicity, and length and depth of freshening on the yield of resin from *Pinus roxburghii*, *Indian For.*, 12, 1961.
109. Rajkhowa S., Waheed Khan M., The effects of periodicity, height and depth of freshening on the resin yield from young *Pinus roxburghii* Sarg. and seasonal response, *Indian For.*, 2, 1962.
110. *REFA-Buch*, Zeitvorgabe, Band 2, München 1958.
111. Rižkov G., Smolarenje bora (prijev. Belonin N. i Topić M.), Beograd 1949.
112. Rohmert W., Statische Haltearbeit des Menschen, *REFA-Nachr.*, Sonderheft, 1960.
113. Romanov A., O normirovanii truda na podsočke, *Gidrol. lesohim. Prom.*, 6, 1961.
114. Samset I., Some Results of Cutting Studies in Norwegian Spruce Forests, IUFRO, 11-ième Congrès Rome 1953, Firenze 1954.
115. Sauer Wix, Graphische Häufigkeitsanalyse für Zeitstudien, *REFA-Nachr.*, Sonderheft, 1960.
116. Schäfer W., Arbeitszeitregelung für die Schichtarbeit im forstlichen Hauungsbetrieb, *Zbl. Arbeitswiss.*, 1, 1960.
117. Schilling W., Die physiologische Begründung der Normzeit bei schwerer Körperarbeit, *Arch. Forstw.*, 4, 1962.
118. Schilling W., Arbeitsnormung in der Forstwirtschaft, *Forst u. Jagd*, 10, 1960.

119. Schilling W., Die Körperfunktionen der Forstarbeiter bei verschiedenen Organisationsformen, *Arch. Forstw.* 8, 1962.
120. Schmidt G., GEFFA-Lehrgang über Leistungsuntersuchungen, *Forst- u. Holzw.*, 23, 1962.
121. Scholz, Über Beziehungen zwischen Pausen und Schichtleistung, *Zbl. Arbeitswiss.*, 7, 1957.
122. Schröder R., Mathematisch-statistische Grundlagen der Zeitstudie, *REFA-Nachr.*, Sonderheft, 1960.
123. Serdar V., Udžbenik statistike, Zagreb 1957.
124. Strakov G., Otnosno pokazatelice za proizvoditelnosta na truda pri drvodobi-vane u nas, *Izv. centr. naučno-izsl. Inst. Gor., Sofija*, knj. VIII, 1962.
125. Southeast. For. Exp. Sta., Rain, Heat Combined Produce Best Gum Yields, *Naval Stores Rev.*, Jan. 1962.
126. Speidel G., Die Produktivitätsmessung in der Forstwirtschaft, *Forstarchiv*, 3/4, 1953.
127. Spitzer H., Über die Messung der körperlichen Ermüdung, *REFA-Nachr.*, 4, 1956.
128. Spitzer-Hettinger, Tafeln für den Kalorienumsatz bei körperlicher Arbeit, *REFA-Nachr.*, Sonderheft, 1959.
129. Steinlin H., Zur Methodik von Feldversuchen im Hauungsbetrieb, *Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchs-w.*, 2, 1955.
130. Stephan G., Die Bedeutung der Risszeit und der Rissführung für die Leistung bei der Kiefernharzung, *Arch. Forstw.*, 5/6, 1957.
131. Stephan G., Untersuchungen über den Einfluss der steigenden und fallenden Schnittfolge auf den Harzertrag bei *Pinus silvestris*, *Arch. Forstw.*, 10/11, 1958.
132. Stoffels A., Die Genauigkeit der Bestimmung der Stammzahl pro Hektar durch Messung von Stammabständen, *Forstwiss. Cbl.*, 74, 1955, pp. 211—218.
133. Stojanov V., Opiti za dobivane smola v našite iglolistni gori, *Godišnik na Sofijskija Univerzitet, Agronomolesovoden fakultet*, tom XIII, 1934/1935.
134. Streef G., Measurement of the Pulse Rate in Forest Work, IUFRO, 12th Congress Oxford 1956, *Papers*, London 1958.
135. Šacki V., Opiti o smolarenju u Poljskoj, *Šum. List*, 5, 1928.
136. Šaternikova A., Zavisimost' vyhodov živicy u sosny ot stroenija drevesiny i vlijanie podsočki na prirast i čislo smoljanyh hođov, Narkomles SSSR, *Sbornik trudov*, 4, Goslestehizdat, Lenjingrad 1936.
137. Taboršak D., Studij rada I. — Studij i analiza vremena (Normiranje), Zagreb 1960.
138. Terzić D., Prinos smole crnog i belog bora primenom francuske, nemačke i novaustrijske metode smolarenja, *Inst. Šum. drvu Ind., Sarajevo*, knj. III, sv. 1, 1956.
139. Terzić D., Smolarenje — priručnik za smolarske radnike, Sarajevo 1958.
140. Terzić D., Smolarenje crnog bora primenom sumporne kiseline kao stimulatora, *Rad. Inst. Šum. drvu Industr., Sarajevo*, 6, 1961.
141. Tolkačev A., Sinelobov M., Novoe v podsočke sosny i eli, Goslesbumizdat, Moskva-Lenjingrad 1957.
142. Truman E., Dull chipping tools cause fifteen percent loss in gum yield, *Sth. For. Exp. Sta., Occasional Paper*, 60, 1937.
143. Ugrenović A., Šolaja B., Istraživanja o tehnici smolarenja i o kemizmu smole vrsti *Pinus nigra* Arn. i *Pinus silvestris* L., *Glasnik za šum. pokuse*, knj. 5, 1937.
144. Ugrenović A., Smolarenje u Francuskoj, *Šum. List*, 8, 1928.
145. Ugrenović A., Upotreba drveta i sporednih produkata šuma, Zagreb 1948.
146. Vogel A., Zu Problemen der Arbeitsnormung, *Wiss. Z. techn. Hochschule, Dresden*, 2, 1957/1958.
147. Weck J., Untersuchung über Brauchbarkeit und Genauigkeit des Verfahrens der Bestandesmessung unter Verwendung von Stammabständen, *Forstarchiv*, 1953, pp. 257—260.
148. Wibbe J., Entwicklung, Verfahren und Probleme der Arbeitsbewertung, Grundlagen und Praxis des Arbeits- und Zeitstudiums, Band VI, 1953.
149. Visockij I., Racionalnaja tehnologija udlinjonnoj podsočki sosny, *Sborn. Rab. lesn. Hozj.*, 1958.



150. *Visockij I.*, Vlijanje vremena načala podsočnog sezona na vyhoda živicy, *Trudy CNILI*, Vypusk IV, Opyty podsočki obyknovennoj sosny v SSSR, Goslesbumizdat, Moskva 1934.
151. *Visockij I.*, Vlijanje sposobov rezanija podnovok na vyhoda živicy eja kačestvo i proizvoditel'nost' truda, *Trudy CNILI*, Vypusk IV, Opyty podsočki obyknovennoj sosny v SSSR, Goslesbumizdat, Moskva 1934.
152. *Zehnder J., Soom E., Auer Ch.*, Untersuchungen über Holzhauerei im Gebirge, *Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw.*, Band XXVII, 1951.
153. *Zelicho J.*, O właściwej czestotliwości zbioru żywicy w obiegu czteroletnim, *Las Polski*, 24, 1961.
154. *Žarković S.*, Statističke metode u industrijskim istraživanjima, Beograd 1949.

#### SUMMARY

In his paper the author deals with the problem of time study in tapping European Black Pine (*Pinus nigra* Arn.) for resin by the French method.

In the S. F. R. of Yugoslavia the SR of Bosnia-Herzegovina accounts for 45% of total resin production.

Out of the total number of faces or trees European Black Pine (*P. nigra* Arn.) accounts for 90%, Scots Pine (*P. silvestris* L.) for 10%.

Furthermore, out of the total number of faces in SR Bosnia-Herzegovina there belonged to the individual resin-tapping methods the following number of faces:

Resin-tapping method	% share
French method (tapping axe)	82.9
French method (rasclet)	11.9
Bark chipping method, narrow	2.8
Bark chipping method, wide	0.2
New Austrian method	2.2
Total	100.0

Out of the total number of faces 95% is accounted for by the French method.

The resin-tapping works in the mentioned area are divided in to the phases and operations (see p. 134 and 135).

Data on the results of investigating the main times of the operations of reddening trees and resin collection were published in the author's works (*Bojanin*, 14a, 14b). The face on the tree commences at 0.2 m above ground. Cutting of faces up to a 2.0 m height of gutter above ground was performed only with the tapping axe; from 2.0—2.8 m in some places with tapping axe, and in some with rasclet; above 2.8 m only with the rasclet.

This is a modified French method; from the original French method it differs in that when freshening the old streak is not renewed.

The tapping season lasts about 5.5 months, while freshening is performed on an average two times per week.

The average yearly length and width of the face when cutting

	length, cm	width, cm
with the tapping axe..	30.0 ± 6.4 cm	9.8 ± 1.4 cm
with the rasclet	50.6 ± 7.8 cm	8.3 ± 1.6 cm.

The height of faces is expressed by the height of the gutter above ground, and it ranges from 0.2—4.1 m.

Considering the breast height diameter (d. b. h.) in the area investigated the following number of faces per tree were made: on trees of 30—40 cm d. b. h. 1 face; on trees of 41—50 cm d. b. h. 2 faces; on trees of 51—60 cm d. b. h. 3 faces; on trees over 61 cm d. b. h. 4 faces.

The slope of the terrain ranged from 0° to 45°.

During the work study the author paid attention to the following factors, upon which the performance depends: 1. height of face above ground, 2. distance between trees, 3. slope and accessibility of the terrain, 4. number of faces on the tree.

In order to include all the mentioned factors, laid out were 33 sample plots of an area ranging from 1.22—8.46 ha.

The time study was performed by means of a stopwatch with division of one minute into 100 parts (1/100). The operations are subdivided into sub-operations and interruptions, while in some places the sub-operations are further divided into work elements. When measuring the time expenditure, a performance rating was carried out, separately for individual sub-operations.

When measuring the time consumption special attention was paid in each operation to the main sub-operation and to the time of walking from tree to tree.

The data on the workers observed are presented in Tab. 2.

The time study was performed during the whole working day in order that also the time structure, which served us in the determination of allowances, might be determined.

The investigations were performed in the course of two tapping seasons. In the 1st year workers took their rest at discretion. In the 2nd year the number and duration of individual rests in the course of a day were determined — on the basis of results obtained in the 1st year — through an estimate of energy expenditure at work for individual sub-operations, and the percentage share of individual sub-operations in the effective time.

When measuring the time expenditure in individual operations, recorded were time expenditures for walking from tree to tree. On sample plots was separately calculated the average distance between the trees. Out of these magnitudes was determined the moving speed of workers separately according to operations.

The time structure for the 1st and 2nd years of the investigation are presented in Tab. 3 for the operations: reddening of trees, raising of equipment and face cutting, while in Tab. 4 for resin collection and scrape removal.

For the 1st year of the investigation the percentage share of the main sub-operation is greatest in the reddening of trees and raising of equipment. The total time for walking from tree to tree is greatest in resin collection. The time share of temporary work is least in scrape removal (0.4%), and greatest in face cutting (4.6%). Also the rest time varies in individual operations. In the rest time were also computed lunch time when exceeding 30 minutes and 50% of the avoidable delays. The share of rest times is presented in Tab. 5. In the operations of reddening trees

and raising of equipment the share of rest time is insufficient in respect of the hardness of labour, the cause of which is cold, considering that the mentioned operations are performed in early spring. Figure 3 represents the arrangement and length of rests according to the working days, and the mean values of the main time for individual operations according to the working hours or between rests. Seeing that except during lunch time there were no rests or they were insufficient, the duration of the mean time expenditures fluctuates considerably, and towards the end of the day the time expenditures extend.

In Figure 4 are represented the same values as in Fig. 3. Considering the better arrangement and the duration of rests, the mean values of time expenditures deviate less from one another here. In a certain number of cases the workers react to fatigue fairly well, and as the working day takes its course they increase the percentage of rest time. From which it is visible that workers react to fatigue fairly well.

In Tables 3 and 4 is represented the time structure also for the 2nd year of investigation. As visible, on an average the organized rests did not influence essentially the length of the time for temporary works, personal needs and avoidable delays.

In Figures 5 and 6 is represented according to working days the duration and arrangement of rests and the mean value of the main time for individual operations between the rests. Here there occur two cases, i. e. that the mean time expenditures between the rests do not vary considerably, and that the mean time expenditures from the beginning towards the end of the working day gradually decrease. In the 2nd case we consider the rests to have transcended their purpose.

The percentage of time for breaks is almost the same in both the years of investigation, which means that the percentage of breaks is independent of the total duration of rests. Data on breaks in the 2nd year of investigation are presented in Tab. 6.

The moving speeds of workers in respect of the strain differ in individual operations (Tab. 7). It was found that the slope, undergrowth and stoneness do not affect the moving speed of workers.

The time for walking around the tree is given in Tab. 8. It was found that there was no difference in time expenditures for walking around the tree in individual operations; furthermore, that there was no significant difference in time expenditures with regard to the number of faces on tree. However, with the slope increasing, the time expenditure for walking around the tree decreases.

The correlation between the main time of the operations of raising of equipment and face cutting on one hand, and the independent variables (face height above ground and slope) on the other, were calculated by means of regression equations.

When cutting faces with the tapping axe it was found that the time expenditure per face decreases with the number of faces on the tree (Tab. 11).

Furthermore, the correlation was computed between the sub-operation of removing the scrape and pouring water from cup at facing on one hand, and the gutter height above ground on the other.

The results of computing the correlation are presented in Tab. 9. The time expenditure for distribution of cups, first cutting of faces and setting up of equipment and removal of equipment, were also calculated.

For the sub-operations of raising of equipment and face cutting there were computed by means of regression equations the time expenditures for the main sub-operations ( $t_0$ ) for various gutter heights above ground and slopes of the terrain. For the other mentioned main sub-operations the expenditures of the main time ( $t_0$ ) for various gutter heights above ground were computed by means of regression equations, and for the various slopes analogously to similar sub-operations in which the slope of the terrain was taken as an independent variable. The results are presented in Tab. 10.

For the sub-operations of cup distribution, first cutting of faces and setting up of equipment, removal of equipment, the time expenditures are calculated for various slopes of the terrain (Tabs. 13, 14, 15).

The computation of allowance for walking from tree to tree ( $1.0 t_{dh}$ ) represents the fatigue allowance, and it is computed by means of energy expenditure estimate, statical load, worker's weight and moving speed on the terrains of various slopes, separately for individual operations in respect of the loading of the worker. The coefficients of allowances are presented in Tab. 16.

The allowances for the main time of individual operations consist of an allowance for rest, static load (at face cutting also, the adverse effect of heat was taken into consideration), and for temporary works. Personal allowance was separately calculated, and it amounts to 1.5% on the effective time with allowances. This allowance was taken in the form of the coefficient  $1.0 t_{dl}$ . Allowances for temporary work in individual operations are found in Tab. 17.

The coefficients of allowances ( $1.0 t_d$ ) for the main times of individual operations are given in Tab. 18.

The magnitude of the total allowance for rest, which was obtained from the allowances of individual sub-operations — at a given operation — is controlled through the running of mean values of the main time between individual rests.

The main times with allowances ( $t_0 \cdot 1.0 t_d$ ) for individual operations are presented in Tab. 19.

By means of the results obtained through the investigation the standard time (T) for individual operations is obtained according to the formula:

$$T = (t_0 \cdot 1.0 t_d + t_h \cdot 1.0 t_{dh}) \cdot 1.0 t_{dl}, \text{ where}$$

$t_h$  = time for walking from tree to tree, computed from the average distance between trees and walking speed.

The standard time is determined separately according to individual operations for a face, a reddening, or a whole tree, i. e., for all faces or reddenings on a tree.

The main time with walking around for several faces on the tree ( $t_{on}$ ) is obtained according to the following formula:

$$t_{on} = n \cdot t_o + t_{ob} \cdot (n - 1), \text{ where}$$

$n$  = number of faces on the tree;  $t_{ob}$  = main time for walking around the tree.

The daily standard (output) expressed by the number of faces ( $N_n$ ) is obtained according to the following formula:

$$N_n = \frac{450}{T_n} \cdot n, \text{ where}$$

450 = Duration of a work day in minutes.

$n$  = Number of faces on the tree.

$T_n$  = Standard time per tree, i. e., for "n" faces or reddenings on a tree.

If in a stand trees are found with 1, 2, 3 and 4 faces, the daily standard (output) is obtained as follows:

$$N = N_1 \cdot 0'0 p_1 + N_2 \cdot 0'0 p_2 + N_3 \cdot 0'0 p_3 + N_4 \cdot 0'0 p_4, \text{ where}$$

$0'0 p_1, 0'0 p_2, 0'0 p_3, 0'0 p_4$  = coefficients of the share of trees with the corresponding number of faces on the tree versus the total number of tapped trees in the stand.

## FUNKCIONALNA ZAVISNOST DEBLJINSKOG PRIRASTA O ASIMILACIJSKOJ POVRŠINI KOD OBIČNE JELE

UDK 634.0.161.31:634.0.561.22/24:634.0.174.7 *Abies alba* Mill.

Tijekom posljednjih desetak godina defolijatori su nešto jače napali naše jelove šume. Neka jelova stabla ostala su pošteđena, neka su izgubila više, neka manje iglica. Na taj je način smanjena asimilacijska površina pojedinih jelovih stabala. To me je ponukalo da istražim funkcionalnu zavisnost debljinskog prirasta ( $y$ ) o asimilacijskoj površini krošnje ( $x$ ), koju sam označio brojkama: 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6... itd. gdje 1 znači potpunu asimilacijsku krošnju, 0.9 smanjenu (oštećenu) za 10%, 0.8 smanjenu za 20%, 0.7 smanjenu za 30%, 0.6 smanjenu za 40%, itd.

Na istraživanom objektu — u gospodarskoj jedinici »Belevine«, Gorski kotar, — uspio sam izraziti godišnji debljinski prirast jele ( $y$ ) kao funkciju asimilacijske površine ( $x$ ) ovom jednadžbom:

$$y = 10,56 \cdot e^{-\frac{1,077}{x}}$$

Ta je funkcija prikazana na slici 1.

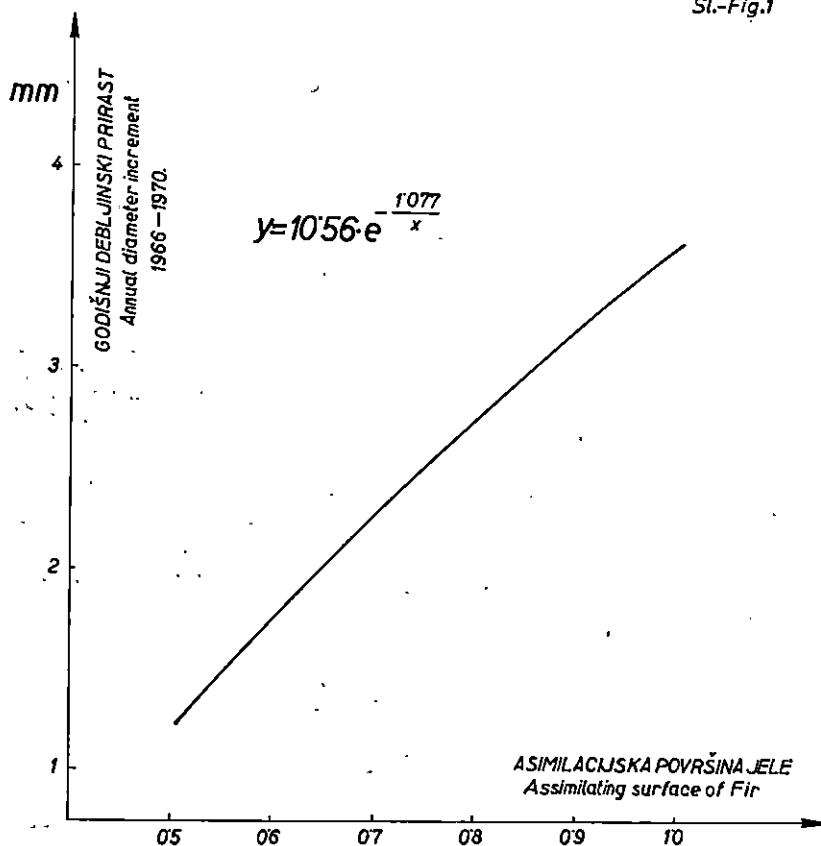
To sam utvrdio 1971. godine, o čemu sam pisao u Šumarskom listu br. 1—2, 1972. godine. Da bih provjerio taj prvi rezultat, tijekom ljeta 1973. nastavio sam započeta istraživanja ograničivši se samo na jednu stalnu pokusnu plohu u istoj gospodarskoj jedinici, poznatu pod imenom »pokusna ploha Belevine VII, 1, d« površine od 1 ha (100×100 m<sup>2</sup>), koja se nalazi u acidofilnoj jelovoj šumi (*Abieto-Blechnetum* Horvat). Opisana je s ostalim plohama u Šumarskom listu od 1954. godine (str. 83—110). Glavni razlog zbog čega sam odabrao baš tu pokusnu plohu leži u tome, što ju je pred. desetak godina napao jelin moljac (*Argyresthia fundella* F. R.) s ostalim defolijatorima, koji su svi zajedno djelovali na smanjenje asimilacijske površine pojedinih stabala. Neka su jelova stabla na taj način izgubila više a neka manje iglica.

U ljeto godine 1973. utvrdio sam na spomenutoj pokusnoj plohi kakvu asimilacijsku krošnju ima svako pojedino jelovo stablo. Od 283 jelovih stabala bilo ih je:

Primljeno 25. III. 1974.

GOSPODARSKA JEDINICA  
 MANAGEMENT UNIT  
 „BELEVINE“ 1971.

Sl.-Fig.1



s punom krošnjom . . . . .	108 stabala
s 10% smanjenom (oštećenom) krošnjom . . .	130 stabala
s 20% smanjenom (oštećenom) krošnjom . . .	26 stabala
s 30% smanjenom (oštećenom) krošnjom . . .	11 stabala
s 40% smanjenom (oštećenom) krošnjom . . .	5 stabala
s 50% smanjenom (oštećenom) krošnjom . . .	2 stabla
s 60% smanjenom (oštećenom) krošnjom . . .	1 stablo

Iz toga slijedi, da je u istraživanoj sastojini kao cjelini asimilacijska površina smanjena odnosno oštećena za okruglo 10%.

Imajući to pred očima, odlučio sam izmjeriti debljinski prirast jele prije i poslije napada defolijatora.

Zato sam izmjerio godišnji debljinski prirast za dva vremenska intervala:

1. od 1962—1973! godine, kad je utvrđeno smanjenje (oštećenje) asimilacijske površine jelovih stabala;
2. od 1956—1962. godine, kad je asimilacijska površina jelovih stabala bila neoštećena.

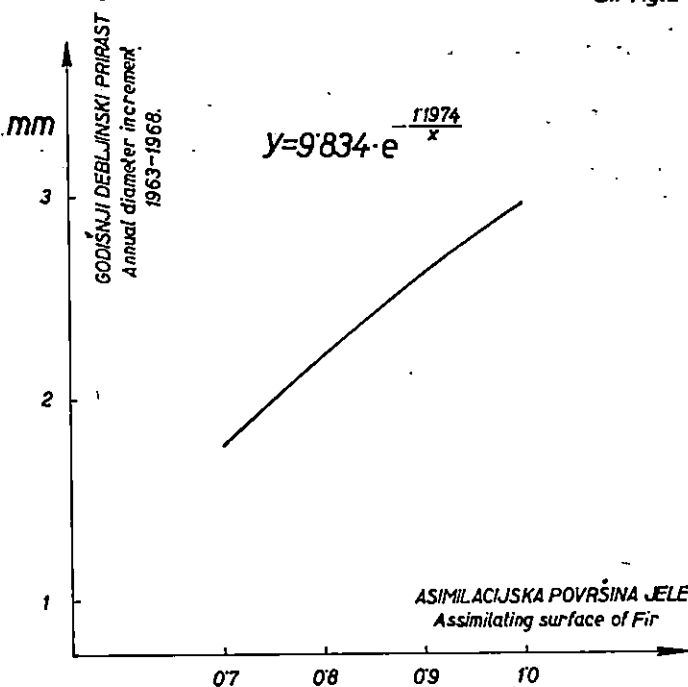
Pomoću prirasnog svrdla uzeo sam na spomenutoj plohi 113 izvrtaka sa 113 jelovih stabala. Svaki je izvrtak analiziran dva puta, tako da je izmjeren prosječni godišnji debljinski prirast ( $Z_1$ ) u prvom vremenskom intervalu i prosječni godišnji debljinski prirast ( $Z_2$ ) u drugom vremenskom intervalu.

S obzirom na to da sam prilikom uzimanja izvrtaka ocijenio asimilacijsku površinu individualno za svako stablo, mogao sam razvrstati godišnje debljinske priraste prema stupnju smanjenja (oštećenja) asimilacijske površine, kako slijedi:

Krošnja (x)	1.0	0.9	0.8	0.7
Broj izvrtaka	45	52	9	7
$Z_{1/mm}$ (y)	3.81	2.65	1.76	1.31

**POKUSNA PLOHA**  
 SAMPLE PLOT  
 „BELEVINE“ VII,1,d  
 1973.

Sl.-Fig.2





Izmjereni godišnji debljinski prirast jele ( $y$ ) kao funkciju asimilacijske površine krošnje ( $x$ ) uspio sam izraziti ovom jednadžbom:

$$y = 9.834 \cdot e^{-\frac{1.1974}{x}}$$

To je prikazano na slici 2.

Tako se u malom — na jednoj pokusnoj plohi — uglavnom potvrdila funkcionalna zavisnost godišnjega debljinskog prirasta o asimilacijskoj površini krošnje, koju sam dobio za cijelu gospodarsku jedinicu »Belevine«.

A sada ćemo vidjeti, kako su prirašćivala ta ista stabla (iz kojih sam uzeo izvrtke) kad su imala neoštećenu asimilacijsku površinu. U tu svrhu iste sam izvrtke analizirao za vremenski interval od 1956—1962. i izmjerio godišnje debljinske priraste ( $Z_2$ ), koje sam razvrstao u iste grupe, premda to ima samo komparativno značenje, jer su u to vrijeme sva istraživana stabla imala neoštećenu krošnju.

Krošnja ( $x$ )	1.0	0.9	0.8	0.7
Broj izvrtaka	45	52	9	7
$Z_2/m$ ( $y$ )	2.81	2.80	2.69	2.56

Odmah je očigledno, da su razlike u godišnjem debljinskom prirastu minimalne.

To je u skladu s našim očekivanjem, jer su prije napada defolijatora ta ista jelova stabla imala neoštećenu krošnju pa su prema tome više manje ravnomjerno prirašćivala. Tako je provjerena i na taj način funkcionalna zavisnost debljinskog prirasta o asimilacijskoj površini krošnje obične jele.

Bit će zanimljivo nastaviti analogna istraživanja za druge vrste drveća i u drugim uvjetima, ne samo na osnovi debljinskog prirasta i krošnje odnosno asimilacijskog aparata nego imajući pred očima »biomasu« šumskih vrsta drveća odnosno sastojina. Pritom će se pojaviti novi problemi kao npr. aktivni i neaktivni dio asimilacijske površine, položaj stabla u sastojini i njegov prirast, optimalna količina svjetlosti za asimilaciju itd.

Prof. Dr. DUŠAN KLEPAC

**THE FUNCTIONAL DEPENDENCE OF DIAMETER  
INCREMENT UPON THE ASSIMILATING  
SURFACE IN SILVER FIR**

UDC 634.0.161.31:634.0.561.22/24:634.0.174.7 *Abies alba* Mill.

During the last ten years or so the defoliators have attacked somewhat more intensively our Fir forests than earlier. Some Fir trees remained unaffected, some lost a greater number, and some a lesser number of needles. Thus the assimilating surface of individual Fir trees was diminished. This prompted me to investigate the functional dependence of diameter increment ( $y$ ) upon the assimilating surface of the crown ( $x$ ), which was marked by the numbers 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6... etc., where 1 signifies the total assimilating surface, 0.9 the one diminished (damaged) by 10%, 0.8 diminished by 20%, 0.7 diminished by 30%, 0.6 diminished by 40%, etc.

In the investigated district — in the management unit "Belevine", Gorski Kotar (North-west Croatia) — I have succeeded to express the annual diameter increment of Fir ( $y$ ) as a function of the assimilating surface ( $x$ ) by the following equation:

$$y = 10.56 \cdot e^{-\frac{1.077}{x}}$$

This function is represented in Fig. 1 (p. 218).

All of which I had established in 1971, whereupon I wrote about it in "Šumarski list" (Forestry Review), no. 1—2, 1972. In order to verify this first result I continued the initial investigations by limiting myself to only one permanent experimental plot in the same management unit, known under the name "Experimental plot Belevine VII, 1, d," occupying an area of 1 ha (100 m × 100 m) and lying in the acidophilous Fir forest (*Abieto-Blechnetum* Horvat). It was described together with other plots in "Šumarski list" of 1954 (pp. 83—110). The main reason why I selected this experimental plot lies in *that about ten years ago it was attacked by the Fir Needle Moth (Argyresthia fundella F. R.) in association with some other defoliators*, all of them bearing on the diminishing of the assimilating surface of individual trees. In this manner some Fir trees lost more needles, others fewer needles.

In the summer of 1973 I established on the mentioned plot the assimilating crown for each individual tree it has. Out of the total of 283 Fir trees there were:

full crown . . . . .	106 trees
10% — reduced (damaged) crown . . . . .	130 „
20% — reduced (damaged) crown . . . . .	26 „
30% — reduced (damaged) crown . . . . .	11 „
40% — reduced (damaged) crown . . . . .	5 „
50% — reduced (damaged) crown . . . . .	2 „
60% — reduced (damaged) crown . . . . .	1 „

From which it follows that in the investigated stand, as a whole, the assimilating surface was reduced (damaged) by about 10%.

With this in view I decided to *measure the diameter increment before and after the attack by defoliators.*

Therefore I extended the measurements of diameter increment over two-time intervals:

1. From 1969—1973, when a diminution (damaging) of the assimilating surface of Fir trees was established;
2. From 1956—1962, when the assimilating surface of Fir trees was not damaged.

By means of an increment borer I extracted on the mentioned plot 113 cores from 113 Fir trees. Each core was analysed twice over, so that was measured the average annual diameter increment ( $Z_1$ ) for the first time interval, and the average annual increment ( $Z_2$ ) for the second time interval.

Considering that when extracting cores I estimated the assimilating surface for each tree, I was able to sort out the annual diameter increments according to the degree of diminution (damaging) of the assimilating surface as follows:

Crown (x)	1'0	0'9	0'8	0'7
Number of cores	45	52	9	7
$Z_{1/mm}$ (y)	3'81	2'65	1'76	1'31

I succeeded to express the measured annual diameter increment of Fir (y) as a function of the assimilating surface of the crown (x) by the following equation:

$$y = 9'83 \cdot e^{-\frac{1.974}{x}}$$

This is represented in Fig. 2 (p. 219).

Thus on a small scale — on one experimental plot — there was corroborated in the main the functional dependence of the annual diameter increment upon the assimilating surface of the crown, which I obtained for the whole management unit "Belevine".

And now, let us see what was the increment of these same trees — from which I extracted cores — when they had an undamaged assimilating surface. To this purpose I analysed the same cores for the time interval from 1956—1962, and I measured the annual diameter increments ( $Z_2$ ), which I sorted into the same groups, although this had only a comparative significance, for at that time all the investigated trees had undamaged crowns.

Crown (x)	1'0	0'9	0'8	0'7
Number of cores	45	52	9	7
$Z_{2/mm}$ (y)	2'81	2'80	2'69	2'56

It becomes instantly evident that the differences in the annual diameter increment are minimal.

This is in accord with our expectations, for before the attack by defoliators these same trees had undamaged crowns and consequently exhibited a more or less uniform growing rate. Thus was verified also in this manner the functional dependence of the diameter increment upon the assimilating surface of Silver Fir.

It will be interesting to continue analogous investigations for other tree species and under other conditions, not only on the basis of the diameter increment and crown or assimilating apparatus, but having in view the "biomass" of the forest tree species or the stands. In this case new problems will appear, such as the active and non-active parts of the assimilating surface, the position of the tree in the stand and its increment, the optimal amount of light for assimilation, etc.

## VEGETACIJSKI I SINEKOLOŠKI ODNOSI ŠUMA U BAZENU SPAČVA

### VEGETATIONS- UND SYNÖKOLOGISCHE VERHÄLTNISSE DER WÄLDER DES SPAČVA-BECKENS

UDK 634.0.181/182(497.13-11)

*Sadržaj — Inhalt*

#### UVOD — EINLEITUNG

#### A. OPĆI PODACI O ISTRAŽIVANOM PODRUČJU — ALLGEMEINE ANGABEN ÜBER DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

1. Zemljopisni položaj, granice i veličina — *Geographische Lage, Grenzen und Grösse*
2. Geomorfološke prilike — *Geomorphologische Verhältnisse*
3. Geološka podloga — *Geologische Unterlage*
4. Hidrografske prilike — *Hydrographische Verhältnisse*
5. Poplavna voda — *Flutwasser*
6. Klimatske karakteristike — *Klimatische Charakteristiken*
7. Šumska tla i njihove osobine — *Waldböden und ihre Eigenschaften*
8. Biotski utjecaji — *Biotische Einflüsse*
  - a) Utjecaj čovjeka — *Einfluss des Menschen*
  - b) Utjecaj zoogenih faktora — *Einfluss der zoogenen Faktoren*
  - c) Utjecaj biljnih organizama — *Einfluss der Pflanzenorganismen*
9. Dosadašnji literaturni podaci o flori Slavonije — *Bisherige Literaturangaben über die Flora Slawoniens*
10. Dosadašnji literaturni podaci o vegetaciji Slavonije — *Bisherige Literaturangaben über die Vegetation Slawoniens*

#### B. VLASTITA ISTRAŽIVANJA — EIGENE UNTERSUCHUNGEN

#### I. ŠUMSKA VEGETACIJA SPAČVANSKOG BAZENA — DIE WALDVEGETATION DES SPAČVA-BECKENS

1. Metodika rada — *Arbeitsmethodik*
2. Sistematski položaj istraživanih šumskih zajednica — *Systematische Lage der untersuchten Waldgesellschaften*
  - a) Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnog graba — *Typischer Stieleichen / Hainbuchenwald*
  - b) Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s cerom — *Stieleichen/Hainbuchenwald mit Zerreiche*
  - c) Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom — *Stieleichen/Hainbuchenwald mit Buche*
  - d) Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i šašem — *Eichenauenwald mit Winkelsegge*

- e) Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem — *Eichenauenwald mit Tatarenahorn*
  - f) Tipična šuma poljskog jasena — *Typischer Knotenblumen-Feldeschenauenwald*
  - g) Tipična šuma crne johe s trušnjikom — *Typischer Schwarzerlenwald mit Faulbaum*
  - h) Šuma crne johe s trušnjikom, vezom i poljskim jasenom — *Schwarzerlenwald mit Faulbaum, Flatterulme und Feldesche*
  - i) Mješovita šuma vrba i topola — *Pappel/Weidenwald*
  - j) Močvarna vegetacija bara — *Sumpfvvegetation der vernässten Mikrotief-lagen*
3. Šumske kulture i plantaže — *Forstkulturen und -Plantagen*
  4. Šumsko-vegetacijska karta 1:100.000 i vegetacijski profili — *Waldvegetationskarte 1:100.000 und Vegetationsprofile*
- II. SINEKOLOŠKI I SINDINAMSKI ODNOSI ŠUMA U BAZENU SPAČVA —  
**SYNÖKOLOGISCHE UND SYNDINAMISCHE WALDVERHÄLTNISSE IM  
 SPAČVA-BECKEN**
1. Podzemna voda — *Grundwasser*
  2. Sinekološko-sindinamski odnosi šumskih zajednica — *Synökologisch-syn-dynamische Verhältnisse der Waldgesellschaften*

**ZAKLJUČAK — SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Literatura — *Literatur*

Zusammenfassung

---

Primljeno 3. VI. 1974.

»Najbolji indikator, kojim je fiksirano stanište u Posavini za pojedine vrste drva je bilje, koje na tom tlu raste.«

(Taksator inž. M. Crnadak, Vinkovci 1933)

»Der beste Indikator durch welchen der Standort für die einzelnen Holzarten in Sava-Tal fixiert ist, sind die Pflanzen, welche auf diesem Boden wachsen.«

(Forsttaxator Ing. M. Crnadak, Vinkovci 1933)

## UVOD — EINLEITUNG

Slavonska šuma predstavlja specifični prirodni fenomen, jedinstven u svijetu. Šumski bazen Spačva tvori jezgru slavonske šume. Iz te šume potječe na svjetskom glasu poznata »slavonska hrastovina«, pojam kvalitete i osobite vrijednosti.

Iako je slavonska šuma oduvijek predstavljala, a i danas predstavlja goleme prirodne vrijednosti, ostala je sve do sada razmjerno slabo proučena.

Slavonska šuma još uvijek krije mnoge zagonetke za šumara, biologa, historika i ekonomu. S biološko-ekološkoga i vegetacijskog gledišta ona je napose nedovoljno proučena.

Mi smo postavili zadatak, da proučimo šume bazena Spačva s vegetacijsko-sinekološkog gledišta. Uložen trud u vremenu od 1969—1972. godine i odatle proizašao rad predstavlja naš skroman doprinos boljem poznavanju slavonske šume, toga neprocjenjivog blaga naših naroda.

Krajnji cilj gospodarenja u svim sastojinama spomenutog područja jest »kontinuirana proizvodnja što vrednijih drvnih sortimenata uz stalno povećanje vrijednosti sastojina na cijelom području, a uz maksimalno osiguranje prirodne regeneracije« (Lucarić 1970).

Postavljeni cilj gospodarenja nije moguće postići bez šumsko-gospodarske osnove i gospodarenja, fundiranima na principima šumarske nauke. Smatramo da su floristički i ekološki jasno okarakterizirane šumsko-vegetacijske jedinice osnova svih daljnjih istraživanja u šumarstvu, a kako šume u bazenu Spačva do danas nisu ni fitocenološki ni sinekološki proučene niti monografski prikazane, postavili smo za glavni cilj naših proučavanja slijedeće:

1. proučiti i obraditi ekološke faktore (geomorfološke, geološke, hidrografske, klimatske i pedološke) te biotske utjecaje na istraživanom području;
2. opisati i sistematski opredijeliti šumsko-vegetacijske jedinice (asocijacije, subasocijacije i faciese) istraživanog područja na florističkoj osnovi;
3. prikazati sinekološke odnose šumskih asocijacija u bazenu Spačva, te
4. izraditi osnovnu fitocenološku kartu u mjerilu 1 : 100.000 te vegetacijske profile.

Praktično značenje rada sastoji se u pružanju znanstvenih podataka šumskoj privredi, koji će se moći koristiti naročito kod izrade dugoročnih osnova gospodarenja šumama. U vezi s time poslužit će vrlo dobro vegetacijska karta, jer će se moći propisati smjernice gospodarenja za svaku biljnu zajednicu.

Obavljena šumsko-vegetacijska istraživanja spomenutog područja su prilog i našoj geobotaničkoj nauci kao znanstveno opravdana osnova za buduća kompleksna biocenološka i tipološka istraživanja na tom području. Naime, poznato je da se tek nakon znanstvenog utvrđivanja fitocenoloških odnosa stvara osnova za pravilno fitogeografsko raščlanjenje spomenutog dijela Hrvatske.

Spomenuti zadaci su adekvatno obrađeni u našem radu s time, što smo stalno imali na umu, da je težište naših istraživanja šuma, a ne flora, pa smo šumi i njezinim zajednicama posvetili našu glavnu pažnju.

Prijašnja floristička, ekološka, vegetacijska i šumsko-gospodarska istraživanja tog područja spomenuli smo prilikom obrade općih podataka o istraživanom području.

#### A. OPĆI PODACI O ISTRAŽIVANOM PODRUČJU — ALLGEMEINE ANGABEN ÜBER DAS UNTERSUCHUNGSGBIET

##### 1. Zemljopisni položaj, granice i veličina — Geographische Lage, Grenzen und Grösse

Istraživano područje »Šumski bazen Spačva« leži u Panonskoj nizini obuhvaćajući jugoistočni dio istočne Slavonije i zapadni dio Srijema. Prostire se između 18°45' i 19°10' zemljopisne dužine (istočno od Greenwicha) i od 44°51' do 45°09' sjeverne zemljopisne širine, a prikazano je na topografskim kartama 1 : 100.000 sekcije Vinkovci, Vukovar, Tuzla i Bijeljina (Karta 1).

U užem smislu riječi pod »Šumskim bazenom Spačva« smatramo suvisli kompleks nizinskih šuma u slivnom području rijeke Spačve i Studve.

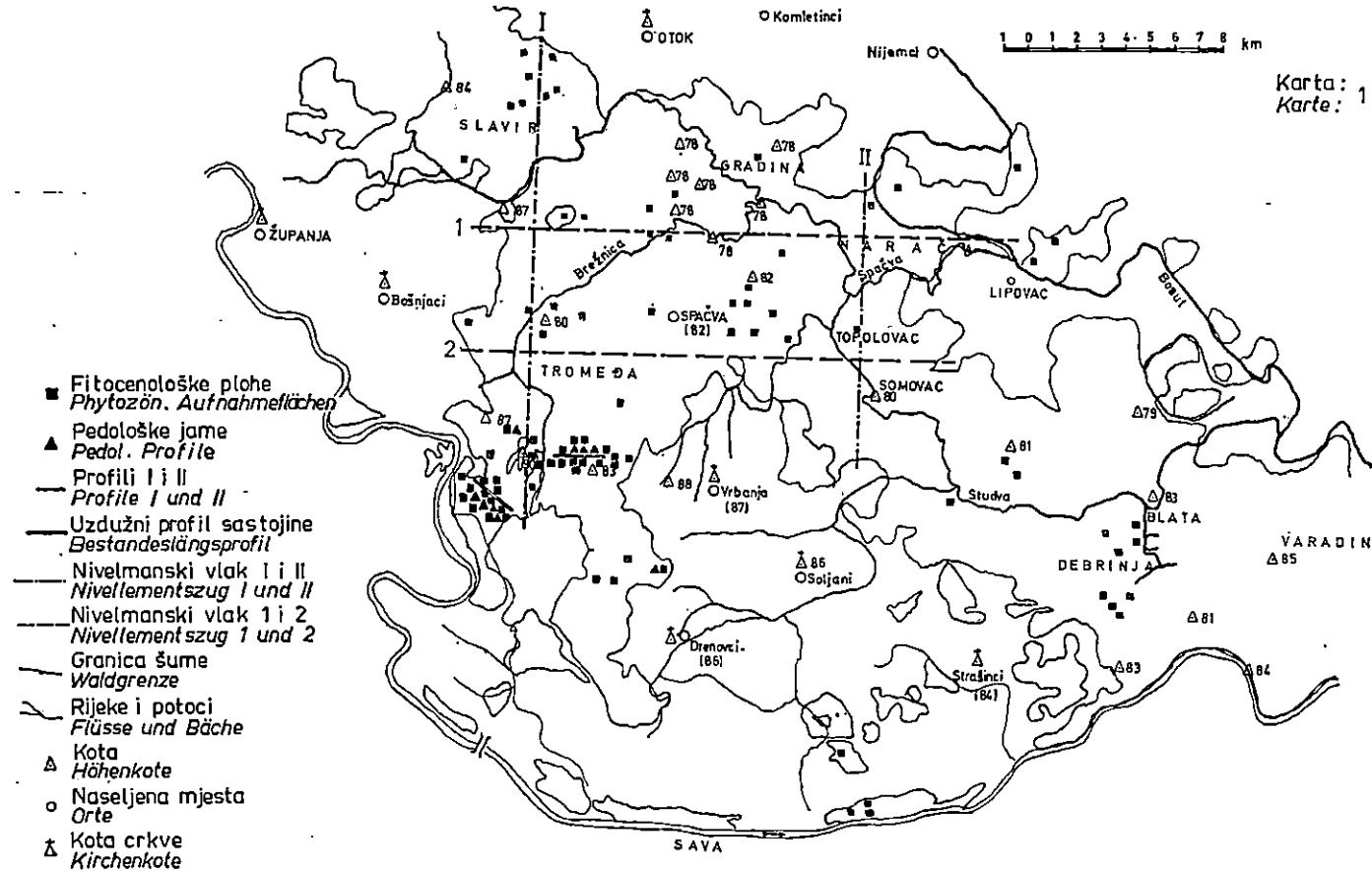
Spomenuto područje je u zemljopisnom pogledu smješteno uz lijevu obalu Save (jugozapad—jug) na potezu od Županje do granice sa SR Srbijom, dalje je s istočne strane omeđeno republikom granicom sve do sela Nijemci; zatim sa sjevera omeđuje spomenuto područje tvrda cesta Nijemci—Komletinci—Otok i konačno sa sjevero-zapada granica teče ljetnim putem od Otoka do Županje. Tako ograničeno područje tvori valovitu ravan, ispresijecanu rječicama i potocima, kojeg ukupna površina šuma iznosi 39.789 ha. Navedene šume podijeljene su na 6 šumarija, 11 gospodar-skih jedinica te 43 šumska predjela.

Cjelokupna vanjska granica spomenutog šumskog kompleksa iznosi cca 350 km. Duljina autoputa, koji prosijeca to šumsko područje napola u pravcu istok—zapad, iznosi 30 km. Okomita udaljenost od Save (kod Račinovaca) do Komletinaca (sjever—jug) iznosi 32 km, a udaljenost od Save (kod Županje) do republičke granice kod Lipovca je također 32 km. Šumovitost tog područja ( $32 \times 32 \text{ km}^2$ ) iznosi oko 38%.

Zemljopisni položaj toga dijela naše zemlje u prehistorijsko je doba otežavao pristup čovjeku zbog svoje neprohodnosti i velike zamočvare-



PREGLEDNA KARTA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA  
ÜBERSICHTSKARTE DES UNTERSUCHTEN GEBIETES



nosti. No, unatoč tome nalazimo već prahistorijskih podataka, da je čovjek u spomenuto područje zalazio, pa čak i tvrde ceste gradio (rimska cesta Marsonia—Saldis—Sirmium), što je svakako imalo vidni odraz na razvoj vegetacije u tom kraju.

## 2. Geomorfološke prilike — Geomorphologische Verhältnisse

Geomorfološki (reljefni) čimbenici vrlo utječu na lokalnu klimu i odnose tala, a također i na šumsku vegetaciju.

Na istraživanom području od posebnog su interesa makroreljef, mezoreljef i mikroreljef.

Reljefni izgled spomenutog područja je pretežno ravničarski, i ondje dolaze do posebnog izražaja mezoreljef i mikroreljef.

Makroreljef spačvanskoga šumskog bazena formiran je još prvobitnim tektonskim poremećajima u pleistocenu. Čitav teren je nagnut od zapada prema istoku te od Save prema unutrašnjosti (Bosutu).

Obavljena nivelacija poprečnih profila sjever—jug pokazuje, da to područje tvori blagu kotlinastu ravan, strane koje se postepeno uzdižu na jugu prema Savi, a na sjeveru prema vukovarskom ravnjaku i Fruškoj gori.

Nadmorska visina istraživanog područja kreće se od 77—90 m (Vel. Utuš—Varoš) nad morem. Iz toga vidimo, da je to područje u vertikalnom smislu vrlo slabo razvijeno. Tu dolazi do izražaja naročito relativna nadmorska visina te mezoreljef i mikroreljef, koji se očituju preko mikro-uzvisina (grede i terase) te mikroudubina (nize i bare).

S obzirom na oblik reljefa to područje spada u udubljene i ravne šumske terene.

Od udubljenih oblika reljefa javljaju se uvale: dugoljaste udubine većega ili manjeg opsega kao i tanjurasta udubljenja. Udubljeni tereni na spomenutom području imaju vrlo oštro izražene ekološke i vegetacijske karakteristike.

Od ravnih oblika reljefa pojavljuju se ravnice kao niske ravni ili nizine (nize), riječne terase i ravnjaci. Javljaju se još i grede, a to su prema Dekaniću (1959) blago uzdignuta mjesta, koja su redovito izvan utjecaja poplavnih voda.

S obzirom na postanak to su sekundarne ravnice, nastale riječnim i eolskim nanosima.

Utjecaj ekspanzije i inklinacije na spomenutom području ne dolazi do izražaja na razvoj šumske vegetacije, jer je teren pretežno ravan.

Već smo prije spomenuli, da je od posebnog interesa relativna nadmorska visina, a u vezi s time izgled reljefa, što je neposredno povezano s oborinskom, poplavnom i podzemnom vodom. Kroz nekoliko decenija prilikom prirodne obnove istraživanih šuma spomenuti reljefni čimbenici doći će do osobitog izražaja. U vezi s time potrebno je već sada naglasiti, da bi bila neophodna izrada reljefne karte sa slojnicama, kojih bi međurazmak iznosio 20 cm. Naš pokušaj da ukažemo na važnost profilne i plošne nivelacije, tj. na povezanost šumskih zajednica i sastojina s oblikom terena došao je do punog izražaja u položenim poprečnim (sjever—jug) i uzdužnim (istok—zapad) nivelanskim profilima, kojih duljina ukupno iznosi 73 km.

Slijedeći te profile na terenu, mi smo paralelno s nivelacijom obavili kartiranje šumskih zajednica i na taj način oblike terena povezali s postojećim šumskim zajednicama te utvrdili pravilnost pojave pridolaska određenih šumskih zajednica s pojedinim oblicima mezoreljefa i mikroreljefa.

### 3. Geološka podloga — Geologische Unterlage

Geološki sastav Panonske nizine dosta je dobro proučen. Za nas su od interesa radovi Šandora (1912), Gorjanovića (1916, 1921), Tajdera (1941), Takšića (1947, 1970), Jagačića (1963), Kranjca et al. (1968), Miletića (1969) i Laskareva (1951).

Područje naših istraživanja spada u veću samostalnu jedinicu Slavonije nazvanu po Takšiću (1970) — »Nasuta aluvijalna ravnica Posavine«.

Tercijar sa svojim geološkim epohama miocena i pliocena bijaše doba postojanja Panonskog mora, koje je iščezlo prije pojave čovjeka.

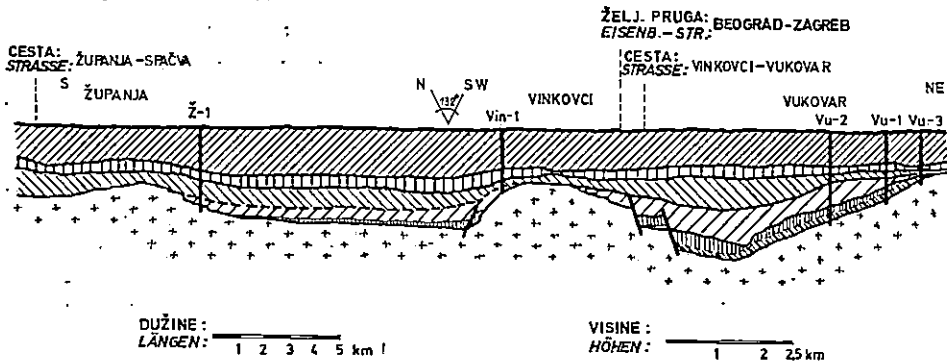
Taložine slatkovodnih jezera, koja su nastala kao relikti povučenog Panonskog mora su tzv. paludinske naslage (900—1500 m), koje se u podzemlju istočne Slavonije mogu pratiti do republičke granice i dalje prema istoku (Takšić 1970).

Poznavanje geoloških prilika istočne Slavonije vezano je na duboka istražna bušenja, koja su u tom području obavljena. Dokazano je da su u manjim i velikim dubinama na stare arhajske i paleozojske stijene taloženi sedimenti kredne formacije, zatim naslage tortona, donjeg sarmata, miopliocena i pliocena, a sedimenti paleogena i starijeg miocena nisu nađeni. Istražna bušenja bila su izvedena na strukturama Vukovar, Vinkovci, Jarmina, Županja, Vrbanja, Šid i Osijek. (Jagačić 1963) (Karta 2).

#### GEOLOŠKI PROFIL KROZ ISTOČNU SLAVONIJU GEOLOGISCHES PROFIL DURCH OST-SLAWONIEN

( Prema: T. Jagačić 1963. Iz: Takšić 1970 )  
( Nach: T. Jagačić 1963. Aus: Takšić 1970 )

Karta: 2  
Karte: 2



#### LEGENDA: LEGENDE:

	PALUDINSKI SLOJEVI PALUDINISCHE-SCHICHTEN		RHOMBOIDEA SLOJEVI RHOMBOIDEA-SCHICHTEN		ABICHI SLOJEVI ABICHI-SCHICHTEN
	BANATICA SLOJEVI BANATICA-SCHICHTEN		MIOCEN (TORTON) MIOZAN (TORTON)		KREDA GORNJA OBERKREIDE
		TEMELJNO GORJE URGEBIRGE			

Najplića bušotina bila je kod Vukovara (Vu-3) na svega 954 m, a najdublja kod Šida (Ši-1) na 2064,50 m dubine.

Savska potolina je nastala zbog tektonskih poremećaja, i prema tome je to tektonska graba. Ravnica je nastajala za vrijeme jezerske faze u savskoj tektonskoj grabi, koja je spuštena koncem neogena i početkom pleistocena, a jezerska je faza trajala sve do srednjega pleistocena (*Laskarev* 1951).

Taložine i nanosi pleistocena razvijeni su u spomenutom području u obliku prapora (les), močvarnog prapora i aluvijalnih riječnih nanosa (*Takšić* 1970).

Prema *Takšiću* (1970): »Taloženjem eolske prašine u doba vlažnog perioda nastala je beskarbonatna ilovača, a taloženjem u suhom periodu nastao je tipski prapor, karbonatna tvorevina. Prema mjestima, gdje je prapor taložen, razlikujemo »močvarni« i »kopneni« prapor«.

Jasno je, da na istraživanom području prevladava upravo taj pretaloženi (metamorfizirani) močvarni prapor, a da je kopneni u mnogo manjoj mjeri zastupljen (samo na izrazitim gredama).

#### 4. Hidrografske prilike — Hydrographische Verhältnisse

U hidrografskom pogledu je istraživano područje, unatoč tome što je pretežno ravnica, dobro razvijeno. Njegovom jugozapadnom i južnom granicom protječe Sava, na sjeveroistoku jednim dijelom teče Bosut, a skoro sredinom područja protječe Spačva, koja prima Virove, Brežnicu, Ljubanj s Rabrom i Koritnjem, a kroz istočni dio područja protječe Studva i Smogva.

Osim navedenih rijeka i potoka nalazi se na istraživanom području još znatan broj većih i manjih odvodnih kanala te starih »mrtvih« protoka, zvanih »zib«.

Duljina Save od Županje do granice sa SR Srbijom iznosi 58 km, a duljina svih ostalih rječica na spomenutom području iznosi 127 km ili ukupno 185 km duljine prirodnih vodotoka. Glavne rijeke teku od zapada prema istoku, a sporedne od juga prema sjeveru, i sve imaju mali pad.

Duljina Spačve s Virovima od izvora do ušća iznosi oko 50 km.

U navedenom području naročito su interesantne bare, koje mogu biti različitog oblika, tako npr. tanjuraste, izdužene, pa uske i savinute u obliku kopita, te jajastoga i elipsoidnog izgleda.

U tom području razlikuju se dvije vrste bara. Prve se mogu nazvati barama s kišnom vodom, a druge barama s kišnom i poplavnom ili podzemnom vodom. Pod barama s kišnom vodom misli se na bare, koje su na tako visokim položajima, da u njima bude vode samo za jakih kiša, a pod barama s kišnom i poplavnom ili podzemnom vodom podrazumijevaju se, u koje voda dođe i za vrijeme poplava ili visokog nivoa podzemne vode. U većini slučaja nakon odvodnje jarcima postaju prve jednake suhom tlu. U manje slučaja one su poplavljivane pomoću oborina i poslije odvodnje jarcima. No, i u tom drugom slučaju voda tek malo škodi, jer se obično javlja za vrijeme mirovanja vegetacije. Jači utjecaj mogu imati jedino štete od leda. Dok u barama, odakle voda otječe odmah nakon prestanka oborinske poplave, nailazimo na prekrasne hrastike, dotle su zatvorene

bare — iz kojih voda ne može nakon poplave oteći — prazne, tj. bez šumske vegetacije. Da je tome tako, mogao se svatko uvjeriti, tko je barem jednom posjetio slavonske šume.

U pojedinim barama zbog nemogućnosti otjecanja i slabe propusnosti tla zadržavaju se oborinske i druge vode u obliku stajačica, tako da se na takvim lokalitetima stvaraju bare i močvare trajnijeg karaktera. Jedna od većih bara (staro korito Save) je »zib«, koji prolazi kroz šumske predjele Sočna i Desićevo. Zib je dug oko 10 km, a širok od 150 do 300 m. Ondje raste šumska zajednica crne johe s različnim močvarnim biljkama, dok se u drugim barama razvija samo čisto močvarna vegetacija zeljastog bilja iz rodova: *Carex*, *Typha*, *Schoenoplectus*, *Glyceria*, *Juncus*, *Sparganium*, *Roripa*, *Galega* i dr. Na taj se način stvara golema organska masa, koja se iz godine u godinu obnavlja te pomaže zarašćivanju i uzdizanju, tj. polakom isušivanju spomenutih bara.

Prije je rečeno, da je to područje nekada pripadalo dnu Panonskog mora te je prema tome ravnica sekundarnog porijekla, izgrađena utjecajem riječnih i eolskih nanosa. U toj je ravnici Sava često vijugala, tj. mijenjala vrlo često svoje korito, pa su na taj način nastajali ti mnogobrojni rukavci i veći vodotoci, koje narod naziva »mrtvaje«, »vlake«, »dol«, »strug« ili »zib«.

Bosut djelomično teče svojim prirodnim koritom; a djelomično umjetnim, koji su počeli uređivati već Rimljani.

Bosut nastaje kod sela Cerne, gdje se sastaju Berava i Bidj, a mogao bi se smatrati nastavkom Berave, koja na velikom zavoju između Štitara i Županje ima direktnu vezu sa Savom. Ta se prirodna veza samo naslućuje, ali je u prijašnja vremena postojao i umjetno iskopani kanal s izrađenom drvenom ustavom, koji su tek 1842. godine zemljanim nasipom potpuno zatrpali (Beyer 1876).

Bosut teče od Cerne na sjever s velikim vijuganjima u pravcu Vinokovaca, gdje mijenja pravac u velikom luku i protječe pored Nijemaca, Lipovca i Morovića primajući kod Lipovca Spačvu, a kod Morovića Studvu, teče dalje u pravcu Save, u koju se ulijeva kod sela Bosuta. Na taj je način Bosut glavni pobirač svih voda te velike nizine, no mali pad, mnogobrojne mlinske brane, ribarski pleteri, zaustavljene klade i čitava stabla usporavali su mu u prijašnja vremena i tako spori tijek, pa i danas za niskog vodostaja pokazuje posve tromi tijek.

Spačva i Studva teku savsko-bosutskom dolinom sabirući vode iz mnogobrojnih bara. Korita su im osobito bliže ušću stabilna i dovoljno duboka, no i po njima je ranije bilo mlinskih ustava i ribarskih pletera (jazova).

Sava na cijeloj duljini, Bosut od ušća do sela Nijemci, Spačva od ušća do utoka Brežnice, a Studva od ušća do Zvijezdan-grada bile su u prijašnja vremena plovne rijeke, kojima se transportirala izrađena stara slavonska hrastovina, utovarena u drvarice i šlepove.

Beyer (1876, str. 22) navodi . . . »da je mjeseca lipnja 1875. mala parnjača sa snagom od 24 konja uz vodu od ušća do Nijemaca (oko 30 km, spomenuo Đ. R.) doprla i donle dva prazna a nizvodice ista dva gorom vrlo nakrcana teglića doteglila«.

Za šume u nizinskom području važne su prema istraživanjima *Dekanića* (1959)

a) oborinska voda, b) poplavna voda i c) voda u tlu, odnosno podzemna voda.

O oborinskoj vodi govorit ćemo u poglavlju o klimi, a poplavnu i podzemnu vodu obradit ćemo u posebnim poglavljima.

### 5. Poplavna voda — *Flutwasser*

Šume bazena Spačva razvile su se najvećim dijelom u poplavnom području rijeke Save i njezinih pritoka Bosuta, Spačve i Studve. Sava je od praiskonska plavila istraživano područje nekad više, nekad manje. Svake je godine sve do 1932. kada je dovršen savski obrambeni nasip, bio veći dio tih šuma više ili manje poplavljen. Poplave su obično dolazile u kasnu jesen ili proljeće, u vrijeme kad su tamo oborine najobilnije a recipijenti nisu kadri u tako kratkom vremenu odvesti vodu Bosutom u Savu. Takve poplave nisu većem dijelu poplavljenih šuma bile na štetu, jer je voda s toga tla otjecala — čim se za to pružila mogućnost — preko Bosuta (na ušću Bosuta postojale su već od 1884. g. ustave). Poplavna voda je muljem, koji je donosila, gnojila tlo i time koristila tlu i šumi.

Druga stvar je s barama u tom području, koje su većinom stari vodotoci Save i Bosuta. Vjerojatno je Bosut stari vodotok Save (*Zornberg* 1844), no to nije posve sigurno. Tome u prilog govori činjenica, da početak Bosuta počinje od same Save između Županje i sela Štitara, gdje je nekada bila izgrađena ustava, koja je zatrpana tek 1842. nasipom od zemlje. Bare je, naime, zalijevala poplavna, oborinska i podzemna voda, a pošto nemaju izlaza do Save i Bosuta, ostala je voda u njima do kasnog ljeta (neke nisu ni presušivale), pa su time bile nepristupačne šumskoj kulturi velike površine.

Sličan je slučaj s tanjurastim uvalama, koje dobrim dijelom nemaju potpuni karakter bara, ali zbog vode koja na njima dulje vremena stagnira, podesne su samo za crno-johine i jasenove šume. Te uvale su često znatno niže od okolnog tla, ali ipak toliko da se u njima dulje vremena zadržava voda, pošto je zasićeno tlo ne može dovoljno brzo upiti, a ne može se ni tako brzo ispariti (*Loger* 1941).

U periodu od 1928—1934. g. (na našem području 1932.) završena je izgradnja obrambenog nasipa Rajevo selo—Gunja—Bosut—Mitrovica, pa od tog vremena nadalje (kroz 40 god.) nema više direktnih poplava Save na istraživanom području.

Međutim, poplave (iako ne katastrofalne) se i dalje dešavaju na istraživanom području, i to indirektno poplave kao i one koje nastaju od topljenja snijega, oborinske i podzemne vode.

Takva poplava na istraživanom području desila se upravo 1970. godine u vrijeme naših istraživanja spomenutog područja. Tada je cca 20.000 ha šumske površine bilo pokriveno vodom dubine 10—250 cm. Jasno je da su prvenstveno sve bare i nize bile pod vodom, no i riječne terase su također bile njome pokriveno.

Prema istraživanjima *Dekanića* (1959) u Posavini razlikujemo direktne i indirektno poplave. Direktne poplave nastaju za vrijeme velikog vodo-

staja Save direktnim prelijevanjem preko obrambenog nasipa ili ulaženjem savske vode u korita većih rijeka, kod nas Bosuta, međutim to se ne dešava, jer Sava ne prelijeva svoj nasip, a na ušću Bosuta u Savu postoji brana (ustava) koja onemogućuje ulazak savske vode u Bosut. Direktnim poplavama Save izložena je samo uska zona šuma u predobalnom pojasu (»Vorland«).

Postojeća crpka od 30 m<sup>3</sup>/sek, koja za vrijeme visokog vodostaja Save, Bosuta, Spačve i drugih rječica prebacuje vodu iz korita Bosuta u Savu, nije u mogućnosti prebaciti svu pristiglu vodu, pa zbog toga Bosut, Spačva, Studva i dr. indirektno poplavljavaju spomenute šume.

Naglo topljenje snijega, povećane oborine i izbijanje podzemne vode na površinu (što se obično dešava u barama) također izazivaju površinsku poplavu manjeg opsega i kraćeg trajanja. U proljeće 1970. imali smo prilike vidjeti nakon topljenja snijega, kako se nastala voda jednostavno vrti u krugu jer nema kuda otjecati, teče iz jedne bare u drugu, zatim ponovno kanalom okolo u prvu baru, i sve tako dok voda u Spačvi ne opadne toliko, da može primati bočne vode i odvoditi ih u Bosut.

U periodu naših istraživanja 1969—1972. godine prisustvovali smo ekstremnim promjenama u prirodi. Tako je 1969. bila prosječna godina (s meteorološkog gledišta), 1970. bijaše ekstremno vlažna s velikim poplavama, a 1971. ekstremno suha, pa su sve bare i korita manjih rijeka, djelomično i Spačve potpuno presušila. Komaraca, koji se inače u vlažnoj godini javljaju na milijarde, tako reći nije ni bilo. Smatramo da su nam i te okolnosti pomogle, da u potpunosti shvatimo bit formiranja i postojanja tamošnjih biljnih zajednica, a zbog sinekološkog gledanja i shvaćanja utjecaja vanjskih čimbenika na šumske zajednice spomenutog područja obradili smo i poglavlje o poplavnoj vodi.

## 6. Klimatske karakteristike — Klimatische Charakteristiken

Klimu istraživanog područja prikazat ćemo na osnovi podataka, dobivenih od Hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske u Zagrebu za meteorološke stanice Vinkovci (1953—1967) i Spačva (1954—1967). Prilikom prikazivanja klime poslužiti ćemo se metodom prof. dr B. Maksića (1962) i radovima Milosavljevića (1957), Škreba (1942), Vujevića (1953) i Bertovića (1960).

Poznata je velika zavisnost razvoja šumske vegetacije o klimi, pa je stoga želimo detaljnije prikazati, to prije jer posjedujemo izvorne podatke meteorološke stanice u Spačvi, koja se nalazi u srcu istraživanih šuma.

Klimatske prilike jugoistočnog dijela istočne Slavonije odraz su niza klimatskih faktora, koji djeluju na širem području Slavonije i Srijema, te bi se mogle karakterizirati podacima meteoroloških stanica Vinkovci, Šid, Brčko, Drenovci, Županja i Spačva. Zbog neujednačenosti perioda motrenja i preopširnosti materije poslužiti ćemo se u prvom redu samo vrijednostima meteoroloških elemenata za stanice Spačva i Vinkovci. Smatramo da će meteorološki podaci tih dviju stanica vjerno okarakterizirati tamošnju klimu, i to stanica u Vinkovcima klimu područja bez šumskog pokrivača, a stanica u Spačvi pravu šumsku klimu nizinskog područja, jer je okružena šumom u radiusu od skoro 10 km. Za obradu klime spomenutog po-

dručja upotrijebljeno je razdoblje od 1953—1967. za stanicu Vinkovci te 1954—1967. za stanicu Spačva, tj. petnaestogodišnji i četrnaestogodišnji niz motrenja (stanica u Spačvi počela je radom 1954. godine).

Položaj meteoroloških stanica u spomenutom razdoblju je slijedeći:

Tek. br. Lauf. Nr.	Stanica Wetterstation	Nadm. visina Höhenlage m	Zemljopisna Geographische		Razdoblje promatr. Beobacht.- Periode	Br. godina motrenja Zahl der Beobacht.- Jahre
			širina Breite	dužina Länge		
1.	Spačva	82	45°3'	18°54'	1954—1967	14
2.	Vinkovci	85	45°17'	18°49'	1953—1967	15

Srednja godišnja temperatura zraka istraživanog područja za razdoblje 1954—1967. iznosila je u prosjeku 10,1 °C (Spačva 10,1 °C i Vinkovci 10,7 °C).

Srednja temperatura vegetacijskog perioda (travanj—rujan) iznosi za Spačvu 16,5 °C i za Vinkovce 17,6 °C (Graf. 1a, 1b).

Srednji maksimum najtoplijeg mjeseca kao i godišnji prosjek za period 1955—1967. donosimo u tabeli 2. Srednja mjesečna maksimalna temperatura zraka javlja se u srpnju te iznosi za Spačvu i Vinkovce 27,2 °C, a srednja godišnja maksimalna temperatura zraka iznosi za Spačvu 16,6 °C i za Vinkovce 16,0 °C (Graf. 2a, 2b).

Srednji minimum najhladnijeg mjeseca kao i godišnji prosjek minimalnih temperatura zraka za period 1955—1967. donosimo u tabeli 3. Srednja mjesečna minimalna temperatura zraka pada u siječnju te iznosi za Spačvu —6,1 °C i za Vinkovce —5,5 °C, srednja godišnja minimalna temperatura zraka iznosi za Spačvu 4,6 °C i za Vinkovce 5,7 °C (Graf. 3a, 3b).

Apsolutni maksimum u periodu motrenja iznosio je za Spačvu 37,5 °C na dan 11. 08. 1961. godine, a za Vinkovce 39,0 °C u tijeku kolovoza 1957. godine.

Apsolutni minimum u periodu promatranja iznosio je za Spačvu —31,2 °C na dan 24. 01. 1963. godine te za Vinkovce —30,5 °C također 24. 01. 1963. godine (Graf. 4a, 4b).

Razlike između apsolutnih maksimalnih i apsolutnih minimalnih temperatura daju nam ekstremna kolebanja temperature zraka u spomenutom razdoblju. Taj interval kolebanja temperature iznosio je za Spačvu 68,7 °C i Vinkovce 69,5 °C. Tako visoka temperaturna amplituda negativno se odražuje na pridolazak i uspijevanje šumske vegetacije (Graf. 5a, 5b).

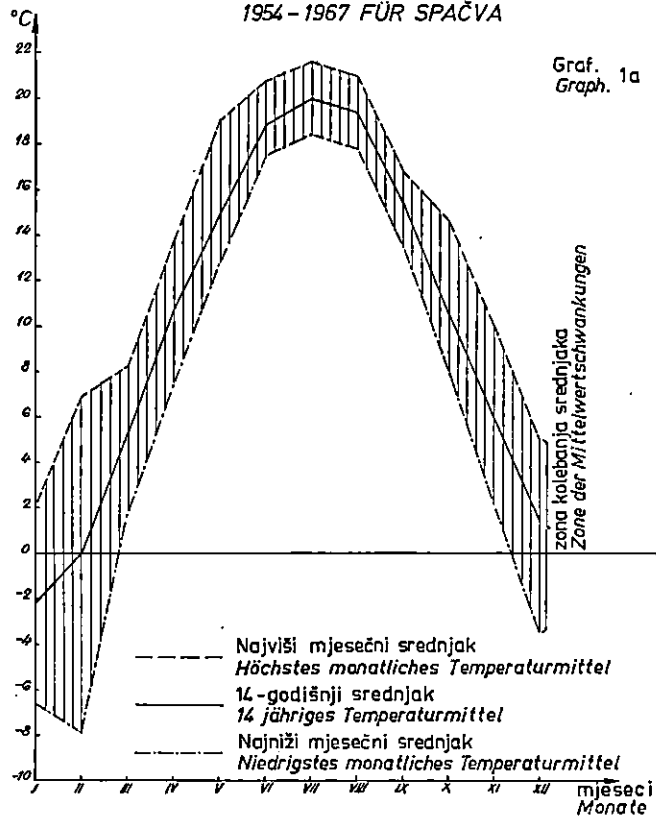
Relativna vlaga zraka ima također veliko značenje za biljni svijet, a za istraživano područje u periodu 1954—1967. prikazana je u Graf. 6a i 6b. U šumskom bazenu Spačve ona ima posebno značenje, jer je vrlo visoka i kreće od 77% u travnju do 86% u siječnju.

Radi dobivanja pregleda godišnjeg hoda i količine oborina na istraživanom području obrađen je niz od 14 godina, tj. period od 1954—1967. godine. Srednje mjesečne i godišnje količine oborina za čitav period prikazane su u Graf. 7a i 7b.



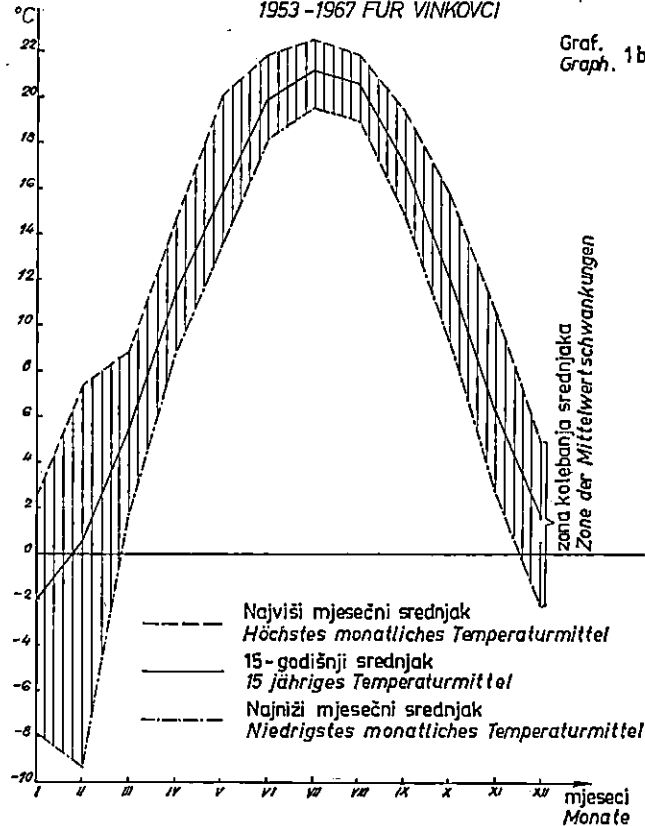
GODIŠNJI HOD SREDNJIH MJESEČNIH TEMPERATURA  
TE HOD NAJVIŠIH I NAJNIŽIH SREDNJAKA U RAZDOBLJU  
1954 - 1967. ZA SPAČVU

JÄHRLICHER VERLAUF DER MITTLEREN MONATLICHEN  
LUFTTEMPERATUREN UND DER VERLAUF DER HÖCHSTEN  
UND NIEDRIGSTEN TEMPERATURMITTEL IM ZEITABSCHNITT  
1954 - 1967 FÜR SPAČVA



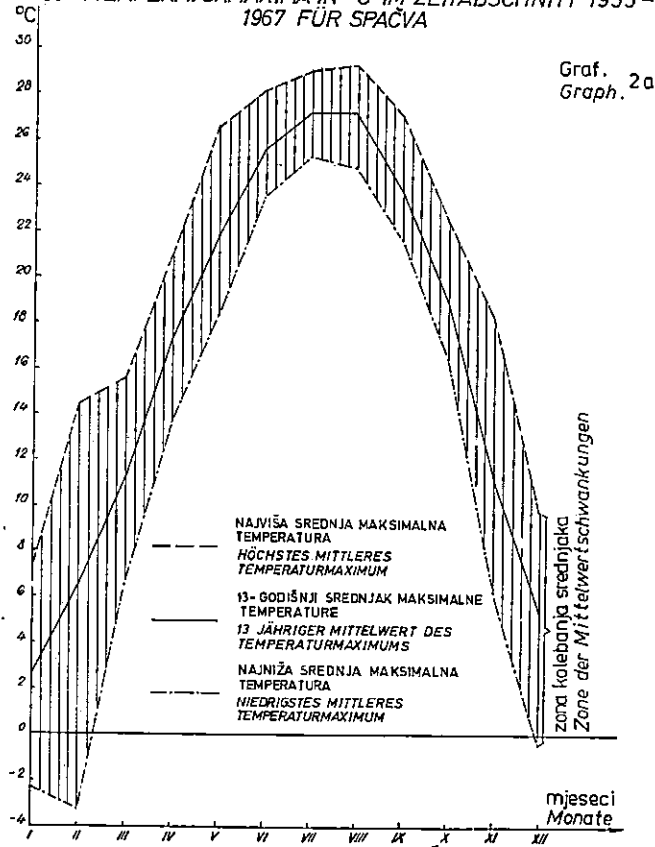
GODIŠNJI HOD SREDNJIH MJESEČNIH TEMPERATURA TE  
HOD NAJVIŠIH I NAJNIŽIH SREDNJAKA U RAZDOBLJU  
1953 - 1967. ZA VINKOVCE

JÄHRLICHER VERLAUF DER MITTLEREN MONATLICHEN  
LUFTTEMPERATUREN UND DER VERLAUF DER HÖCHSTEN  
UND NIEDRIGSTEN TEMPERATURMITTEL IM ZEITABSCHNITT  
1953 - 1967 FÜR VINKOVCI



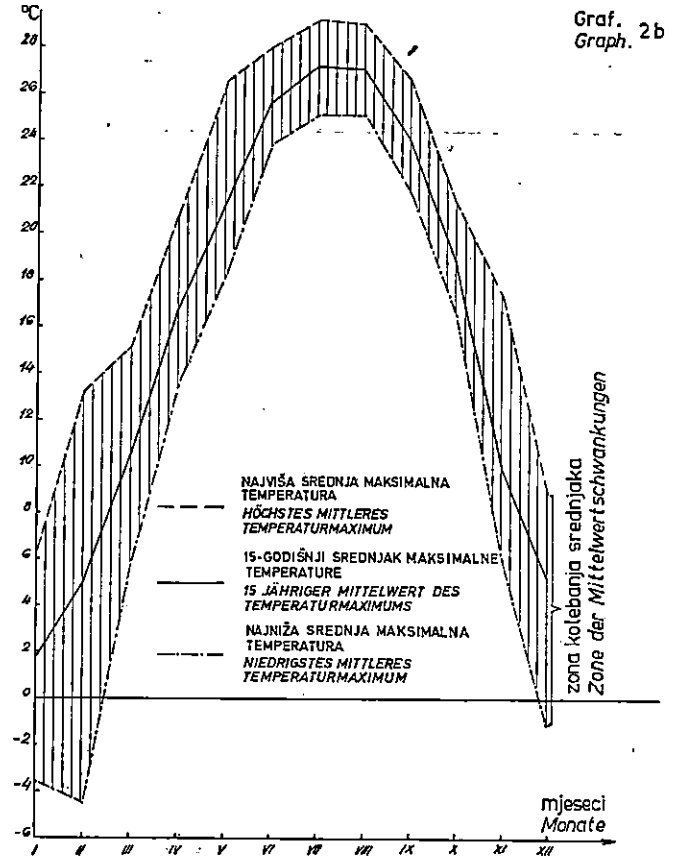
GODIŠNJI HOD SREDNJIH MJESEČNIH MAKSIMALNIH  
TEMPERATURA ZRAKA U °C ZA RAZDOBLJE 1955 - 1967. ZA  
SPAČVU

JÄHRLICHER VERLAUF DER MITTLEREN MONATLICHEN  
LUFTTEMPERATURMAXIMA IN °C IM ZEITABSCHNITT 1955 -  
1967 FÜR SPAČVA



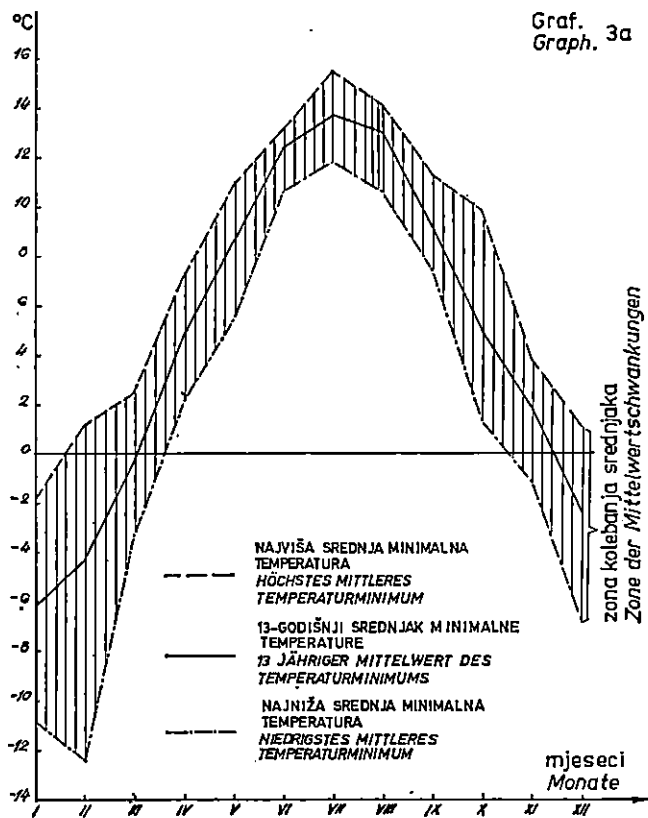
GODIŠNJI HOD SREDNJIH MJESEČNIH MAKSIMALNIH TEMPERATURA  
ZRAKA U °C ZA RAZDOBLJE 1953 - 1967. ZA VINKOVCE

JÄHRLICHER VERLAUF DER MITTLEREN MONATLICHEN LUFT-  
TEMPERATURMAXIMA (°C) IM ZEITABSCHNITT 1953 - 1967 FÜR  
VINKOVCI



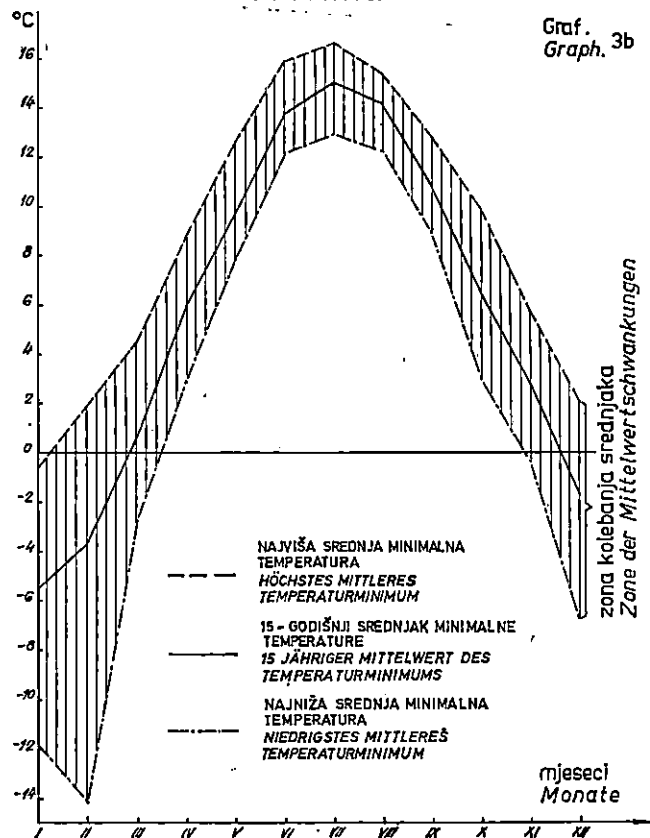
GODIŠNJI HOD SREDNJIH MJESEČNIH MINIMALNIH TEMPERATURA  
ZRAKA U °C ZA RAZDOBLJE 1955--1967. ZA SPAČVA

JÄHRLICHER VERLAUF DER MITTLEREN MONATLICHEN  
LUFTEMPERATURMINIMA (°C) IM ZEITABSCHNITT 1955--  
--1967 FÜR SPAČVA



GODIŠNJI HOD SREDNJIH MJESEČNIH MINIMALNIH TEMPERATURA  
ZRAKA U °C ZA RAZDOBLJE 1963-1967. ZA VINKOVCE

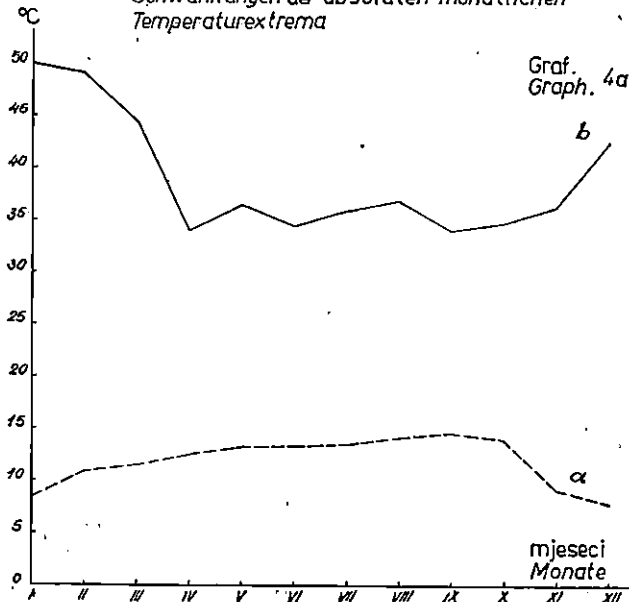
JÄHRLICHER VERLAUF DER MITTLEREN MONATLICHEN  
LUFTEMPERATURMINIMA (°C) IM ZEITABSCHNITT 1963-1967  
FÜR VINKOVCI



GODIŠNJI-HOD KOLEBANJA SREDNJIH-MJESEČNIH  
APSOLUTNIH EKSTREMA TEMPERATURE U °C ZA RAZDOBLJE  
1955 - 1967. ZA SPAČVU

JÄHRLICHER VERLAUF DER SCHWANKUNGEN DER  
MITTLEREN MONATLICHEN ABSOLUTEN TEMPERATUREXTREMA  
(°C) IM ZEITABSCHNITT 1955-1967 FÜR SPAČVA

- a) — kolebanje srednjih mjesečnih ekstrema  
Schwankungen der mittleren monatlichen  
Temperaturextrema
- b) — kolebanje apsolutnih mjesečnih ekstrema  
Schwankungen der absoluten monatlichen  
Temperaturextrema

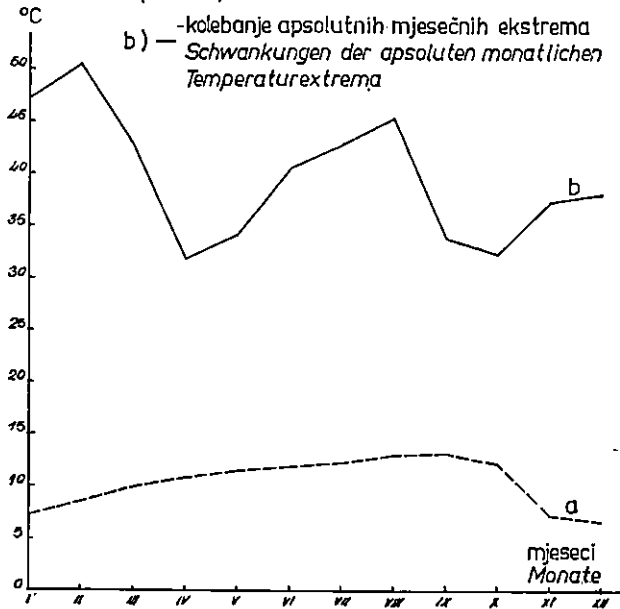


GODIŠNJI HOD KOLEBANJA SREDNJIH MJESEČNIH  
APSOLUTNIH EKSTREMA TEMPERATURE U °C ZA RAZDOBLJE  
1953 - 1967. ZA VINKOVCE

JÄHRLICHER VERLAUF DER SCHWANKUNGEN DER  
MITTLEREN MONATLICHEN ABSOLUTEN TEMPERATUREXTREMA  
(°C) IM ZEITABSCHNITT 1953 - 1967 FÜR VINKOVCI

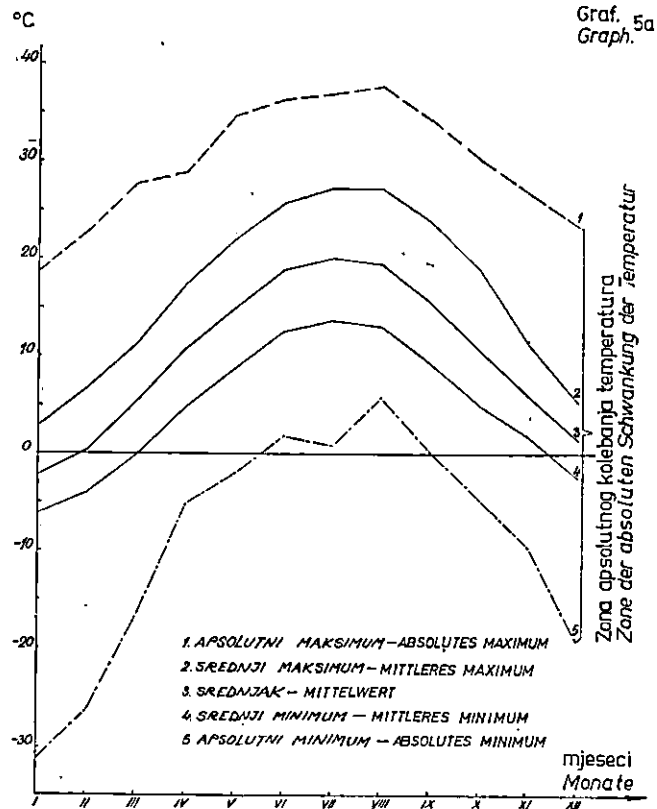
Graf.  
Graph. 4b

- a) — kolebanje srednjih mjesečnih ekstrema  
Schwankungen der mittleren monatlichen  
Temperaturextrema
- b) — kolebanje apsolutnih mjesečnih ekstrema  
Schwankungen der absoluten monatlichen  
Temperaturextrema



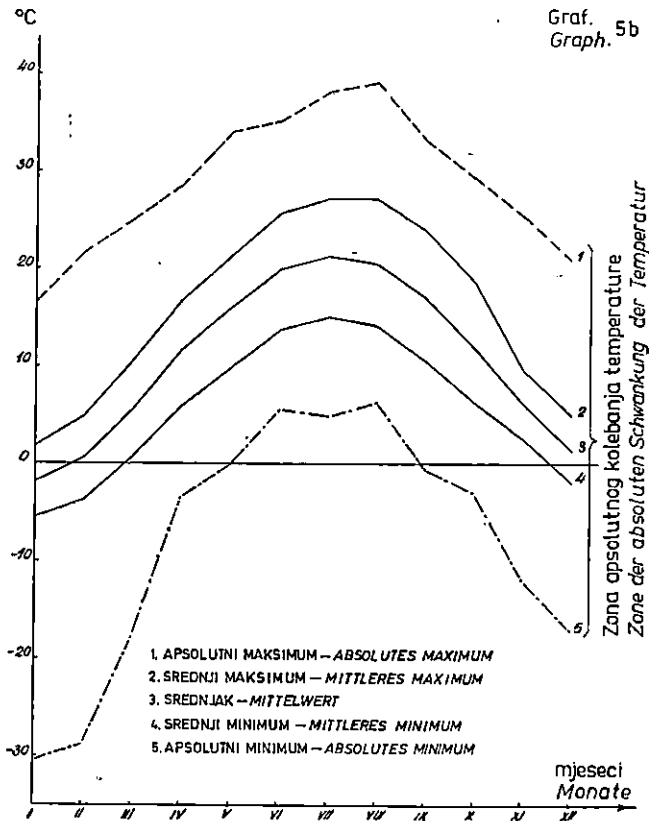
GODIŠNJI HOD SREDNJE TEMPERATURE SREDNJIH APSOLUTNIH EKSTREMA U °C ZA RAZDOBLJE 1954-1967, ZA SPAČVU

JÄHRLICHER VERLAUF DER MITTLEREN ABSOLUTEN TEMPERATUREXTREMA (°C) IM ZEITABSCHNITT 1954-1967 FÜR SPAČVA

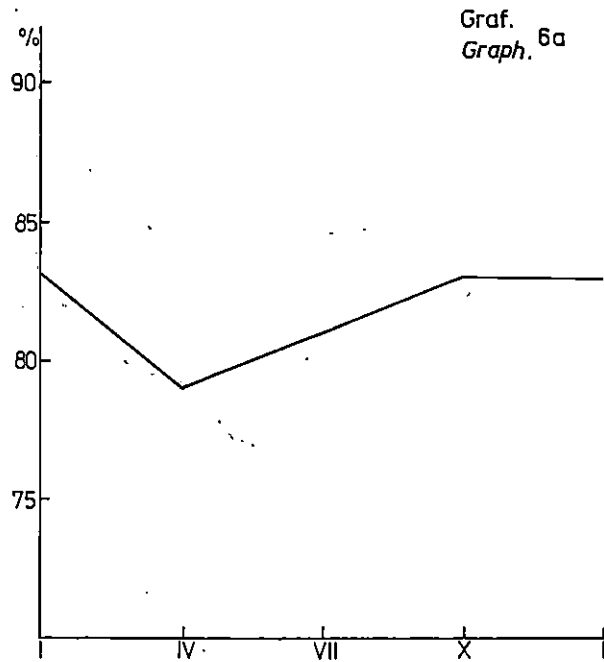


GODIŠNJI HOD SREDNJE TEMPERATURE SREDNJIH APSOLUTNIH EKSTREMA U °C ZA RAZDOBLJE 1953-1967, ZA VINKOVCI

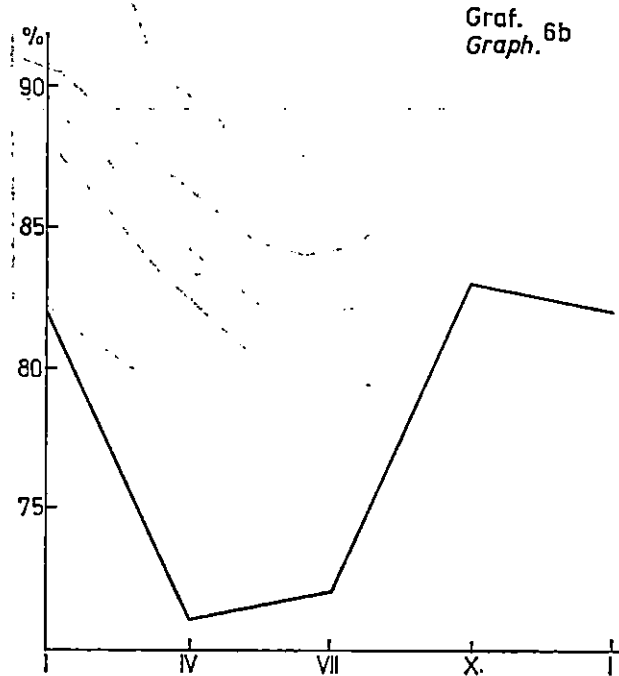
JÄHRLICHER VERLAUF DER MITTLEREN ABSOLUTEN TEMPERATUREXTREMA (°C) IM ZEITABSCHNITT 1953-1967 FÜR VINKOVCI



TETRAGRAM RELATIVNE VLAGE ZRAKA  
 U % ZA RAZDOBLJE 1964-1967.  
 ZA SPAČVU  
 TETRAGRAMM DER RELATIVEN  
 LUFTFEUCHTIGKEIT (%) FÜR DAS SPAČVA-BECKEN  
 IM ZEITABSCHNITT 1954 - 1967



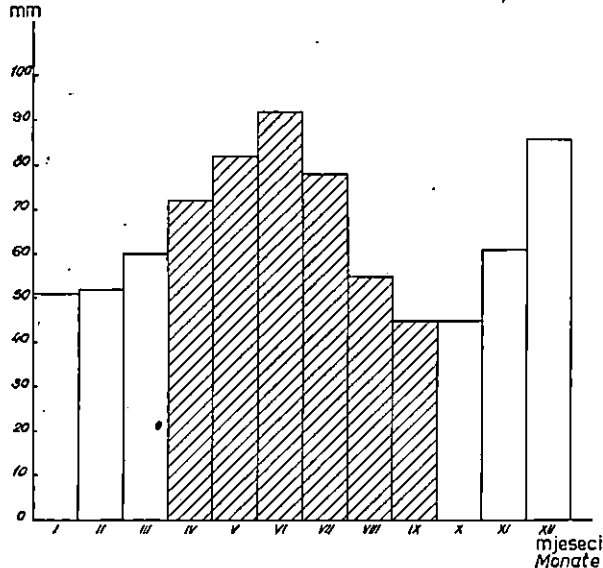
TETRAGRAM RELATIVNE VLAGE ZRAKA  
 U % ZA RAZDOBLJE 1953-1967.  
 ZA VINKOVCE  
 TETRAGRAMM DER RELATIVEN  
 LUFTFEUCHTIGKEIT (%) FÜR VINKOVCI IM  
 ZEITABSCHNITT 1954 - 1967

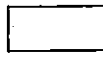
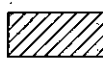


RASPORED SREDNJE MJESEČNE OBORINE U mm ZA RAZDOBLJE  
1954-1967. ZA SPAČVU

VERTEILUNG DER MITTLEREN MONATLICHEN NIEDERSCHLAGSMENGE  
(mm) IM ZEITABSCHNITT 1954-1967 FÜR SPAČVA

Graf. 7a  
Graph.

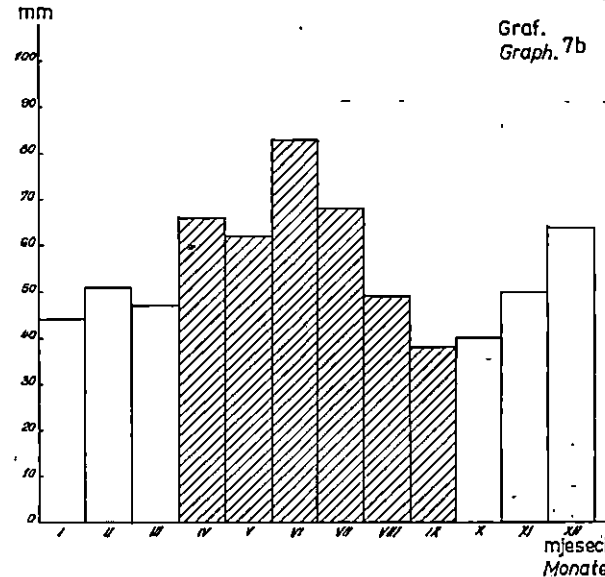


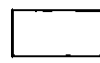
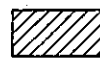
 Oborine za vrijeme mirovanja vegetacije (45%)  
*Niederschlagsmenge während der Vegetationsruhe (45%)*  
 Oborine za vrijeme vegetacione periode (55%)  
*Niederschlagsmenge während der Vegetationsperiode (55%)*

RASPORED SREDNJE MJESEČNE OBORINE U mm ZA RAZDOBLJE  
1953-1967. ZA VINKOVCE

VERTEILUNG DER MITTLEREN MONATLICHEN NIEDERSCHLAGSMENGE  
(mm) IM ZEITABSCHNITT 1953-1967 FÜR VINKOVCE

Graf. 7b  
Graph.



 Oborine za vrijeme mirovanja vegetacije (44,4%)  
*Niederschlagsmenge während der Vegetationsruhe (44,4%)*  
 Oborine za vrijeme vegetacione periode (55,6%)  
*Niederschlagsmenge während der Vegetationsperiode (55,6%)*

Srednji godišnji hod količine oborine za razdoblje 1954—1967. za stanicu Spačva pokazuje dva maksimuma skoro podjednake veličine, i to prvi i glavni ljeti u mjesecu lipnju (92 mm), a drugi sporedni zimi u mjesecu prosincu (86 mm).

Također su jasno izražena dva oborinska minimuma, i to prvi u siječnju—veljači (51—52 mm), a drugi u rujnu—listopadu (45 mm). Jesenski minimum je mnogo izrazitiji nego minimum u zimi.

Srednja godišnja količina oborina za navedeno razdoblje u spomenutom području iznosi 777 mm od čega u vegetacijskom periodu padne 424 mm ili 55%, što je vrlo povoljno za razvoj šumske vegetacije (Graf. 7).

Ekstremne količine oborina u razdoblju 1953—1967. kreću se za Spačvu od 555 mm (minimum) do 1166 mm (maksimum), a za Vinkovce od 420 mm do 1118 mm.

Interesantno je još spomenuti, da se jesenski oborinski maksimum, koji se prema prijašnjim istraživačima klime *Vajda* (1948) i *Milosavljević* (1957) dešavao u listopadu, pomaknuo u razdoblju 1954—1967. na mjesec prosinac, a listopad se, naprotiv, ističe kao drugi oborinski minimum u tijeku jedne godine.

Broj kišnih dana vegetacijskog perioda iznosi u prosjeku 57% (60 dana) toga perioda, što praktički znači da je svaki drugi dan kišan, a to je vrlo povoljan raspored oborina za šumsku vegetaciju (Graf. 8a, 8b).

Magla je također vrlo interesantna meteorološka pojava, utjecaj koje na razvoj šumske vegetacije još nije dovoljno proučen. No, poznata je činjenica da su česte magle u doba cvatnje drveća uzrokom, da do oplodnje niti ne dođe, a to se negativno odrazuje na razvoj i obnovu šumskih sastojina. Pojava guste magle je dosta česta na istraživanom području (Graf. 8a, 8b).

Broj srednjih dana sa snijegom iznosi godišnje za navedeno razdoblje 1954—1967. u Spačvi 25 i Vinkovcima 22 dana. Srednji broj dana sa snježnim pokrivačem iznosi za Spačvu 45, a za Vinkovce 35 dana. Najmanji broj dana pokrivač je snijeg spomenuto područje 1961. godine, i to svega 11 dana, a najdulje je tlo tog područja bilo pokrito snijegom 1956. godine, i to za 77 dana.

Po vegetaciju istraživanog područja vrlo su štetni kasni mrazevi, koji se dosta često javljaju i u svibnju, a katkada i u lipnju. Rani jesenji mrazevi počinju se javljati već u rujnu, ali su ipak znatno manje štetni za šumsku vegetaciju od kasnih proljetnih mrazeva. Na kasne mrazove naročito su osjetljivi poljski jasen i hrast lužnjak.

Zračna strujanja u istočnoj Slavoniji, pa tako i u istraživanom području, uvjetovana su općim rasporedom zračnog pritiska (ciklone i anticiklone) iznad srednje i južne Evrope.

U našem je radu prikazana učestalost smjerova vjetrova i tišina za Spačvu i Vinkovce. Za navedene stanice izrađene su ruže vjetrova i tišina (vjetrulje) za razdoblje 1954—1963. godine (Graf. 9a, 9b).

Iz vjetrulje se vidi da najčešće pušu NW i SE vjetrovi, zatim W i E, a iz ostalih pravaca mnogo rjeđe.

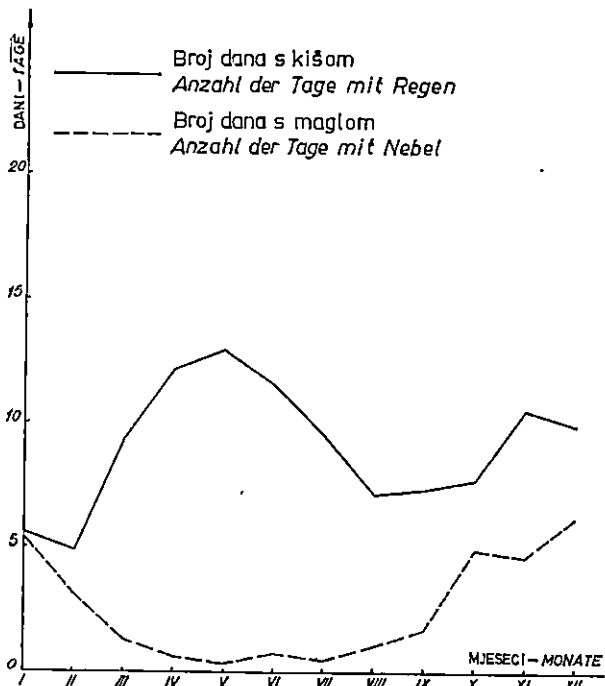
Vjetar ima veliko značenje za razvitak i opstanak šumskog drveća i grmlja odnosno šumskih zajednica. On na šumsku vegetaciju djeluje u mehaničkom i fiziološkom pogledu.



Zatišja su na spomenutom području dosta učestala te za Spačvu prosječno na godinu iznose 29,2%, tj. oko 1/3 godine je bez vjetra, dok su tišine u Vinkovcima znatno rjeđe i iznose svega 7,1%. Najbolju sliku zračnih strujanja pružaju nam izradene vjetrovlje (Graf. 9a, 9b).

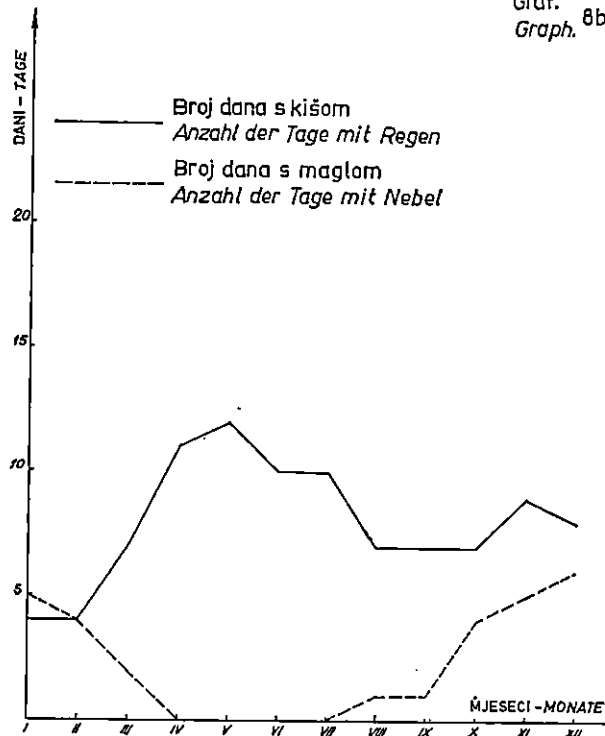
SREDNI BROJ DANA S KIŠOM I MAGLOM ZA  
RAZDOBLJE 1954-1967. ZA SPAČVU  
MITTLERE ANZAHL DER TAGE MIT REGEN UND NEBEL  
IM ZEITABSCHNITT 1954-1967 FÜR SPAČVA

Graf. 8a  
Graph.



SREDNI BROJ DANA S KIŠOM I MAGLOM ZA  
RAZDOBLJE 1953-1967. ZA VINKOVCE  
MITTLERE ANZAHL DER TAGE MIT REGEN UND NEBEL  
IM ZEITABSCHNITT 1953-1967 FÜR VINKOVCI

Graf. 8b  
Graph.



VJETRULJA METEOROLOŠKE STANICE SPAČVA  
ZA RAZDOBLJE 1954-1963.

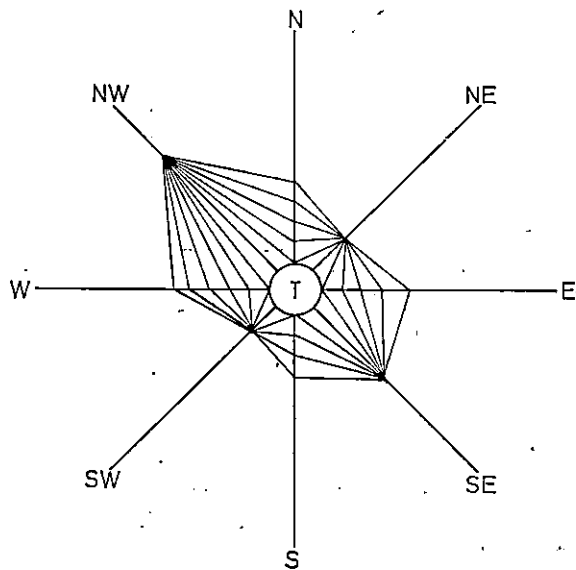
WINDROSE DER WETTERSTATION SPAČVA IM  
ZEITABSCHNITT 1954-1963

Graf. 9a  
Graph.

Razdioba smjerova vjetra u % ( 8 smjerova )  
Verteilung der Windrichtungen in % ( 8 Richtungen )

Tišina-Windstille	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
29,2	9,3	5,4	9,1	10,4	7,0	5,0	9,7	14,9

Mjerilo-Maßstab: 0 4 8 12 %



VJETRULJA METEOROLOŠKE STANICE VINKOVCI  
ZA RAZDOBLJE 1954-1963.

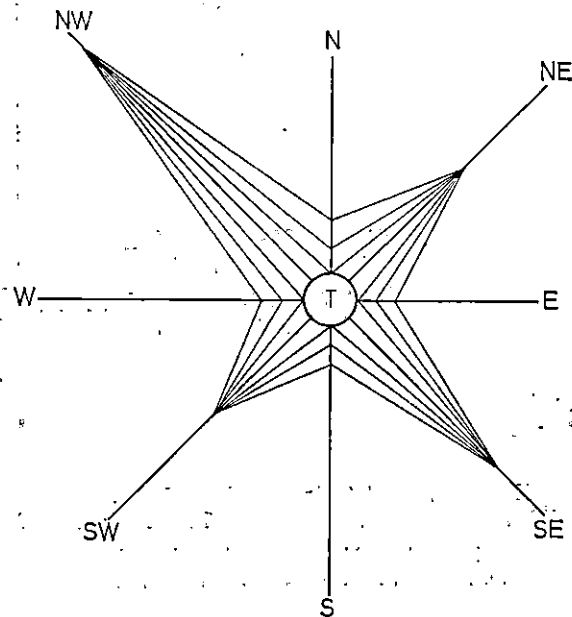
WINDROSE DER WETTERSTATION VINKOVCI IM  
ZEITABSCHNITT 1954-1963

Graf. 9b  
Graph.

Razdioba smjerova vjetra u % ( 8 smjerova )  
Verteilung der Windrichtungen in % ( 8 Richtungen )

Tišina-Windstille	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7,1	6,1	14,2	4,7	18,0	4,8	12,5	5,4	27,2

Mjerilo-Maßstab: 0 4 8 12 %



Nastojat ćemo s još nekoliko uobičajenih klimatskih koeficijenata i faktora upotpuniti naša saznanja o klimi spomenutoga područja.

*Langov* kišni faktor određen je po obrascu  $F = h/t$ , gdje je  $h$  srednja godišnja količina oborina, a  $t$  je srednja godišnja temperatura. Prema tome u našem slučaju za stanicu Spačva je  $F = 777/10,1 = 76,9$  što nam ukazuje, da na istraživanom području vlada semihumidna klima.

*Martonneov* indeks aridnosti određuje se po obrascu  $I = h/t + 10$ , gdje vrijednosti  $h$  i  $t$  znače isto kao i prije, tj. u našem slučaju  $I = 777/10,1 + 10 = 777/20,1 = 38,6$ , što prema *Milosavljeviću* (1957) karakterizira pravu šumsku zonu.

Na osnovi srednje godišnje temperature  $10,1^{\circ}\text{C}$ , srednje godišnje količine oborine  $777\text{ mm}$ , *Langova* kišnog faktora ( $76,9$ ), a na temelju ocjene klime po *Gračaninu*, vidimo da je u razdoblju 1954—1967. godine vladala na istraživanom području semihumidna i umjereno topla kontinentalna klima.

Prema *Köppenovoj* klasifikaciji po *Škrebu* (1942) klima istraživanog područja spada u *Cfwbx* tip klime. To je klima C-tipa, jer je srednja temperatura najhladnijeg mjeseca  $-2,1^{\circ}\text{C}$ , tj. ta se temperatura nalazi u intervalu između  $-3,0^{\circ}\text{C}$  i  $18,0^{\circ}\text{C}$ , koji definira C tip klime. Budući da su oborine prilično jednoliko raspoređene na cijelu godinu, tip klime je Cf. Kako ne postoji izrazito sušni period, a razdoblje s najmanjim količinama oborina pada u zimu, moramo zbog toga klimu tog područja obilježiti dalje s Cfw. Budući da najtopliji mjesec srpanj ima srednju temperaturu  $20,0^{\circ}\text{C}$ , što je ispod granične temperature od  $22,0^{\circ}\text{C}$ , to taj kraj pripada u klimatsko područje tipa Cfwb. Maksimum oborina padne u mjesecu lipnju, tj. na prijelazu iz proljeća u ljeto, a kasnije je ljeto vedrije i suše. Kako je *Köppen* takva područja označio još s x, to naš tip klime ima formulu Cfwbx. Osim toga klime tipa x manifestiraju svoje prijelazno značenje i time, što im se temperatura najtoplijeg mjeseca (srpanj) kreće u blizini granice od  $22,0^{\circ}\text{C}$  (kod nas stvarno iznosi  $20,0^{\circ}\text{C}$ ). Budući da se osim glavnog maksimuma oborina u mjesecu lipnju pojavljuje i sekundarni maksimum u prosincu, moramo taj tip klime označiti još s x".

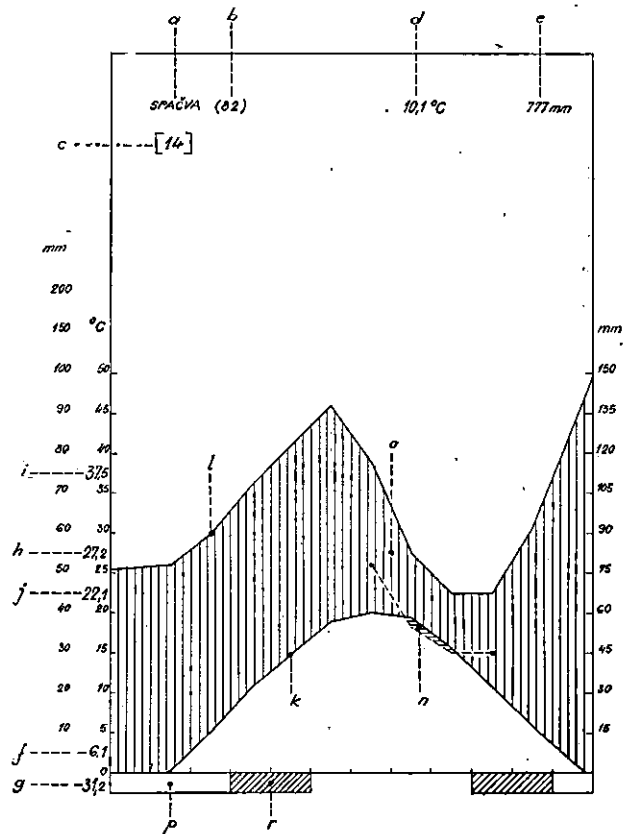
Na osnovi toga klima istraživanog područja bila bi po *Köppenu* okarakterizirana formulom Cfwbx". To ujedno predstavlja najrašireniji klimatski tip SR Hrvatske, a označuje umjereno toplu i kišnu (semihumidnu) klimu.

Glavni klimatski elementi kao i atmosfere pojave su sa sinekološkog gledišta vrlo značajni za razvoj i opstanak biljnih zajednica. Stoga ćemo dosad iznesene klimatske elemente sažeto prikazati u klimadijagramima u smislu *H. Waltera*, koji su vrlo zanimljivi osobito za šumara operativca. Ocjenjivanje klime nekog područja pomoću klimadijagrama i klimatograma u smislu *H. Waltera* vrlo je prikladno za sinekološke i vegetacijske svrhe, jer oni daju sažetak skoro svih klimatskih podataka za istraživano područje.

Klimadijagrame donosimo u Graf. 10a, 10b, a iz tumača se vidi da dobro ilustriraju sve naprijed navedene i opisane klimatske elemente i pojave u promatranom razdoblju.

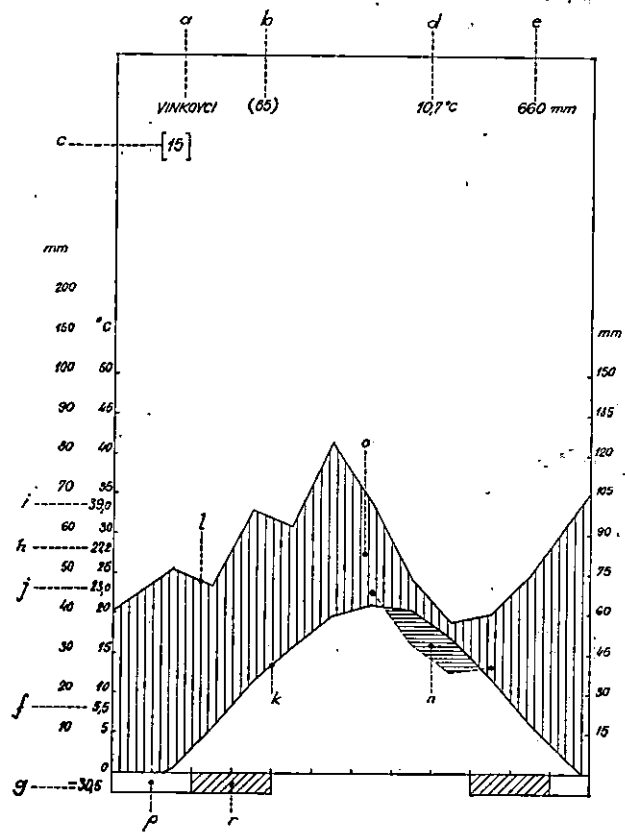
KLIMADIAGRAM PREMA H. WALTER-U  
KLIMADIAGRAMM NACH H. WALTER

Graf.  
Graph: 10a



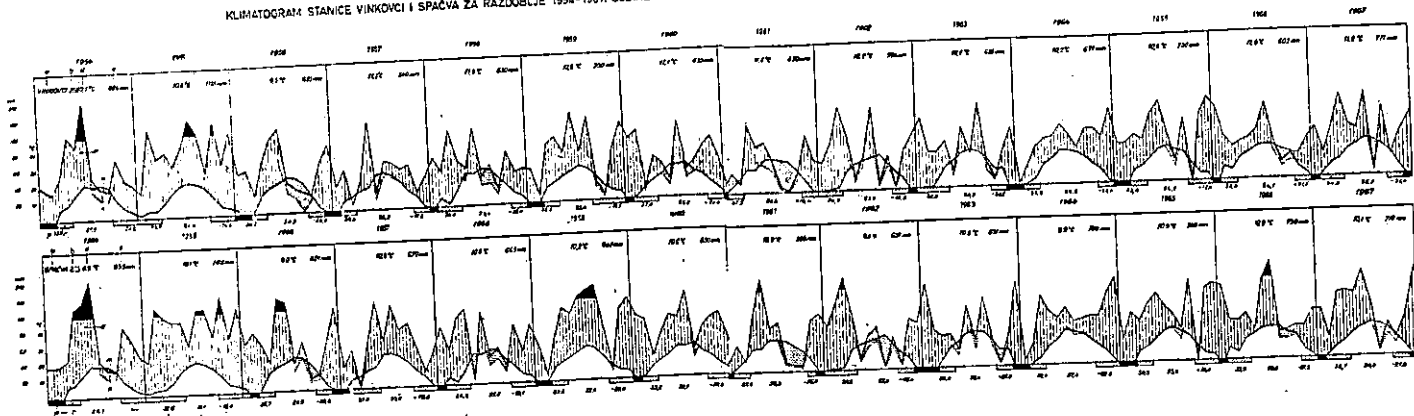
KLIMADIAGRAM PREMA H. WALTER-U  
KLIMADIAGRAMM NACH H. WALTER

Graf.  
Graph: 10b



KLIMATOGRAM STANICE VINKOVCI I SPAČVA ZA RAZDOBLJE 1954-1967. GODINE. — KLIMATOGRAMM DER WETTERSTATION VINKOVCI UND SPAČVA FÜR DEN ZEITABSCHNITT 1954-1967

Stat. 11



Tumač klimadijagrama i klimatograma prema H. Walteru — *Legende zu den Klimadiagrammen und Klimatogrammen nach H. Walter:*

- a = stanica — *Wetterstation,*
- b = nadmorska visina (m) — *Höhenlage (m),*
- c = broj godina opažanja (razdoblje) — *Zahl der Beobachtungsjahre (Zeitabschnitt),*
- d = god. temperatura zraka u °C (višegod. prosjek) — *Mittlere jährliche Lufttemperatur (°C),*
- e = god. količina oborina u mm (višegod. prosjek) — *Mittlere jährliche Niederschlagsmenge (mm),*
- f = srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca — *Mittleres Minimum der Lufttemperatur des kältesten Monats,*
- g = apsolutni minimum temperature zraka u periodu motrenja — *Absolutes Minimum der Lufttemperatur im Zeitabschnitt der Beobachtung,*
- h = srednji maksimum temperature najtoplijeg mjeseca — *Mittleres Maximum der Lufttemperatur des wärmsten Monats,*
- i = apsolutni maksimum temperature zraka u razdoblju motrenja — *Absolutes Maximum der Lufttemperatur im Zeitabschnitt der Beobachtung,*
- j = srednje kolebanje temperature zraka — *Mittlere Schwankung (Amplitude) der Lufttemperatur,*
- k = srednji višegodišnji prosjek temperature zraka po mjesecima — *Mittlere monatliche Lufttemperaturen,*
- l = srednji višegodišnji prosjek oborina po mjesecima — *Mittlere monatliche Niederschlagsmengen,*
- m = sušno (aridno) razdoblje — *Dürrezeit,*
- n = razdoblje suhoće — *Trockenzeit,*
- o = vlažno (humidno) razdoblje — *Feuchte (humide) Periode,*
- p = mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0°C — *Monate mit mittlerem Minimum der Lufttemperatur unter 0°C,*
- r = mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0°C — *Monate mit absolutem Minimum der Lufttemperatur unter 0°C.*

No, ne smijemo zaboraviti da u pojedinim godinama dolazi do velikih odstupanja od tih prosječnih prilika nastupom suše, mrazeva i sličnih pojava. Radi dobivanja stvarne predodžbe o promjenama koje se zbivaju iz godine u godinu na određenom području, *Walter* predlaže izradu klimatograma, tj. povezanih klimadijagrama za uzastopni niz godina. Mi donosimo klimatograme za stanicu Spačva i Vinkovci, iz kojih se mogu vidjeti sve promjene i godišnje specifičnosti vladajuće klime (Graf. 11).

Prema svemu izloženom možemo zaključiti, da na istraživanom području vlada umjereno kontinentalna klima semihumidnog karaktera, koja u potpunosti omogućuje optimalan razvitak hrasta lužnjaka, običnog graba, poljskog jasena, nizinskog brijesta i crne johe te uz ostale čimbenike osigurava razvoj njihovih fitocenoza.

## 7. Šumska tla i njihove osobine — *Waldböden un ihre Eigenschaften*

Pedološka istraživanja u Slavoniji obavljalo je više autora u tijeku posljednjih 60 godina. Istraživanja šumskih tala na području spačvanskog bazena započeta su tek unatrag 20 godina (*M. Kalinić* 1954, 1960). U sinekološkom dijelu našeg rada željeli smo povezati šumska tla s odgovarajućim šumskim zajednicama i zbog toga smo zamolili dr. *Mirjanu Kalinić*,

da u tipično razvijenim šumskim zajednicama, koje smo odabrali, obavi pedološka istraživanja. Ona se odazvala našoj molbi i tijekom 1971. godine obavila je pedološka istraživanja na našim profilima Sočna i Desićevo otvorivši ukupno 10 pedoloških jama.

Tom je prilikom pod šumskom vegetacijom na istraživanom području utvrdila niže navedena tla dajući im naziv prema ranijim klasifikacijama (Kovačević P. et al., 1967) i svrstavajući ih u slijedeće grupe:

- a) Grupa terestričkih tala:
  1. nizinsko smeđe tlo i
  2. nizinski pseudoglej
- b) Grupa semiterestričkih (hidromorfnih) tala:
  1. mineralno-močvarno umjereno oglejeno (semiglej) tlo,
  2. mineralno-močvarno glejno umjereno izraženo tlo,
  3. mineralno-močvarno glejno karbonatno tlo,
  4. mineralno-organogeno močvarno glejno tlo,
  5. mineralno-močvarno glejno umjereno do jako izraženo tlo,
  6. organogeno-močvarno tlo i
  7. prijelazni tip između mineralno-močvarnog i organogeno-močvarnog tla.

Godinu dana nakon završetka spomenutog istraživanja šumskih tala u bazenu Spačva održan je IV. kongres Jugoslavenskog društva za proučavanje zemljišta u Beogradu (1972) na kojem je predložena (Škorić A., Filipovski G. i Čirić M., 1972) i usvojena nova klasifikacija tala Jugoslavije prema kojoj za spomenuta zemljišta postoje noviji i prikladniji nazivi, jer uspješnije uključuje zamočvarivanje gornjim, donjim i kombiniranim vlaženjem.

U predjelima spačvanskih šuma voda je izuzetan čimbenik u razvoju tala, pri čemu reljef i vegetacija imaju posebno značenje. Specifičnosti reljefa u području šuma Spačve karakterizirane su smjenjivanjem greda, terasa, niza i bara, što znatno utječe na raspored poplavnih i oborinskih voda te na visinu podzemnih voda. Sve je to u uskoj vezi s razvitkom i rasporedom tipova tala i vegetacije, koji se ovdje smjenjuju često i na vrlo maloj udaljenosti.

U zavisnosti o mezo- i mikroreljefu je i vodni režim spomenutih tala, naročito vlaženje površinskom vodom.

Pušić B. i Škorić A. (1965) napisali su o načinu vlaženja aktivnog profila tla u Posavini slijedeće: »... prema načinu punjenja podzemnom vodom i vlaženja aktivnog profila tla, područje Save može se podijeliti na tri osnovna načina:

1. *Vlaženje atmosferskim oborinama.* U ovu zonu ubrajamo položaje vododjelnica i visokih zaravni, gdje se podzemna voda nalazi relativno duboko: 5—10 m ispod površine, s malim godišnjim kolebanjima.

2. *Vlaženje podzemnom vodom.* Višegodišnji režim podzemnih voda ovdje je uglavnom izbalansiran (kompenzacijski) u kojem dolazi do promjene nivoa vode uglavnom samo tijekom godine.

Pritjecanje vode u tlo i hranjenje podzemnih voda potječe od oborina, a dijelom i prodiranjem vode iz vodotoka.

Gubitak vode vrši se transpiracijom bilja i isparivanjem iz tla, koje je na mnogim izgrađenim odvodnim sistemima pojačano još i obavljenom odvodnjom. Kod ovoga načina vlaženja dolazi do intenzivnog zaglejavanja

donjih horizonata tla, dok je utjecaj oborinskih voda vrlo slab uslijed propusnosti gornjih horizonata i kolebanja nivoa podzemne vode na dubini od 2—5 m ispod površine tla.

3. *Kombinirano vlaženje*, tj. istovremeno vlaženje podzemnim i atmosferskim vodama. Najveći dio bazenskog dijela savske doline ima ovaj tip vlaženja. On se ovdje može raščlaniti u dva podtipa:

a) s dodatnim vlaženjem površinskim vanjskim vodama (lokalne mikrodepresije i veća poplavna područja) i

b) bez dodatnih površinskih vanjskih voda. U ovom tipu vlaženja dolazi do intenzivnog zaglejanja kako površinskih tako i dubinskih horizonata s češćom pojavom slabijeg zaglejanja graničnog međusloja.«

Na području našeg istraživanja dolazi do izražaja prema B. Pušiću i A. Škoriću (1965) »kombinirano vlaženje«, tj. istovremeno vlaženje podzemnim i atmosferskim vodama (vodama koje se s viših terena slijevaju na niže). Na osnovi takvog vlaženja možemo naša tla ubrojiti u dvije podgrupe, koje su izdvojili spomenuti autori, i to:

a) s dodatnim vlaženjem površinskim vanjskim vodama. U tu podgrupu možemo od utvrđenih tala na istraživanom području ubrojiti slijedeća:

1. mineralno-močvarno umjereno oglejno (semiglej) tlo,
2. mineralno-močvarno glejno umjereno izraženo tlo,
3. mineralno-močvarno glejno karbonatno tlo,
4. mineralno-organogeno močvarno glejno tlo,
5. mineralno-močvarno glejno umjereno do jako izraženo tlo,
6. organogeno-močvarno tlo i
7. prijelazni tip između mineralno-organogenoga i organogeno-močvarnog tla.

b) bez dodatnih površinskih vanjskih voda. Tu ubrajamo slijedeća tla:

1. nizinsko smeđe tlo i
2. nizinski pseudoglej.

S obzirom na učestalost i intenzitet vlaženja tla dodatnom površinskom vodom — a što je u uskoj vezi s mikroreljefom i razvijenom šumskom vegetacijom — podijelili smo utvrđena tla u pet grupa učestalosti i intenziteta zamočvarenosti gornjom vodom. U prvu (I.) grupu ubrajamo tla gdje se površinsko vlaženje ne dešava *nikada*. U drugu (II.) grupu dolaze tla, koja se *rijetko* vlaže vrlo malim količinama površinske vode. U treću (III.) grupu ubrajamo tla, koja se *ponekad* površinski vlaže većim količinama vode, u četvrtu (IV.) svrstali smo tla, koja su *često* površinski vlažena velikim količinama vode, u petu (V.) grupu ubrajamo tla, koja su *redovito svake godine* površinski vlažena umjerenim ili velikim količinama vode, koja obično na tim površinama leži dulje vrijeme (3 mjeseca na više).

I. grupa: 1. nizinsko smeđe tlo i 2. nizinski pseudoglej.

II. grupa: 1. mineralno-močvarno umjereno oglejano (semiglej) tlo.

III. grupa: 1. mineralno-močvarno glejno umjereno izraženo tlo.



Usporedni prikaz mikroreljefa, tla, vegetacije i učestalosti površinskog vlaženja u bazenu Spačva — Vergleichende Darstellung des Bodenmikroreliefs und der Häufigkeit der Oberflächenbenetzung im Spačva-Becken

Mikroreljef Mikrorelief	Asocijacija Assoziation	Subasocijacija Subassoziation	Čestina površ. vlaženja Häufigkeit der Oberflächenbenetzung	Šumsko tlo Waldboden
Greda Mikroerhebung	<i>Carpino betuli</i> — <i>Quercetum roboris</i>	<i>fagetosum</i>	nikada Nimmer	nizinski pseudoglej Auepseudoglej nizinsko smeđe tlo Auebraunboden
Niza-terasa Mikrotieflage- -Terasse	<i>Genisto elatae</i> — <i>Quercetum roboris</i>	<i>typicum</i>	rijetko Selten	mineralno-močvarno umjereno oglejeno (semiglej) tlo Mässig vergleyter Mineralboden (Semigley)
Bara Vernásste Mikrotieflage	<i>Leucoio-Fraxinetum</i> <i>angustifoliae</i>	<i>caricetosum</i> <i>remotae</i> <i>aceretosum</i> <i>tatarici</i>	ponekad Manchmal	mineralno-močvarno glejno umjereno izraženo tlo Mineral-Gleyboden, mässig ausgeprägt
Bara Vernásste Mikrotieflage	<i>Leucoio-Fraxinetum</i> <i>angustifoliae</i>	<i>typicum</i>	često Häufig	mineralno-močvarno glejno karbonatno tlo Karbonat-Gleyboden prijelazni tip između min.-org. i organ.-močvarnog tla Übergangstyp zwischen mine- ralisch-organogenem und organo- gen-hydromorphem Boden
Bara Vernásste Mikrotieflage	<i>Frangulo-Alnetum</i> <i>glutinosae</i>	<i>ulmetosum</i> <i>laevis</i>	često Häufig	prijelazni tip između min.-org. i organ.-močvarnog tla Übergangstyp zwischen minera- lisch-organogenem und organo- gen-hydromorphem Boden
Recent. aluvij Rezentos Alluvium	<i>Salici-Populetum</i>	<i>typicum</i>	Redovito svake godine — Regelmässig jedes Jahr	organogeno-močvarno tlo Organogen-hydromorpher Boden
Bara Vernásste Mikrotieflage	<i>Barska vegetacija</i> <i>Sumpfvegetation</i>	.....	Redovito svake godine — Regelmässig jedes Jahr	aluvijalna tla Alluvialböden
Bara Vernásste Mikrotieflage	<i>Barska vegetacija</i> <i>Sumpfvegetation</i>	.....	Redovito svake godine — Regelmässig jedes Jahr	Mineralno-organogeno močvarno tlo Mineralisch-organogener Gleyboden

IV. grupa: 1. mineralno-močvarno glejno karbonatno tlo, 2. mineralno-močvarno glejno umjereno do jako izraženo tlo i 3. prijelazni tip između mineralno-organogenoga i organogeno-močvarnog tla.

V. grupa: 1. mineralno-organogeno močvarno glejno tlo i 2. organogeno-močvarno tlo.

Usporedni prikaz mikroreljefa, tla, vegetacije i učestalosti površinskog vlaženja prikazali smo na str. 252. Ostala uspoređenja prikazali smo u poglavlju »Sinekološki i sindinamski odnosi...« (Tab. 7 i 8).

Osnovni podaci o opisu i analizama šumskih tala spačvanskog bazena nalaze se u rukopisu *M. Kalinić* (1971)\*, koji smo rad uz ostale koristili za obradu ovog poglavlja.

### 8. Biotski utjecaji — *Biotische Einflüsse*

U važnije činioce razvoja vegetacije istraživanog područja u tijeku povijesnog vremena ubrajamo utjecaje biotskih faktora. Biotske faktore, zbog lakšeg prikaza, dijelimo na: a) utjecaj čovjeka, b) utjecaj zoogenih faktora, i c) utjecaj biljnih organizama.

Razmotrit ćemo svaki od tih grupa faktora na razvoj šumske vegetacije spomenutog područja.

#### a) *Utjecaj čovjeka — Einfluss des Menschen*

Čovjek je osnovni činilac, koji utječe neposredno ili posredno na biljni svijet, a napose na šumu. Utjecaj čovjeka na šumu istraživanog područja očitovao se od početka njegova naseljivanja istraživanih krajeva.

Šume su predstavljale najveće prirodno bogatstvo Hrvatske i Slavonije te su početkom 18. stoljeća pokrivala preko 70% cjelokupne površine. Pretežno su to bile vrijedne šume, sposobne za eksploataciju, a među njima naročito su se isticali hrastici, stari od 150—350 godina.

Cijeni se da je 1870. godine bilo u Posavini još oko 130.000 kj. starih hrastika, da bi koncem 1925. godine ostalo još samo 9.330 kj. (5.364 ha) s oko 193.000 starih hrastova te oko 984.000 m<sup>3</sup> hrastova tehničkog drva (*Metlaš* 1926). Posljednji stari hrastovi posječeni su 1948. godine u šumi Boljkovo (Spačva).

Stare slavonske hrastike stvarali su vjekovi, a čovjek ih je u samo nekoliko decenija potpuno iskorjenio.

Burna povijest tih krajeva, a naročito uloga čovjeka kao najvažnijeg činitelja jako se odrazila na šumskoj vegetaciji spomenutog područja.

Šumovitost istraživanog područja u širem smislu smanjivala se tijekom posljednja tri stoljeća vrlo naglo. Prema postojećim statistikama bio je u Slavoniji slijedeći postotak šumovitosti:

---

\* Zahvaljujemo se dr *Mirjani Kalinić*, koja je na našu zamolbu obavila pedološka istraživanja šumskih tala u fitocenozama koje smo odabrali, a rezultate kojih smo koristili prilikom obrade poglavlja o šumskim tlima.

1750. godine	70,0%	procjena	
1850. "	60,0%	"	
1914. "	35,0%	statistika	1875—1915. god.
1938. "	30,8%	"	1938. god.
1953. "	28,5%	"	1955. god.
1961. "	27,5%	"	1970. god.

Danas na istraživanom području šumovitost iznosi cca 38% (zbog suvislog kompleksa šumskog bazena Spačva).

Glavni čimbenik potiskivanja šuma je stalno povećanje broja stanovništva.

Donosimo pregled porasta broja stanovništva:

	Broj stanovnika u godini:			Povećanje od 1890—1970	
	1890.	1921.	1971.	Broj	%
Ukupno	76.223	77.090	124.729	48.506	63,5

Gustoću stanovništva najbolje ilustrira broj stanovnika po km<sup>2</sup>, kako slijedi:

Godina	Vinkovci	Županja
1910.	53 stanov./km <sup>2</sup>	43 stanov./km <sup>2</sup>
1961.	81 stanov./km <sup>2</sup>	56 stanov./km <sup>2</sup>

Postotak šumovitosti za kotar Vinkovci iznosio je 1914. godine 32,46%, a za kotar Županju 33,42%.

Paralelno s tim porastom stanovništva naglo su rasle i potrebe za drvom i ishranom. Razvijala se poljoprivreda, koja je potiskivala šume na sve manje površine.

Ipak, s velikom radosti možemo utvrditi da se granice šuma istraživanog područja nisu skoro ništa mijenjale u posljednjih 100 godina.

Otkako su zakonom od 15. lipnja 1873. obrazovane imovne općine, počelo se u svim šumama gospodariti na principima šumarske znanosti i stanje se postupno sređivalo. Već je 1875. godine Brodska imovna općina načinila za šume istraživanog područja, istina vrlo skromnu, prvu »Šumsko-gojitbenu osnovu i proračun« na hrvatskom jeziku. U 1880—1890. godine austrougarska vojna vlast bila je već izradila gospodarsku kartu državnih šuma na njemačkom jeziku. Kasnije su Mađari izrađivali karte na mađarskom jeziku.

Prva taksacija šuma (ured) obrazovana je 1881. godine, a već 1885. godine imamo dovršenu detaljnu gospodarsku osnovu za šume Brodske imovne općine. Oko 1900. godine obavljeno je prosijecanje sadašnjih prosjeka, te je tadašnja razdioba šuma zadržana kao stalna.

Krajem prošlog stoljeća izgrađivane su mnoge ceste, a za podlogu su služili hrastovi panjići različitih dimenzija (35×25 cm) i profila i na te panjiće se zatim sipao šljunak ili drobljeni kamen. Na taj način su izgra-

đene ceste Vinkovci—Nuštar, Vinkovci—Privlaka, Vinkovci—Županja, Privlaka—Otok, Otok—Komletinci, Županja—Rajevo Selo i dr.

Glavno skladište drvene građe na Spačvi osnovano je 1925/26. godine.

Uz tako živu ljudsku aktivnost pod vrlo složenim sinekološkim uvjetima formirale su se na istraživanom području sadašnje šumske zajednice.

#### b) Utjecaj zoogenih faktora — *Einfluss der zoogenen Faktoren*

Suvremena istraživanja pokazuju sve veći utjecaj zoogenih faktora na prirodnu zajednicu — biocenozu. Na istraživanom području od posebnog je značenja utjecaj insekata, stoke i divljači.

Na cjelokupnom području savsko-dravsko-dunavskog međurječja, a naročito u njegovu ravničarskom dijelu jače su utjecali na šumsku vegetaciju insekti, paša, žirenje i divljač.

Istraživanjem zaštite šuma od pomenutih činitelja u Posavini bavili su se mnogi istraživači (*Vajda* 1948, *Androić* 1965, *Spaić* 1970 i dr.). O uzrocima kalamiteta, sušenjima te raznim problemima zaštite napisane su mnogobrojne rasprave i radovi, pa se upućuje na te radove.

Golem broj svinja stoljećima je nalazio svoju hranu u šumi, te je ona bila neprestano izvrgnuta paši i žirenju. Pašarenje, rov i žirenje uveliko su remetili postojeću biocenozu, jer se sve to odvijalo u prekomjernom ugonu domaćih životinja.

Stabilnost jedne biocenoze ogleda se u prisutnosti svih njezinih članova. Znači da opće bogatstvo prizemne flore, faune i mikroorganizama uz postojeće glavne vrste drveća (edifikatori) i grmlja osiguravaju stabilnost biocenoze i njezinu prirodnu regeneraciju. Prema tome možemo reći, da je od davnine udomaćeni način žirenja i pašarenja u nizinskim šumama Slavonije negativno utjecao na njihovu obnovu.

Divljač je stalno prisutan član naših šumskih zajednica. Dok se ne prenamnoži, može samo koristiti šumi. Smanjenje šumskih površina povlači za sobom i smanjenje broja divljači, jer u protivnom ona negativno utječe na obnovu šume.

#### c) Utjecaj biljnih organizama — *Einfluss der Pflanzenorganismen*

Utjecaj biljnih organizama na razvitak šume, šumskog drveća i grmlja ogleda se u parazitskom i poluparazitskom životu nametnica kao i drugim negativnim djelovanjem biljnih organizama na šumu. U tom pogledu naročito se ističu na spomenutom području bijela imela (*Viscum album*), žuta imela (*Loranthus europaeus*), te penjačice bijela pavit (*Clematis vitalba*), divlja vinova loza (*Vitis silvestris*), kozokrvina (*Lonicera caprifolium*), divlji hmelj (*Humulus lupulus*), bršljan (*Hedera helix*) i dr.

Od drveća opaža se širenje bagrema (*Robinia pseudoacacia*) koji se agresivno širi, no dužnost je šumara da ga obuzdaju i održavaju samo na odgovarajućim mjestima.

Od grmova naročito je zapažena u nizinskom dijelu spomenutog područja čivitnjača (*Amorpha fruticosa*), koja se spontano širi putem rijeka i potoka, pa je postala prava napast i zapreka za pomlađivanje nizinskih šuma.

Saževši ovo poglavlje biotskih utjecaja na razvitak i pridolazak šumskih zajednica na istraživanom području, možemo reći da je utjecaj čovjeka na šumu i njegovu nastojanju da se održi na tom području najviše izmijenio nekadašnji izgled tih šuma (krčenje, pepeljarenje, eksploatacija, melioracije, komunikacije, naselja, elektrifikacija, sve se to odvijalo u šumi i na račun šume).

Utjecaj stoke i insekata te biljnih bolesti na šumska područja spačvanskog bazena bijaše golem u proteklom periodu, tako da je to sve djelovalo na stvaranje sadašnjeg izgleda i strukture šumskih zajednica.

### 9. Dosadašnji literaturni podaci o flori Slavonije — Bisherige Literaturangaben über die Flora Slavoniens

Detaljna analiza flore Slavonije, pa prema tome i istraživanog područja, dosada još nije provedena. Unatoč vrlo ranom početku florističkih istraživanja ona nije u potpunosti istražena i obrađena sve do današnjih dana.

Za prikaz dosadašnjih florističkih istraživanja na širem dijelu Slavonije, u koje je uključeno i područje šumskog bazena Spačve, poslužiti ćemo se u prvom redu radovima *Hirca* (1919), *Horvatića et al.* (1967, 1970), *Rauša* (1970, 1971) i *Jankovića* (1970). U svom radu *Horvatić et al.* (1970) o povijesti dosadašnjih istraživanja flore u Slavoniji između ostalog pišu: »U vezi s istraživanjem flore Slavonije može se možda na prvom mjestu spomenuti *Baltazar Hacquet* (1739—1815) koji je, prema navodima *Al. Forenbachera* (1905) proputovao 1775. godine Savom od Krškog do Zemuna.

Vaskularnoj flori Slavonije posvetili su poseban rad također *A. Kunitz*, *J. Knapp* i *S. Schulzer* (1866) u kojem su sumarno prikazane sve do toga doba poznate biljke iz tog područja naše zemlje. Značajan prilog poznavanju flore u Slavoniji je djelo *A. Neilreicha* u kojemu su iznesene dijagnoze dotad poznatih viših biljaka Mađarske i Slavonije, koje nisu obuhvaćene u djelu *Kocha* o flori Njemačke i Švicarske (*A. Neilreich*, 1867).

Od starijih istraživača flore u Slavoniji moraju se, napokon, spomenuti poznati autori prve hrvatske flore. To su *J. Schlosser-Klekovski* i *Lj. Vukotinović* koji su svojim djelom udarili trajne temelje poznavanju vaskularne flore ovoga dijela naše domovine. To djelo, iako je objavljeno (kao izdanje Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti) prije više od 100 godina, nije do danas izgubilo na vrijednosti i aktualnosti.

Od novijih botanika koji se mogu dovesti u vezu s poznavanjem flore u Slavoniji valja na prvom mjestu spomenuti poznate autore dvaju klasičnih monografskih djela iz početka ovoga stoljeća, koja se odnose na Slavoniji susjedne ilirske odnosno balkanske zemlje. To su *G. Beck-Mannagetta* (1901) sa svojim djelom o vegetaciji ilirskih zemalja i *L. Adamović* (1909) sa svojim opsežnim djelom o vegetaciji balkanskih (mezijskih) zemalja.

Nadalje valja spomenuti *D. Hirca* (1900, 1904, 1919) koji je, među ostalim, istraživao vegetaciju i floru srijemskog plošnjaka, Fruške gore i okolice grada Osijeka. U svom radu o biljnom pokrovu navedenih područja on je iznio opsežan sistematski popis vaskularne flore istaknuvši posebno značajnije biljne taksone.

Nadalje je i *S. Horvatić* u nekim svojim florističkim priložima (1931b, 1947) objavio s područja Slavonije pojedine taksone, koji do tada nisu bili uopće poznati ili su bili smatrani vrlo rijetkim (npr. *Ophioglossum vulgatum*, *Sparganium neglectum* var. *oocarpum*, *Alopecurus utriculatus*, *Poa palustris* subsp. *laevicaulis* f. *brevifolia*, *Cuscuta pentagona*).

U novije vrijeme obuhvaćena je cjelokupna vaskularna flora Vojvodine (a to isto vrijedi i za vaskularnu floru čitavoga dijela Hrvatske koji je za vrijeme Austro-Ugarske bio povezan s Mađarskom) djelom »Magyar flora« (Flora Hungarica) koje je mađarskim jezikom napisao *S. Javorika*, a objavljeno je god. 1924—25«. (*Horvatić et al.* 1967).

Poznavanju flore u Slavoniji pridonijeli su više ili manje također oni naši botanici i šumari, koji su u tijeku zadnjih decenija obavili i na tom području fitocenološka istraživanja vegetacije. To su npr. *S. Horvatić* (1930, 1931a, 1950), *I. Horvat* (1938), *V. Glavač* (1959), *J. Kovačević* (1958, 1963), *Lj. Marković-Gospodarić* (1965), *Lj. Ilijanić* (1963, 1967), *Đ. Rauš* (1969) i dr.

Iz prednjega proizlazi, da je čitava plejada botanika i šumara radila na istraživanju flore u Slavoniji i da bi sada bilo potrebno obaviti sintezu svih tih radova, kako bi se dobila potpunija ili možda i potpuna slika postojeće flore u Slavoniji.

#### 10. Dosadašnji literaturni podaci o vegetaciji Slavonije — Bisherige Literaturangaben über die Vegetation Slavoniens

Pregled dosadašnjih istraživanja vegetacije Slavonije od njihovih početaka do suvremenih fitocenoloških istraživanja donosimo na osnovi radova *Hirca* (1919), *Horvatića et al.* (1970), *Glavača* (1968), *Erdešija* (1971) i dr.

U prvom redu spominjemo neke starije istraživače, kojih se osnovni radovi odnose barem djelomično na područje Slavonije. Među prvima su svakako *A. Kerner* (1863) koji prikazuje biljni svijet podunavskih zemalja, pa *A. Neilreich* (1868) koji obrađuje vegetacijske prilike Hrvatske. Pritom našu pažnju privlače svakako radovi *B. Godra* (1872), koji je pisao o »formacijama« šuma. S ponosom na ovom mjestu spominjemo istaknutoga i zaslužnog šumara *J. Kozarca* (1886), koji je sve nizinske šume Posavine s gospodarskog (omjer smjese i drvena masa) te ekološkoga (poplavna voda i vlažnost tla) gledišta podijelio u četiri grupe, koje se uglavnom podudaraju s današnjim asocijacijama. Evo te podjele po *Kozarcu* (1886):

1. Sastojina hrasta s primjesom graba, jasena i brijesta, gdje jasen i brijest ne prekoračuju 10% ukupne drvene mase, a nalaze se većim dijelom na suhom tlu (s vegetacijskog gledišta to je danas ass. *Carpino betuli-Quercetum roboris*).

2. Sastojine u kojima jasen i brijest sudjeluju s 30—40%, a hrast 70—60%, gdje je poplava trajala godišnje prosječno sedam mjeseci s 1—2 m dubokom vodom (s vegetacijskog gledišta to je danas ass. *Genisto elatae-Quercetum roboris*).

3. Sastojine kod kojih je odnos jasena i hrasta u smjesi jednak, odnosno gdje jasen premašuje hrast, a rastu više na vlažnom nego na suhom tlu, dolaze u srednjem dijelu Posavine (Gradiška) uz obalu Save (spadaju

s vegetacijskog gledišta u ass. *Genisto elatae-Quercetum roboris* i djelomično u subass. *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae alnetosum glutinosae.*)

4. Čiste jasenove sastojine s gdjekojim hrastom rastu na mokrim tlima, koja su većim dijelom godine pod vodom (s vegetacijskog gledišta to je ass. *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae*).

Iz izloženoga se vidi pravilno i dalekosežno uočavanje i zaključivanje glašovitoga šumara i pisca J. Kozarca, koji je već prije skoro 100 godina uočio važnost ekoloških i vegetacijskih čimbenika pri obnovi šuma, jer je njegova podjela nizinskih šuma Posavine i danas još aktualna.

»Napose valja nam spomenuti dvojicu istaknutih autora dvaju klasičnih monografskih djela iz početka ovog stoljeća i to: G. Beck-Mannagetta (1901) i L. Adamović (1909). Prvi od njih prikazao je na temelju dugogodišnjih istraživanja biljni pokrov ilirskih zemalja, pa je svojim odgovarajućim vegetacijskim kartama obuhvatio i Slavoniju, dok je drugi prikazao vegetacijske prilike mezijskih zemalja na Balkanskom poluotoku« (Horvatić et al. 1970).

D. Hirc (1919) je obrađivao floru, a dao je i opću vegetacijsku sliku tog dijela Slavonije i Srijema, u kojoj je posebno opisao formaciju bara i močvara, formaciju šuma, livada te formaciju obalne flore i dr. Za nas su od posebnog interesa gledišta Hircu u vezi s formacijom šuma.

Hirc (1919) prihvaća Kernerovu (1863) podjelu pontske flore (Kerner je područje istočne Slavonije i jugozapadnog Srijema uvrstio u područje pontske flore,\* što po našem mišljenju nije najispravnije) u tri regije u vertikalnom pravcu:

1. formacija hrasta lužnjaka *Quercus robur* spada u donju regiju — ili u regiju stepa;
2. formacija pahuljastih hrastova (*Quercus pubescens*) dolazi u srednjoj regiji;
3. formacija bukve (*Fagus silvatica*) dolazi u gornjoj regiji.

Prema Hircu (1919) Fruška gora i plošnjak prapora, koji se od njezina prigorja spušta k prvoj regiji odnosno Savi spadaju u gornju i srednju regiju po Kerneru.

U radu Knera (1863) i Hircu (1919) vidimo također pokušaj, da se postojeća šumska i ostala vegetacija svrsta u izvjesni logični sistem i grupira po glavnim vrstama koje tu dolaze.

Suvremeno istraživanje vegetacije u Slavoniji, a djelomično i na području naših istraživanja započeto je tridesetih godina ovoga stoljeća, a traje i danas. Moderna fitocenološka istraživanja vegetacije, kojima je svrha upoznavanje prirodnih biljnih zajednica na osnovi njihova florističkog sastava (i time stvaranje podloge za druga znanstvena istraživanja) na području Slavonije započeli su u prvom redu Horvatić (1930, 1931, 1950), koji je istraživao vegetaciju nizinskih livada, voda i močvara te Horvat (1938, 1942, 1949, 1950), koji je istraživao najznačajnije šumske zajednice Slavonije.

\* Pontsko-panonski florni element zastupljen je prema našoj analizi na istraživanom području sa svega 4%. Beck (1901) piše: »... im slawonischen Eichenwald die Artenanzahl der pontischen Gewächse eine geradezu verschwindende ist. Sie beträgt nur 4,6 % der Gesamtanzahl«.

Rad spomenutih naših — pa i evropskih — pionira na polju suvremene fitocenologije nastavio je kasnije na području Slavonije veći broj mlađih istraživača. Anić (1940, 1959), Glavač (1959, 1962, 1968) i Rauš (1966—1971) proučavaju šumsku vegetaciju s fitocenološkog gledišta, Bertović (1963) proučava odnos klime i šumske vegetacije, Ilijanić (1959—1969) istražuje nizinske livade u Slavoniji, Marković-Gospodarić (1965) proučava ruderalnu vegetaciju Slavonije, Kovačević (1957, 1958) opisuje njezinu korovnu vegetaciju i dr.

U susjednim republikama nizinsku vegetaciju koja se nadovezuje na područje naših istraživanja proučavali su Slavnić (1952), Vukičević (1959), Erdeši (1959—1965), a Fukarek, Fabijanić, Stefanović i Bjelčić istraživali su šumsku i močvarnu vegetaciju u Posavini SR BiH.

Imajući pred očima manje više sve spomenute radove, pristupili smo detaljnom istraživanju šumske vegetacije u bazenu Spačve.

## B. VLASTITA ISTRAŽIVANJA — EIGENE UNTERSUCHUNGEN

### I. ŠUMSKA VEGETACIJA SPAČVANSKOG BAZENA — DIE WALDVEGETATION DES SPAČVA-BECKENS

#### 1. Metodika rada — Arbeitsmethodik

Istraživanje šumske vegetacije obavili smo na florističkoj osnovi po kombiniranoj metodi *Braun-Blanqueta* i na temelju uputstava iz Priručnika za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije, *Horvat-Horvatić et al.*, Zagreb 1950.

Kartiranje šumske vegetacije je obavljeno terestričkom metodom direktno na licu mjesta. Nakon obavljenog rekognosciranja terena i uzimanja fitocenoloških snimaka u odgovarajućim cenzozama kao i uvida u postojanje i rasprostranjenost pojedinih asocijacija pristupili smo samom kartiranju šumske vegetacije. Izrađene su terenske karte kopiranjem sastojinskih karata mjerila 1 : 25.000. Na terenu je svaki odjel rađen za sebe, tako da se obišao sa sve četiri strane i dijagonalno unakriž. Prilikom obilaska odjela uočavala se pojedina asocijacija i unosila u kartu, korišteni su i prije izlučeni odsjeci (sastojinska karta), ukoliko su bili izlučeni na fitocenološkom principu, a ne po drugim mjerilima. Ukoliko je bilo potrebno, busolom se kretalo po granici između dvije biljne asocijacije, i na taj se način granica ucrtavala u kartu. Dijagonalno kroz odjel prolazilo se pomoću busole zbog točnog uvida u vegetaciju, kako pojedini manji kompleksi ne bi izostali. Na terenu su pojedine asocijacije ograničene tvrdom olovkom i obojene živim bojama. Nakon što je tako kartiran odjel, opisani su u terenskom dnevniku svi važniji podaci za pojedini odjel. Svi postojeći vodotoci ucrtani su u kartu plavom bojom. U sjedištu se svakog dana precrtavalo iz terenske karte u originalnu kartu istoga mjerila, koja se stalno nalazila u sjedištu, kao i u kartu 1 : 100.000.

Najmanje izlučena površina iznosila je 0,5 ha. Zahvaljujući mikroreljevu i osobito dobro izraženim promjenama vrsta u prizemnoj flori kao i u edifikatorima, granice između pojedinih cenoza su dosta oštre i lako uočljive, što nam je u mnogome olakšalo rad prilikom kartiranja šumske vegetacije spomenutog područja.



## 2. Sistematski položaj istraživanih šumskih zajednica — Systematische Lage der untersuchten Waldgesellschaften

Istražene i opisane šumske zajednice mogu se u sistematskom pogledu svrstati u niže navedene jedinice i to:

Razred: *Querc-Fagetea* Br.—Bl. et Vlieg. 37

Red: *Fagetalia* Pawl. 28

Sveza: *Carpinion betuli illyricum* Horv. 56

Podsveza: *Quercion roboris planarum* nova

Ass.: *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 59) emend. Rauš 69

(syn.: *Querc-Carpinetum ruscetosum acuti* Horv. 49, *Querc-Genistetum elatae* Horv. 38, subass. *carpinetosum betuli* Vuk. 59 prov., *Querc roboris-Carpinetum betuli* Anić 59, *Querc-Genistetum elatae carpinetosum betuli* Glav. 61)

a) Subass.: *typicum* nova

b) Subass.: *quercetosum cerris* Rauš 69

c) Subass.: *fagetosum* nova

Razred: *Alno-Populetea* Fk. et Fb. 64 (syn.: *Querc-Fagetea* Br.—Bl. et Vlieg. 37. p. p.)

Red: *Populetea* Br.—Bl. 31.

Sveza: *Alno-Quercion roboris* Ht. 37

Podsveza: *Ulmion* Oberd. 53

Ass.: *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 38 (syn.: *Fraxino-Ulmetum effusae* Slav. 52)

d) Subass.: *caricetosum remotae* Ht. 38

e) Subass.: *aceretosum tatarici* nova

Ass.: *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 59 (syn.: *Querc-Genistetum elatae* Ht., *facies: Fraxinus oxycarpa* Vuk. 59)

f) Subass.: *typicum* Glav. 59

Varijanta: *basiphilum et acidophilum* nova

Ass.: *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 68

g) Subass.: *typicum* nova

h) Subass.: *ulmetosum laevis* nova

Podsveza: *Salicion* (Soó) Oberd. 53

Ass.: *Salici-Populetum* prov.

a) *Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnog graba* — *Typischer Stieleichen/Hainbuchenwald* (*Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 59) emend. Rauš 69 *typicum* subass. nova)

S obzirom da je dosad u znanstvenoj i stručnoj literaturi obrađivana šuma hrasta lužnjaka i običnog graba kao asocijacija ili subasocijacija, a o njezinu daljnjem raščlanjivanju nije bilo sve donedavna (Rauš 1969) govora, to ćemo u opisivanju povijesnih značajki te šume imati na umu asocijaciju kao cjelinu.

*Literatura.* Šumu hrasta lužnjaka i običnog graba u Posavini s vegetacijskog gledišta proučavali su Horvat (1938, 1949, 1962), Anić (1940, 1959), Vukičević (1959), Glavač (1960, 1961, 1962, 1968), Rauš (1966—1971) i dr.

U današnjem smislu po nama shvaćena asocijacija opisivala se u svijetu i kod nas pod različitim imenima i to: *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 59) emend. Rauš 69 (syn.: *Querc-Carpinetum ruscetosum acuti* Horv. 49, *Querc robori-Carpinetum* Soó et Pócs 57, *hungaricum* Soó (40) 57, *Querc-Genistetum elatae* Horv. 38, subass.: *carpinetosum betuli* Vuk. 59. prov., *Querceto roboris-Carpinetum betuli* Anić 59, *Querc-*

*-Genistetum elatae carpinetosum betuli* Glav. 61, *Quercu robori-Carpinetum slavonicum* Soó (40) 62).

S različitim ekološko-gospodarskih gledišta proučavali su tu šumu M. Gračanin (1948, 1951), Dekanić (1959, 1962), Bertović (1960), Šafar (1963), Prpić (1966—1971) i dr.

U našem radu Rauš (1969) raščlanili smo spomenutu zajednicu u četiri subasocijacije i to:

- subass.: *typicum* nova
- „ *fagetosum* nova
- „ *quercetosum cerris* Rauš 69
- „ *tilietosum tomentosae* Rauš 69

Prve dvije subasocijacije su samo nagoviještene i do danas nisu s fitocenološkog gledišta opisivane, dok su druge dvije detaljno opisane (usp. Rauš 1969). Dalje donosimo opis subasocijacije *typicum*.

*Rasprostranjenost.* Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnog graba razvijena je na cjelokupnom području koje obuhvaća asocijacija, negdje u većoj, negdje u manjoj mjeri. Prema tome možemo reći, da su sastojine navedene zajednice naročito razvijene u području Panonske nizine, a svoje optimalno stanište imaju u Posavini i Podravini. Na istraživanom području ona zauzima 35% cjelokupne površine, što je najveći postotak zastupljenosti jedne cenoze u tom području.

*Stanište fitocenoze.* Objašnjenje rasprostranjenosti tipične šume lužnjaka i običnog graba na prostorno velikom zaravnjenom (valovitom) području Panonske nizine nalazimo u cjelini zemljopisnog položaja i specifičnih geoloških, historijskih, klimatskih, orografskih, hidrografskih, edafskih i drugih uvjeta, po kojima se njezina prisutnost razlikuje od javljanja drugih subasocijacija cjelokupne zajednice lužnjaka i običnog graba kao i od drugih asocijacija spomenutog područja.

Zemljopisni položaj spomenute zajednice određen je u širem smislu izrazom Panonska nizina, a u užem smislu ona se javlja u nizinskom dijelu te oblasti uz veće rijeke i potoke. Uspijeva na geološki specifičnoj tvorevini praporu (lesu) i to rjeđe u smislu *Takšića* (1970) na »pravom«, a češće na pretaloženom »močvarnom« praporu, koji se u orografskom pogledu javlja na gredama (uže i šire) i riječnim terasama. Iznoseći mikroreljefni pojam »greda«, ujedno iznosimo i pojam tipične šume lužnjaka i običnog graba, jer su ta dva pojma nerazdvojno povezana i među praktičarima nizinskih šuma udomaćena.

Subasocijacija se razvija u šire shvaćenom klimatskom području po Köppenu okarakteriziranom formulom Cfwbx", dok se specifična mikroklima zajednice sigurno odlikuje svojom osebujnošću, no s obzirom da taj problem nismo rješavali, ne možemo niti iznijeti neke posebne karakteristike mikroklime. Spominjemo da su se mikroklimatskim problemima u šumama jugozapadnog Srijema bavili *Erdeši* (1971), i *Janković-Bogojević* (1971) u različitim periodima, te su došli do interesantnih zaključaka, no svakako je potrebno ta vrlo važna (pri obnovi šuma često presudna saznanja) istraživanja na širem području Posavine i dalje stalno obavljati. U posljednje vrijeme tim problemom bavi se *Prpić* (1968. pa nadalje). Zajednica se razvija na nizinskom smeđem tlu, nizinskom pseudo-

gleju i mineralno-močvarnom umjereno oglejanom (semiglej) tlu, kojega pH u n-KCL iznosi 4,5—7,0. Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnog graba oduvijek se razvijala na terenima, koji su izvan dohvata poplavne vode. Ukoliko je poplava i zahvatila niže vlažne grede, ona je bila slaba, kratkotrajna i rijetko se događala. Otkako je 1932. potpuno dovršen obrambeni nasip pored Save, spomenuta zajednica nije apsolutno poplavljivana, jer direktnih i katastrofalnih poplava na istraživanom području nema već 40 godina.

Prema Dekaniću (1959) obični grab je najbolji indikator za stanje stagnantne i podzemne vode. On naime podnosi kratkotrajne prolazne poplave, ali stagnantnu vodu i visok nivo podzemne vode ne podnosi te se javlja samo do srednjeg vodostaja podzemne vode od 2—3 m, a takav vodostaj imamo obično samo na gredama.

Naša mjerenja nivoa podzemne vode u tipičnoj šumi hrasta lužnjaka i običnog graba na proučavanom području dala su slijedeće rezultate:

*Šumski predjel Sočna — profil I:*

Dubina podzemne vode u m

1. 4. 1970.	25. 8. 1970.
1,56—2,75	3,10—4,30

*Šumski predjel Desičevo — profil II:*

Dubina podzemne vode u m

16. 4. 1970.	14. 9. 1970.
1,25—2,60	2,80—3,90

Iz prednjega možemo zaključiti, da je nivo podzemne vode u spomenutoj zajednici na istraživanom području na početku vegetacijske periode dosta visok (oko 1,5 m), ali još uvijek dosta duboko, s obzirom na plitko zakorjenjivanje običnog graba, te da se prema ljetu i jeseni taj nivo spušta sve dublje (do oko 4 m) pa prema tome nema vidan utjecaj na razvitak te šume (Tab. I i II, v. str. 330 i 331).

Priliv organske tvari od otpalog lišća i grančica pokazuje, da se na taj način vraća šumskom tlu dosta velika količina organske tvari, a našim ispitivanjem utvrdili smo, da je to u spomenutoj subasocijaciji iznosilo u 1971. godini 4830 kg/ha u bazenu Spačve, a 4750 kg/ha na području lipovljanskih šuma (Tab. III, v. str. 337—338).

*Erdeši* (1971) je svojim istraživanjima u spomenutoj subasocijaciji na području jugozapadnog Srijema utvrdio 1960. godine, da ta količina organske materije iznosi 4683 kg/ha.

Biotski su utjecaji imali vidan odraz na razvitak tipične šume hrasta lužnjaka i običnog graba, jer su se na njezinu staništu sakupljali ljudi, stoka i divljač za vrijeme visokih poplava, budući da je jedino ona na istraživanom području u to vrijeme bila suha i bez poplavne vode. U toj šumi su se izgrađivale nastambe šumskih radnika, tu su podizani obori i skloništa za svinje te postavljena hranilišta i solišta za visoku divljač. U toj šumi je čovjek uvijek pronalazio sebi drvo za građu i ogrjev (tanje dimenzije), itd. Putevi i komunikacije kroz prostrano šumsko područje uvijek su vodili preko te šume, jer je za to bila najpogodnija. Iz toga proizlazi, da su biotski utjecaji došli do znatnog izražaja prilikom razvitka opisivane šume.

Fenološki ritam ogleđa se u tome, što u zavisnosti o vremenskim prilikama, koncem ožujka ili početkom travnja obični grab počinje prvi listati, iza njega listaju klen, lipa, glogovi, a tek najkasnije hrast lužnjak. Proljetni aspekt u sloju prizemnog rašća čine: *Galanthus nivalis*, *Anemone ranunculoides*, *A. nemorosa*, *Ranunculus ficaria*, *Viola silvestris*, *Lathraea squamaria*, *Oxalis acetosella*, *Lathyrus vernus*, *Veronica montana*, *V. chamaedrys*, *Euphorbia amygdaloides* i dr.

Kulminaciju vegetacijskog razvoja postiže ta zajednica u lipnju, kada je u njoj sve živo i bujno, da bi se kasnije taj razvojni ritam postupno smanjio i negdje u listopadu potpuno prestao.

**Floristički sastav i građa zajednice.** Tipična mješovita šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*) predstavlja u fitocenološkom pogledu vrlo jasno izraženu zajednicu, koja se u svim slojevima odlikuje značajnijim sastavnim elementima. Florističke i sociološke značajke ove zajednice prikazali smo u fitocenološkoj Tab. 1. S najvećom stalnosti javlja se u šumi obični grab (*Carpinus betulus*) i hrast lužnjak (*Quercus robur*), a mnogo se rjeđe nalazi klen (*Acer campestre*), malolisna lipa (*Tilia cordata*), srebrnolisna lipa (*Tilia tomentosa*) divlja kruška (*Pyrus pyraster*), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i dr. (Fot. 1 i 2).

Najznačajniji edifikator u sociološkom pogledu u sloju drveća je hrast lužnjak, a subedifikator obični grab. Njima pripada u dijagonističkom pogledu prvenstvo, jer se javljaju u toj subasocijaciji stalno, i to ne samo u sloju drveća već i u ostalim slojevima u obliku pomlatka i ponika te pokazuju očitu vezanost na tu subasocijaciju, koju u potpunosti i izgrađuju. Usporedbom pojavljivanja običnog graba u ostalim šumskim zajednicama istraživanog područja uočavamo njegovu vezanost na mješovitu šumu hrasta lužnjaka i običnog graba, jer se on u drugim fitocenozama ne javlja, odnosno javlja se samo tu i tamo u fragmentarnim oblicima. Njegovo pojavljivanje na drugim staništima ometaju površinska stagnirajuća ili podzemna voda, pa se i iz toga vidi njegova isključiva povezanost za spomenutu subasocijaciju na istraživanom području.

Drukčije je u tom pogledu s hrastom lužnjakom, koji je inače za izgradnju tipične šume od odlučnog značenja. Hrast lužnjak se javlja u svim našim snimkama s velikim udjelom te bitno utječe na njezinu izgradnju i gospodarsku vrijednost. Unatoč tome nije hrast lužnjak za ograničenje naše zajednice (asocijacije i subasocijacije) ni izdaleka toliko važan kao obični grab, jer se nalazi često i obilno izvan tipične šume i to u zajednicama, koje se u životnim prilikama (kako ćemo kasnije vidjeti) bitno razlikuju od šume hrasta lužnjaka i običnog graba.

Od posebnog značenja za našu tipičnu šumu su lipe (*Tilia* spp.), koje se u nekim plohama javljaju obilno.

Sloj drveća pokriva 90—100% površine s izrazito razvijenom glavnom i nuzgrednom etažom.

Sloj grmlja je dosta slabo razvijen te pokriva 2—10% površine, a tvore ga: glogovi, klen, obična kurika, divlja kruška, pasdrijen, svib i dr. Od grmova koji su vezani na našu subasocijaciju ističe se u prvom redu obična kurika (*Euonymus europaea*). Slično pokazuje usku vezu s tipičnom šumom klen (*Acer campestre*). Znatno je broj grmova (glogovi i dr.), koji se javljaju u našoj zajednici dosta često, iako nisu na nju vezani.

*Srodnost u sastavu šuma lužnjaka i običnog graba*  
*Verwandschaft in der Zusammensetzung der Stieleichen/Hainbuchenwälder*

Tab. 1

Asocijacija Assoziation	<i>Carpino betuli — Quercetum roboris</i>			<i>Genisto-Quercetum roboris</i>		<i>Stellario-Carpinetum</i>
	<i>quercetosum cerris</i> (16 snim. — Aufn.)	<i>fagetosum</i> (5 snim. — Aufn.)	<i>typicum</i> (15 snim. — Aufn.)	<i>carpinetosum betuli</i> (20 snim. — Aufn.)	<i>carpinetosum betuli</i>	<i>Querceto-Carpinetum medioeuropaeum</i> Tx. 37
Autor	Rauš 1969—1972			Vukičević 1959	Glavač 1960	Oberdorfer 1957
Lokalitet Lokalität	Istočna Slavonija Ost-Slawonien	Posavina i Podravina Sava- u. Drava-Tal	Bazen Spačva Spačva-Becken	Jugozapad. Srijem Südwest-Syrmien	Lipovljani	Južna Njemačka Süd-Deutschl.
1	2	3	4	5	6	7
<b>I. SLOJ DRVEĆA — BAUMSCHICHT</b> Svojsvena vrsta asocijacije: Assoz.-Charakterart: <i>Quercus robur</i> L.	V 1-4	V 1-2	V 1-3	V +4	V +-5	IV +-4
Svojsvene vrste sveze, reda i razreda: Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterarten:						
<i>Carpinus betulus</i> L.	IV +-2	V 2-3	V 2-3	V 1-4	V 2-5	V
<i>Acer campestre</i> L.	IV +	III +	IV R-1	II 1-2	V +	
<i>Tilia cordata</i> Mill.	I +		III +-1	I 1		I
<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Borkh.			I R	I +-1	III +	
Ostale neopredijeljene vrste: Begleiter:						
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.			III R-1	II 1-2	V +-5	
<i>Tilia tomentosa</i> Moench	I +		II +			
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz			I (R)			

1	2	3	4	5	6	7
<b>II. SLOJ GRMLJA – STRAUCHSCHICHT</b>						
Svojtvene vrste sveze, reda i razreda: Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterarten:						
<i>Crataegus oxyacanta</i> L.		III +-1	IV +-1	II 1-3		III
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.		IV +	IV +-1	II +-2		
<i>Acer campestre</i> L.	V +-1	III +	II R-1	II 1-4		II
<i>Euonymus europaea</i> L.		I +	II R-+		II R-1	
<i>Tilia cordata</i> Mill.		I +	II +-1	I 1		
<i>Cornus sanguinea</i> L.		II R-+	I +	II +-2	I +	
<i>Pyrus pyrastrer</i> (L.) Borkh.			I +	I +-1		
<i>Rhamnus cathartica</i> L.		I R	I +	III 1-3	II R	
<i>Malus silvestris</i> (L.) Mill.			I +			
Ostale neopredijeljene vrste: Begleiter:						
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.	V +-3		II +	V +-3		
<i>Rosa canina</i> L.			I +	II +-1		
<i>Prunus spinosa</i> L.			I +			
<b>III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA KRAUTSCHICHT</b>						
Svojtvene vrste asocijacije: Assoz.-Charakterarten:						
<i>Circaea lutetiana</i> L.	III +-1		IV R-3	IV +-3	V +-2	
<i>Veronica montana</i> L.		II +-1	IV +	I 1-2	V +-1	
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	I +		IV (+)-1			
<i>Quercus robur</i> L.	III +-1		III R-1			
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	II +-1	I R	III +-1	I 1-2		
<i>Galanthus nivalis</i> L.			III +			
<i>Listera ovata</i> (L.) Br.			III +			
<i>Primula vulgaris</i> Huds.	II +		II (+)-1			
<i>Stachys silvatica</i> L.	II +	I +	II +			
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.			II +			
<i>Hoplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Pal.-Beauv.		I +	II +-1			
<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker-Gawl.			II +			
<i>Tamus communis</i> L.	I +	I R	I R-+	I +		
<i>Rubus hirtus</i> W. et K.			I R-2			
<i>Viola odorata</i> L.			I +			

1	2	3	4	5	6	7
<i>Carex pendula</i> Huds.		I R	I +			
Svojtvene vrste sveže, reda i razreda: Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterarten:						
<i>Anemona nemorosa</i> L.	V +-2	I +	V +-1		II +-1	V
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	II +	II 2	V +-1			
<i>Viola silvestris</i> Lam.	V +	I +	V +	V 1-3		V
<i>Acer campestre</i> L.	III +	II +	V R-1			
<i>Carpinus betulus</i> L.	II +-1		IV +-3			
<i>Carex silvatica</i> Huds.	IV +-1	II +-1	IV R-2	III 1-2	IV +-2	
<i>Anemone ranunculoides</i> L.			IV +			
<i>Euonymus europaea</i> L.	II +		IV R-1			
<i>Tilia cordata</i> Mill.			III R-1			
<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	II +-1	II +-1	III +-1		III +	
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.			III +	I 1	I +	
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.		II +	III (+)-+			
<i>Scrophularia nodosa</i> L.		I +	III R-+	I 1	V +	II
<i>Helleborine latifolia</i> (L.) Druce			III R-+			
<i>Geum urbanum</i> L.	V 1	II +-1	II +-1	I 1	IV +	
<i>Aegopodium podagraria</i> L.			II +			
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	II +	I +	II R-1			
<i>Brachypodium silvaticum</i> (Huds.) R. et S.	II +	I +	II +	II 1-2	II +	II
<i>Asperula odorata</i> L.	III 1-2	III +-1	II +-2			
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.			II +			
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.			II +			
<i>Lathraea squamaria</i> L.			II +			
<i>Arum maculatum</i> L.	I +		II R-+		III +	V
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	II +		II R-+	II 1-2	III R-4	V
<i>Asarum europaeum</i> L.	II +	III +-1	I (+)-+		I +	
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.		I R	I R			
<i>Vinca minor</i> L.	I +-2		I 2			
<i>Cynanchum vincetoxicum</i> (L.) Pers.	I R-+		I +	I +-1		
<i>Geranium robertianum</i> L.			I +			
<i>Convallaria majalis</i> L.	I +		I +	IV 1-3		III
<i>Prunus spinosa</i> L.	II +		I R			
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Rchb.		IV +-1	I R			II
<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Borkh.			I (R)			

1	2	3	4	5	6	7
Ostale neopredijelj. vrste:						
Begleiter:						
<i>Hedera helix</i> L.	III +-1	II +-1	IV +-1	III 1-3	I +	IV
<i>Ajuga reptans</i> L.	II +	II +-R	IV +-1	III 1-2		II
<i>Rubus caesius</i> L.	III +		IV +-1		IV +-2	
<i>Glechoma hederacea</i> L.	III +-1	I +	III R-1	II 1-2		
<i>Rumex sanguineus</i> L.			II +	IV +-2	V +	
<i>Ulmus carpinifolia</i> Gled.	II +		II +			
<i>Carex remota</i> L.		I +	II +	III 1-2	V 1-3	
<i>Rhamnus cathartica</i> L.			II R			
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	III +	I +	II R	IV 1-3		
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl			I +			
<i>Prunella vulgaris</i> L.		II +	I R-+			
<i>Torilis anthriscus</i> (L.) Gmel.	III +	I R	I R-+			
<i>Viola alba</i> Bess.	I +	I +	I R-+	I 1		
<i>Oxalis acetosella</i> L.		III +	I R			
	i dr. u. a.	i dr. u. a.	i dr. u. a.	i dr. u. a.	i dr. u. a.	i dr. u. a.
Diferencijalne vrste za subasocijaciju:						
Subasso.-Diff.-Arten für:						
<i>quercetosum cerris</i> :						
<i>Quercus cerris</i> L.	V +-3					
<i>Polygonatum latifolium</i> (Jacq.) Desf.	V +-2					
<i>Lithospermum purpureo-coeruleum</i> L.	IV +-2					
<i>Viola hirta</i> L.	IV +-2					
<i>Origanum vulgare</i> L.	II +					
<i>Sedum maximum</i> (L.) Hoffm.	II +					
Diferencijalne vrste za subasocijaciju:						
Subasso.-Diff.-Arten für:						
<i>fagetosum</i> :						
<i>Fagus silvatica</i> L.						III
<i>Cornus mas</i> L.		V 1-2				
<i>Staphylea pinnata</i> L.		IV +-1				
		I 2				



1	2	3	4	5	6	7
<i>Mercurialis perennis</i> L.		II 1				
<i>Cardamine bulbifera</i> L.		II 1				II
<i>Ruscus aculeatus</i> L.		II +				
<i>Rubus hirtus</i> W. et K.		II R- +				
<i>Cardamine trifolia</i> L.		I 4				
<i>Allium ursinum</i> L.		I 4				
<i>Lusula pilosa</i> (L.) Willd.		I 2				
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schm.		I 1				III
<i>Anemone hepatica</i> L.		I +				
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.		I +				
<i>Galanthus nivalis</i> L.		I +				
<i>Isopyrum thalictroides</i> L.		I R				

Preostalo: Ausserdem vorhanden:	Preostalo: Ausserdem vorhanden:	Preostalo: Ausserdem vorhanden:	Preostalo: Ausserdem vorhanden:	Preostalo: Ausserdem vorhanden:	Preostalo: Ausserdem vorhanden:
29 vrsta Arten	21 vrsta Arten	13 vrsta Arten	18 vrsta Arten	30 vrsta Arten	23 vrsta Arten

Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnog graba vrlo je dobro karakterizirana u sloju drveća, a nešto slabije u sloju grmlja. Sloj prizemnog rašća pokriva 25—80% površine i nije osobito bogat s obzirom na broj vrsta. Znatan broj vrsta vezan je na red *Fagetalia* i svezu *Carpinion betuli illyricum*, od kojih navodimo najznačajnije: *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Ranunculus ficaria*, *Viola silvestris*, *Carex silvatica*, *Helleborine latifolia*, *Geum urbanum* i dr. (Tab. 1). Od svojstvenih vrsta asocijacije spominjemo: *Veronica montana*, *V. chamaedrys*, *Circaea lutetiana*, *Ruscus aculeatus*, *Hoplismenus undulatifolius*, *Listera ovata*, *Primula vulgaris*, *Galanthus nivalis*, *Stachys silvatica* i dr. (Tab. 1). Od spomenutih svojstvenih vrsta asocijacije u tipičnoj šumi svojom stalnošću i obilnošću naročito se ističu: *Ruscus aculeatus*, *Primula vulgaris* i *Hoplismenus undulatifolius*.

Uz svojstvene vrste asocijacije i sveze nalazi se znatan broj pratilica u visokom stupnju stalnosti.

*Raščlanjenost.* Daljnje raščlanjenje subasocijacije *typicum* dolazi u obzir samo prilikom određivanja gospodarskih tipova u šumama bazena Spačve (a i cijelog areala te zajednice), jer u njoj s današnjeg gledišta fitocenologije ne bi trebalo obavljati nikakva daljnja usitnjavanja. I s gospodarskog gledišta ta subasocijacija zadovoljuje, jer primjena sastojinskog gospodarenja može doći u njoj do punog izražaja s obzirom na kompaktnost i veličinu.

*Spektar flornih elemenata.* S obzirom na porijeklo flornih elemenata sastav tipične šume hrasta lužnjaka i običnog graba prema *Soó-Javorka* (1951) izgleda ovako: euroazijski elementi zastupljeni su s 46%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 9%, pontsko-panonski s 4%, europski i srednjeeuropski s 31%, atlantsko-mediteranski i submediteranski s 9%. Navedeni pregled karakterizira sastav subasocijacije i pokazuje, da u njoj dolaze vrlo raznoliki elementi. Ako se elementi prve tri skupine uzmu zajedno, onda se vidi da je najjači utjecaj flornih elemenata porijeklom sa sjevera i sjeveroistoka 59%, potom znatniji utjecaj onih sa sjeverozapada 31%, a najmanji onih s juga 10%. Na porijeklo naše tipične subasocijacije najjače se odražava eurosibirsko-sjevernoamerička regija (v. prilog Sp. 1).

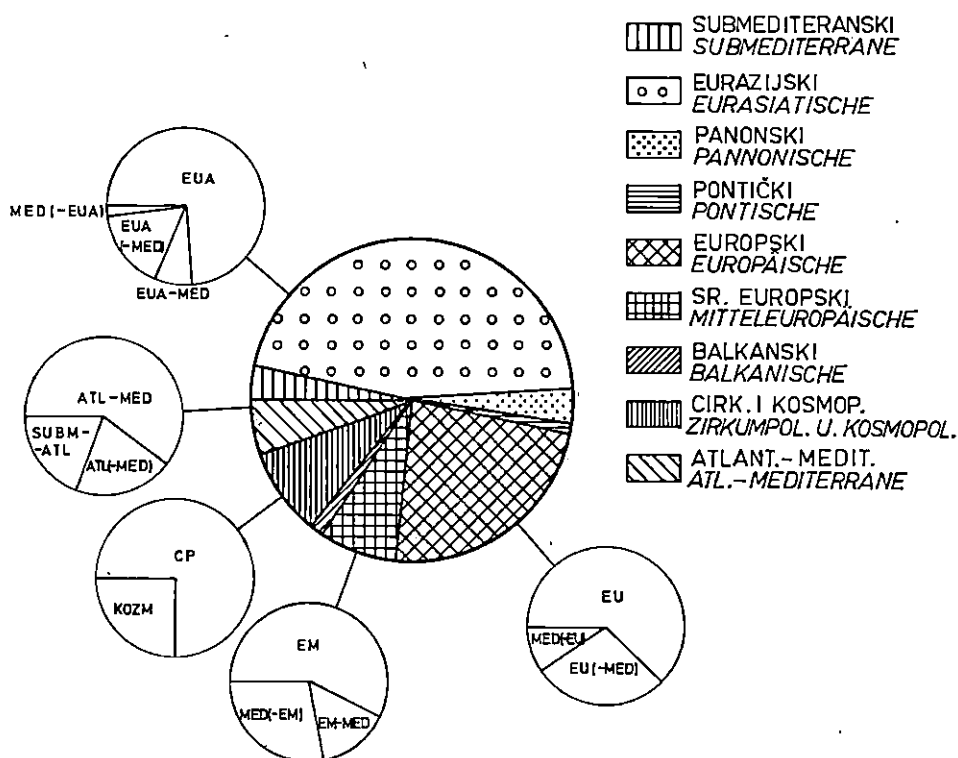
*Biološki spektar.* Biološki spektar životnih oblika po *Raunkiaeru* (1905) iz 15 fitocenoloških snimaka (Tab. 1) s ukupno 91 vrstom pokazuje slijedeći odnos biljnih vrsta: *phanerophyta* 42%, *chamaephyta* 10%, *hemikryptophyta* 30%, *geophyta* 16% i *therophyta* 2%. Iz navedenoga možemo zaključiti, da se ovdje radi o fanerofitsko-hemikriptofitskoj (42 + 30%) zajednici uz znatno sudjelovanje geofita (16%).

Subasocijaciju većim dijelom izgrađuju fanerofiti (42%) i time ujedno indiciraju vrlo toplo ljeto. Velik udio hemikriptofita (30%) opredjeljuje tu šumu u srednjeeuropsku oblast i pokazuje njihovu otpornost protiv zimske hladnoće. Znatna količina geofita (16%) vrlo dobro odražuje mikroklimatske prilike u našoj subasocijaciji te pokazuje sudjelovanje velikog broja biljaka iz reda *Fagetalia* (v. prilog Sp. 1).

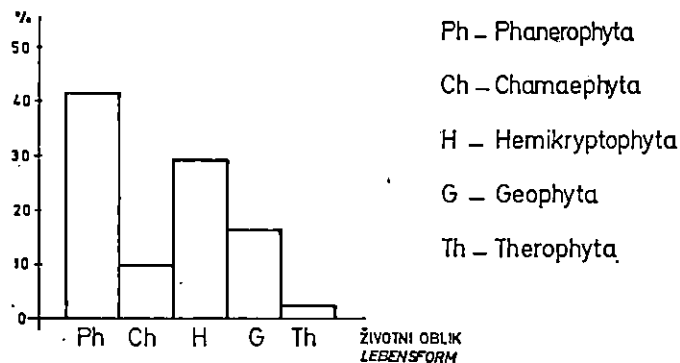
*Sindinamski odnosi.* Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnog graba nastala je prirodnom sukcesijom iz šume *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* i *aceretosum tatarici* te predstavlja klimaks istraživanog područja. Ta je zajednica od davnine postojala na spomenutom području, no obavljani hidromelioracijski radovi (odvodnja, obrana od

Carpino betuli-Quercetum roboris (Anić59)emend. Rauš 69  
typicum subassnova

Sp. 1



SPEKTAR FLORNIH ELEMENATA  
 SPEKTRUM DER FLORENELEMENTE



BIOLOŠKI SPEKTAR  
 BIOLOGISCHES SPEKTRUM

poplava) samo su pospješili progresivnu sukcesiju, i ta se zajednica zbog postupnoga smanjivanja vlažnosti sve više širi te zauzima odgovarajuća staništa (Graf. 14, str. 333). S vegetacijskog gledišta to je stabilna zajednica istraživanog područja. Ako pak imamo na umu da čovjek sjećom može izmijeniti sastav fitocenozе, tada možemo posumnjati i u stabilnost spomenute subasocijacije, ali to vrijedi i za sve druge zajednice. Prema tome čovjek mora voditi sječu i druge radove tako, da što manje poremeti sastav biocenozе.

Tipična šuma hrasta lužnjaka i običnog graba predstavlja vrhunac prirodnog razvitka šume istraživanog područja i prema tome želju šumara da taj vrhunac i dostigne. Čovjek svojim razumnim gospodarenjem šumom može pospješiti tijek prirodnog razvitka u njoj, i obratno, ali ga ne može zaustaviti bez potpunog uništenja.

*Sistematski položaj.* Pitanje sistematske pripadnosti šumskih fitocenozа lužnjaka i graba nizinskog područja dosta je složeno i do sada slabo proučeno. Mi nemamo namjeru ulaziti u rješavanje te problematike, jer to nije predmet ove radnje, ali se nje dotičemo samo utoliko, jer je direktno povezana s našom tipičnom šumom.

Da bismo dali određeni odgovor i iznijeli naše mišljenje o tom pitanju, moramo se pozabaviti dosadašnjom situacijom sistematike hrastovo-grabovih šuma u objavljenoj literaturi kao i novijim prijedlozima u vezi s rješavanjem tog pitanja.

Glavač (1968) u svom radu »Über Eichen-Hainbuchenwälder Kroatiens« (rad je pisan njemačkim jezikom, a mi ćemo ga u daljem tekstu interpretirati u slobodnom prijevodu) predlaže podjelu hrastovo-grabovih šuma Hrvatske u dvije asocijacijske grupe i to:

1. grupa šuma hrasta lužnjaka i graba,
2. grupa šuma hrasta kitnjaka i graba.

On piše da se pod imenom »*Querceto-Carpinetum*« podrazumijeva u Hrvatskoj prije svega šuma hrasta kitnjaka i običnog graba, premda lužnjak s običnim grabom stvara prostrane sastojine u nizinama. U spomenutom radu on donosi kartu Bertovića o potencijalnoj rasprostranjenosti zona rasta šuma hrasta i graba u sjevernoj Hrvatskoj (isp. Glavač 1968). »Pod zonom rasta razumijeva se potencijalno područje rasprostranjenja regionalnih šumskih zajednica klimom uvjetovanih. Zone se nazivaju po imenu sveze.

Zona *Carpinion betuli illyricum* zauzima ravničarske i brdovite terene sjeverozapadne Hrvatske i širi se dalje u susjedne dijelove Bosne i Slovenije. Na sjeveru presiže u donju Austriju i u jugozapadnu Mađarsku. Na istoku prelazi zona *Carpinion illyricum* (u Podravini kod Virovitice, u Posavini kod Slavenskog Broda, podvukao Đ. R.) pomalo u zonu *Quercion petraeae*, koje su regionalne šumske zajednice temeljito istražene i opisane (*Quercion petraeae* Zólyomi-Jakucs 1957) i kojih je rasprostranjenje kartografski obuhvaćeno po Borhidiju (1961).\*

\* Međutim na strani 136 istog rada Glavač (1968) navodi slijedeće: »Die Gliederung wurde (zum grössten Teil ohne eigene Anschauung) nicht vom Zentrum her, sondern von einem Randgebiet aus durchgeführt«. Iz toga proizlazi najveća slabost takve razdiobe, jer se sve osniva na pretpostavci, a ne na vlastitim istraživanjima i zapažanjima Borhidija (1961) i prema tome se mi ne možemo osloniti na takav rad, niti ga usvojiti.

Mi se ne bismo složili s *Glavačevim* (1968) prijedlogom niti možemo u potpunosti prihvatiti kartu potencijalne šumske vegetacije po *Bertoviću* iz slijedećih razloga (iznosimo problematiku realne vegetacijé prirodnih šuma):

— Zona *Carpinion betuli illyricum* ne zaustavlja se u Podravini kod Virovitice niti u Posavini kod Sl. Broda, već se produljuje prema istoku i u Baranji prelazi Dunav, a na jugoistoku se pruža preko Fruške gore i dopire do Drine graničeći tamo s Mezijskom provincijom, nižim šumskim pojasom sveze (zone) *Quercion farnetto*. (Takvo naše shvaćanje poklapa se djelomično i s *Horvatićem et al.* 1967)

Zona *Quercion petraeae* Zólyomi-Jakucs 57 nije zastupljena u Hrvatskoj, jer njezine temeljito istražene i opisane šumske zajednice nisu utvrđene na tom dijelu Hrvatske. Evo tih asocijacija, koje je Jakucs (1961) svrstao u tu zonu:

1. *Anemonae (silvestris)-Quercetum* Oberd. 57
2. *Clematidi (rectae)-Quercetum collinum* Oberd. 57
3. *Clematidi (rectae)-Quercetum montanum* Oberd. 57
4. *Cynancho-Quercetum* Pass. 57
5. *Potentillo (albae)-Quercetum* Libbert 33 s. 1.
6. *Quercu-Lithospermetum subboreale* Matusk. 55
7. *Lathyro (collini)-Quercetum pubescentis* (Kka 32) em. Jakucs 60
8. *Corylo-Peucedanetum cervariae* (Kozl. 25) em. Medv.-Kornaš 52
9. *Genisto pilosae-Quercetum petraeae* Zólyomi-Jakucs-Fekete 57
10. *Quercetum petraeae-cerris* Soó 57

Također ni svojstvene vrste, navedene po *Jakucsu* (1961) za tu svezu osim poneke, nisu zastupljene u tom dijelu Hrvatske.

Zona *Aceri tatarico-Quercion* Zólyomi-Jakucs 57 također nije zastupljena u Hrvatskoj, jer navedene asocijacije te sveze po *Jakucsu* (1961) nisu pronađene u sjeveroistočnom dijelu Hrvatske. Evo tih asocijacija:

1. *Aceri (tatarico)-Quercetum pubescentis-roboris* Zólyomi 57 (*hungaricum, occidento-pannonicum, submatricum, tibiscense*)
2. *Aceri (tatarico)-Quercetum petraeae-roboris* (Soó 51) em. Zólyomi 57 (*praerossicum*)
3. *Aceri (tatarico)-Quercetum pubescentis-pedunculiflorae* Zólyomi 57 (*bessarabicum, podolicum*)
4. *Aceri (tatarico)-Quercetum farnetto-pedunculiflorae* Zólyomi 57 (*bulgaricum*)
5. *Aceri (tatarico)-Quercetum roboris* Zólyomi 57 (*rossicum*)
6. *Festuco-Quercetum* Soó (34) 50
7. *Convallario-Quercetum* Soó (34) 50
8. *Corno (lithospermo)-Quercetum* Jakucs — Zólyomi 57
9. *Tilio-Fraxinetum excelsioris* Zólyomi 36
10. *Ceraso (mahaleb)-Quercetum pubescentis* Jakucs-Fekete 57
11. *Achilleo (coarctatae)-Quercetum pubescentis* Jakucs-Fekete 58

Od svojstvenih vrsta te sveze koje navodi *Jakucs* (1961) na tom dijelu naše zemlje dolazi *Acer tataricum*, *Cynanchum* spp. i možda još poneka.

— Lužnjak s običnim grabom štvara prostranu asocijaciju, koju smo raščlanili u četiri subasocijacije i to: *typicum*, *fagetosum*, *quercetosum cerris* i *tilietosum tomentosae* s jasno izraženim diferencijalnim vrstama. Ta je zajednica mozaično raspoređena u nizinskom dijelu Hrvatske (vidi vegetacijsku kartu *Rauš* 1972).

— Zona *Quercion farnetto* se u okolici Sremske Mitrovice (izvan granica Hrvatske) miješa i dodiruje sa zonom *Carpinion betuli illyricum* preko naše najkserotermnije subasocijacije *quercetosum cerris*, te je putem ove subasocijacije preko vukovarskoga i đakovačkog ravnjaka dospio i *Quercus farnetto* u sredogorje Slavonije (Papuk).

— Obični grab (*Carpinus betulus*) prodire iz brdskih predjela na nizinske grede i terase, a odatle uz smanjenje vlažnosti u asocijacije sveže *Alno-Quercion roboris* te na taj način širi svoj areal i ujedno klimatogenu asocijaciju s lužnjakom.

— U izgradnji osnovnih asocijacija s običnim grabom nije samo on jedini važan sa sociološkoga i napose s gospodarskog gledišta, već se tu javljaju hrastovi kao edifikatori i kao nosioci glavne ekonomske vrijednosti postojeće šume.

— Hrast kitnjak i hrast lužnjak se u svojim dodirnim točkama ne miješaju toliko, da se ne bi mogla odrediti granica cenoze koju tvori kitnjak i obični grab, od cenoze koju tvori lužnjak i obični grab. Naprotiv, ta granica je očita i odražuje se u orografskim, geološkim, klimatskim, pedološkim i drugim činiocima, a također je jasno diferencirana i slojem prizemnog rašća.

Ukoliko se usvoji prednje, što je izneseno na bazi dosadašnjih saznanja, onda mi na temelju toga predlažemo slijedeće:

— Zonu *Carpinion betuli illyricum* treba podijeliti u dvije podzone i to:

1. Podzona (podsveza) *Quercion petraeae collinum*, koja bi obuhvatila središnji brdski dio sjeverne Hrvatske (označen na karti Bertovića (1968) s Ba) s time da se istočna granica te podzone utvrdi naknadno, kada budu završena vegetacijska istraživanja u tom dijelu.

Prihvaćamo prijedloge Glavača (1968) o uvrštenju pojedinih asocijacija i subasocijacija u tu asocijacijsku grupu (po nama podsvezu) i o prevođenju subasocijacija u asocijacije. Evo tog prijedloga (Glavač 1968):

Ass.: *Querco-Carpinetum croaticum* Horv. 1938

Subass. *staphyletosum* Horv. 1938

Subass. *caricetosum pilosae* Horv. 1942

Subass. *erythronietosum* Horv. 1938

Subass. *castanetosum* Wraber 1956

Subass. *quercetosum cerris* n. n.

Subass. *ruscetosum acuti* Horv. 1949

2. Podzona (podsveza) *Quercion roboris planarum* koja bi obuhvatila nizinski dio sjeverne Hrvatske i istočne Slavonije (označen na karti Bertovića (1968) s Bb i C).

S tom podsvezom dobio bi hrast lužnjak svoje priznato mjesto u sociološkom sistemu, jer on stvarno tvori odgovarajuće biljne asocijacije u zonalnom pogledu, a po daleko većoj vrijednosti od šume hrasta kitnjaka.

Predlažemo da u tu podsvezu uđu:

- Ass.: *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 59) emend. Rauš 69  
 Subass. *typicum* nova  
 Subass. *fagetosum* nova  
 Subass. *quercetosum cerris* Rauš 69  
 Subass. *tilietosum tomentosae* Rauš 69

S obzirom da su istraživanja šumske vegetacije u nizinskom dijelu Hrvatske u tijeku, vjerujemo da će biti još vegetacijskih jedinica koje će se moći uvrstiti u tu podzону. Osim toga, ako predložena podzona bude prihvaćena, moći će se protegnuti i na sve ostale dijelove naše zemlje, a i izvan nje tamo gdje ima takvih šuma.

Na kraju smatramo da bi sistematska pripadnost tipične šume hrasta lužnjaka i običnog graba bila slijedeća:

1. Razred: *Querc-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 37
2. Red: *Fagetalia* Pawl. 28
3. Sveza: *Carpinion betuli illyricum* Horv. 56
4. Ass.: *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 59) emend. Rauš 69
5. Subass.: *typicum* nova

U Tab. 2 prikazujemo uspoređenje srednjeeuropskih hrastovo-grabovih šuma s lužnjakovo-grabovom šumom u bazenu Spačve.

*Šumsko gospodarske karakteristike.* Hrast lužnjak u smjesi s običnim grabom raste vrlo dobro, razvija ravna i čista debla, a s ekonomskog gledišta to je najpovoljniji oblik sastojine na istraživanom području.

Fenotipski izgled spomenute subasocijacije odlikuje se tehničkom dužinom deblovine, čistoćom debala, izraženom glavnom i nuzgrednom etažom, sklopljenosti šume, većim brojem stabala po ha i visokim uzgojnim oblikom (Fot. 2).

Orijentacijski prosječni parametri za tu šumu na istraživanom području bili bi slijedeći:

- visina hrastovih stabala kreće se od 18—38 m;
- visina grabovih stabala kreće se od 7—29 m;
- prsni promjer hrastovih stabala je od 17—77 cm;
- prsni promjer grabovih stabala je od 8—39 cm;
- broj hrastovih stabala po 1 ha iznosi 50—100 kom;
- broj grabovih stabala iznosi 250—400 kom;
- drvena masa po 1 ha kreće se od 300—500 m<sup>3</sup>.

Iz navedenih karakteristika proizlazi, da šumsko-uzgojne mjere moramo voditi tako, da podržavamo određeni broj edifikatora (hrastova) nosilaca kvalitete do kraja ophodnje pazeći na pravnost, broj stabala i održavanje mješovitog karaktera sastojine.

Prirodna obnova te šume jedino je pravilna, i čovjek mora svoje intervencije voditi tako, da do nje dođe s dovoljno uspjeha i u određeno vrijeme (krajem ophodnje).

Dok se god ne riješi problem visoke divljači i ugonu stoke u šumu, potrebno je ograđivanje i predzabrana. Bez podizanja ograda danas se ne može obaviti obnova šume ni u jednoj biljnoj zajednici šumskog bazena Spačve.

Uspoređenje srednjeevropskih hrastovo-grabovih šuma s lužnjakovo-grabovom (a<sub>o</sub>) šumom u bazenu Spačva  
 Vergleichung der mitteleuropäischen Eichen/Hainbuchenwälder mit dem Stieleichen/Hainbuchenwald (a<sub>o</sub>) im  
 Spačva-Becken

Tab. 2

Područje — Gebiet:	a <sub>o</sub>	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
Broj snimaka: Aufnahmezahl:	15	7	7	7	25	11	7	47	17	9	32	31
1	2											
<i>Carpinus betulus</i>	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Quercus robur</i>	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	III	III	V
<i>Tilia cordata</i>	II	I	II	I	I	V	IV	I	V	III	V	
<i>Corylus avellana</i>			III	I	III	III	III	V	IV	V	III	IV
<i>Milium effusum</i>		V	V	III	III	V	III	III	V	V	V	IV
<i>Viola silvatica</i>	V	V	III	V	III	III	III	IV	IV	V	IV	V
<i>Stellaria holostea</i>		V	V	V	IV	V	V	V	IV	V	V	V
<i>Polygonatum multiflorum</i>	II	V	V	V	III	III	V	IV	II	II	I	V
<i>Lamium galeobdolon</i>	III	IV	IV	III	I			V	V	V	V	V
<i>Aegopodium podagraria</i>	II							IV	IV	V	V	V
<i>Ranunculus lanuginosus</i>								II	I	III	IV	IV
<i>Pulmonaria obscura</i>								V	II	V	III	II
<i>Fagus silvatica</i>		III	I	IV	III		IV					
<i>Hedera helix</i>	IV	IV	III	IV	II	III	II					
<i>Lonicera periclymenum</i>		II	IV	III	IV	V						
<i>Ilex aquifolium</i>		I	I									
<i>Acer platanoides</i>								III	I	III	IV	V
<i>Anemone hepatica</i>								V	III	V	IV	V
<i>Lathyrus vernus</i>	II							IV	II	IV	IV	III
<i>Carex digitata</i>								V	V	III	III	III
<i>Asarum europaeum</i>	I							III	II	II		IV
<i>Viola mirabilis</i>								III		II	I	I
<i>Ranunculus cassibicus</i>										III	I	I
<i>Daphne mezereum</i>								III		V	III	II
<i>Euonymus verrucosa</i>								V	II	II		



Tab. 2 (Nast. — Forts.)

Područje — Gebiet:	a <sub>0</sub>	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	1
Broj snimaka: Aufnahmenzahl:	15	7	7	7	25	11	7	47	17	9	32	31
1	2											
<i>Picea abies</i>								II	IV	V	IV	V
<i>Equisetum pratense</i>										III	III	IV
<i>Stellaria nemorum</i>								I		II	II	II
<i>Equisetum silvaticum</i>								I	I	IV	IV	I
<i>Dryopteris linnaeana</i>										II	IV	IV
<i>Festuca altissima</i>										I	IV	I

Uspoređene su lužnjakovo-grabove šume iz slijedećih područja — Verglichen sind die Steleichen/Hainbuchenwälder aus den folgenden Gebieten:

- a<sub>0</sub> Bazen Spačva — Spačva-Becken (Rauš 1971, *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*)
- a Oberrheinebene (Oberdorfer 1957, *Stellario-Carpinetum typicum*)
- b NW-Deutschland (Ellenberg 1949, *Quercetum-Carpinetum stachyetosum*, arme Variante)
- c-d Hagenower Land (Passarge 1962, *Stellario-Carpinetum*)
- e Altmark (Passarge 1962, *Stellario-Carpinetum, Asperula-Rasse*)
- f Havelland (Passarge 1956, *Melampyro-Carpinetum*)
- g-k Masuren (*Pulmonaria-Carpinus-Ges.*)
- 1 Bialowies (Matuszkiewicz 1952, *Querceto-Carpinetum typicum*)

b) Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s cerom —  
*Stieleichen/Hainbuchenwald mit Zerreiche*  
(*Carpino betuli-Quercetum roboris quercetosum cerris* Rauš 69)

Zajednica hrasta lužnjaka i običnog graba s cerom predstavlja najkserotermniju varijantu lužnjakovo-grabovih šuma na istraživanom području. Ta subasocijacija javlja se fragmentarno samo na jednom mjestu i to u najistočnijem dijelu predjela Narač, gdje Spačva i Bosut teku skoro paralelno, razdvojeni vrlo uskom i visokom gredom gdje se javlja cer.

Spomenuta subasocijacija je prije opisana (usp. Rauš 1969), a s obzirom da na istraživanom području nema neko veće značenje, ne donosimo njezin opis s tog područja.

S obzirom da je cer (*Quercus cerris*) nađen samo na tom mjestu (Narač, 23a), postojala je opravdana sumnja da nije slučajno umjetno unesen na to mjesto. Međutim, naša su istraživanja pokazala, da se cer tu nalazi od prirode i da upravo tuda prolazi granična linija areala cera u savsko-dravsko-dunavskom međurječju. Osim cera našli smo tu po prvi puta i *Cytisus hirsutus*, *Dorycnium germanicum*, *Veronica officinalis* i *Hieracium murorum*, koji se ne javljaju na ostalim dijelovima istraživanog područja (Tab. 1).

c) Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom — *Stieleichen/Hainbuchenwald mit Buche* (*Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 59) emend. Rauš 69 *fagetosum* subass. nova)

*Literatura.* Opis šume hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom u vegetacijskom pogledu, koliko je nama poznato, do danas nije iznesen. O pridolasku bukve u nizinskom području javljali su pojedini znanstvenici već od davnine. Kao najznačajnije navodimo slijedeće: Šulek (1866), Hankonyi (1890), Anić (1942), Blagojević (1953), Fukarek (1954, 1964), Petračić (1955), Mišić (1957), Jovanović (1965), Majer (1968), Rauš (1969), i dr. (usp. Rauš 1971).

*Rasprostranjenost.* Lužnjakovo-grabova šuma s bukvom dolazi u nizinskim predjelima Hrvatske u sklopu s tipičnom šumom hrasta lužnjaka i običnog graba. Raste na gajnjači (Baranja i Donja Posavina), pseudogleju (Pokuplje, Gornja Posavina i dio Podravine) te na aluvijalnim, dosta skeletnim tlima u Podravini (Repaš). Razvija se isključivo na mikrouzvisinama (gredama), gdje se bukva zadržala još iz subboreala, budući da se u tom periodu spustila vrlo nisko u ravnicu i zaposjela današnja staništa hrasta lužnjaka (Soó 1945). Ta subasocijacija dolazi izvan dohvata poplavne vode.

Fukarek (1964) piše: »U području *Pannonicum* prodiru bukve sve do regije šuma hrasta lužnjaka«.

Bukvu i njezine pratiocice našli smo u istraživanom području u predjelu Radiševo, odjel 14d, Trizlovi 17a i 20a, te Rađenovci 45g i 47c. Raste pojedinačno na gredi na nadmorskoj visini od 83—87 m, a prema kazi vanju starosjedilaca-dužičara iz Drenovaca bukve je bilo mnogo više u tim šumama, čak se izrađivala i bukova dužica. Na pojedinim mjestima u predjelu Trizlovi nismo našli odraslih stabala bukve, ali se masovno javljaju njezini pratioci.

Najsačuvaniju šumu lužnjaka, običnog graba i bukve našli smo na spomenutom području u predjelu Radiševo 14d, gdje rastu 120—140 godišnja stabla bukve, a subasocijacija je izražena u cijelosti sa svim svojim elementima (Fot. 3 i 4).

*Stanište fitocenoze.* Subasocijacija se razvija na mikrouzvisinama s prapornom matičnom podlogom i redovito izvan dohvata površinske, poplavne kao i podzemne vode. Nalazimo različite tipove terestričkih i hidromorfni tala, na kojima se razvija naša subasocijacija (gajnjača, pseudoglej, semiglej, aluvijalna skeletna tla). U šumskom predjelu Radiševo razvijena je ta subasocijacija na pseudoglejnom tlu »pravog« prapora, gdje se nalaze konkrecije i vapnene lutke. Tip tla je nizinski pseudoglej, slabo kisele do praktički neutralne reakcije.

Klima je umjereno kontinentalna kao i u tipičnoj subasocijaciji. Cenoza dolazi na nadmorskoj visini od 85—130 m.

Priliv organske tvari od otpalog lišća i grančica je znatan i prema našim ispitivanjima je u 1971. godini iznosio 5320 kg/ha u predjelu Radiševo (Spačva), a 6060 kg/ha na području lipovljanskih šuma (Tab. III).

Biotski utjecaji odigrali su vidnu ulogu u formiranju opisivane subasocijacije, no što se tiče njezina zdravstvenog stanja i otpornosti prema insektima i biljnim bolestima, tu je ona u prednosti upravo zbog svoga mješovitog karaktera (hrast, grab, bukva).

U fenološkom pogledu odlikuje se ta fitocenoza svojim ranim listanjem graba i bukve, a tek desetak dana iza toga prolitava i hrast lužnjak.

*Floristički sastav i građa zajednice.* Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom (*Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum*) odlikuje se svojim osobujnim florističkim sastavom, koji čovjeka osvježuje i oslobađa one jednoličnosti koju osjeća, nerijetko, hodajući i radeći po šumama u Slavoniji. Za prirodnoznanstvenika pruža ta šuma napose interesantan objekt istraživanja, jer u sebi odražuje mnoge sekularne promjene klime, koje se u njezinu sadašnjem florističkom sastavu i građi još uvijek potvrđuju.

Florističke i sociološke značajke spomenute zajednice prikazali smo u Tab. 1. Radi jedinstvenog opisa te zajednice u nizinskom dijelu Hrvatske u tabeli su zastupljene fitocenološke snimke iz Pokuplja (12 i 13), Posavine (15), Podravine (18) i Baranje (16). Smatramo da je na taj način bolje opravdana naša namjera, da tu šumu posebno izdvojimo i opišemo, a ujedno je to i potvrda o njezinu postojanju na širem području nizinskih šuma Hrvatske, koja se prostire čak i u jugozapadnoj Mađarskoj (usp. Majer 1968).

S osobitom stalnosti javljaju se u toj šumi hrast lužnjak (*Quercus robur*), bukva (*Fagus sylvatica*) i obični grab (*Carpinus betulus*), a mnogo rjeđe dolazi klen (*Acer campestre*).

U sloju drveća je u sociološkom pogledu najznačajnija bukva, gdje je ujedno i diferencijalna vrsta, potom obični grab i hrast lužnjak. U dijagnostičkom pogledu pripada prvenstvo bukvi i njezinim pratiocima u sloju grmlja i prizemnog rašća.

Sloj grmlja nije osobito razvijen, tvore ga lijeska (*Corylus avellana*), svib (*Cornus sanguinea*), likovac (*Daphne mezereum*), obična kurika (*Euonymus europaea*), klen (*Acer campestre*), glogovi (*Crataegus* spp.) i dr.

Po svom sastavu u sloju prizemnog rašća ta se šuma znatno razlikuje od tipične šume lužnjaka i običnog graba. Mi smo je izdvojili u posebnu subasocijaciju na osnovi slijedećih diferencijalnih vrsta: *Fagus silvatica*, *Mercurialis perennis*, *Cardamine bulbifera*, *C. trifolia*, *Allium ursinum*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Anemone hepatica*, *Ruscus aculeatus*, *Rubus hirtus*, *Staphylea pinnata* i dr. Nabrojene biljke kao i velik broj svojstvenih vrsta iz reda *Fagetalia* nedvojbeno pokazuju, da se radi o jednoj potpuno novoj, dosad neopisanoj i neobjavljenoj subasocijaciji unutar lužnjakovo-grabovih šuma Hrvatske (Fot. 3 i 4).

U sloju prizemnog rašća najčešće su osim već spomenutih diferencijalnih još i slijedeće vrste: *Mycelis muralis*, *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Carex silvatica*, *Geum urbanum*, *Sanicula europaea*, *Lathyrus vernus*, *Anemone nemorosa*, *Arum maculatum* i dr. (Tab. 1).

Uz svojstvene vrste razreda, reda, sveze i asocijacije te diferencijalnih vrsta javlja se u toj šumi i velik broj pratilica u dosta visokom stupnju stalnosti (Tab. 1).

**Raščlanjenost.** Subasocijacija se ne javlja na velikim površinama i njezina daljnja raščlanjenost ne bi imala svoju opravdanost, no unatoč tome u njoj možemo razlikovati nekoliko faciesa.

Područje pokupskih šuma karakterizira veliko sudjelovanje trolisnate režuhe (*Cardamine trifolia*), tako da ona zapravo tvori facies u navedenoj subasocijaciji tog područja.

U Podravini tvore facies mala pavenka (*Vinca minor*) u Répašu i crijemuž (*Allium ursinum*) u Jasenovači.

U Posavini, tj. u području naših istraživanja u predjelu Radiševo tvori facies šumska resulja (*Mercurialis perennis*).

U Baranji, predjel Haljevo, nismo zapazili biljku, koja bi u toj šumi obrazovala facies.

**Spektar flornih elemenata.** Na osnovi podjele *Soó-Javorka* (1951) razvrstali smo sve biljke i načinili slijedeći spektar flornih elemenata: eurazijski elementi zastupljeni su s 40%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 12%, pontsko-panonski s 1%, europski s 18%, srednjeeuropski s 21%, atlantsko-mediteranski i submediteranski s 8%. Velika zastupljenost eurazijskih (40%), europskih (18%), i srednjeeuropskih (21%) elemenata dovoljno govori o karakteru i građi fitocenoze (v. prilog Sp. 2).

**Biološki spektar.** Biološki spektar pokazuje slijedeći odnos biljnih vrsta: *phanerophyta* 29%, *chamaephyta* 8%, *hemikryptohyta* 42%, *geophyta* 14% i *therophyta* 7%. Na osnovi prednjega zaključujemo, da se ovdje radi o hemikripto-fanerofitskoj (42 + 29%) zajednici uz znatni udio geofita (14%).

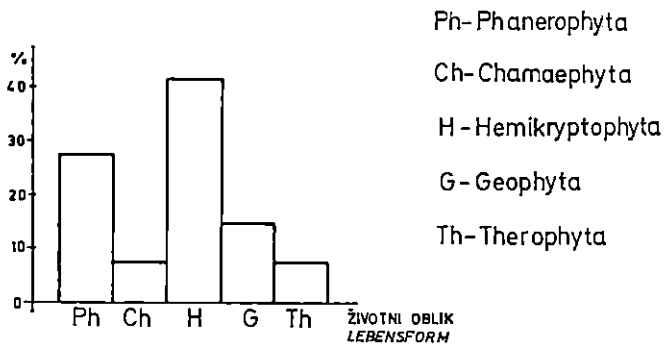
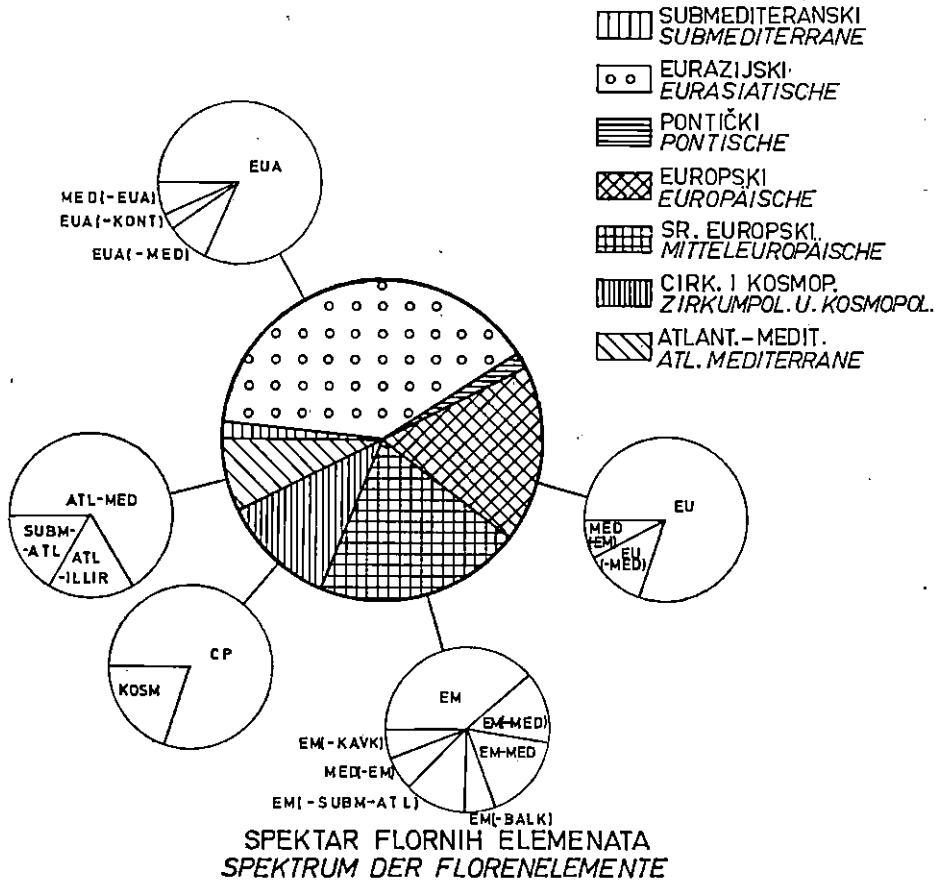
Veliki udio hemikriptofita (42%) opredjeljuje tu šumu u srednjeeuropsku oblast i pokazuje veliku otpornost protiv zimske hladnoće.

**Sindinamski odnosi.** Mješovita šuma hrasta lužnjaka, običnog graba i bukve nastala je tijekom sekularnih promjena klime i nekada je zauzimala mnogo veća prostranstva.

Evoluciju vegetacije u Panonskom bazenu u vezi s promjenama klime proučio je R. *Soó* i njegovi suradnici *Zólyomi* i *Kintzler* na temelju analize polena u barama na rubovima Panonske nizine i u središnjim mađar-

Carpino betuli-Quercetum roboris(Anić 59)emend.Rauš 69  
fagetosum subassnova

Sp. 2



**BIOLOŠKI SPEKTAR  
BIOLOGISCHES SPEKTRUM**

skim planinama. U vezi s pridolaskom bukve u nizinskim šumama hrasta lužnjaka ukratko navodimo njihove zaključke o evoluciji vegetacije u Panonskoj nizini.

Prvi postglacijalni, tzv. preborealni period bio je hladan i vlažan. Trajao je po prilici od 14.000—8.000 god. prije naše ere. U navedenom razdoblju (svršetak starijega kamenog doba) vegetacija *Pannonicuma* sastojala se mahom od običnog bora, breze i vrbe. Na kraju preboreala klima je postajala sve toplija. Bor i breza ustupali su postupno mjesto lijeski i mješovitim šumama.

Kroz razdoblje od oko 8.000—5.000 god. prije naše ere (srednje kameno doba) trajao je naredni kserotermni borealni period sa šumskom i stepskom vegetacijom. U razdoblju od oko 5.000—2.500 god. prije naše ere (mlađe kameno doba) trajao je topli i vlažni atlantikum, doba mješovitih hrastovih šuma. U tom periodu je pod utjecajem vlažnije klime nastupilo prirodno zašumljivanje Panonske nizine. U vremenu od oko 2.500—800 god. prije naše ere (bakreno-brončano doba) trajao je naredni subborealni period s vlažnijom i hladnijom klimom. Hrast postupno smjenjuje bukva i grab. Bukva se u tom periodu spušta vrlo nisko u ravnici i zaposjeda današnja staništa hrasta lužnjaka. To je bilo doba najveće rasprostranjenosti šuma, ritova i bara u Panonskoj nizini.

Nekako oko 800 godina prije naše ere nastupila je posljednja sekularna promjena klime te je počeo novi subatlantski period, koji traje i danas. Nešto je suši od prethodnoga, ali je isto tako prohladan. U njemu su se formirale današnje šumske i travne biljne zajednice (Soó 1940, 1945, Zólyomi 1964, Neugebauer 1951, Jovanović 1965, Anić 1966).

Prema gore iznijetim Soóvim zaključcima možemo pretpostaviti, da lokaliteti pridolaska bukve u nizinskim šumama hrasta lužnjaka potječu već iz subborealnog perioda, te da se tijekom nekoliko desetina stoljeća bukva u nizinskim šumama postupno prilagođivala i prilagodila novonastalim uvjetima. Zahvaljujući upravo tom novorazvijenom ekotipu bukve, ona se još i danas nalazi u nizini zajedno s hrastom lužnjakom i običnim grabom.

Gigov (1965) istražujući kvartarnu floru i vegetaciju Jugoslavije, daje pregled vođanskoga nizinskog tipa polenovih dijagrama te kaže, da se odlikuju slijedećim razvojem šumske vegetacije tijekom postglacijala:

- doba dominiranja *Betula* polena,
- doba dominiranja *Pinus* polena,
- doba dominiranja *Quercus* polena koje traje i danas.

On navodi da je ovaj tip polenovih dijagrama blizak polenovim dijagramima iz Mađarske (Blatno jezero).

Pretpostavljamo da se bukva u nizinama počev od subboreala stalno obnavlja vlastitim naplođivanjem. Osim toga smatramo da su se polako, ali neprestano potocima i rječicama, životinjama, pticama i ljudima unosile nove količine sjemena (bukvice) s okolnih brdskih gorskih područja, te da se na taj način bukva stalno obnavljala pa se obnavlja i danas u nizinskim šumama. To miješanje sjemena (porijeklom s okolnih brda i gora i nastalog fruktifikacijom bukava u nizini), a kasnije križanjem tih dviju novouzraslih populacija (nastalih iz sjemena različitog porijekla) stvaraju se u prirodi nove otpornije i na odgovarajuće stanišne uvjete prilagođenije svojte bukve. Zbog toga nije čudo ako bukvu nalazimo i na neposrednoj granici močvare (Česma), jer se tijekom stotina godina prilagođivala i prilagodila sadašnjim uvjetima života u nizini. To njezino biološko svojstvo i velika plastičnost upravo i objašnjaju tako veliku amplitudu njezina pridolaska u vertikalnom pogledu, jer zauzima pojas, koji se proteže od nešto ispod 100 m do skoro 2.000 m nadmorske visine.

Možda bi daljnja sistematsko-morfološka, genetska, biološka, ekološka i fitocenološka istraživanja bukve i njezinih staništa u nizini uočila još mnogo neriješenih problema u vezi s bukvom, a i evolucijom vegetacije uopće.

*Sistematski položaj.* Po svom sistematskom položaju spomenuta subasocijacija spada u:

Razred: *Querc-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 37

Red: *Fagetalia* Pawl. 28

Svezu: *Carpinion betuli illyricum* Ht. 56

Ass.: *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anič 59) emend. Rauš 69

Subass.: *fagetosum nova*

Facies: *Mercurialis perennis, Cardamine trifolia, Vinca minor*  
i *Allium ursinum*.

*Šumsko-gospodarske karakteristike.* U gospodarskom pogledu spomenuta zajednica nije do sada posebno tretirana, već se njome gospodarilo u sklopu lužnjakovo-grabovih šuma.

Naša istraživanja strukture opisivane zajednice dala su slijedeće rezultate:

Predjel: Radiševo, 14d, starost 120—140 god.;  
visina bukovih stabala kreće se od 27—33 m;  
visina hrastovih stabala kreće se od 29—38 m;  
visina grabovih stabala kreće se od 22—32 m;  
prsni promjer bukovih stabala je od 40—70 cm;  
prsni promjer hrastovih stabala je od 50—77 cm;  
prsni promjer grabovih stabala je od 20—60 cm;  
broj bukovih stabala po 1 ha iznosi od 50—100 kom;  
broj hrastovih stabala po 1 ha iznosi od 75—150 kom;  
broj grabovih stabala po 1 ha iznosi od 75—150 kom;  
drvena masa po 1 ha kreće se od 250—400 m<sup>3</sup>.

Ostale vrste drveća klen, lipa i jasen zastupljene su u sastojini neznatnim brojem.

Šuma se obnavlja prirodnim putem, i čovjek joj svojim intervencijama treba pomoći u tom pravcu.

- d) Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem  
— *Eichenauenwald mit Winkelsegge* (*Genisto elatae-Quercetum*  
*roboris caricetosum remotae* Ht. 38)

*Literatura.* Temeljito znanje o nizinskim šumama tvrdih listača, gdje u Posavini prevladava hrast lužnjak, dugujemo poznatom istraživaču naših šuma I. Horvatu (1938). Prije njega su slavonsku šumu s različitih aspekata opisali J. Kozarac (1886, 1888), Beck-Mannagetta (1901), a i poslije njega su je istraživali i s vegetacijskog gledišta opisali npr. Slavnić (1952), Vukičević (1959), Glavač (1960, 1969), Rauš (1968, 1970) i dr.

Međutim, kod svih kasnijih opisa te šume temeljne postavke Horvata (1938) uvijek su ostale nedirnutе, jer su stvarno bile temeljne i ispravne. Pojedini istraživači opisivali su tu šumu zbog lokalnih potreba i karakteristika, no bitni opis se nije nikada mijenjao, naprotiv on se u svakom slučaju samo potvrđivao.

Horvat (1963) u svom radu piše: »Slavonska se šuma može rastaviti u tri subasocijacije *Genisto-Quercetum caricetosum brizoidis* Horv., *Genisto-Quercetum caricetosum remotae* Horv., i *Genisto-Quercetum carpinetosum betuli* Glav. Prva subasocijacija sadrži neke acidofilne vrste, pa

se u njoj često pojavljuje crna joha s velikom pokrovnosti. Biljnoscijološki optimum doseže slavonska šuma u drugoj subasocijaciji, dok je treća terminalna — prijelaz na zajednice *Fagetalia*, koje se razvijaju čim se nivo podzemne ili poplavne vode snizi«.

S obzirom da smo u svojim istraživanjima slavonske šume došli do novih momenata, koji ponešto mijenjaju i nadopunjuju postavke *Horvata* (1938, 1963), a i zbog temeljite obrade šumske vegetacije u bazenu Spačve donosimo i mi opis subasocijacija, razvijenih u spomenutom području.

*Horvat* (1963) je već sam nazvao svoju treću subasocijaciju terminalnom-prijelaznom na zajednice *Fagetalia*. Mi smo je u svojem radu (1969) djelomično, a u ovom potpuno izdvojili iz reda *Populetalia* i uvrstili je u red *Fagetalia*, podigli je u rang asocijacije i raščlanili te opisali njezine subasocijacije.

Prvu subasocijaciju po *Horvatu* (1963) *Genisto-Quercetum caricetosum brizoidis* Horv. opisao je on 1938. god. na području Draganičkoga i Šašinovečkog Luga, znači pretežno u zapadnim dijelovima hrvatskoga nizinskog područja. Naša istraživanja nizinskih šuma u Hrvatskoj pokazala su, da se ta subasocijacija idući prema istoku postupno gubi i negdje ispred Sl. Broda potpuno nestaje, čak štaviše u istočnim predjelima Slavonije je i *Carex brizoides* vrlo rijedak i može ga se naći samo ponegdje. No, stoga se u tim istočnim predjelima, pa i u bazenu Spačve javlja jedna nova subasocijacija slavonske šume, koju smo nazvali *Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici* subass. nova.

Biljnoscijološki optimum postiže slavonska šuma u svojoj subasocijaciji *Genisto-Quercetum roboris caricetosum remotae* Ht., koja je također obilno zastupljena na istraživanom području, te zbog toga i donosimo njezin opis za spomenuto područje.

*Rasprostranjenost.* Slavonska šuma odnosno šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem proteže se mozaičnim rasporedom u nizinskom dijelu Hrvatske uz glavne rijeke Savu i Dravu te njihove pritoke. Nalazimo je rasprostranjenu u Pokuplju, pored Odre, Posavini i Podravini.

Na istraživanom području javlja se na 31% površine svih šuma i prema tome spada u gospodarski najvažnije zajednice toga područja.

*Stanište fitocenoze.* Navedenu subasocijaciju smatra *Horvat* (1938) tipskom šumom slavonske ravnice. Razvija se u nizinama spomenutog područja, koje većim dijelom poplavljuju indirektna poplave ili stagnirajuća površinska voda. U vertikalnom smislu nalazi se nešto niže od šume lužnjaka i običnog graba, ali se na nju nadovezuje direktno ili preko šume lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem.

Matična podloga je pretaloženi »močvarni prapor« gdje se razvija mineralno-močvarno umjereno izraženo tlo, slabo kisele do praktički neutralne reakcije (pH = 6,00—6,50).

Klima je u širem smislu umjereno kontinentalna.

Nivo podzemne vode ostaje preko cijele godine dosta visok, što pokazuju i naša mjerenja u godini 1970. koja iznose:

Šumski predjel Desićevo-profil II:		
Dubina podzemne vode u m		
16.4. 1970.	14. 9. 1970.	Prosjek
1,10	2,70	1,90



Sastav šume hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem  
 Zusammensetzung des Eichenauenwaldes mit Winkelsegge

Tab. 3

Asocijacija — Assoziation	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris</i> Horv. 38			
Autori — Autoren Broj snimaka Aufnahmenzahl	Rauš 69—72 10	Vukičević 59 12	Glavač 60	Horvat 38 15
Subasocijacija Subassoziation	<i>caricetosum remotae</i> Horv. 38			
Lokalitet Lokalität	Bazen Spačva Spačva-Becken	Jugozapadni Srijem Südwest- Syrmien	Posavina Podravina Sava-Tal Drava-Tal	Turopolj. Lug, Trstika, Spačva
1	2	3	4	5
<b>I. SLOJ DRVEĆA BAUMSCHICHT</b>				
Svojstv. vrste asocijacije: Assoz.-Charakterarten:				
<i>Quercus robur</i> L.	V 3-4	V 2-4	V +-5	V +-5
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	V 1-2	V 1-3	IV +-5	III +-5
<i>Ulmus carpinifolia</i> Gled.	II +-1	IV 1-3	V +-4	IV +-4
<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	I +		II +-2	I +-2
Svojstvena vrsta sveze, reda i razreda:				
Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterart:				
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	IV +-1	I 1-2		
Ostale neopredijeljene vrste: Begleiter:				
<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Borkh.	I +	I +-1	II +	

1	2	3	4	5
<b>II. SLOJ GRMLJA STRAUCHSCHICHT</b>				
Svojev. vrste asocijacije: Assoz.-Charakterarten:				
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.	V +-2	IV 1-2	III +-3	IV (+)-3
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.	III +-2	III 1-2		IV +-2
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	II 2	III 2-3		I +
<i>Crataegus nigra</i> W. et K.	I +-1			
Svojevstvene vrste sveze, reda i razreda: Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterarten:				
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	I +	I 1-2		
<i>Populus alba</i> L.	I +			
<i>Viburnum opulus</i> L.	I +		II +	III +
Ostale neopredijelj. vrste: Begleiter:				
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	IV +-2	IV 1-4		V +-2
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	IV +-1	IV 1-2		I +-1
<i>Acer tataricum</i> L.	II +-2	III 1-2		III +
<i>Rosa canina</i> L.	II +	II +-1		I (+)-+
<i>Malus silvestris</i> (L.) Mill.	II (R)-+		I +	III +
<i>Pyrus pyrastrer</i> (L.) Borkh.	I +-1	II +-1		II +
<i>Rosa gallica</i> L.	I +	I +-1		III R-+
<i>Prunus spinosa</i> L.	I +		III +-R	II R-+
<i>Acer campestre</i> L.	I +	II +-1	II R-+	III
<i>Frangula alnus</i> Mill.	I +	III +-1	II +	
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	I R			

1	2	3	4	5
III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA — KRAUTSCHICHT				
Svojtstv. vrste asocijacije: Assoz.-Charakterarten:				
<i>Carex remota</i> L.	V +-4	V 1-4	V 1-3	V +-3
<i>Quercus robur</i> L.	V R-+	III 1-2		III +
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	IV +-1			II +-1
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.	IV +-1			
<i>Carex strigosa</i> Huds.	II R-+		IV +-2	III +-2
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.	II +			II (+)-2
<i>Cerastium silvaticum</i> W. et K.	I R			III (+)-1
Svojtstvene vrste sveze, reda i razreda:				
Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterarten:				
<i>Rubus caesius</i> L.	V R-4	IV 2-3	II 1	I 1
<i>Solanum dulcamara</i> L.	IV R-+		II +-1	II (+)-1
<i>Lycopus europaeus</i> L.	IV +	V +-2	V +-1	V (+)-1
<i>Rumex sanguineus</i> L.	III +	II 1-2	V +-2	IV +-2
<i>Aristolochia clematidis</i> L.	II R-+	III 1-2		
<i>Circaea lutetiana</i> L.	II R-+		IV +-2	
<i>Valeriana officinalis</i> L.	I +		III +-2	III +-2
<i>Clematis vitalba</i> L.	I +			
<i>Veronica montana</i> L.	I +			
<i>Thalictrum aquilegii-folium</i> L.	I R-+			
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	I R-+			
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	I +			
<i>Carex elongata</i> L.	I R			
Ostale neopredijelj. vrste: Begleiter:				
<i>Mentha aquatica</i> L.	V +-1	II 1-3		III (+)-2
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	V +-1	III 2	V +-2	V (+)-2
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	IV +-1	III 1-2		II +-1
<i>Galium palustre</i> L.	IV R-+	III 1-4	V +-2	V (+)-2

1	2	3	4	5
<i>Iris pseudacorus</i> L.	IV +-1	III +-2	IV +-1	III +-1
<i>Ranunculus repens</i> L.	IV R-1	IV 2-3	V 1-2	V 1-2
<i>Glechoma hederacea</i> L.	IV +-2	IV 2-3	V 1-3	V 1-3
<i>Poa trivialis</i> L.	IV +-1	II 2-4	III 2	III 1-2
<i>Carex vesicaria</i> L.	IV R-+			
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	III +-1		IV +-5	
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	III +			
<i>Caltha palustris</i> L.	III +-1		III +-2	III (+)-2
<i>Stachys palustris</i> L.	III +	III 1-2	I +	I +
<i>Prunella vulgaris</i> L.	III +-1	IV 1-3	III +-3	III +-3
<i>Bidens tripartitus</i> L.	III R-+	II 1-2		I 1
<i>Acer tataricum</i> L.	II +-1			
<i>Juncus effusus</i> L.	II R-+		II +-2	III +-2
<i>Cornus sanguinea</i> L.	II R-+	III 1-2	I +-1	
<i>Hedera helix</i> L.	II R-+		I +	
<i>Cardamine</i> part. var. <i>dentata</i> Neilr.	II +-2	II 2	III +-1	III (+)-1
<i>Urtica dioica</i> L.	II R-1		III +-1	II +-1
<i>Leucium aestivum</i> L.	II +			III +-3
<i>Mentha arvensis</i> L.	II R-+			

i dr. — u. a.	i dr. — u. a.	i dr. — u. a.	i dr. — u. a.
Preostalo:	Preostalo:	Preostalo:	Preostalo:
Auss. vorh.:	Auss. vorh.:	Auss. vorh.:	Auss. vorh.:
34 vrsta Arten	16 vrsta Arten	65 vrsta Arten	55 vrsta Arten

Voda stagnira na površini vrlo dugo (lipanj, srpanj), tj. sve dok ne ispari, jer je tlo vrlo slabo propusno.

Nadmorska visina terena kreće se od 80—85 m, a za pridolazak zajednice bitna je relativna nadmorska visina i mikroreljef, jer je s tim u vezi i nivo podzemne vode.

Zbog skoro monotipskog sastava te šume u sloju drveća i priliv organske tvari putem otpalog lišća i grančica je znatno slabiji, pa je na području naših istraživanja tijekom 1971. godine iznosio 4120 kg/ha u bazenu Spačve, a 4380 kg/ha na području lipovljanskih šuma (Tab. III).

*Erdeši* (1971) je svojim istraživanjima za spomenutu subasocijaciju, na području jugozapadnog Srijema, koje se neposredno nadovezuje na naše istraživano područje utvrdio 1960. godine da ta količina organske tvari iznosi 4632 kg/ha.

Biotski utjecaji u toj šumi ogledaju se preko insekata, paše, žirenja, divljači i biljnih bolesti.

U šumama lužnjaka naročito su poznati pogubni utjecaji gubara i hrastove medljike.

Gljiva (*Ophiostoma ulmi*) je uništila u posljednjih 40 godina skoro sav brijest u šumama opisivane subasocijacije u bazenu Spačve.

Paša i žirenje uvelike su utjecali na razvoj tipične slavonske šume i njezinu strukturu. Golem broj svinja stoljećima je nalazio svoju hranu u šumi, koja je bila neprestano izvrgnuta paši i žirenju. Pašarenje, rov i žirenje znatno su remetili postojeću biocenozu, jer se sve to odvijalo u pre-kobrojnem ugonu domaćih životinja.

Fenološki ritam u prvom redu pokazuje, da se sloj grmlja prvi budi te počinje listanjem, i to *Crataegus oxyantha* među prvima, a zatim slijede drugi. Hrast i brijest javljaju se skoro zajednički, dok jasen dosta zaostaje i najkasnije potjera lišće.

*Floristički sastav i građa zajednice.* Nenadmašnim perom šumara književnika tu je šumu opisao J. Kozarac (1888) u poznatoj pripovijetki »SLAVONSKA ŠUMA«, pa iz toga opisa donosimo jedan mali odlomak, koji bitno ukazuje na građu naše šume. Evo tog odlomka: »Tko je jedanputa bio u toj našoj drevnoj šumi, s onim divnim stabarjem, uspravnim, čistim i visokim, kao da je saliveno, taj je ne može nikada zaboraviti. Tu se dižu velebni hrastovi sa sivkastom korom izrovanom ravnim brazdama, koje teku duž cijelog 20 m visokog debla sa snažnom širokom krošnjom, kojano ga je okrunila kao stasitog junaka kućma. Ponosito se oni redaju jedan do drugoga, kao negda kršni vojnici krajiški, a iz cijele im prikaze čitaš, da su orijaši snagom, da prkose buri i munji, da su najjači i najplemenitiji u svom carstvu i plemenu... Gdje je tlo malo vlažnije, tu se podigao viti, svijetli jasen s bijelom, sitno izvezenom korom, ponešto vijugavog stabla, komu je na vršici sjela prozirna krošnja, poput vela na licu krasotice... Mjestimice podigao se i crni brijest, uspravan kao prst, sa sitnim obiješenim hvojama i ljušturastom korom uvijek nekako mrk i zlovoljan, pravi pesimista i podmuklica... Ta tri debela otimaju se za prvenstvo, što se tiče ogromnosti i veličine: ovdje nadjačava hrast, tamo jasen i brijest«.

Florističke i sociološke značajke ove zajednice prikazali smo u Tab. 3. Glavno je drvo naše šume hrast lužnjak. On se javlja u svim plohama i

redovno prevladava u subasocijaciji. Poznato je da su hrastovi u prirodi polimorfni, pa se prema tome i u našoj zajednici javlja lužnjak u nekoliko formi, koje su međusobno jako izmiješane, i za sada ga vodimo pod nazivom lužnjak. No, svakako će u dogledno vrijeme biti potrebno detaljno proučiti postojanje formi kod hrastova istraživanog područja.

Nekada se u toj zajednici s velikom stalnosti javljao nizinski brijest, no sada je skoro potpuno uništen; nastale su velike plješine nakon što se brijest osušio. Jedino se još ponegdje javlja vez (*Ulmus laevis*), koji je, izgleda, malo otporniji na tu opakou gljivičnu bolest (*Ceratostomella ulmi*).

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) je također član naše zajednice, ali je očito više vezan za čiste jasenove sastojine vlažnijega i karbonatnijeg tla.

Sloj grmlja nije jednako razvijen na svim plohama. Ima mnogo šumskih površina, gdje je grmlje slabo razvijeno ili ga uopće nema, no u tom slučaju tamo prevladava plava kupina (*Rubus caesius*), pa govorimo o faciesu te šume. Na drugim mjestima javlja se grmlje u obliku pomlatka hrasta, brijesta i jasena, dok od pravih grmova dolaze glogovi (*Crataegus oxyacantha*, *C. monogyna* i *C. nigra*), velika žutilovka (*Genista tinctoria* ssp. *elata*), crvena hudika (*Viburnum opulus*), crni trn (*Prunus spinosa*) i dr. (Fot. 5 i 6).

U sloju prizemnog rašća od svojstvenih vrsta najznačajniji su rastavljeni šaš (*Carex remota*) i uskolisni šaš (*Carex strigosa*), potom crijevac (*Cerastium silvaticum*), kiselica (*Rumex sanguineus*), plava kupina (*Rubus caesius*), vučja noga (*Lycopus europaeus*) i dr. (Tab. 3).

Od pratilica ističu se velikim stupnjem stalnosti *Lysimachia nummularia*, *Lysimachia vulgaris*, *Caltha palustris* i dr. (Tab. 3). U Tab. 3 se također vidi povezanost naše šume s ostalim opisanim zajednicama sličnih terena i sličnog sastava.

**Raščlanjenost.** Daljnje raščlanjenje ove subasocijacije uslijedit će, ukoliko se u budućim istraživanjima utvrdi odvojeno postojanje pojedinih formi hrastova (rani i kasni hrast) i, naravno, prilikom tipoloških istraživanja tih šuma te izdvajanja gospodarskih tipova na osnovi više činilaca. Mi za sada u toj šumi na spomenutom području razlikujemo još samo facies *Rubus caesius*.

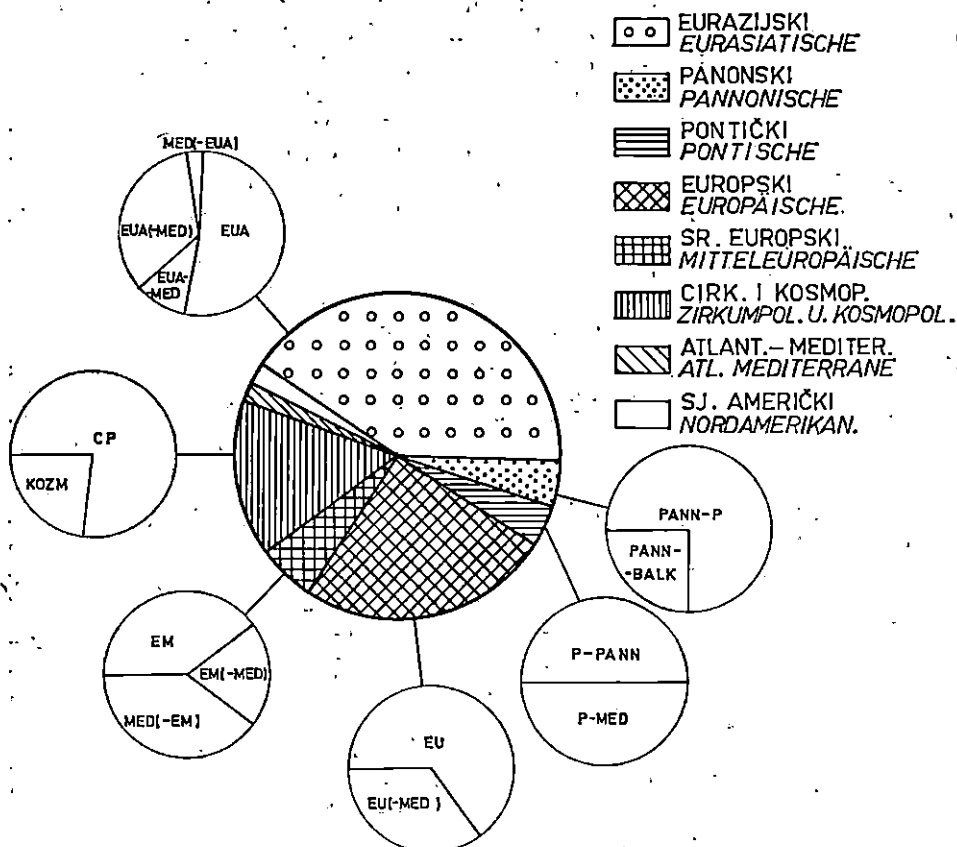
**Spektar flornih elemenata.** Na osnovi opredjeljenja flornih elemenata prema Soó-Javorka (1951) dobiven je slijedeći spektar: eurazijski elementi zastupljeni su s 42%, cirkumpolarni i kozmopolitski sa 16%, pontsko-panonski s 9%, europski s 25%, srednjeeuropski sa 6%, atlantsko-mediteranski s 2%. Ako se elementi prve tri skupine uzmu zajedno, onda se vidi da je najjači utjecaj flornih elemenata porijeklom sa sjevera i sjeveroistoka, tj. 67%, potom najznatniji utjecaj onih sa sjeverozapada 31%, a najmanji onih s juga 2% (v. prilog Sp. 3)

**Biološki spektar.** Biološki spektar životnih oblika daje slijedeću sliku: *phanerophyta* 41%, *chamaephyta* 8%, *hemikryptophyta* 41%, *geophyta* 4% i *therophyta* 6%.

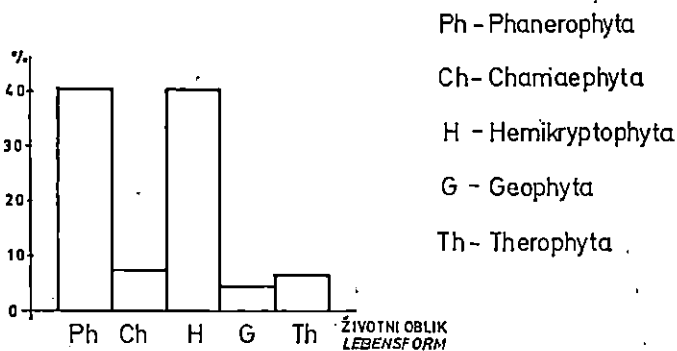
Subasocijaciju većim dijelom izgrađuju fanerofiti i hemikriptofiti (41 + 41%), a naročito je malo geofita, što je u skladu s ekološkim uvjetima naše zajednice (voda).

Genisto elatae-Quercetum roboris Horv.38  
 caricetosum remotae Horv.38

Sp. 3



SPEKTAR FLORNIH ELEMENATA  
 SPEKTRUM DER FLORENELEMENTE



BIOLOŠKI SPEKTAR  
 BIOLOGISCHES SPEKTRUM

*Sindinamski odnosi.* Subasocijacija predstavlja vlažni tip slavonske šume, koja je u izvjesno doba godine pretežno pokrivena vodom. Ta voda dolazi bilo od oborina, koje se zadržavaju na teškima, nepropusnim tlima, bilo od izlivanja rijeke Spačve, Studve i njihovih pritoka.

Uska povezanost naše šume s vlažnim poplavnim staništima vidi se napose jasno na svim onim mjestima, koja iz bilo kojih razloga ostanu bez vode i postanu suša (odvodni jarci, nasipi). Na tim se mjestima mijenja bitni sastav šume i pojavljuju se novi elementi, strani našoj zajednici. Obično su to elementi iz susjedne šume lužnjaka i običnog graba. Prema tome određena je gornja ekološka granica spomenute subasocijacije (slavonske šume) s nedostatkom vlage. Slično je s donjom granicom spomenute šume s obzirom na najveću količinu vlage, koju još podnosi.

S obzirom da nemamo neke brojčane parametre, možemo samo na osnovi vegetacijskih mjerila reći da je šuma poljskog jasena (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 59) vlažnija od naše šume te da se jedna na drugu naslanjaju idući prema sušem staništu, a da je šuma lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem (*Genisto elatae-Quercetum roboris acerosum tatarici*) suša od naše tipične slavonske šume te da se nalazi iznad nje, što se naročito vidi na vegetacijskim profilima (Graf. 12 i 13).

Glavač (1969) je u svom radu napisao (slobodan prijevod s njemačkog) slijedeće: »Na velikom prostoru raširene, dobro održane i periodički poplavljivane nizinsko-riječne šume, bogate hrastom lužnjakom i jasenom u Posavini (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* i *Genisto elatae-Quercetum roboris*) ne odgovaraju niti po svom ekonomiziranju vodom, niti po svom florističkom sastavu vrsta modelu riječno-nizinske šume tvrdih listača srednje Europe.« Naša istraživanja također potvrđuju navode Glavača (1969).

#### *Sistematski položaj*

Razred: *Alno-Populetea* Fk. et Fb. 64

(syn.: *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 37. p. p.)

Red: *Populetales* Br.-Bl. 31.

Sveza: *Alno-Quercion roboris* Ht. 37

Podsveza: *Ulmion* Oberd. 53

Ass.: *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 38

(syn.: *Fraxino-Ulmetum effusae* Slav. 52)

Subass.: *caricetosum remotae* Ht. 38

Facies: *Rubus caesius*.

*Šumsko gospodarske karakteristike.* U toj je šumi rasla, a i danas raste poznata slavonska hrastovina, pojam kvalitete, s vrlo finim i uskim godovima, jer je upravo zbog svojih posebnih ekoloških uvjeta (česte poplave) bila vjekovima nedirnuta (bez sječe), pa se mogla razviti u pravu prašumu, najljepše teksture drva i najfinije strukture hrastovih stabala.

Orijentacijski parametri za tu šumu na spomenutom području bili bi slijedeći:

visina hrastovih stabala kreće se od 10—37 m;  
visina jasenovih stabala kreće se od 10—32 m;  
visina brijestovih stabala kreće se od 9—30 m;  
prсни promjer hrastovih stabala je od 10—70 cm;  
prсни promjer jasenovih stabala je od 10—50 cm;



prсни promjer brijestovih stabala je od 8—40 cm;  
broj hrastovih stabala po 1 ha iznosi 100—180 kom;  
broj jasenovih stabala po 1 ha iznosi 150—200 kom;  
broj brijestovih stabala po 1 ha iznosi 50—100 kom;  
drvena masa po 1 ha iznosi od 350—480 m<sup>3</sup>.

Navedene karakteristike nas upozoruju, da u spomenutoj subasocijaciji čovjek mora svoje zahvate podesiti tako, da podržavaju mješoviti karakter šume, a nikako da idu na njegovu štetu. To se postiže manjim vađenjem sporednih vrsta i čuvanjem divljih voćaka prilikom izvođenja proreda.

Prirodna obnova u toj šumi je apsolutno moguća, jasno u sadašnjim uvjetima uz ograđivanje i pripremu tla za naplodbnu.

e) *Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem — Eichenauwald mit Tatarenahorn (Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici subass. nova)*

*Literatura.* Moramo odmah na početku istaći, da je literatura u pogledu navedene subasocijacije vrlo oskudna, jer se ta zajednica do danas nije opisivala u Posavini. Naša subasocijacija ne pripada svezi *Aceri (tatarico)-Quercion Zólyomi-Jakucs 57* niti je u njoj kao takva opisana, već naprotiv spada u svezu *Alno-Quercion roboris* Ht. 37 i podsvezu *Ulmion Oberd. 53*, u kojoj se također do danas nije opisivala za područje Posavine.\*

U SR BiH opisali su *Fukarek, Fabijanić i Stefanović* (1963) u donjem tijeku rijeke Lepenice sličnu asocijaciju *Horvatove* sveze pod nazivom *Genisto elatae-Quercetum Horvat* (1937) (syn.: *Aceri tatarici-Quercetum roboris* prov.). Spomenuti autori su tom prilikom objavili: »Za sada smo ostali uz (ispravljeni) naziv asocijacije kakav joj je dao *I. Horvat* (l. c.), iako nam naši snimci i poznavanje normalno razvijenih sastojina ove zajednice na ostalim područjima Bosne govore da bi njena (regionalna) karakteristika bila bolje izražena nazivom *Aceri tatarici-Quercetum roboris*«.

Smatramo da taj primjer jasno govori, da se *Acer tataricum* — kao svojstvena ili diferencijalna vrsta — može nalaziti i u fitocenozama izvan sveze *Aceri (tatarico)-Quercion*.

*Rasprostranjenost.* Na osnovi dosadašnjih istraživanja šumske vegetacije u Slavoniji i Baranji šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem rasprostranjena je mozaično na cijelom području istočne Slavonije i Baranje te predstavlja vezu (kariku) između mnogo vlažnije subasocijacije *G.-Q. caricetosum remotae* i mnogo suše i više asocijacije *Carpino betuli-Quercetum roboris*, odnosno njezinih subasocijacija *typicum* i *quercetosum cerris*.

Na istraživanom području ona zauzima 21% od cjelokupne površine i time je postala treća zajednica po veličini na spomenutom području.

\* *Horvat* (1938) piše: »Žestik (*Acer tataricum*) sam našao u zadnje doba kod Spačve u okolini Vinkovaca vrlo obilno i u vlažnim šumama lužnjaka, pa će trebati još ispitati njegovu sociološku pripadnost«. Mi smo to u ovom radu i učinili.

*Stanište fitocenoze.* Stanište ili biotop spomenute subasocijacije najbolje definiraju mikroreljef, matična podloga i tlo. Naime, fitocenoza se razvija na prostorno velikim zaravnjenim riječnim terasama, kojih je matična podloga pretaloženi močvarni prapor. Takve se terase nalaze neposredno uz velike rijeke i po svojoj nadmorskoj visini obično su više od ostalog terena. Najzapaženija je njihova golema prostornost i zaravnjenost terena. Nekada, dok su postojale direktne poplave rijeke Save, ti su tereni neizbježno plavljeni vodom visine 1—2 m, ali pošto zbog izvedenih melioracijskih radova takvih poplava više nema već 40 godina, to su ti tereni ostajali manje više vlažni, svježiji ili suhi. Zbog toga se na njima pojavilo naglo širenje žestilja (*Acer tataricum*) jer na istraživanom području i na području susjednih šuma jugozapadnog Srijema njemu odgovaraju upravo takvi tereni. Prilikom kartiranja šumske vegetacije spomenutog područja uočili smo, da se žestilj javlja uvijek na granicama cenoza i to od suših na vlažnije, tj. tamo gdje prestaje obični grab javlja se odmah žestilj, pa ako se teren naglije spušta, žestilj prestaje i imamo ga samo u jednom uskom graničnom pojasu od nekoliko metara. Naprotiv, ako se teren samo malo spustio i postao ravan u obliku terase, a vlaga nije velika, onda se žestilj toliko raširi i namnoži, da tvori šibljake u sloju grmlja.

Tlo tih riječnih terasa je odlično i bogato humusom. Spomenuta subasocijacija se razvija na mineralno-močvarno glejnom umjereno-izraženom tlu, slabo kisele reakcije, koje se pH kreće od 5,7—6,1.

Zbog svoga mješovitog karaktera u sloju drveća i grmlja zajednica vraća goleme količine organskih tvari tlu otpalim lišćem, grančicama i plodovima. Ta je količina prema našim istraživanjima u 1971. g. iznosila 4926 kg/ha u šumskom bazenu Spačve (Tab. III).

Biotski utjecaji imali su svoj odraz i na tu subasocijaciju, iako nešto manje nego u drugim zajednicama, jer je zbog svojih specifičnih uvjeta gusto obrasla grmljem, kroz koje se stoka teško probija pa nerado i ulazi u tu zajednicu.

Brijest se i u toj zajednici posušio, kao uostalom i u svim ostalim zajednicama istraživanog područja gdje je do sada sudjelovao.

Općeniti problem za cjelokupnu Posavinu je pronaći vrstu drveća, koja bi u uzgojnom pogledu mogla zamijeniti odumrli brijest, ali to nije lako riješiti, tako da je i danas taj problem ostao otvoren.

U opisanoj subasocijaciji spomenuta poteškoća je donekle ublažena pojavom žestilja (*Acer tataricum*), koji svojom ekspanzivnosti prodire u sloj drveća. Imali smo prilike vidjeti na spomenutom području stabla žestilja, kojih prsni promjer doseže od 15—25 cm, a visina 8—12 m. S obzirom da žestilj podnosi zasjenu kao i brijest, uspio je donekle zamijeniti brijest u toj subasocijaciji. Međutim, tehnička vrijednost žestilja je vrlo mala u odnosu na brijest, pa je to jedna od njegovih ozbiljnih slabosti.

Gubar i ostali štetnici s jednakim intenzitetom napadaju i tu zajednicu kao i ostale na tom području.

*Floristički sastav i građa zajednice.* Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem je u fitocenološkom pogledu jasno izražena zajednica, koja se u svim slojevima odlikuje značajnim sastavnim elementima. Florističke i sociološke značajke spomenute zajednice prikazali smo u fitocenološkoj Tab. 4. S najvećom stalnosti javlja se u toj šumi hrast

*Srodnost u sastavu šume lužnjaka s velikom žutilovkom*  
*Verwandschaft in der Zusammensetzung des Eichen-Auenwaldes*

Tab. 4

Asocijacija — Assoziation	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris</i> Horv. 38			
Subasocijacija Subassoziation	<i>aceretosum tatarici subass. nova</i>	<i>caricetosum brizoidis</i>	Ass. <i>Aceri tatarici- -Quercetum</i> prov.	Ass. <i>Acereto tatarici- -Quercetum roboris (rossicum)</i>
Autori — Autoren Broj snimaka — Aufnahmenzahl	Rauš 69—72 10	Horvat 38 6	Fukarek et al. 63 5	Zólyomi 57
Lokalitet — Lokalität	Bazen Spačva Spačva-Becken	Draganički Lug, Šašinovečki Lug	Donji tok rijeke Lepenice, SR BiH Unterlauf des Flusses Lepenica SR B. u. H.	Blatno jez. i Sred. Mađarska Plattensee und Mittelungarn
1	2	3	4	5
<p>I. SLOJ DRVEĆA — BAUMSCHICHT</p> <p>Svojevrsne vrste asocijacije: Assoz.-Charakterarten:</p> <p><i>Quercus robur</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Ulmus carpiniifolia</i></p> <p>Svojevrsna vrsta sveze, reda i razreda: Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterart:</p> <p><i>Populus alba</i></p> <p>Diferencijalne vrste — Differential-Arten: <i>Acer campestre</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Acer tataricum</i> <i>Prunus avium</i></p>	<p>V 3-4 IV. R-1 III +</p> <p>I R-(+)</p> <p>III +-1 III R-1 II + II R-+</p>	<p>V 3-5</p> <p>I +</p>	<p>V +-5 III + III +</p> <p>V +-1 V +-1</p>	<p>V 5 IV +</p> <p>V 2</p>

1	2	3	4	5
Ostale neopredijeljene vrste: Begleiter:				
<i>Pyrus pyraeaster</i>	III R-1			
<i>Malus silvestris</i>	I +			
II. SLOJ GRMLJA — STRAUCHSCHICHT				
Svojtvene vrste asocijacije: Asoz.-Charakterarten:				
<i>Ulmus carpiniifolia</i>	IV +-1	I 1	III +	
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i>	II (+)-1	V +-2	III +	
<i>Fraxinus angustifolia</i>	II R-1		I +	
Svojtvena vrsta sveze, reda i razreda: Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterart:				
<i>Viburnum opulus</i>	III (+)-+	IV +-1	V +-1	
Diferencijalne vrste — Differential-Arten:				
<i>Crataegus oxyacanta</i>	V +-3			
<i>Cornus sanguinea</i>	V 1	II +-1	V +	IV +
<i>Crataegus monogyna</i>	V 1-3		V 1	
<i>Acer tataricum</i>	V 1-2		V +-4	
<i>Acer campestre</i>	V +-1			
<i>Ligustrum vulgare</i>	IV 1	III +-1		I +
<i>Prunus spinosa</i>	IV +-1	II +	V +	
<i>Euonymus europaea</i>	IV +	II +	IV +	III +-1
<i>Cornus mas</i>	III +-2			
<i>Lonicera caprifolium</i>	III 1-2			
<i>Corylus avellana</i>	II +-1	IV +-2	V +-2	
<i>Prunus avium</i>	II R-+			
<i>Carpinus betulus</i>	I R-+	IV R-+		
Ostale neopredijelj. vrste: Begleiter:				
<i>Pyrus pyraeaster</i>	III +	III +-1	III +	
<i>Rhamnus cathartica</i>	III R-+	I +		I +
<i>Frangula alnus</i>	II R-+	IV +-2		
<i>Rosa canina</i>	II R		IV +	

1	2	3	4	5
<i>Amorpha fruticosa</i>	I (3)			
<i>Malus silvestris</i>	I R-+			
<i>Tilia cordata</i>	I R			III +-1
<b>III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA:</b>				
<b>KRAUTSCHICHT:</b>				
Svojstvene vrste asocijacije:				
Asoz.-Charakterarten:				
<i>Fraxinus angustifolia</i>	III +-1			
<i>Quercus robur</i>	III +	III +		
<i>Ulmus carpiniifolia</i>	I +			
<i>Carex remota</i>	I +	III +-1	V +-1	
<i>Carex strigosa</i>	I +			
Svojstvene vrste sveze, reda i razreda:				
Verbands-, Ordnungs- und				
Klassen-Charakterarten:				
<i>Circaea lutetiana</i>	V +-2	IV (+)-1	V +-1	
<i>Rubus caesius</i>	V (+)-1			
<i>Rumex sanguineus</i>	III +-1		II +	
<i>Lycopus europaeus</i>	III R-+	V +-1		
<i>Veronica montana</i>	II +-1			
<i>Valeriana officinalis</i>	II R-+	III +	III +	
<i>Aegopodium podagraria</i>	II R-+		V +-2	
<i>Carex brizoides</i>	I +	V 2-5	V +-2	
<i>Cucubalus baccifer</i>	I +			
<i>Festuca gigantea</i>	I R-+			
<i>Nephrodium spinulosum</i>	I R-+	V (+)-1	II +	
<i>Clematis vitalba</i>	I +			
<i>Helleborine latifolia</i>	I +			
<i>Stachys silvatica</i>	I +			
Diferencijalne vrste — Differential-Arten:				
<i>Brachypodium silvaticum</i>	IV +-2		IV +-2	IV +
<i>Acer tataricum</i>	III +-1			
<i>Lygustrum vulgare</i>	III +-1			
<i>Carex silvatica</i>	III +-1			
<i>Carpinus betulus</i>	III R-+			

1	2	3	4	5
<i>Torilis anthriscus</i>	II +-1			
<i>Sanicula europaea</i>	II +-1			
<i>Aegopodium podagraria</i>	II R-+			
<i>Agrimonia eupatoria</i>	II R-+		II +	
<i>Cynanchum vincetoxicum</i>	II R-+			
<i>Tamus communis</i>	II R-+			
<i>Cornus sanguinea</i>	I +-1			
<i>Crataegus monogyna</i>	I +			
<i>Acer campestre</i>	I +			
<i>Prunus avium</i>	I +			
<i>Cornus mas</i>	I +			
Ostale neopredijeljene vrste:				
Begleiter:				
<i>Geum urbanum</i>	V +-1	V	V +-1	V +
<i>Ajuga reptans</i>	IV +-1	IV +-1	IV +-1	
<i>Primula vulgaris</i>	IV +-1	III +-1		
<i>Viola silvestris</i>	IV +		II +	
<i>Lysimachia nummularia</i>	IV +-1	V +-2	V +-3	
<i>Glechoma hederacea</i>	III +-1	IV +	V +-3	
<i>Scrophularia nodosa</i>	III R-1	II +		I +
<i>Fragaria vesca</i>	III +-1			
<i>Carex praecox</i>	III +			
<i>Prunella vulgaris</i>	III R-+		IV +-2	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	III +-1	II +	II +	
<i>Nephradium filix-mas</i>	III (R)-1			
<i>Ranunculus ficaria</i>	II +-1			
<i>Hedera helix</i>	II +-1			
<i>Hypericum hirsutum</i>	II +			
<i>Arum maculatum</i>	II R-1			
<i>Ranunculus repens</i>	II R-+	V +-2	V +-1	
<i>Juncus effusus</i>	II +	IV +-1		
<i>Alliaria officinalis</i>	II R-+			II +
<i>Peucedanum palustre</i>	II R-+			

1	2	3	4	5
<i>Humulus lupulus</i>	II R - +			
<i>Galium cruciatum</i>	II +			
<i>Heracleum sphondylium</i>	II R - +			
<i>Iris pseudacorus</i>	II R	I +		
<i>Colchicum autumnale</i>	I + -1			
<i>Stachys palustris</i>	I + -1	I +	V + -1	
<i>Succisa pratensis</i>	I +			
<i>Prunella laciniata</i>	I +			
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	I +	V + -1		
<i>Veronica scutellata</i>	I +	III + -1		
<i>Myosotis scorpioides</i>	I (+)	V + -1		
<i>Ranunculus auricomus</i>	I + -R			

i dr. — u. a.

Preostalo:  
 Auss. vorh.:  
 46 vrsta  
 Arten

i dr. — u. a.

Preostalo:  
 Auss. vorh.:  
 47 vrsta  
 Arten

i dr. — u. a.

Preostalo:  
 Auss. vorh.:  
 33 vrsta  
 Arten

i dr. — u. a.

Preostalo:  
 56 vrsta  
 (pretežno  
 termofilnih)  
 Auss. vorh.  
 56 Arten  
 (überwiegend  
 thermophil)

lužnjak (*Quercus robur*), a nešto rjeđe dolazi poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i nizinski brijest (*Ulmus carpinifolia*). U sloju drveća prisutni su još klen (*Acer campestre*), žestilj (*Acer tataricum*), divlja kruška (*Pyrus pyraeaster*), divlja jabuka (*Malus silvestris*), a javlja se već mjestimično i obični grab (*Carpinus betulus*) (Fot. 7 i 8).

U sociološkom pogledu je u sloju drveća najznačajniji edifikator hrast lužnjak i subedifikator žestilj. Njima pripada u dijagnostičkom pogledu prvenstvo, jer su stalno prisutni u subasocijaciji, i to ne samo u sloju drveća već i u sloju grmlja (žestilj naročito).

Sloj grmlja je naročito dobro razvijen te tvori pokrovnost od 20—30%. Kao diferencijalne vrste za tu subasocijaciju navodimo slijedeće: *Crataegus oxyacantha*, *C. monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Acer tataricum*, *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus mas*, *Lonicera caprifolium*, *Corylus avellana* i dr. (Tab. 4).

Sloj prizemnog rašća je u odnosu na sloj grmlja slabije razvijen i ima pokrovnost 60—90%. Među značajnije vrste asocijacije spadaju *Carex remota* i *Carex strigosa*. Sveža i red zastupljeni su vrstama: *Circaea luteotiana*, *Rubus caesius*, *Rumex sanguineus*, *Lycopus europaeus*, *Veronica montana* i dr.

Diferencijalne vrste u sloju prizemnog rašća su: *Brachypodium silvaticum* (naročito *Brachypodium silvaticum* var. *palustre* Erdeši 65), *Carex silvatica*, *Torilis anthriscus*, *Sanicula europaea*, *Cynanchum vincetoxicum*, *Tamus communis* i dr. (Tab. 4).

Uz svojstvene i diferencijalne vrste subasocijacije javlja se veliki broj pratilica s većim ili manjim sudjelovanjem.

**Raščlanjenost.** U tipološkom smislu moglo bi eventualno doći do raščlanjenja zajednice, ali s fitocenološkog gledišta mi je dalje ne bismo raščlanjivali, jer u okviru tako shvaćenih vegetacijskih mjerila u potpunosti zadovoljuje i predstavlja i u gospodarskom smislu zaokruženu cjelinu.

**Spektar flornih elemenata.** Florni elementi zastupljeni su u slijedećim odnosima i to: eurazijski s 49%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 12%, pontsko-panonski s 7%, europski i srednjeeuropski s 26%, atlantsko-mediteranski i submediteranski sa 6% (v. prilog Sp. 4).

**Biološki spektar.** Biološki spektar životnih oblika načinjen je iz 10 fitocenoloških snimaka (Tab. 4) s ukupno 133 vrsta, koje pokazuju slijedeću pripadnost: *phanerophyta* 35% (Ph), *chamaephyta* 5% (Ch), *hemikryptohyta* 44% (H), *geophyta* 9% (G), i *therophyta* 7% (Th). Iz toga proizlazi da naša subasocijacija pripada hemikripto-fanerofitskoj (44 + 35%) zajednici uz manje sudjelovanje geofita 9%.

Iznesemo li usporedne podatke bioloških oblika za naše tri najvažnije subasocijacije istraživanog područja te grupirano zastupljenost tih oblika, vidjet ćemo i po tome da se naša subasocijacija nalazi u sredini, što smo već u nekoliko navrata naveli. Evo te usporedbe: (vidi tabelu na str. 301).

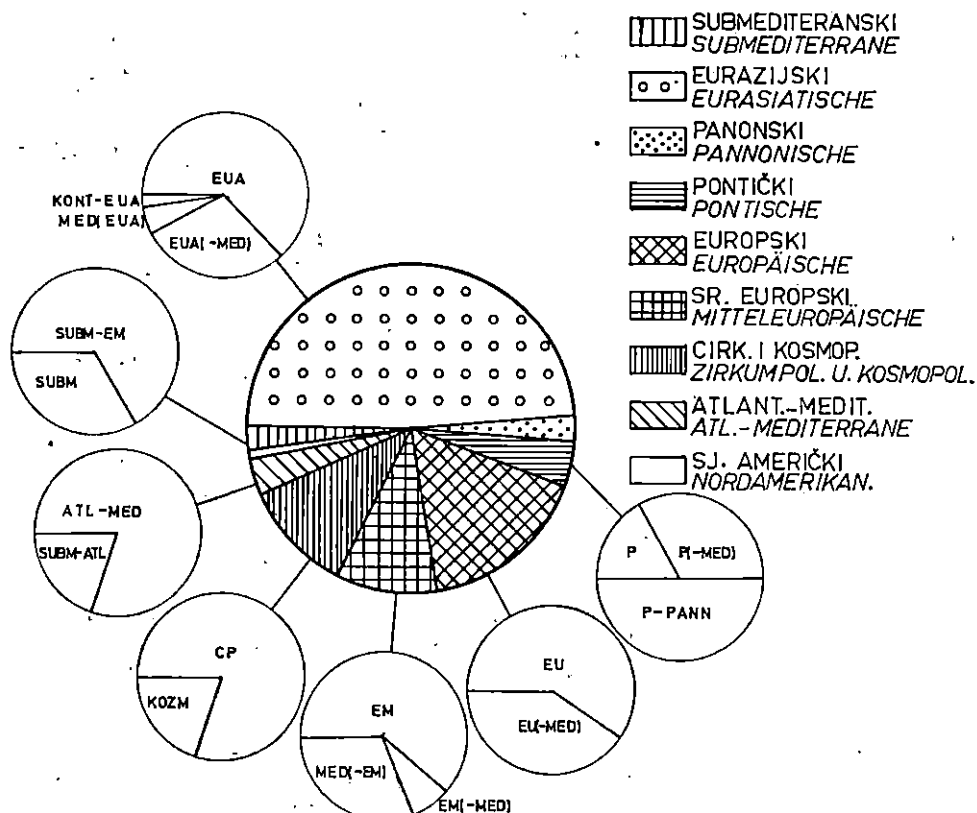
Prva grupa biljaka u koju spadaju biljke s oznakom Ph i H smanjuje se idući od vlažnijega k sušem staništu (niza—terasa—greda).

Drugu grupu biljaka tvore biljke sa životnim oblikom G. Ona se, naprotiv, povećava i to znatno (četiri puta) idući od vlažnijega staništa k sušem, što je sasvim logično, jer je poznata činjenica da u redu *Fagetalia* ima najviše geofita, a znatno manje u redu *Populetalia*.

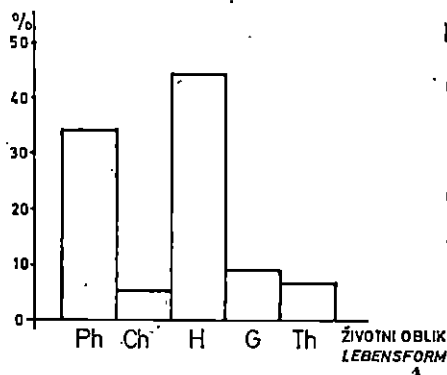


Genisto elatae-Quercetum roboris Horv.38  
aceretosum tatarici subass.nova

Sp. 4



SPEKTAR FLORNIH ELEMENATA  
SPEKTRUM DER FLORENELEMENTE



- Ph - Phanerophyta
- Ch - Chamaephyta
- H - Hemikryptophyta
- G - Geophyta
- Th - Therophyta

BIOLOŠKI SPEKTAR  
BIOLOGISCHES SPEKTRUM

Vlažnost tla Bodenfeuchtigkeit	Naziv fitocenoze Waldassoziation	Površinska zastupljenost Besiedelung %	Broj biljaka Anzahl der Pflanzen	Životni oblik Lebensform		
				Ph+H	G	Ch+Th
				%		
Svježe do suho Frisch bis trocken	<i>Carpino betuli-Quercetum roboris typicum</i>	35	91	72	16	12
Vlažno do svježe Feucht bis frisch	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici</i>	21	133	79	9	12
Mokro do vlažno Nass bis feucht	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae</i>	31	91	82	4	14

Treća grupa biljaka sa životnim oblicima Ch i Th indiferentno se odnosi na uvjete staništa istraživanog područja, što je također jasno ako se uzme u obzir, da su te biljke ubikvisti, kao npr.: *Lysimachia nummularia*, *Glechoma hederacea*, *Alliaria officinalis*, *Galium aparine*, *Polygonum hydropiper*, *Lapsana communis*, *Stellaria media* i dr.

**Sindinamski odnosi.** Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem ima važnu ulogu u sindinamskim odnosima šuma u bazenu Spačve. Ona tvori sponu između reda *Fagetalia* i *Populeitalia*. O tom njezinu sindinamskom karakteru najočitiije govore biljke iz oba reda, zastupljene u svim slojevima, npr. *Anemone nemorosa* (Fag.), *Aristolochia clematidis* (Pop.), *Cardamine dentata* (Pop.), *Carex silvatica* (Fag.), *Cucubalus baccifer* (Pop.), *Euphorbia amygdaloides* (Fag.), *Festuca gigantea* (Fag.-Pop.), *Galanthus nivalis* (Fag.-Pop.), *Geranium robertianum* (Fag.), *Humulus lupulus* (Pop.), *Primula vulgaris* (Fag.), *Rubus caesius* (Pop.), *Rumex sanguineus* (Fag.), *Carpinus betulus* (Fag.), *Fraxinus angustifolia* (Pop.) i dr.

Tabela 4 također pokazuje srodnost i povezanost naše subasocijacije s ostalim srodnim zajednicama.

**Sistematski položaj.** Prema svom sistematskom položaju navedena subasocijacija spada u slijedeće sistematske jedinice:

Razred: *Alno-Populetea* Fk. et Fb. 64,

Red: *Populeitalia* Br.-Bl. 31,

Sveza: *Alno-Quercion roboris* Ht. 37,

Podsveza: *Ulmion* Oberd. 53,

Ass.: *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 38,

Subass.: *aceretosum tatarici* nova

**Šumsko gospodarske karakteristike.** Ta šumska fitocenoza ima važnu ulogu u gospodarskom pogledu. Njezin sastav i strukturu mogu približno osvijetliti podaci, izmjereni na fitocenološkoj plohi 20×20 m<sup>2</sup> u predjelu Desičevo, 7c, starost sastojine 90 god. Donosimo te podatke:

Vrst drveća Baumart	Broj stabala Stammzahl	Prsni promjer Brusthö- hendurch- messer	Visina Höhe	Temeljnica Grund- fläche	Drvena masa Masse
		cm	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Hrast Stieleiche	11	21—46	29—33	1,10	17,42
Grab Hainbuche	5	12—20	16—19	0,09	0,90
Klen Feldahorn	3	18—30	20—23	0,15	1,85
Polj. jasen Feldesche	1	37	33,5	0,11	1,53
Divlja kruška Holzbirne	1	13	11,5	0,01	0,09
Ukupno Insgesamt	21	—	—	1,46	21,79

Orijentacijski prosječni parametri za tu šumu bili bi slijedeći:

visina hrastovih stabala kreće se od 15—33 m,  
visina jasenovih stabala kreće se od 14—32 m,  
visina grabovih stabala kreće se od 10—20 m,  
visina klenovih stabala kreće se od 10—25 m,  
prsni promjer hrastovih stabala je od 15—50 cm,  
prsni promjer jasenovih stabala je od 20—40 cm,  
prsni promjer ostalih vrsta stabala je od 10—30 cm,  
broj hrastovih stabala po 1 ha iznosi 200—250 kom,  
broj jasenovih stabala po 1 ha iznosi 50—100 kom,  
broj ostalih vrsta po 1 ha iznosi 200—300 kom,  
drvena masa po 1 ha kreće se od 350—450 m<sup>3</sup>.

Prije izvođenja prirodne regeneracije tlo se mora naročito pripremiti da može primiti sjeme. Ta priprema se očituje u pravovremenom otklanjanju pregusto razvijenog sloja grmlja kao i u ograđivanju sastojine da se onemogući ulazak stoke i divljači u spomenute sastojine za vrijeme predzabrane i zabrane.

f) *Tipična šuma poljskog jasena — Typischer Knotenblumen-Feldeschenauenwald*  
(*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 59)

*Literatura.* Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) i njegov areal prvi je opisao za našu zemlju Fukarek (1948, 1954, 1955, 1956, 1957 i 1960). Iz tih radova jasno se vidi pridolazak i ekološki zahtjevi poljskog jasena.

Fukarek (1954) navodi: »Još prije dosta kratkog vremena vladalo je kod nas mišljenje, da na našem području dolaze samo dvije vrste jasena i to obični ili bijeli (u ovom radu ga nazivam gorski, jer mi se ovaj naziv čini prikladnijim od naziva poljski) tačnije, *Fraxinus excelsior* L. i crni jasen *Fr. ornus* L. Vrsta *Fraxinus excelsior* L. bila je kod nas poznata s vrlo različitih staništa, kako onih u Primorju,

tako i onih u kontinentalnim predjelima Panonije, pa naravno i sa onih na našim planinama. Očito je bilo da su se pod nazivom *Fr. excelsior* L. zamjenjivala katkada, već od ranije, po botaničarima utvrđena staništa poljskog jasena. Za naše Primorske predjele nije bilo teško utvrditi ovu zabludu. Međutim, za »obični« ili »bijeli« jasen na području Panonije nije se moglo na osnovi nekih podataka literature naći pozitivan i siguran odgovor...

Poljski jasen zajedno sa svim svojim brojnim varijetetima raste razasut na jednom vrlo širokom području, koje se proteže uz obale Sredozemnoga i Crnog mora, zatim uz obale Atlantika u Portugalu i Zapadnoj Francuskoj te na području Panonije. Prema tome on nije isključiva mediteranska vrsta, niti čak submediteranska, nego ima šire mediteransko-pontsko rasprostranjenje s produženjem areala u atlantsko područje te s jednim izdvojenim područjem u kontinentalnim predjelima Panonije. On je dakle vrsta južne i jugozapadne Evrope, sjeverne i zapadne Azije.

U svojoj botaničkoj literaturi nalazimo prvi put na sumnju, da li se baš u našim slavonskim šumama nalazi *Fr. excelsior*, kod *Horvata* (51.), koji doduše samo pretpostavlja da bi se tu mogao nalaziti i poljski jasen. I *Arnić* (52.) je u nekim svojim pokusima s jasenima naveo poljski jasen iz Slavonije.

Svi ovi navodi i sumnje navele su nas na to, da ovom pitanju posvetimo veću pažnju. I već prvi susret s jasenima na području oko Novske u Hrvatskoj pokazao je, da su naši stručnjaci griješili kada su ga označivali kao *Fr. excelsior*. Naša daljnja istraživanja pokazala su, da je na cijelom području Panonije rasprostranjen poljski jasen, a ne *Fr. excelsior*, ali i da se tu radi svakako o jednoj stanišnoj rasi, koja se razlikuje od one u Primorju, međutim, koja ipak, po svim svojim osobinama sistematski pripada tipu »termofilnog uskolišnog« poljskog jasena.

Šumu poljskog jasena s kasnim drijemovcem prvi je za Hrvatsku opisao *Glavač* (1959) i odmah ju je podijelio u dvije subasocijacije (*typicum* i *alnetosum glutinosae*). *Horvat* (1963) i ostali istraživači šumske vegetacije nizinskog područja Hrvatske prihvatili su taj opis i podjelu, pa se ta fitocenoza kao takva navodi kod svih istraživanja.

*E. Vukičević* (1959) je u svom radu »Šumske fitocenoze bosutskog lovišta« u jugozapadnom Srijemu opisala jasenovu šumu pod nazivom *Querceto-Genistetum elatae* Horv. facies poljskog jasena (*Fraxinus oxycarpa*) i tom je prilikom iznijela slijedeće: »Šumari nazivaju sastojine ovih šuma čistim jasenovim sastojinama. U gazdinskom smislu svakako da se ove šume mogu tako shvatiti, ali ako se pogleda njihov floristički sastav, ovaj naziv s fitocenološkog gledišta ne bi mogao da se usvoji. Mi ove šume uzimamo kao jednu varijantu as. *Querceto-Genistetum elatae* Horv., tj. kao njen facies koga čini poljski jasen (*Fraxinus oxycarpa*). Ove šume su na najvlažnijem staništu asocijacije *Q. G. e.* One su češće plavljene od ostalih i imaju najviši nivo podzemnih voda, o čemu govore ranije izneti dijagrami.«

*Erdeši* (1971) navodi, da u fitocenoze šuma jugozapadnog Srijema spada i šuma poljskog jasena na zabarenoj ritskoj crnici (fragm.) i naziva je *Genisto elatae-Quercetum* subass. *Leucoio-Fraxinetum*.

Unatoč tome što je *Glavač* (1959) u svom prvobitnom opisu šume poljskog jasena imao svega jednu snimku iz područja bazena Spačve (Debrinja) (usp. *Glavač* 1959), mi smo na osnovi naših daljnjih istraživanja šumske vegetacije spomenutog područja utvrdili, da ta šumska asocijacija u svom tipičnom obliku postoji na tom terenu, i prema tome stojimo na stajalištu da su *Glavačeve* postavke ispravne. Koliko je nama poznato, ista asocijacija postoji još i u šumama jugozapadnog Srijema, s time što se postupno gubi idući dalje prema istoku (negdje ispred Srem. Mitrovice), gdje poljski jasen pridolazi pojedinačno na vlažnijim mjestima.

Pridolazak poljskog jasena u nizinskim šumama s ekološkog gledišta proučavao je *Dekanić* (1959). Zakorjenjivanje poljskog jasena u različitim fitocenoza nizinskih šuma istražio je *Prpić* (1966).

*Rasprostranjenost.* *Glavač* (1959) o rasprostranjenju ove asocijacije piše: »Glavno područje rasprostranjenja šume poljskog jasena s kasnim drijemovcem nalazi se na glinenim aluvijalnim terenima Posavske Hrvatske od Siska do Spačve. Najveće i najljepše površine nalaze se u lipovljanskim posavskim šumama, Javičkoj Gredi kod Jasenovca i Kamarama kod Novske. U tom dijelu Posavine zauzima ona oko 2.000 ha. Idući prema istoku, zbog suše klime i provedenih odvodnja, površine se znatno smanjuju. U Podravini našao sam je samo fragmentarno razvijenu«.

Na području naših istraživanja sudjeluje spomenuta zajednica na površini od oko 1% (cca 400 ha), a njezine sastojine protežu se i dalje od šumskog bazena Spačve prema istoku na šume jugozapadnog Srijema.

*Stanište fitocenoze.* Među najvažnije činitelje koji uvjetuju razvoj asocijacije spadaju u prvom redu mikroreljef te, s njim u vezi, stagnirajuća i podzemna voda (pošto direktnih poplava Save više nema) kao i tlo, koje može biti bazične i kisele reakcije.

U orografskom pogledu na istraživanom području zauzima fitocenoza bare i tanjure. Tanjur je otvorena ili zatvorena udubina na tlu. Voda se iz viših tanjura slijeva u niže (otvoreni) ili se iz njih uopće ne može iscijediti (zatvoreni), pa odatle nestaje tek isparivanjem. Na istraživanom području predstavljaju bare dublje tanjure, gdje se oborinska voda iz susjednih terena sabire i tu stagnira, a nestaje tek isparivanjem. U takvim plićim barama i tanjurima razvija se tipična šuma poljskog jasena. Bare, koje leže u većim udubljenjima, nisu obrasle šumskim drvećem, jer se jasen privukao do krajnje granice mogućnosti opstanka šume (barska granica šume).

Prilikom prvoga *Glavačeva* opisa fitocenoze (1959) tla te asocijacije nisu bila istražena.

Pedološka istraživanja u šumama poljskog jasena u bazenu Spačve pokazala su, da se razvija na mineralno-močvarnom, glejno-karbonatnom tlu, kojeg se pH u n-KCL na dubini do 50 cm kreće od 6,6—7,00, pa je to tlo praktički neutralno. Takvo tlo obično se razvija u tanjurastim udolinama pored Save. Naprotiv, pored Spačve u većim udolinama i barama razvijeno je nekarbonatno glejno tlo, koje također obrašćuje šuma poljskog jasena s mnogo kasnog drijemovca.

Šumski predjel Sočna — profil I:			
Broj sonde	Dubina podzemne vode u m		Nadmorska visina u m
	1. 4. 1970.	25. 8. 1970.	
VII	1,53	3,50	81,40
Šumski predjel Desićevo — profil II:			
Broj sonde	Dubina podzemne vode u m		Nadmorska visina u m
	16. 4. 1970.	14. 9. 1970.	
VI	1,67	3,50	80,70

Istraživanja visine podzemne vode u sastojinama poljskog jasena na spomenutom području pokazala su u tijeku 1970. godine slijedeće rezultate: (vidi tabelu na prethodnoj strani).

Istražujući nivo podzemne vode u pojedinim šumskim zajednicama, posebno nas je zanimalo, kako se tipična šuma poljskog jasena odnosi prema toj vodi. No, problem je bio u tome, što je sve jasenove šume spomenutog područja u 1970. godini od ožujka pa nadalje plavila površinska voda, nastala od naglog topljenja snijega i velikih oborina.

Nas je interesiralo, da li podzemna voda korespondira s površinskom poplavnom vodom u tim jasenovim šumama.

Pokus smo obavili 17. travnja 1970. godine na profilu I. Sočna, predjel Mala Blizna, vidi Graf. 12, pog. II, t. 1. (profil A-B) s detaljnim crtežom.

Da bismo to riješili, uzeli smo jednu šuplju željeznu cijev duljine 106 cm, vanjskog promjera 9 cm i šupljine 8 cm, zatim drveni bat, spužvu i holandsko svrdlo.

U vodu, koja je plavila jasenovu šumu, postavili smo cijev, koju smo zatim batom zabili u zemlju koliko god smo mogli, sve dok se nije gornja strana cijevi približila površini vode. Potom smo vezali spužvu na štap od 1 m i svu vodu iz te cijevi isisali pomoću nje. Tada su dva radnika stavila normalno holandsko svrdlo kroz tu cijev do tla, i počeli su bušiti kao i obično. Tlo je bilo glinasto i vrlo nepropusno, ali ispočetka ipak mokro. Na naše čuđenje, što smo bušenjem dalje napredovali, tlo je postajalo sve suše, i prava podzemna voda pojavila se tek na 1,53 m ispod razine tla, opet jasno u pjeskovitom sloju.

Podaci koje smo tom prilikom zabilježili su slijedeći:

1. duljina šuplje cijevi iznosila je 106 cm,
2. nakon zabijanja cijevi u tlo kroz vodu od vrha cijevi do površine vode bilo je 28 cm,
3. dubina površinske vode pored cijevi iznosila je 30 cm,
4. duljina cijevi, zabita u tlo bila je  $(106 - 58 = 48 \text{ cm})$  48 cm,
5. podzemna voda se javila na dubini od 211 cm računajući od vrha cijevi, a to znači da je nivo podzemne vode bio od razine tla na  $211 - 58 = 1,53 \text{ m}$ .

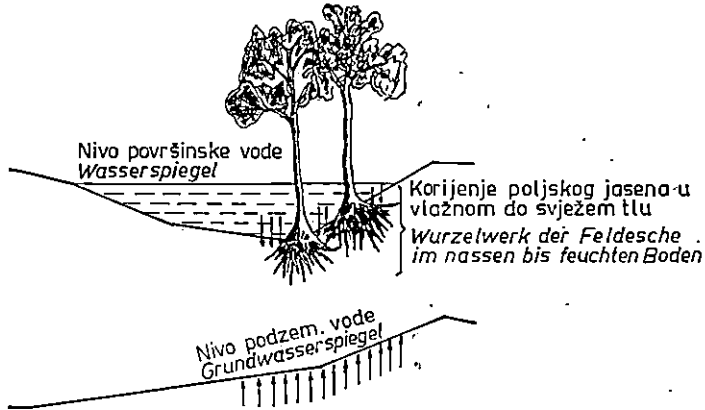
Takav pokus ponovili smo u odjelu 22k, Desićevo i dobili slične rezultate. Naime, bušenjem kroz površinsku vodu doprli smo do nivoa podzemne vode na 1,58 m, što potpuno odgovara, jer se radi o istim mikroreljefskim karakteristikama, istom tlu i istoj šumi poljskog jasena.

Odgovor na naše postavljeno pitanje glasi: podzemna voda na istraživanom području ne korespondira s površinskom poplavnom vodom, nastalom od topljenja snijega i oborina u tolikoj mjeri, eda bi se moglo smatrati, da se nivo podzemne vode izjednačio s nivoom površinske vode. Međutim, prema *Dekaniću* (1959) »... ni tla s teksturnom oznakom gline nisu homogenog sastava, jer kroz njih prodiru korijenje i imaju pukotine koje omogućuju, da oborinske vode i vode koje se eventualno slijevaju s viših položaja, ulaze u tlo i iz tih pukotina dalje prodiru u kapilare...«, pa se voda uslijed kapilarnog djelovanja širi na sve strane u tlu...«, to znači da korespondiranje ipak postoji putem kapilara, ali ne u tolikoj

mjeri, da bi podzemna voda demonstrirala svoj tekući nivo u nepropusnim slojevima gline i da se takvo korespondiranje ne manifestira ometanjem razvoja korijenja šumskog drveća.

Taj odgovor uz ostala biološka svojstva poljskog jasena objašnjuje dolazak i uspijevanje poljskog jasena i njegove zajednice u barama istraživanog područja, tj. tamo gdje niti jedno drugo drvo neće rasti i ne može obrazovati svoje prirodne zajednice.

SKICA PRIDOLASKA POLJSKOG JASENA U BARI  
SKIZZE DES VORKOMMENS DER FELDESCHEN IN  
DER VERNÄSSTEN MIKROTIEFLAGE



Šuma poljskog jasena je izrazito monotipska, pa je zbog toga i priliv organske tvari od otpalog lišća i grančica u tijekom 1971. godine bio najniži od svih cenoza istraživanog područja te je iznosio 3.080 kg/ha u bazenu Spačve, a 4.370 kg/ha na području lipovljanskih šuma. Znatno veća količina (za 1.300 kg) listinca u lipovljanskim šumama pripisuje se optimumu cenoze, koji se nalazi upravo tamo oko Lipovljana i Jasenovca, gdje su obrast i sklop znatno veći (Tab. III).

Sastojine jasena stradaju na istraživanom području od jasenove pipe (*Stereonychus fraxini*) i maloga jasenova potkornjaka (*Hylesinus fraxini*), zbog čega ponekad dolazi i do sušenja pojedinih stabala ili grupa.

U fenološkom ritmu čitavog područja jasen zauzima značajno mjesto među drvećem, jer posljednji prolizava, a prvi gubi lišće, te mu je prema tome vegetacijska perioda najkraća.

Proljetni je aspekt u toj šumi naročito izražen močvarnim biljkama: *Caltha palustris*, *Cardamine dentata*, *Leucoium aestivum*, *Ranunculus repens*, *Iris pseudacorus*, *Myosotis scorpioides* i dr.

**Floristički sastav i građa zajednice.** Floristički sastav donosimo u Tab. 5 isključivo s područja naših istraživanja. Međutim, ondje su zastupljene sve svojstvene i diferencijalne vrste, koje navodi Glavač (1959) u svom prvobitnom opisu, tako da o svim daljnjim florističkim i sociološkim značajkama cenoze upućujemo na taj prvi opis (usp. Glavač 1959) (Fot. 9—12).

Tabelu 5 donosimo u prilogu, i ona jasno pokazuje srodnost svih jasenovih šuma u Posavini.

Sastav šume poljskog jasena  
Zusammensetzung des Feldeschen-Auenwaldes

Tab. 5

Asocijacija — Assoziation	Leucoio-Fraxinetum angustifoliae Glav. 59		
	Glavač 1959	Rauš 1969—72	Vukičević 1959
Autor			
Subasocijacija Subasoziation	<i>typicum</i>	<i>typicum</i> (8 snim. — Aufn.)	<i>Querceto-Genistetum</i> <i>elatae</i> Fac.: <i>Fraxinus</i> <i>angustifolia</i>
Lokalitet — Lokalität	Posavina Sava-Tal	Bazen Spačva Spačva-Becken	Jugozap. Srijem SW-Syrmien
1	2	3	4
<b>I. SLOJ DRVEĆA — BAUMSCHICHT</b> Karakteristična vrsta asocijacije: Asoz.-Charakterart: <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl Svojstv. vrsta sveze i reda: Verb.- u. Ordn.-Char.-Art: <i>Quercus robur</i> L. Ostale neopredij. vrste: Begleiter: <i>Ulmus laevis</i> Pall. <i>Acer tataricum</i> L.	V 5	V 3—5	V 3—4
<b>II. SLOJ GRMLJA — STRAUCHSCHICHT</b> Svojstv. vrsta asocijacije: Asoz.-Charakterart: <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl Svojstv. vrsta sveze: Verbands-Charakterart: <i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.	II R—+	II R—+	II +-2
	II	III (R)—1 I +	
	IV +-4	II R-1 I L	II 1-2 IV 1-2



1	2	3	4
Ostale neopredijelj. vrste — Begleiter:			
<i>Ulmus laevis</i> Pall.		II R-2	
<i>Pyrus pyrastrer</i> (L.) Borkh.		II (R)-+	I +
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.		II +-1	II 1-3
<i>Acer tataricum</i> L.		II +-2	I 1-2
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.		II +	V 1-3
<i>Malus silvestris</i> (L.) Mill.		II +	
<i>Frangula alnus</i> Mill.		I +	II 1-2
<i>Acer campestre</i> L.		II +	I 1-2
<i>Viburnum opulus</i> L.		I +	
<i>Sambucus nigra</i> L.		I R	
III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA KRAUTSCHICHT			
Svojev. vrste asocijacije: Assoz.-Charakterarten:			
<i>Galium palustre</i> L.	IV +-4	V +-1	IV 1-4
<i>Teucrium scordium</i> L.	V +-2	IV +-1	
<i>Carex vesicaria</i> L.	IV 1-4	I 1	
Svojev. vrste sveze i reda: Verb.- u. Ordn.-Char.-Arten:			
<i>Carex remota</i> L.	III +	IV R-2	III 1-2
<i>Solanum dulcamara</i> L.	IV +	IV +	I +
<i>Lycopus europaeus</i> L.	V +	IV +	III +-2
<i>Rubus caesius</i> L.	II +	III R-3	
<i>Rumex sanguineus</i> L.	III +	III +	II 1-2
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elata</i> A. et G.		II +-1	
<i>Aristolochia clematitis</i> L.		I +	IV 1-3
Ostale neopredijelj. vrste — Begleiter:			
<i>Poa palustris</i> L.	V +	V +-2	III 2-3
<i>Mentha aquatica</i> L.	V +-4	V +-2	II 1-2
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	V +-3	V +	IV 1-3
<i>Iris pseudacorus</i> L.	V +-2	V R-+	III 1-2
<i>Stachys palustris</i> L.	V +-1	V +-1	II +-2
<i>Prunella vulgaris</i> L.	I +	V +	II 1-2

1	2	3	4
<i>Caltha palustris</i> L.	II +	IV + -2	II 1-2
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	IV + -3	IV + -1	
<i>Potentilla reptans</i> L.	II +	IV +	III 1-2
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	I +	III + -1	
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	V + -5	III 1-2	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	II +	III + -2	
<i>Euphorbia palustris</i> L.	V + -1	III + -1	
<i>Lythrum salicaria</i> L.	V + -1	III (+) - +	
<i>Bidens tripartitus</i> L.	I +	III +	II 1-2
<i>Cardamine pratensis</i> var. <i>dentata</i> (Schult.) Neilr.	V + -1	II R-2	III + -3
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.		II + -1	I +
<i>Veronica scutellata</i> L.	IV +	II R- +	
<i>Acer tataricum</i> L.		II + -2	
<i>Juncus effusus</i> L.	I +	II + -1	
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.		II +	
<i>Polygonum persicaria</i> L.	II +	II +	
<i>Carex strigosa</i> Huds.		II +	
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	III +	II +	I +
<i>Carex riparia</i> Curt.	III +	II +	
<i>Urtica dioica</i> L.	III +	II R- +	
<i>Althaea hirsuta</i> L.		II R- +	
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.		II R- +	
<i>Gratiola officinalis</i> L.	IV +	II R- +	
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.	I +	II R- +	
<i>Rhamnus cathartica</i> L.		II R- +	
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Moench		I 2	
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl		I 1	
<i>Carex vulpina</i> L.	III +	I +	II 1-2
<i>Galega officinalis</i> L.		I +	I +
<i>Mentha arvensis</i> L.	V + -1	I +	
<i>Roripa amphibia</i> (L.) Bess.	III +	I +	
<i>Sium latifolium</i> L.	IV + -1	I +	I 1-2

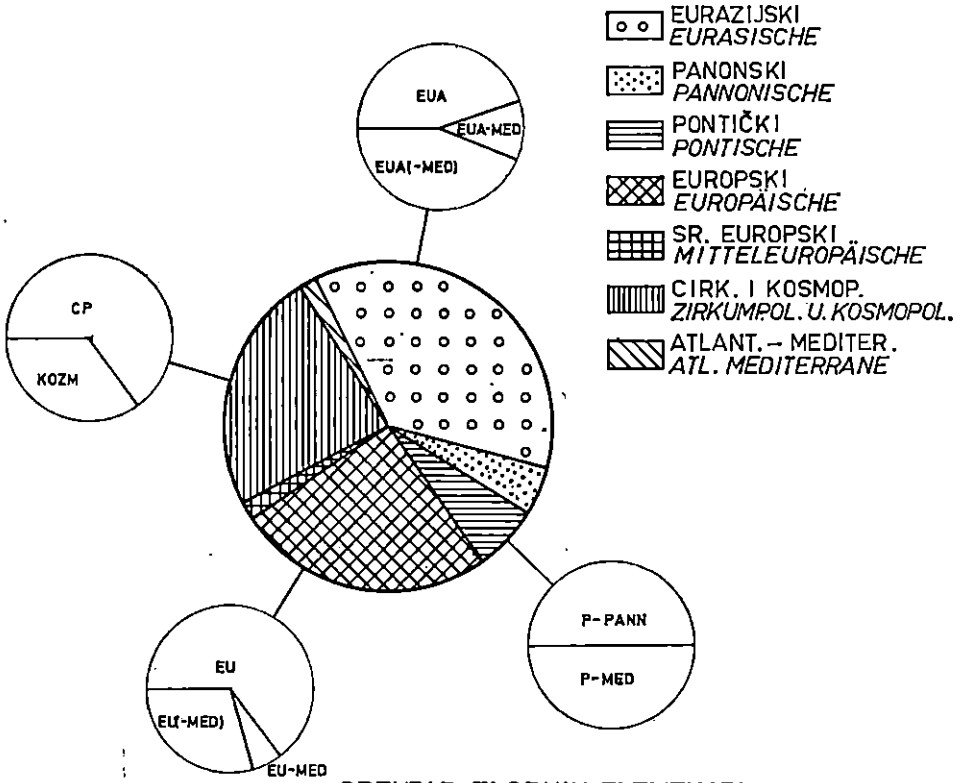
Preostalo:  
Auss. vorh.:  
22 vrste  
Arten

Preostalo:  
Auss. vorh.:  
12 vrsta  
Arten

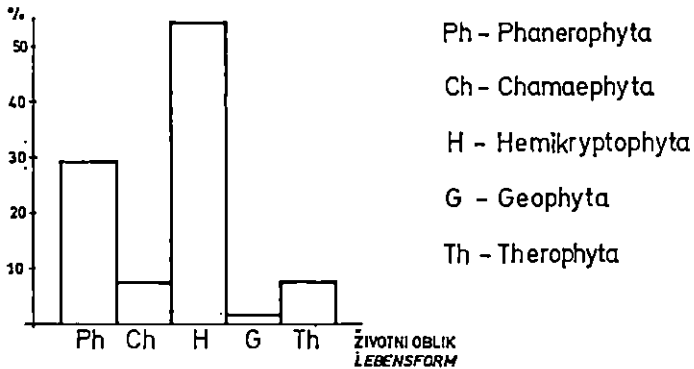
Preostalo:  
Auss. vorh.:  
17 vrsta  
Arten

Leucoio-Fraxinetum angustifoliae Glav.59  
typicum Glav. 59

Sp. 5



SPEKTAR FLORNIH ELEMENATA  
SPEKTRUM DER FLORENELEMENTE



BIOLOŠKI SPEKTAR  
BIOLOGISCHES SPEKTRUM

*Raščlanjenost.* Šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem zastupljena je na istraživanom području sa svojom tipičnom subasocijacijom. Poljski jasen se, međutim, nalazi primiješan u više šumskih zajednica, naročito s lužnjakom i crnom johom, no ne tvori zasebne vegetacijske jedinice.

*Spektar flornih elemenata.* Spektar flornih elemenata pokazuje slijedeće odnose: euroazijski elementi zastupljeni su s 37%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 25%, pontsko-panonski s 10%, europski i srednjeeuropski s 27% i atlantsko-mediteranski s 1% (v. prilog Sp. 5).

*Biološki spektar.* U cenozi su zastupljeni slijedeći životni oblici: *phanerophyta* 29%, *chamaephyta* 7%, *hemikryptohyta* 55%, *geophyta* 2%, i *therophyta* 7%. Prema tome je to izrazito hemikripto-fanerofitska (55 + 29%) zajednica.

*Sindinamski odnosi.* Pravilo da se »s jasenom naplođuje svako ono tlo, koje Sava plavi«, nije više toliko aktualno kao nekada. No, i danas kada nema više tih velikih poplava Save, jasen je donekle održao svoju moć prodiranja na terene, kamo nijedna druga vrst drveća nizinskih područja ne može prodrijeti. Bare, kojih ima na istraživanom području oko 40%, postupno ali stalno zarašćuje poljski jasen. Prodor jasena u te bare i dalje se obavlja putem vode preko posrednih poplava (Fot. 13).

Pokušaj ali i nemogućnost prodiranja hrasta u takve bare pokazuje (Fot. 14).

Pokušat ćemo objasniti prirodnu dinamiku obrašćivanja jedne zatvorene elipsoidne bare i ulogu poljskog jasena u toj dinamici, koju smo na spomenutom području istraživali.

Sindinamski odnosi u obrašćivanju bare »Bistre«, Slavir, 8d:

Opažanje obavljeno 15. travnja 1971.

	Vegetacija	Dubina površ. vode u, cm
	<i>G.—Q. caricetosum remotae</i> (širi pojas)	0
Rub →	<i>Leucoio-Fraxinetum angustifoliae</i> (uži pojas)	5—10
bare	Red vrba: <i>Salix alba</i> , <i>S. fragilis</i> i <i>Populus alba</i>	10—15
	Nalet doplavljenog sjemena poljskog jasena u pogodnom trenutku i razvoj podmlatka između vrba i ispred njih	—
	Red grmolikih vrba: <i>Salix cinerea</i>	15—20
	Pojas od <i>Carex riparia</i> 10—15 m širine	20—30
Sredina →	Pojas od <i>Schoenoplectus lacuster</i> (širok):	30—60
bare	Pojas od <i>Carex riparia</i> , 10—15 m širine:	20—30
	Red grmolikih vrba: <i>Salix cinerea</i> :	15—20
	Nalet doplavljenog sjemena poljskog jasena u pogodnom trenutku i razvoj podmlatka između vrba i ispred njih:	—
	Red vrba: <i>Salix alba</i> , <i>S. fragilis</i> i <i>Populus alba</i> :	10—15
Rub →	<i>Leucoio-Fraxinetum angustifoliae</i> (uži pojas):	5—10
bare	<i>G.—Q. caricetosum remotae</i> (širi pojas):	0

Smatramo da prednji prikaz obrašćivanja bara na istraživanom području dovoljno jasno ilustrira važnu ulogu poljskog jasena u tom procesu.

Sistematski položaj.

Razred: *Alno-Populetalia* Fuk. et Fab. 64

Red: *Populetalia* Br.-Bl. 31

Sveza: *Alno-Quercion roboris* Ht. 37

Podsveza: *Ulmion* Oberd. 53

Ass.: *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 59

Subass.: *typicum* Glav. 59

*Šumsko gospodarske karakteristike.* Čiste jasenove sastojine imaju na spomenutom području znatnu gospodarsku vrijednost, to više što proizvode drvenu masu tamo, gdje ne može niti jedna druga vrst drveća.

Orijentacijski prosječni parametri za takve sastojine spomenutog područja jesu slijedeći:

visina jasenovih stabala kreće se od 10—34 m,  
prsni promjer jasenovih stabala je u rasponu od 10—50 cm,  
broj jasenovih stabala po 1 ha iznosi 500—650 kom,  
drvena masa po 1 ha iznosi od 250—350 m<sup>3</sup>.

Nakon 80-godišnje ophodnje nastupa prirodna obnova jasenovih sastojina, a ukoliko zbog nedostatka uroda sjemena nije uspjela, može se nakon obavljene čiste sječe teren pošumiti jasenovim sadnicama iz prirodnog podmlatka. Ukoliko je teren melioriran, tj. ocjedit, može se pod motiku unijeti i hrastov žir, ako pak nije ocjedit, pokušaj unošenja hrasta će propasti.

g) *Tipična šuma crne joha s trušnjikom — Typischer Schwarzerlenwald mit Faulbaum (Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 68 *typicum* subass. nova)

*Literatura.* Horvat (1938) piše: »Moja su dosadašnja sociološka istraživanja zadruga joha nepotpuna i ne mogu ni izdaleka pružiti pravu sliku njezine građe«. Njegova istraživanja crno-johinih šuma odnosila su se na Hrvatsko Zagorje i okolice Karlovca.

Glavač (1960) je u svojoj disertaciji »Crna joha u posavskoj i podravskoj Hrvatskoj s ekološkog, biološkog i šumsko-uzgojnog gledišta« dao iscrpnu monografiju o toj vrsti drveća, ali se podaci većinom odnose na Podravinu, gdje su sastojine crne joha kompaktnije te pokrivaju veće komplekse. On je u Posavini postavio svoje plohe za istraživanje samo u šumarijama Lekenik, Sisak i Lipovljani. Prema tome, njegovim radom nije obuhvaćena čitava Posavina.

Glavač (1962) u svom radu »Osnovno fitocenološko raščlanjenje nizinskih šuma u Posavini« ne spominje zajednice, koje tvori crna joha u Posavini. Mi smatramo da su one i te kako značajne, pa zaslužuju da se o njima piše te da ih se pravilno razvrsta u fitocenološke jedinice kamo spadaju.

Teškoće su razumljive, ako se drži na umu da ta vrst drveća ima vrlo veliki areal rasprostranjenosti i da živi pod dosta različitim uvjetima.

Fukarek et al. (1963) opisali su šumu crne joha u donjem tijeku rijeke Lepenice, no ostavili su joj naziv po Horvatu (1938) (*Carici brizoidis-Alnetum* Ht. 38), jer je tamo samo fragmentarno razvijena pa nije pokazala svoj potpuni sastav, da bi se mogle utvrditi eventualne razlike.

Horvat (1963) za šumu crne joha s dugoklasim šašem (*Carico elongatae-Alnetum* (W. Kock) Tx' et Bodeux) piše: »Zajednica je raširena na tresetnim i humozno-glejnim tlima u Podravini, a ljetni je vodostaj uvijek iznad 80 cm, pa je upravo osciliranje podzemne vode temeljni faktor razvitka zajednice. Zajednica ima u našim krajevima izrazito reliktni karakter, te se održala od glacijala na posebnim staništima. Joha se nalazi u njoj u optimalnom razvitku. Zajednicu raščlanjuje V. Glavač u tri subasocijacije: subasocijaciju s *Iris pseudacorus*, s *Polygonum hidropiper* i s *Cornus sanguinea*«.

Mi smo šumu crne joha istraživali u Posavini (šume: Brezovica, Žutica, Opeka, Trstika, Spačva) (usp. Rauš 1968, 1971), zatim u Pokuplju (Rauš 1968).

*Rasprostranjenost.* Prema našim dosadašnjim istraživanjima tipična šuma crne joha s trušljikom razvijena je u Pokuplju i cijelom dijelu Hrvatske Posavine, gdje nedvojbeno dolazi na odgovarajućim staništima u mozaičkom rasporedu na manjim površinama.

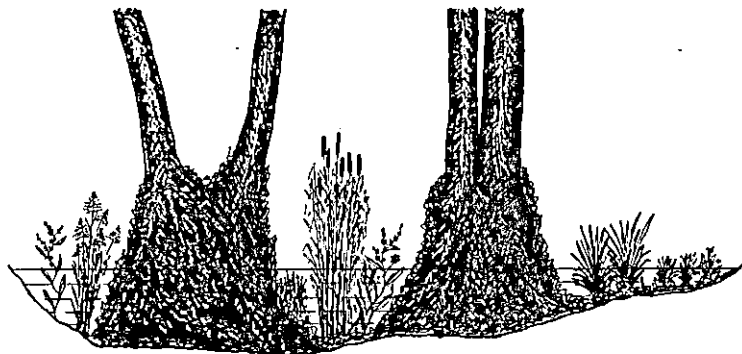
*Erdeši* (1971) navodi, da se crna joha u šumama jugozapadnog Srijema pojavljuje samo na četiri mjesta i to manje do po 20 stabala. Prema tome vidimo, da se crna joha u donjoj Posavini postupno gubi, a u Podunavlju skoro potpuno izostaje.

Za nas je od posebnog interesa rasprostranjenost crnojohinih šuma u bazenu Spačve. Asocijacija je razvijena u zibovima i oko njih te ukupno (obje subasocijacije) zauzima oko 3% površine istraživanog područja.

*Stanište fitocenoze.* U predjelu Sočna i Desićevo nalazi se poznati zib (staro korito rijeke Save), koji u velikom luku zađire od Save prema šumi, da bi se ponovno okrenuo prema Savi. Na taj način nastala je velika i duboka brazgotina kopitastog izgleda na tom, inače ravnom licu Posavine. Paralelno sa zibom teku nešto manji i plići rukavci, koje je Sava postupno napuštala povlačeći se u svoje današnje korito. Na tim, po prostranstvu velikim, površinama raste močvarna vegetacija zajedno s crnom johom.

Tipična šuma crne joha s trušljikom razvija se na organogeno-močvarnom tlu, slabo kisele reakcije, koje se pH na dubini do 50 cm kreće oko 5,7.

PRESJEK KROZ „ZIB“ U BAZENU SPAČVA  
QUERSCHNITT DURCH „ZIB“ IM SPAČVA-BECKEN



Pretežni dio godine fitocenoza je pod površinskom vodom dubine 20—70 cm (nekada i više). U 1970. stanište se osušilo, tj. voda je isparila i djelomično se procijedila u tlo tek u listopadu, a sve dotle fitocenoza je bila pod stagnirajućom vodom. Naprotiv, u 1971. godini, koja je bila izrazito sušna, površinska voda na staništima crne johe nestala je već u travnju i cijele je godine tlo bilo suho. Nivo podzemne vode izmjereno je u kolovozu 1971. godine u bari Vel. Blizna i nalazio se na 1,91 m dubine.

Upravo zbog te stagnirajuće površinske vode crna joha razvija posebne čunjaste pridanke (Fot. 17), oko kojih se skuplja mulj i stvara tlo, pa na taj način uspijeva vegetirati usprkos ležanju površinske vode, jer joj se dio korijenja nalazi iznad nivoa površinske vode.

Fitocenoza odbacuje velike količine organske tvari preko otpalog lišća i drugih otpadaka. Ta je količina u 1971. godini iznosila 4480 kg/ha u bazenu Spačve, a 5350 kg/ha na području lipovljanskih šuma (v. Tab. III).

Od biotskih utjecaja na šumu u prvom redu spominjemo čovjeka, jer je on vodeći melioracijske radove i sječe u Posavini intenzivno utjecao na razvitak šume crne johe. U posljednja dva desetljeća naglo se razvila industrija za kemijsku preradu drva, koja za svoje potrebe upravo traži meko drvo, pa je zbog toga pojačana sječa crne johe, jer joj je naglo porasla upotrebna vrijednost.

Crna joha u Posavini nema nekih značajnijih štetočina.

*Floristički sastav i građa zajednice.* Floristički sastav i sociološke značajke tipične šume crne johe s trušljikom donosimo u fitocenološkoj Tab. 6. Od svojstvenih vrsta asocijacije u sloju drveća javlja se osobitom stalnošću crna joha (*Alnus glutinosa*). U sloju drveća s velikim udjelom javljaju se još poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i vez (*Ulmus laevis*) (Fot. 15 i 16).

Sloj grmlja je dosta slabo razvijen te tvori pokrovnost od 1—10% u kojoj osim vrsta drveća u obliku grmlja sudjeluju još i slijedeće vrste: trušljika (*Rhamnus frangula*), crvena hudika (*Viburnum opulus*), siva iva (*Salix cinerea*) i divlja ruža (*Rosa canina*). Navedeni grmovi, osim sive ive, razvijaju se pretežno na čunjevima stabala crne johe. Najznačajniji u sociološkom pogledu u sloju grmlja su *Rhamnus frangula* i *Salix cinerea* i njima pripada prvenstvo u dijagnostičkom pogledu.

U sloju prizemnog rašća razlikujemo dvije etaže (sinuzije), od čega se jedna (mezofitska) razvija na čunjastim pridancima stabala crne johe, tj. na tlu koje je vezano za korijenski sistem johe. Ti čunjevi ponekad pri tlu zauzimaju promjer 1 do 2 m, a visine od 50—120 cm u razini iznad stagnantne vode. Na tim čunjevima rastu: *Nephradium spinulosum*, *Symphytum tuberosum*, *Glechoma hederacea*, *Rubus caesius*, *Solanum dulcamara* i dr., te poneki mahovi.

Druga (higrofitska) etaža (sinuzija) prizemnog rašća nalazi se na samom tlu, a čine je: *Polygonum lapathifolium*, *Galium palustre*, *Sium latifolium*, *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris*, *Lemna trisulca*, *Roripa amphibia*, *Hattonia palustris*, *Iris pseudacorus*, *Glyceria fluitans*, *Glyceria maxima*, *Symphytum officinale*, *Caltha palustris*, *Sparganium erectum*, *Urtica radicans*, *Peucedanum palustre* i mnoge druge (Tab. 6).

Sastav šume crne joha s trušljikom  
Zusammensetzung des Schwarzerlenwaldes mit Faulbaum

Tab. 6

Asocijacija — Assoziation:	<i>Frangulo-Alnetum glutinosae</i> Rauš 1968.				
Autori — Autoren	Rauš 69—72	Glavač 60	Horvat 38	Fabijanić Fukarek Stefanović 63	Oberdorfer 57
Broj snimaka Aufnahmezahl	12	5	4	4	
Zajednica Gesellschaft	Subass. nova <i>ulmetosum laevis</i>	Subass. <i>Iris pseudacorus</i>	Ass. <i>Alnus glutinosae- Carex brizoidis</i>	Ass. <i>Carici brizoidis- Alnetum</i>	Ass. <i>Carici elongatae- Alnetum</i> W. Koch 26
Lokalitet Lokalität	Bazen Spačva Spačva-Becken	Podravina Drava-Tal	Hrvatsko Zagorje	Donja Lepenica	J. Njemačka S-Deutshl.
1	2	3	4	5	6
<b>I. SLOJ DRVEĆA — BAUMSCHICHT</b>					
Svojstv. vrste asoc. i sveze: Asoz.- u. Verb.-Char.-Arten: <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl <i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	V +—4 V R—3	II + V 3—5	III + V +—4	V 4—5	V
Diferencijalne vrste: Differential-Arten: <i>Ulmus laevis</i> Pall. <i>Acer campestre</i> L. <i>Quercus robur</i> L. <i>Acer tataricum</i> L.	III (R)—2 I + I (R) I (R)	II +	V +—1		
<b>II. SLOJ GRMLJA — STRAUSCHICHT:</b>					
Svojstv. vrste asoc. i sveze: Asoz.- u. Verb.-Char.-Arten: <i>Alnus glutinosa</i> Gaertn. <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	II +—1 II R—1		V +—2 V (+)—1		



1	2	3	4	5	6
<i>Frangula alnus</i> Mill.	II 1	V +-4	V +-1	V +-1	IV
<i>Viburnum opulus</i> L.	II R-1	V +-1	V +-1		II
<i>Salix cinerea</i> L.	I 1		II +	II +-1	IV
Diferencijalne vrste: Differential-Arten:					
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	IV +-1				
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	II +-2			III +	
<i>Rosa canina</i> L.	II R-+		V +-1		
<i>Malus silvestris</i> (L.) Mill.	I +-1				
<i>Crataegus nigra</i> W. K.	I +-1				
<i>Acer tataricum</i> L.	I +			III +	
<i>Acer campestre</i> L.	I +		II +		
III. SLOJ PRIZEMNOG RAŠĆA KRAUTSCHICHT					
Svojev. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.-Arten:					
<i>Solanum dulcamara</i> L.	III +-1	V +	III +	V +	V
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	III R-1	V +			IV
<i>Nephrodium spinulosum</i> (Mill.) Strep.	III R-+		V +-1	IV +-1	
<i>Rumex sanguineus</i> L.	III R-+	I 4	II +	V +	
<i>Humulus lupulus</i> L.	II +	IV +-1	IV +-1	II +	V
<i>Frangula alnus</i> Mill.	II R-+				
<i>Lycopus europaeus</i> L.	II +	V +	III +		
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	I +				
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Moench	I +	V +-1	IV +-2	V +-1	IV
Diferencijalne vrste: Differential-Arten:					
<i>Glechoma hederacea</i> L.	V R-3	I +		III +	
<i>Hedera helix</i> L.	III R-1				
<i>Circaea lutetiana</i> L.	III R-1			III +	I
<i>Viola silvestris</i> Lam.	III R-+	II +			I
<i>Geum urbanum</i> L.	III R-+			V +	
<i>Veronica montana</i> L.	II +-1				
<i>Cerastium silvaticum</i> W. et K.	II R-+			IV +	

1	2	3	4	5	6
<i>Rubus caesius</i> L.	II R-+	II +		V +-1	II
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	II R-+	IV +			
<i>Quercus robur</i> L.	II R-+				II
<i>Hoplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Pal.-Beav.	I +-2				
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	I R-1				
<i>Acer campestre</i> L.	I R-+				
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	I +				
Ostale neopredijelj. vrste: Begleiter:					
<i>Bidens tripartitus</i> L.	V +	I +			
<i>Mentha aquatica</i> L.	IV +-2	IV +		V +-1	II
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	IV R-1	I +	IV +-1	III +-1	
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	III +-1				
<i>Galium palustre</i> L.	III +-1	IV +		II +	V
<i>Poa trivialis</i> L.	III R-2	V +-2			
<i>Urtica dioica</i> L.	III +-1				
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	III +-1	II -1		II +-1	
<i>Potentilla reptans</i> L.	III +-1	I +			
<i>Ranunculus repens</i> L.	III +-1	III +-2	IV +-2		III
<i>Sparganium erectum</i> L.	II +-3	III +		I 3	
<i>Hottomia palustris</i> L.	II +-1	II +			
<i>Stum latifolium</i> L.	II +-1	II +			
<i>Roripa amphibia</i> (L.) Bess.	II +-1	III +-2			
<i>Lemna minor</i> L.	II +				
<i>Lemna trisulca</i> L.	II +				
<i>Teucrium scordium</i> L.	II +				
<i>Stachys palustris</i> L.	II R-1	IV +	II 1	III +	
<i>Prunella vulgaris</i> L.	II +				
<i>Carex remota</i> L.	II +-2				
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	II +-1	III +-3	IV +-1		
<i>Lythrum salicaria</i> L.	II R-1	V +		V +	V
<i>Urtica radicans</i> Ball.	II +				

1	2	3	4	5	6
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	II +	III +			
<i>Symphytum officinale</i> L.	II R-+	I +			III
<i>Iris pseudacorus</i> L.	II R-+	IV +	III +		V
<i>Geranium robertianum</i> L.	II R-+				
<i>Veronica scutellata</i> L.	I +-1				
<i>Stratiotes aloides</i> L.	I +-1				
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	I +				
<i>Salvinia natans</i> L.	I +				
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	I R-+				
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	I E-+				
<i>Aristolochia clematitis</i> L.	I R-1				
<i>Ajuga reptans</i> L.	I +	I +	III +		

Preostalo:  
Auss. vorh.:  
30 vrsta  
Arten

Preostalo:  
Auss. vorh.:  
48 vrsta  
Arten

Preostalo:  
Auss. vorh.:  
30 vrsta  
Arten

Preostalo:  
Auss. vorh.:  
17 vrsta  
Arten

Preostalo:  
Auss. vorh.:  
45 vrsta  
Arten

Od svojstvenih vrsta asocijacije i sveze u sloju prizemnog rašća navodimo: paskvica (*Solanum dulcamara*), obična metljika (*Lysimachia vulgaris*), bodljikava paprat (*Nephrodium spinulosum*), divlji hmelj (*Humulus lupulus*), vučja noga (*Lycopus exaltatus*), močvarni smudnjak (*Peucedanum palustre*) i dr. (Tab. 6).

Uz svojstvene vrste asocijacije i sveze javlja se velik broj pratilica iz područja močvarne vegetacije.

*Raščlanjenost.* Osnovna asocijacija *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 68 raščlanjena je u dvije subasocijacije i to: subass. *typicum* nova i subass. *ulmetosum laevis* nova. U tipičnoj subasocijaciji razlikujemo još facies: sa *Sparganium erectum* i *Glyceria maxima*; obje subasocijacije zastupljene su na istraživanom području.

*Spektar flornih elemenata.* Spektar flornih elemenata donosimo na osnovi asocijacije (obje subasocijacije) ukupno, pa on na osnovi 12 fitocenoloških snimaka s 99 vrsta izgleda ovako: eurazijski elementi zastupljeni su s 45%, cirkumpolarni i kozmopolitski s 25%, pontsko-panonski sa 7%, europski i srednjeeuropski s 21% i atlantsko-mediteranski s 2% (v. prilog Sp. 6).

*Biološki spektar.* Biološki oblici grupirani po *Raunkiaeru* (1905) daju sljedeću sliku asocijacije: *phanerophyta* 28%, *chamaephyta* 6%, *hemikryptohyta* 53%, *geophyta* 4%, i *therophyta* 9%. Znači da je šuma crne joha hemikriptofitsko-fanerofitska zajednica (53 + 28%).

*Sindinamski odnosi.* U istraživanom području crna joha obavlja važnu ulogu zarašćivanja vegetacije i priprema uvjete za razvitak šume lužnjaka. Dolazi u zibovima (nekada protočna korita) i riječnim terasama. No, baš zbog toga što dolazi na ocjeditim, a i izrazito močvarnim tlima te zbog različitog habitusa stabala crne joha na tim mjestima, lučimo dvije subasocijacije te biljne zajednice. Osim toga razlikujemo 3 osnovne faze njezina razvitka.

U inicijalnoj fazi na ovim je mjestima razvijena samo prizemna močvarna vegetacija različnih šaševa i dr., a zatim se naseljuje siva iva, bijela vrba, krhka vrba, trušljika, bijela topola, poljski jasen i crna joha na višim džombama (facies: *Glyceria maxima*).

U optimalnoj fazi prevladava dobro razvijena crna joha, porijeklom iz sjemena, s čunjastim pridankom i bez njega, te primiješanim vezom i poljskim jasenom.

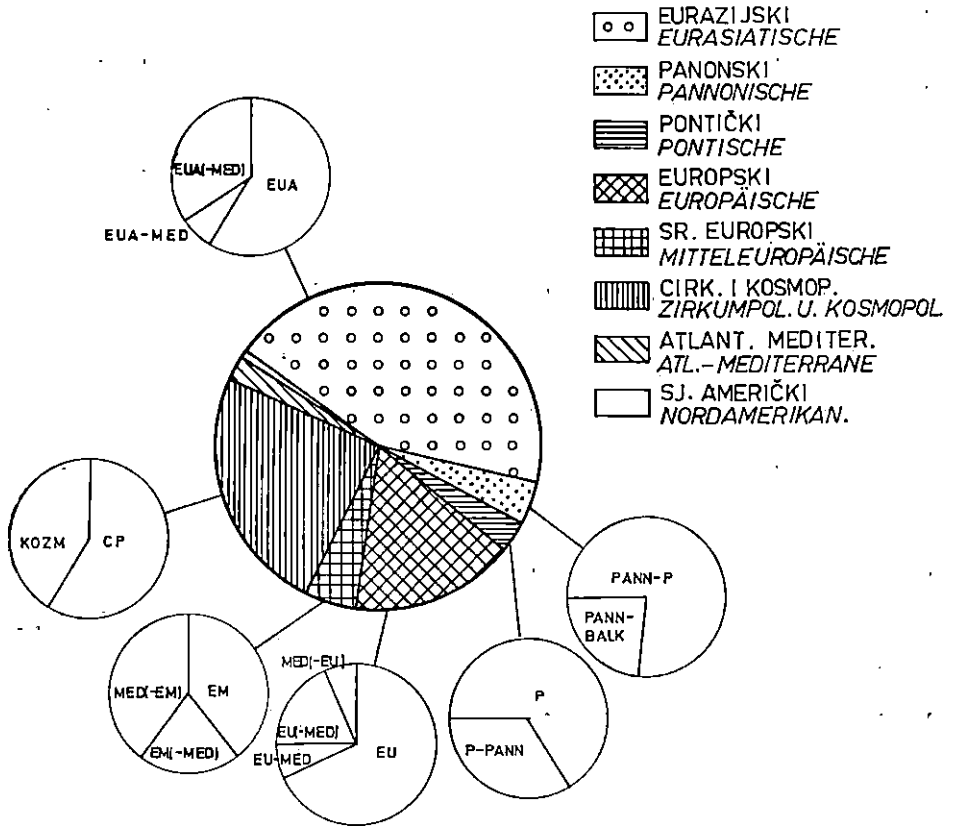
U terminalnoj fazi razvitka te šume nalazi se crna joha u postupnom odumiranju, pa ustupa mjesto hrastu lužnjaku, a čak se počinje javljati i poneki obični grab.

Današnje postojeće subasocijacije crne joha na istraživanom području ne smatramo reliktnima. Naprotiv, smatramo da su sadašnje šumske zajednice crne joha najmlađe u lancu razvitka vegetacijskog pokrova, jer je Sava u prošlosti vrlo često mijenjala svoje korito, a mijenja ga i danas, pa se tako u napuštenim koritima (mrtvajama) počinje razvijati inicijalna faza crno-johinih šuma potpuno recentnog karaktera.

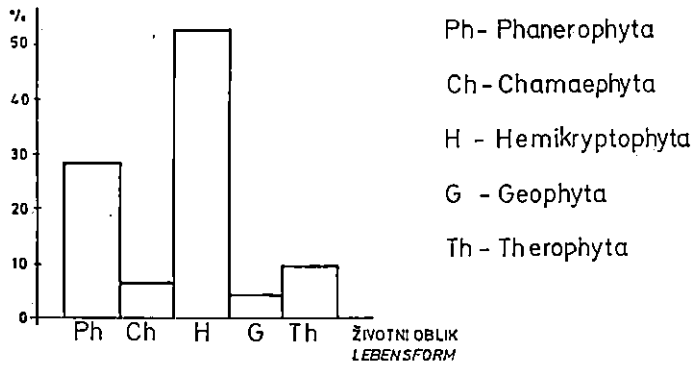
Razvitak (sukcesiju) šume crne joha u Posavini prikazali smo u našem radu (usp. Rauš 1971) pa ga stoga ovdje ne donosimo.

Frangulo-Alnetum glutinosae Rauš68  
 typicum subass.nova i ulmetosum laevis subass.nova

Sp. 6



SPEKTAR FLORNIH ELEMENATA  
 SPEKTRUM DER FLORENELEMENTE



BIOLOŠKI SPEKTAR  
 BIOLOGISCHES SPEKTRUM



Fot. - Phot. 1. Prvoklasni hrast lužnjak u cenozi *Carpino betuli-Quercetum roboris*, predjel Lože u bazenu Spačva — Hochwertige Stieleiche in der Waldgesellschaft *Carpino betuli-Quercetum roboris*, Distrikt Lože im Spačva-Becken. (Foto: D. Rauš).



Fot. - Phot. 2. Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*) u Desičevu — Stielechen/Hainbuchenwald (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*), Distrikt Desičevo. (Foto: D. Rauš).



Fot. - Phot. 3. Stablo stare bukve u subasocijaciji *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* u predjelu Radiševo 14d — Alter Buchenstamm in der Subassoziation *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum*, Distrikt Radiševo, Unterabt. 14d. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 4. Facies *Mercurialis perennis* u subass. *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* u predjelu Radiševo 14d — Fazies *Mercurialis perennis* in der subass. *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum*, Distrikt Radiševo, Unterabt. 14d. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 5. Facies *Rubus caesius* u subass. *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*, Bok 66b — Fazies *Rubus caesius* in der subass. *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*, Distrikt Bok, Unterabt. 66b. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 6. Nadiranje običnog graba (*Carpinus betulus* L.) iz subass. *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* u subass. *G.-Qu. caricetosum remotae*, Spačva 140b — Vordringen der Hainbuche aus der subass. *Carpino betuli-Quercetum roboris* in die subass. *G.-Qu. caricetosum remotae*, Distrikt Spačva, Unterabt. 140b. (Foto: Đ. Rauš).





Fot. - Phot. 7. Tipičan izgled stabla žestilja (*Acer tataricum* L.) u subass. *Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici*, Desičevo 7e — Typisches Aussehen des Stammes des Tatarischen Ahorns (*Acer tataricum* L.) in der subass. *Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici*, Distrikt Desičevo, Unterabt. 7e. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 8. Rub dviju subass. *Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici* i *G.-Qu. caricetosum remotae*, Orljak 49b — Rand von zwei subass. *Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici* und *G.-Qu. caricetosum remotae*, Distrikt Orljak, Unterabt. 49b. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 9. Tipična šuma poljskog jasena (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum*) u Desićevo, odjel 17 — Typischer Knotenblumen-Feldeschenauenwald im Distrikt Desićevo, Abt. 17. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 10. Kasni mrazovac (*Leucoium aestivum* L.) cvjeta u tipičnoj šumi poljskog jasena, predjel Slavir 24k — Die Sommerknotenblume (*Leucoium aestivum* L.) blüht im typischen Feldeschenauenwald, Distrikt Slavir, Unterabt. 24k. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 11. Tipična šuma poljskog jasena u Desićevu, odjeli 17/18, pod vodom dubine 50—70 cm, 20. III. 1970. — Typischer Feldschenuenwald im Distrikt Desićevo, Abt. 17/18, unter 50—70 cm tiefem Flutwasser, am 20. März, 1970. (Foto: Đ. Rauš).



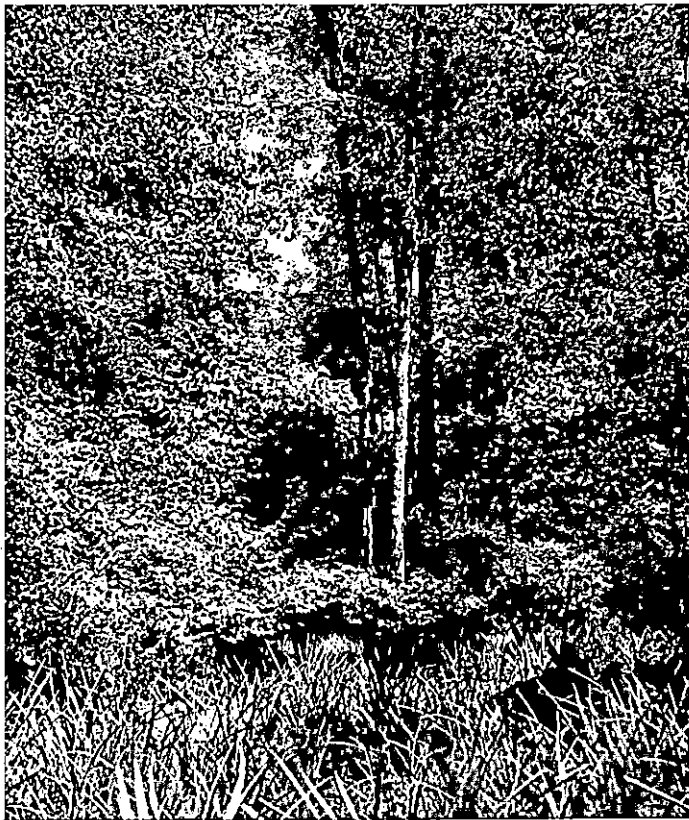
Fot. - Phot. 12. Kaljužnica (*Caltha palustris* L.) cvjeta u rano proljeće u šumi poljskog jasena, Desićevo 17 — Die Sumpfdotterblume (*Caltha palustris* L.) blüht zeitlich im Frühjahr im Feldschenuenwald, Distrikt Desićevo, Abt. 17. (Foto: Đ. Rauš).



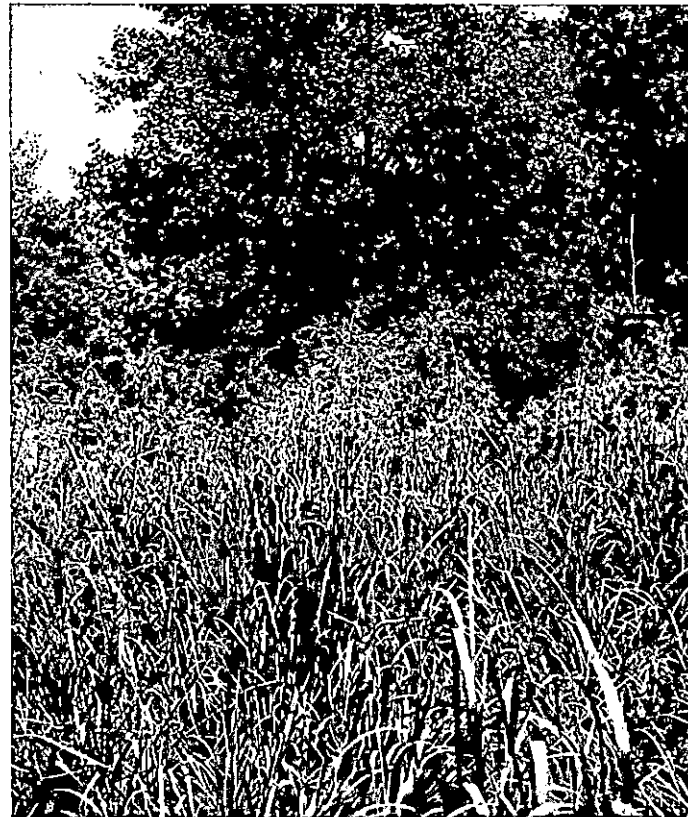
Fot. - Phot. 13. Nadiranje poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u bari Siroko, Desičevo 12e — Vordringen der Feldesche (*Fraxinus angustifolia* Vahl) in die vernässte Mikrotieflage Siroko, Distrikt Desičevo, Unterabt. 12e. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 14. Izgled hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na rubu bare Blato, Tikar 135d — Das Aussehen der Stieleiche (*Quercus robur* L.) am Rande der vernässten Mikrotieflage Blato, Distrikt Tikar, Unterabt. 135d. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 15. Tipična šuma crne joha s trušnjikom (*Frangulo-Alnetum glutinosae typicum*), Desičevo 22k (Zib) — Typischer Schwarzerlenwald mit Faulbaum, Distrikt Desičevo, Unterabt. 22k (Zib). (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 16. Rub šume crne joha i bare: u prvom planu *Typha latifolia* L., *Glyceria maxima* i *Sparganium erectum*, Sočna, Velika Blizna — Rand des Schwarzerlenwaldes und der vernässten Mikro-tieflage: im Vordergrund *Typha latifolia* L., *Glyceria maxima* und *Sparganium erectum*, Waldgegend Sočna, Velika Blizna. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 17. Šuma crne johe, veza i poljskog jasena (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*), Desićevo 26a: vidljiv čunj iz kojeg rastu crna joha, poljski jasen i vez — Schwarzerlen/Flatterulmen/Eschenwald (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*), Distrikt Desićevo, Unterabt. 26a; eine Bülte (Büchel) ist ersichtlich, aus welcher die Schwarzerle, Feldesche und Flatterulme wachsen. (Foto: D. Rauš).



Fot. - Phot. 18. U šumi crne johe, veza i poljskog jasena velika zračna vlaga uvjetuje razvoj bršljana (*Hedera helix* L.) na deblima drveća. Desićevo 26a — Im Schwarzerlen/Flatterulmen/Feldeschenwald bedingt eine hohe Luftfeuchtigkeit die Entwicklung des Efeus (*Hedera helix* L.) an Baumschäften, Distrikt Desićevo, Unterabt. 26a. (Foto: D. Rauš).





Fot. - Phot. 19. Karakteristično stablo crne johe u subass. *Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*, Desičevo 26a — Charakteristischer Baum der Schwarzerle in der subass. *Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*, Distrikt Desičevo, Unterabt. 26a. (Foto: D. Rauš).



Fot. - Phot. 20. Mješovita šuma vrba i topola (*Salici Populetum*) u predjelu Krapje-Gunjja — Pappelweidenwald (*Salici-Populetum*), Distrikt Krapje-Gunjja. (Foto: D. Rauš).



Fot. - Phot. 21. Močvarna vegetacija u Bošnjačkim Virovima: u prvom planu *Nuphar luteum*; *Castanea alba* i *Typha latifolia* — Sumpfv egetation in der Gegend von Bošnjački Virovi: im Vordergrund *Nuphar luteum*, *Castanea alba* und *Typha latifolia*. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. - Phot. 22. Bara »Orlić« u predjelu Somovac 23b, obrasla isključivo biljkom orlovac (*Galega officinalis* L.), koja se tu bujno razvija — Vernässte Mikrotieflage »Orlić« im Distrikt Somovac, Unterabt. 23b, ausschliesslich mit der Geissraute (*Galega officinalis* L.) bewachsen, welche sich dort üppig entwickelt. (Foto: Đ. Rauš).





Fot. - Phot. 23. Suho korito rijeke Spačve u ljeto 1971. godine, Gradine 95 — Trockenens Bett des Spačva-Flusses im Sommer 1971, Distrikt Gradina 95. (Foto: D. Rauš).



Fot. - Phot. 24. Korito Bosuta (pogled s mosta u Dubovici) skoro potpuno suho i obraslo raškom (*Trapa natans* L.). Ostatak vode vidljiv u sredini — Das Flussbett des Bosut (Anblick von der Brücke in Dubovica) fast gänzlich ausgetrocknet und mit Wassernuss (*Trapa natans* L.) bewachsen. Wasserrest klar erkennbar in der Mitte. (Foto: D. Rauš).

*Sistematski položaj.*

Razred: *Alno-Populetea* Fk. et Fb. 64

(syn.: *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 37)

Red: *Populetales* Br.-Bl. 31.

Sveza: *Alno-Quercion roboris* Ht. 37

Podsveza: *Ulmion* Oberd. 53

Ass.: *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 68

Subass.: *typicum nova*

Facies: *Glyceria maxima, Sparganium erectum*

*Šumsko-gospodarske karakteristike.* Crna joha u istraživanom području Posavine zaslužuje naročitu pažnju sa šumsko-uzgojnog gledišta. Njezine sastojine i grupe zauzimaju znatne površine i to tamo gdje drugo drveće većinom ne može uspijevati. Prema tome, crna joha je autohtona vrst šumskog drveća, koja živi pod vrlo teškim ekološkim uvjetima, a koja ima vrlo povoljna biološka i šumsko-uzgojna svojstva.

Tereni, na kojima od prirode dolazi crna joha mogu imati višestruko značenje. Na nekima od njih crna joha je u progresivnom stadiju (inicijalna faza). Tu postupno osvaja močvarne terene. Na drugima crna joha tvori izvjesni stabilni razvojni stadij (optimalna faza). No, to je samo prividno i trenutno, da bi pod nešto boljim ekološkim uvjetima postupno ustupila mjesto biološki jačim i stabilnijim vrstama (hrast, grab), da stvore svoju stabilnu cenozu (terminalna faza).

Crna joha je pionirska, meliorativna i brzorastuća vrst drveća te ima veliko privredno značenje. Ona obrašćuje prva, u stvari prava prirodna staništa i na taj način stvara uvjete za razvitak drugih šumskih cenoz. Na takvim staništima vrlo dobro se održava i ostat će i u budućnosti dominantna u čistim sastojinama, grupama i skupinama, jer se drugo drveće ne može održati u tim nepovoljnim prilikama.

Fenotipski izgled subasocijacije odlikuje se grupimičnim rasporedom stabala. Više stabala izbija iz jednog mjesta i tvore čunj, pa su ukoso položena, često rašljasta i slabo razvijene krošnje.

Orijentacijski prosječni parametri za tu šumu na istraživanom području jesu slijedeći:

visina crno-johinih stabala kreće se od 5—28 m,  
prsni promjer stabala crne joha je u rasponu od 10—45 cm,  
broj stabala crne joha po 1 ha iznosi 250—350 kom,  
drvena masa po 1 ha iznosi od 200—300 m<sup>3</sup>.

Šume crne joha najlakše se obnavljaju sadnicama, jer je prirodno podmlađivanje oplodnom sječom vrlo teško.

h) *Šuma crne joha s trušljikom, vezom i poljskim jasenom* —  
*Schwarzerlenwald mit Faulbaum, Flatterulme und Feldesche*  
(*Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 68 subass. *ulmetosum laevis nova*),

*Literatura.* Spomenuta fitocenoza nije do danas opisana u stručnoj literaturi. Podatke o literaturi u vezi s osnovnom asocijacijom crne joha naveli smo prilikom opisa subasocijacije *typicum*.

*Rasprostranjenost.* Prema našim dosadašnjim istraživanjima nizinskih šuma Hrvatske opisana subasocijacija ima lokalni karakter, pa smo je našli razvijenu samo na području šumskog bazena Spačve.

*Stanište fitocenoze.* Šuma crne johe s trušljikom, vezom i poljskim jasenom dolazi unutar kopitastog luka ziba, koji obrađuje tipična šuma crne johe. Taj unutrašnji dio luka predstavlja nasutu aluvijalnu ravan, koja je nekada bila golema bara. Ispočetka se u toj bari taložio žuti pijesak, koji je Sava u velikim količinama donosila primajući ga vjerojatno od svojih desnih pritoka s površina u SR BiH. Kasnije, kada je Sava promijenila glavni tijek i kada su krajevi kopitastog luka bili zatrpani pijeskom, počeo se u toj golemoj bari taložiti fini mulj s velikom količinom glinenih čestica. Na taj se način vjekovima postupno stvaralo tlo, koje je danas pod tom šumom predstavljeno s prijelaznim tipom između mineralno-organo-genoga i organogeno-močvarnog tla, koje je slabo kisele do praktički neutralne reakcije (pH 5,8 do 6,8).

Prilikom sadašnjih nastajanja indirektnih poplava, uzrokovanih oborinskom površinskom vodom, naglim topljenjem snijega ili izlivanjem rijeke Spačve, Studve i Bosuta na istraživanom su području u prvom redu poplavljene bare i tipična šuma crne johe s trušljikom, zatim šuma crne johe s trušljikom, vezom i poljskim jasenom, potom tipična šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem i tek nakon toga šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem, a dalje poplava rijetko dopire. Kako vidimo, naša subasocijacija je i u sadašnjem vremenu izvrgnuta redovnim poplavama. Zbog toga i u njoj još susrećemo, osobito na nižim mjestima, čunjeve pomoću kojih se sloj drveća bori protiv postojećih ekoloških uvjeta. No, isto tako imamo u toj šumi krasnih stabala crne johe porijeklom iz sjemena.

Od znatnog je utjecaja u toj fitocenozi i podzemna voda. Prema našim mjerenjima u 1970. godini nivo podzemne vode pokazivao je slijedeće:

Šumski predjel Sočna — profil I:			
Broj sonde	Dubina podzemne vode u m		Nadmorska visina u m
	1. 4. 1970.	25. 8. 1970.	
XI	1,15	1,90	80,60
Šumski predjel Desićevo — profil II:			
Broj sonde	Dubina podzemne vode u m		Nadmorska visina u m
	16. 4. 1970.	14. 9. 1970.	
XIII	1,67	2,60	80,20

S obzirom na veliku propusnost tla u većim dubinama (pijesak) oscilacija nivoa podzemne vode je velika i brza.

Priliv organske tvari od otpalog lišća i grančica iznosio je u 1971. godini 4320 kg/ha.

Biotski utjecaji ispoljuju se u sadašnjim uvjetima jakom ispašom goveda, koja se u toj šumi preko ljeta rado zadržavaju jer tamo zbog dosta rijetkog sklopa i vlažnog tla ima dovoljno trave za pašu, a i strujanje

zraka je jače nego u ostalim cenzozama, tako da stoci i to pogoduje za vrijeme ljetne žege.

*Floristički sastav i građa zajednice.* Šuma crne joha s trušljikom, vezom i poljskim jasenom (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*) odlikuje se osebnim fenotipskim izgledom i specifičnim fitocenološkim sastavom. Florističke i sociološke značajke spomenute zajednice donosimo u Tab. 6. S najvećom stalnosti javljaju se u sloju drveća crna joha (*Alnus glutinosa*) i poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*). Najznačajnija diferencijalna vrsta je vez (*Ulmus laevis*), a javljaju se još ponegdje klen (*Acer campestre*), žestilj (*Acer tataricum*) i vrlo rijetko hrast lužnjak (*Quercus robur*).

Najznačajniji u sociološkom pogledu su crna joha i vez. Njima pripada prvenstvo u dijagnostičkom pogledu.

U sloju grmlja javljaju se osim vrsta drveća u obliku grmova s većom stalnosti još: trušljika (*Rhamnus frangula*) i crvena hudika (*Viburnum opulus*). Među diferencijalne vrste u sloju grmlja ubrajamo jednoplodni glog (*Crataegus monogyna*), crni glog (*C. nigra*), divlju jabuku (*Malus silvestris*), divlju ružu (*Rosa canina*) i žestilj (*Acer tataricum*) (Fot. 17—19).

Sloj prizemnog rašća nema neki osobiti sastav i osim svojstvenih vrsta asocijacije tu nalazimo veći broj diferencijalnih vrsta, od kojih navodimo slijedeće: dobričica (*Glechoma hederacea*), bršljan (*Hedera helix*), koji se zbog vrlo velike zračne vlage osobito dobro razvija na tlu, a penje se i na stabla (Fot. 18), bahornica (*Circaea lutetiana*), blaženak (*Geum urbanum*), šumski rožac (*Cerastium silvaticum*) i dr. Vidimo da se u toj šumi u sloju prizemnog rašća već javljaju u znatnoj mjeri elementi tipske šume lužnjaka, što nije ni čudo jer se naša subasocijacija u tom pravcu i razvija.

Osim navedenih svojstvenih i diferencijalnih vrsta javlja se i velik broj pratilica (Tab. 6).

*Raščlanjenost.* Zbog relativno male površinske zastupljenosti (oko 1,5%) na istraživanom području i dobre ujednačenosti dalje raščlanjenje subasocijacije ne bi došlo u obzir.

*Spektar flornih elemenata i biološkog oblika biljaka* donijeli smo za cijelu asocijaciju prilikom opisa tipične šume crne joha s trušljikom u ovom radu.

*Sindinamski odnosi.* Subasocijacija se razvija progresivnom sukcesijom iz tipične šume crne joha s trušljikom i neposredno se nadovezuje na nju. Razlikuje se od tipične subasocijacije po tome, što raste na zaravnjenim riječnim terasama, a ne riječnim koritima, koje su uvijek nešto više od terena gdje se razvija tipična šuma, kao i po tome što se postupno gube čunjevi, i sve više se javljaju stabla porijeklom iz sjemena.

Prema tome ovu biljnu zajednicu na istraživanom području možemo smatrati optimalnom fazom u razvoju crno-johinih šuma, koja svojim daljnjim razvitkom prelazi u terminalnu fazu, gdje se crna joha postupno gubi i ustupa mjesto hrastu lužnjaku.

Sintetska Tab. 6 pokazuje povezanost i srodnost naše šume s ostalim crno-johinim šumama kod nas i u južnoj Njemačkoj.

Sistematski položaj.

Razred: Alno-Populetea Fk. et Fb. 64

Red: Populetaia Br.-Bl. 31

Sveza: Alno-Quercion roboris Ht. 37

Podsveza: Ulmion Oberd. 53

Ass.: Frangulo-Alnetum glutinosae Rauš 68

Subass.: ulmetosum laevis nova

Šumsko-gospodarske karakteristike. Šuma ima prijelazni karakter i s njom treba tako gospodariti, da se postupno prirodnim i umjetnim putem prevede u šumu hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom.

Orijentacijski prosječni parametri za tu šumu na istraživanom području jesu slijedeći:

visina crno-johinih stabala kreće se od 15—30 m  
visina jasenovih stabala kreće se od 16—35 m  
visina vezovih stabala kreće se od 10—25 m  
prsni promjer johinih stabala je od 20—40 cm  
prsni promjer jasenovih stabala je od 15—70 cm  
prsni promjer vezovih stabala je od 10—40 cm  
broj johinih stabala po 1 ha iznosi 50—100 kom  
broj jasenovih stabala po 1 ha iznosi 150—200 kom  
broj vezovih stabala po 1 ha iznosi 50—100 kom  
drvena masa po 1 ha iznosi od 250 do 350 m<sup>3</sup>

Prirodnu obnovu te šume čovjek mora pomagati, da bi se što prije razvila u mješovitu šumu hrasta lužnjaka, poljskog jasena, nizinskog briješta i crne johe.

Lokalitet — Lokalität	Kraplja	
Datum	18. 10. 1971.	
Odjel/odsjek — Abt./Unterabt.	32	33
Veličina snimke, m <sup>2</sup> Aufnahmenfläche, m <sup>2</sup>	100	100
Sloj drveća — Baumschicht:		
<i>Salix alba</i>	5.5	2.2
<i>Populus nigra</i>	+	1.2
<i>Populus alba</i>	+	1.2
Sloj grmlja — Strauchschicht:		
<i>Amorpha fruticosa</i>	3.3	2.2
<i>Rhamnus frangula</i>	.	1.1
<i>Ulmus effusa</i>	1.1	+
<i>Salix alba</i>	2.2	+
<i>Fraxinus angustifolia</i>	.	1.2
Sloj prizemnog rašća — Krautschicht:		
<i>Lycopus europaeus</i>	1.2	1.2
<i>Mentha aquatica</i>	1.2	1.2
<i>Agrostis alba</i>	2.2	.
<i>Iris pseudacorus</i>	+2	+2
<i>Althaea hirsuta</i>	1.2	.
<i>Lythrum salicaria</i>	+	1.2
<i>Solanum dulcamara</i>	+	1.2
<i>Bidens tripartitus</i>	1.2	+
<i>Stachys palustris</i>	.	+
<i>Euphorbia palustris</i> , i dr. u. a.		+

i) *Mješovita šuma vrba i topola — Pappel/Weidenwald*  
(*Salici-Populetum* prov.)

Ta je zajednica do sada općenito dosta slabo istražena na cjelokupnom području Posavine, a našim istraživanjima također smo obuhvatili samo jedan mali dio, prikazan s dvije fitocenološke snimke. Razlog da je ta zajednica tako malo proučena je njezina vrlo mala zastupljenost u izučavanom području. Na spomenutom području nalaze se najveće i gospodarski najvrednije površine šuma, a pojas vrba i topola je sužen na usku priobalnu zonu te je najčešće samo fragmentarno razvijen.

Životni uvjeti zajednice su loši, jer se razvija na aluvijalnim pješčanim tlima, izvrgnutim čestim i visokim poplavama.

Uspijevanje i rast zajednice vrba i topola uvjetovani su prije svega teksturnim sastavom tla i stupnjem vlažnosti.

Strukturu te biljne zajednice prikazat ćemo s dvije fitocenološke snimke: (vidi tabelu na prethodnoj strani).

Zajednicu je potrebno proučavati na širem području Posavine, da bi se o njoj mogao dati pravi sud. Obzirom na njezinu vrlo malu — fragmentarnu — zastupljenost, mi je samo usput spominjemo (Fot. 20).

j) *Močvarna vegetacija bara — Sumpfvvegetation der vernässten Mikrotieflagen*

O močvarnoj vegetaciji bara u Posavini pisali su prema *Hircu* (1919) dr. *Godra*, prof. *Gjurašin*, *Moesy* i dr. U novije vrijeme močvarnu vegetaciju Posavine proučavao je *Horvatić* (1930, 1931, 1947, 1958). *Glavač* (1969) iznosi: »Floristički predstavljaju temeljni stup riječnih nizina tvrdih listača bogatih hrastom lužnjakom »nešumski« elementi vlažnih i mokrih livada (*Deschampsion caespitosae* H-ić 1930, *Deschampsietalia* H-ić 1958, *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937) kao i zajednica visokih šaševa (*Magno-caricion elatae* W. Koch 1926, *Phragmitetalia* Tx. et Prsg. 1942, *Phragmitetea* Tx. et Prsg. 1942), koje tobože ovdje imaju svoje iskonsko stanište«.

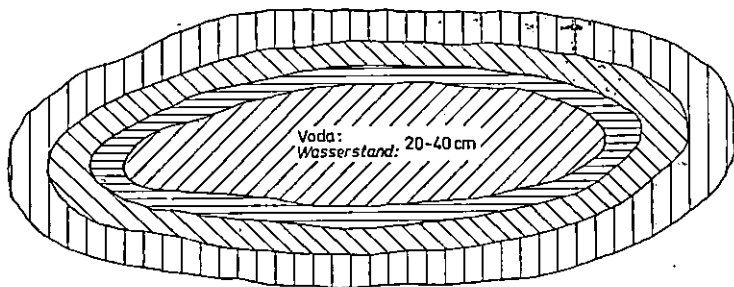
Močvarnu vegetaciju u ovom radu spominjemo samo utoliko, što je povezana sa sukcesijskim razvojem pojedinih šumskih asocijacija i što je sindinamski za njih vezana.

Bare zauzimaju oko 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (cca 1750 ha) od spomenutog područja te po našem mišljenju predstavljaju dosta velik gospodarski problem istraživanog područja. Upravo iz tih razloga one zaslužuju da budu detaljno prirodnoznanstveno istražene i prikazane, kako bi se mogle primijeniti odgovarajuće mjere kojima bi se sada neplodne bare privele kulturi u cilju davanja prihoda šumskom gospodarstvu. Iz spomenutih razloga potrebno je istraživanja barske vegetacije detaljno obaviti. Ovo navodimo samo kao problem spomenutog područja, ali to je izvan djelokruga naše radnje.

Radi ilustracije šarolikosti barske vegetacije na spomenutom području donosimo nekoliko slika (Fot. 21—24) kao i jednu tipičnu skicu za postojeće bare.

Vidimo da je ta bara zatvorena, elipsoidnog ili tanjurastog oblika, što je najčešći slučaj na istraživanom području.

SKICA BARE „MALA VIRAČNA“  
 SKIZZE DER VERNÄSSTEN MIKROTIEFLAGE „MALA VIRAČNA“



- Pojas obrastao drvećem:  
 Mit Bäumen bestockte Zone u.z.: *Quercus robur, Fraxinus angustifolia et Ulmus carpiniifolia*  
 Čista sastojina od: *Fraxinus angustifolia*  
 Reinbestand von:  
 Pojas od: *Salix alba et Populus alba*  
 Zone von:  
 *Glyceria maxima, Schoenoplectus lacustris, Carex riparia, C. vesicaria, C. vulpina et al.*

### 3. Šumske kulture i plantaže — Forstkulturen und -Plantagen

Na istraživanom području zastupljene su šumske kulture slijedećih vrsta drveća:

a) euroamerička topola, b) bagrem, c) američki jasen, d) crni orah, e) platana, f) obični bor (neznatno), g) gledičija (neznatno), h) crna joha.

Spomenute kulture su površinski različito zastupljene (ukupno oko 7%), no najviše ima kultura i plantaža euroameričkih topola. Prema uspijevanju te se kulture vrlo jako razlikuju, pa je značajniji uspjeh postignut samo u nekim topolinim kulturama, a sve ostale vrste drveća pokazale su slabo uspijevanje. Pošumljivanje bara američkim jasenom u prijašnja vremena, dok je Sava te šume redovito plavila, imalo je svoje opravdanje, no u današnje vrijeme te kulture više nisu aktualne.

Naše je mišljenje, da je općenito štetno i gospodarski neopravdano unošenje bilo koje strane vrste drveća u taj naš najveći i najvredniji rezervat nizinskih šuma lužnjaka.

Čovjek nije u stanju pronaći bolje vrste drveća i njihove kombinacije nego što je to sama priroda učinila svojom selekcijom i prilagodbom kroz tisuće godina. Držimo se stoga prirodnog putokaza i sigurno nećemo pogriješiti.

Neuspjeh s umjetnim nasadima doživljujemo na istraživanom području po našem mišljenju zbog toga, jer nije moguće sinhronizirati životne zahtjeve unesenih vrsta s postojećim ekološkim uvjetima, koji svi zajedno djeluju. Zato bi čovjek morao na tom području tražiti odgovarajuće klonove vrsta drveća, njih umjetno razmnažati i unositi na mjesta, gdje je do sada doživio neuspjeh, pa bi postojeća sinekološka interakcija, koja već vjekovima postoji, mogla pridonijeti da se postigne veći uspjeh.

#### 4. Šumsko-vegetacijska karta 1 : 100.000 i vegetacijski profili — Waldevegetationskarte 1 : 100.000 und Vegetationsprofile

Na vegetacijskoj karti istraživanog područja mjerila 1 : 100.000 prikazano je različitim bojama današnje stanje i rasprostranjenost glavnih klimazonalnih i lokalno uvjetovanih šumskih zajednica. Ostale šumom neobrasle površine prikazane su žutom bojom. Izrađena vegetacijska karta poslužit će vrlo dobro prilikom sastavljanja dugoročnih osnova. Međutim, za praktičnu upotrebu za svaku šumariju potrebno je načiniti vegetacijske karte po gospodarskim jedinicama u mjerilu 1 : 25.000 ili, još bolje, u mjerilu 1 : 10.000.\*

Vertikalno raščlanjenje šumske vegetacije u zavisnosti o mikoreljefu prikazano je na karti na osnovi stvarno izniveliranog poprečnog profila u predjelu Sočna, gdje su također naznačeni i tipovi tala, na kojima se razvijaju šumske fitocenoze.

Na karti se također nalaze klimadijagrami u smislu H. Waltera za 15-godišnji period 1953—1967. meteorološke stanice u Vinkovcima i Spačvi.

Površine pojedinih fitocenoza određene su pomoću mreže točaka (*»dot grid method«*, Stellingwerf 1964), a potom izračunat postotak zastupljenosti fitocenoze, koji se vidi u legendi spomenute karte.

Postojeće legende jasno prikazuju, kojoj šumskoj zajednici pripada pojedina boja na karti, a dan je odgovarajući broj i u legendi, i na karti.

Uzdužni (E-W) i poprečni (N-S) vegetacijski profili (v. Karta 1) prikazani su grafički na osnovi stvarno obavljene nivelacije na terenu. Duljina tih nivelmanskih profila iznosi 73 km i vjerno predočuje postojeći mezoreljef spomenutog područja. S obzirom da je paralelno s nivelacijom obavljeno i kartiranje šumske vegetacije, bilo je moguće na tim profilima prikazati i postojeću vegetaciju istim bojama prema legendi na karti. Na taj je način nedvojbeno povezan oblik reljefa s odgovarajućom šumskom vegetacijom, jer je reljef jedan od bitnih čimbenika, koji utječu na razvitak vegetacije istraživanog područja.\*\*

Smatramo da će vegetacijski profili također vrlo dobro poslužiti u praktične svrhe prilikom izvođenja terenskih radova u vezi s uzgajanjem i eksploatacijom postojećih šuma.

## II. SINEKOLOŠKI I SINDINAMSKI ODNOSI ŠUMSKIH ZAJEDNICA — SYNÖKOLOGISCH-SYNDYNAMISCHE VERHÄLTNISSE DER WALDGESELLSCHAFTEN

### 1. Podzemna voda — Grundwasser

Podzemna voda mnogo utječe na razvitak biljnih zajednica nizinskih područja, što jasno pokazuje i povećani interes i u svijetu, i kod nas za istraživanja tog utjecaja na biljni svijet. Navedeni utjecaj podzemne vode

\* Vegetacijska karta 1 : 100.000 tiskana je posebno u Grafičkom zavodu Hrvatske 1972. g. — Die Vegetationskarte 1 : 100.000 wurde vom Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, als Separatabdruck im Jahre 1972 vervielfältigt.

\*\* Zbog ograničenog prostora nismo bili u mogućnosti tiskati i nivelmanske profile (u duljini od 73 km) — Wegen des beschränkten Raumes war es nicht möglich, die Nivellementsprofile (in der Länge von 73 km) zu reproduzieren.



na pridolazak šumskog drveća u Posavini proučavali su *Dekanić* (1959), *Vukičević* (1959) i *Erdeši* (1959—1962), a na pridolazak i razvitak livadnih zajednica *Ilijanić* (1957—1959). Podzemnu vodu kao pedogenetski činilac proučavali su *Kurtagić-Jugo* (1954), *B. Pušić* i *A. Škorić* (1965) i dr.

Osim poplavnih voda važan je u istoj mjeri za spomenuto područje i režim podzemnih voda. Poplavne i podzemne vode u zavisnosti o mikroreljefu djeluju na pridolazak i razvitak šumskih zajednica. Najmanje promjene mikroreljefa u vezi s tim poplavama i nivoa podzemne vode uvjetuju promjenu tipa tla, floristički sastav i pojavu šumskih fitocenoza.

U ovom poglavlju prikazat ćemo rezultate naših istraživanja, koja smo obavljali u namjeri, da bar donekle utvrdimo utjecaj nivoa podzemne vode na pridolazak šumskih zajednica u spomenutom području.

Sondiranje terena obavili smo na našim profilima (Karta 3) u predjelu Sočna i Desićevo. U predjelu Sočna (profil I) prethodno je izniveliran teren u duljini od 1520 m, koji prolazi kroz različite šumske zajednice. Na odabranim mjestima u tipičnim šumskim zajednicama iskolčene su fitocenološke plohe  $20 \times 20$  m<sup>2</sup>, i na toj su površini obavljena pedološka i fitocenološka istraživanja, a također je sondiran teren zbog utvrđivanja nivoa podzemne vode u tom vremenu. Sondiranje tla obavljeno je u dva navrata i to: 1. travnja 1970. te 25. kolovoza 1970. godine. Rezultate tih mjerenja donosimo tabelarno (Tab. I i Graf. 12).

Željeli smo sondiranjem terena utvrditi, kako se u danom momentu, tj. u određeno godišnje doba i vrijeme razlikuju razine podzemne vode u sondama u odnosu na proučavane šumske zajednice. Sondiranjem terena utvrdili smo razinu podzemne vode u sondi, a iz tih podataka, koji nisu detaljnije proučavani već su poslužili kao orijentacijski podaci, konstatirano je da postoji veza između dubine podzemne vode, mikroreljefa i šumskih zajednica.\* S naša dva mjerenja u proljeće i jesen 1970. došli smo do rezultata koje prikazujemo u Tab. I i II, kao i grafikonima 12 i 13.

Najviši nivo podzemne vode bio je 1. travnja 1970. na sondi XI — 1,15 m ispod razine tla, a najniži na sondi II — 2,75 m.

Najviši nivo podzemne vode bio je 25. kolovoza 1970. na sondi XI — 1,90 m ispod razine tla, a najniži na sondi X — 4,30 m.

Iz Tab. I. također je vidljivo, da se najviši nivo podzemne vode prilikom obadva mjerenja nalazio na istoj sondi br. XI, i apsolutnoj nadmorskoj visini od 80,60 m u mikroreljefu — nizi s postojećom šumskom zajednicom *Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*. Najniži nivo podzemne vode u proljeće bio je na sondi II. i apsolutnoj nadmorskoj visini od 82,05 m, a u ljeto na sondi X. i apsolutnoj nadmorskoj visini od 81,90 m. U oba slučaja mikroreljef bijaše greda, na kojoj se razvija i raste šumska zajednica *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*.

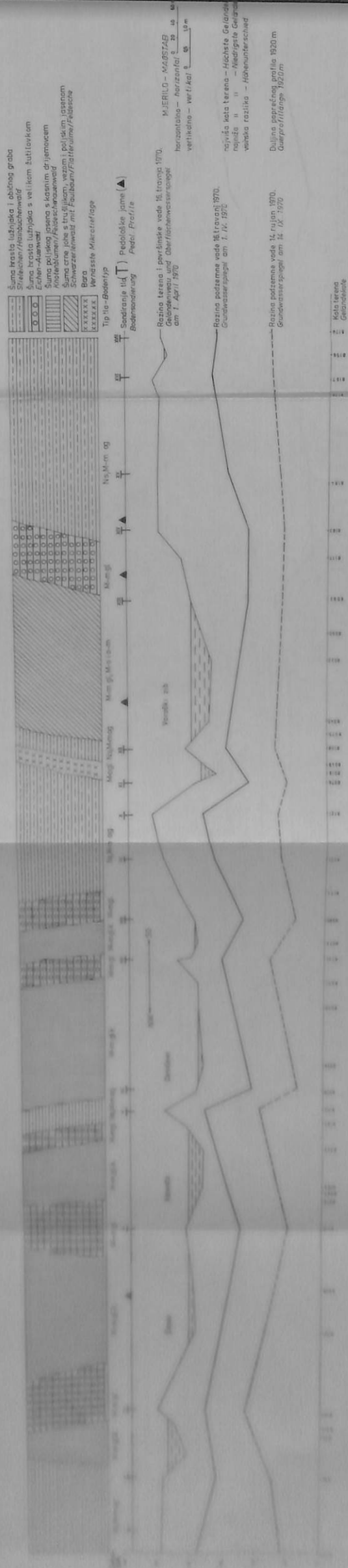
Na profilu II-Desićevo, duljine 1920 m, na izniveliranom terenu obavilo se sondiranje tla 16. travnja 1970. i 14. rujna 1970. Rezultati tih mjerenja prikazani su u Tab. II i Graf. 13.

Najviši nivo podzemne vode bio je 16. travnja 1970. na sondi III — 1,10 m, koja leži na nadmorskoj visini od 81,90 m s mikroreljefskom ozna-

\* Pojam podzemne vode ovdje se odnosi na onu vodu, koja u određenom sloju i dubini ispunjuje sve pore vodonosnog sloja (može biti s ili bez unutarnjeg tlaka, a nalazi se u ravnoteži s tlakom zraka u tlu) (*B. Pušić* i *A. Škorić*, 1965).



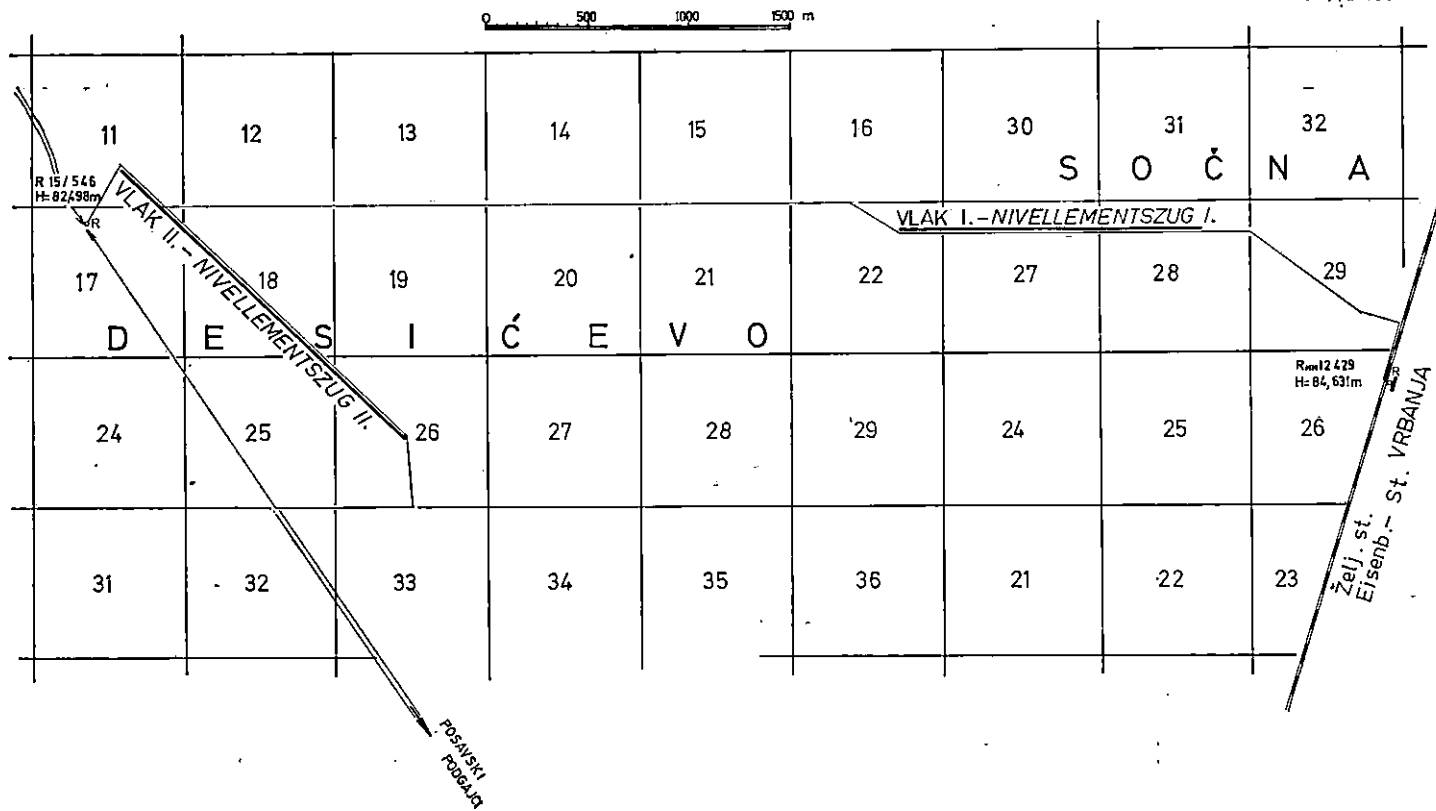
PREDLAZAK ŠUMSKIH FITOCENOZA S OBZIROM NA RAZINU POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE U PREDJELU DEŠIĆEVO  
VORKOMEN DER WALDESSELLSCHAFTEN MIT RÜCKSICHT AUF DEN ÜBERFLÄCHENWASSER- UND GRUNDWASSERSPEGEL IM DISTRIKT DEŠIĆEVO



Kota terena  
Geländehöhe

TRASA NIVELMANA POLOŽENA 1969. GODINE DUŽ IZABRANIH PROFILA SOČNA I DESIĆEVO  
 LINIENFÜHRUNG DES NIVELLEMENTS LÄNGS DER AUSGEWÄHLTEN  
 PROFILE VON SOČNA UND DESIĆEVO IM JAHR 1969

Karta: 3  
 Karte: 3



*Pregled sondiranja podzemne vode na profilu I (Sočna)*  
*Übersicht der Sondierungen des Grundwassers im Profil I (Sočna)*

Tab. I

Broj sonde Sonden-Nr.	Dubina podz. vode, m Grundwassertiefe, m		Nadm. visina razine tla Meereshöhe des Boden- niveaus	Mikroreljfska karakteristika terena Mikrorelief- charakteristik des Geländes	Šumska fitocenosa Waldassoziation
	1. 4. 70.	25. 8. 70.	m		
I	1,85	3,60	81,90	Greda — ME*	C.— <i>Q.typicum</i>
II	2,75	3,60	82,05	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
III	1,56	3,55	81,90	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
IV	1,66	3,70	81,50	Greda — niza ME — MT*	C.— <i>Q.typicum</i>
V	2,40	4,00	81,20	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
VI	1,99	3,50	81,60	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
VII	1,53	3,50	81,40	Greda — niza ME — MT	L.— <i>F.typicum</i>
VIII	1,48	3,70	81,20	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
LX	1,65	4,00	81,50	Greda — niza ME — MT	C.— <i>Q.typicum</i>
X	2,66	4,30	81,20	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
XI	1,15	1,90	80,60	Niza — MT	F.— <i>A.ulmetosum</i> <i>laevis</i>
XII	1,65	2,45	80,65	Niza — MT	F.— <i>A.ulmetosum</i> <i>laevis</i>
XIII	1,56	2,50	80,60	Niza — MT	F.— <i>A.ulmetosum</i> <i>laevis</i>
XIV	2,06	3,10	81,70	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
XV	1,92	2,05	81,00	Greda — niza ME — MT	F.— <i>A.ulmetosum</i> <i>laevis</i>
XVI	1,58	1,65	80,20	Niza — MT	F.— <i>A.ulmetosum</i> <i>laevis</i>
XVII	1,78	2,25	81,40	Greda — niza ME — MT	F.— <i>A.ulmetosum</i> <i>laevis</i>

\* Greda = Mikroerhebung (ME); niza = Mikrotieflage (MT).

kom greda-niza i razvijenom biljnom zajednicom *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*, a najniži na sondi XIV — 2,60 m, koja je postavljena na nadmorskoj visini od 81,80 m s mikroreljfskom oznakom greda i postojećom šumskom zajednicom *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*. Pada u oči, da sonde III. i XIV. imaju skoro iste nadmorske visine (81,90 i 81,80 m), a vrlo različiti nivo podzemne vode. Objašnjenje za to nalazimo u Graf. 13 iz kojega možemo vidjeti, da se točka III.

*Pregled sondiranja podzemne vode duž profila II (Desičevo)*  
*Übersicht der Sondierungen des Grundwassers längs des Profils II*  
*(Desičevo)*

Tab. II

Broj sonde Sonden-Nr.	Dubina podz. vode, m Grundwassertiefe, m		Nadm. visina razine tla Meereshöhe des Boden- niveaus	Mikroreljefska karakteristika terena Mikrorelief- charakteristik des Geländes	Šumska fitocenoza Waldassoziation
	16. 4. 70.	14. 9. 70.	m		
I	1,25	3,60	81,85	Greda — ME*	C.— <i>Q.typicum</i>
II	1,65	3,30	8,80	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
III	1,10	2,70	81,90	Greda — niza ME — MT*	G.— <i>Q.carice- tosum remotae</i>
IV	1,67	3,10	81,10	Niza — ME	G.— <i>Q.carice- tosum remotae</i>
V	1,28	2,80	81,70	Greda — MT	C.— <i>Q.typicum</i>
VI	1,67	3,50	80,70	Niza — bara MT — ME	L.— <i>F.typicum</i>
VII	1,33	2,70	80,80	Niza — MT	G.— <i>Q.carice- tosum remotae</i>
VIII	1,45	2,90	80,60	Niza — MT	G.— <i>Q.carice- tosum remotae</i>
IX	1,41	3,40	81,70	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
X	1,42	3,65	82,00	Greda — ME	C.— <i>Q.typicum</i>
XI	1,50	2,60	80,80	Greda — niza ME — MT	C.— <i>Q.typicum</i>
XII	1,20	2,61	81,05	Greda — niza ME — MT	C.— <i>Q.typicum</i>
XIII	1,67	2,62	80,20	Niza — MT	F.— <i>A.ulmetosum laevis</i>
XIV	2,60	3,90	81,80	Greda — ME	G.— <i>Q.typicum</i>
XV	2,00	3,50	81,85	Greda — ME	G.— <i>Q.typicum</i>
XVI	1,66	3,30	81,95	Greda — ME	G.— <i>Q.typicum</i>
XVII	1,60	3,10	81,75	Greda — ME	G.— <i>Q.typicum</i>

\* Greda = Mikroerhebung (ME); niza = Mikrotieflage (MT).

nalazi na vrhu uske grede, opkoljene s obje strane barama, pa je, razumljivo, i nivo podzemne vode visok, dok se naprotiv točka XIV. nalazi na širokoj gredi, dovoljno udaljenoj od bare te se bočni utjecaj podzemne vode putem kapilara toliko ne osjeća.

Najviši nivo podzemne vode bio je 14. rujna 1970. na sondi XI — 2,60 m (greda) ispod razine tla, a najniži na sondi XIV — 3,90 m (greda).

Tabele I. i II. i Graf. 12 i 13 dovoljno jasno ilustriraju povezanost i zavisnost šumskih zajednica, tipova tala i nivoa podzemne vode o mikroreljefu, jer se promjenom mikroreljefa mijenja tip tla, šumska zajednica i nivo podzemne vode.

## 2. Sinekološki-sindinamski odnosi šumskih zajednica *Synökologisch-syndynamische Verhältnisse der Waldgesellschaften*

Osnovni ekološki uvjeti šumskih zajednica u istraživanom području određeni su već samim smještajem (položajem) šumskog bazena Spačve. Zauzimajući golemo područje na lijevoj obali Save, spomenute šumske zajednice su se razvijale u međusobnom utjecaju jedne zajednice na drugu kao i utjecajem svih biljnih zajednica na životnu sredinu (biotop), u kojoj se razvijaju. Na taj je način u potpunosti došlo do izražaja skupno (sinekološko) djelovanje svih ekoloških čimbenika žive i nežive prirode.

Ekološke činioce, koji su došli do izražaja, proučili smo i prikazali pojedinačno u prvom poglavlju, a ovdje želimo ukazati na njihovo skupno djelovanje, koje u prirodi jedino i postoji. Današnja dostignuća sinekološke znanosti još uvijek ne dozvoljuju — jer nisu pronađene metode i sredstva — da se točno utvrdi uzajamno djelovanje žive i nežive prirode kao i snaga tog djelovanja. Jasno je, međutim, i nepobitno da to uzajamno djelovanje postoji i da se međusobno nadopunjuje.

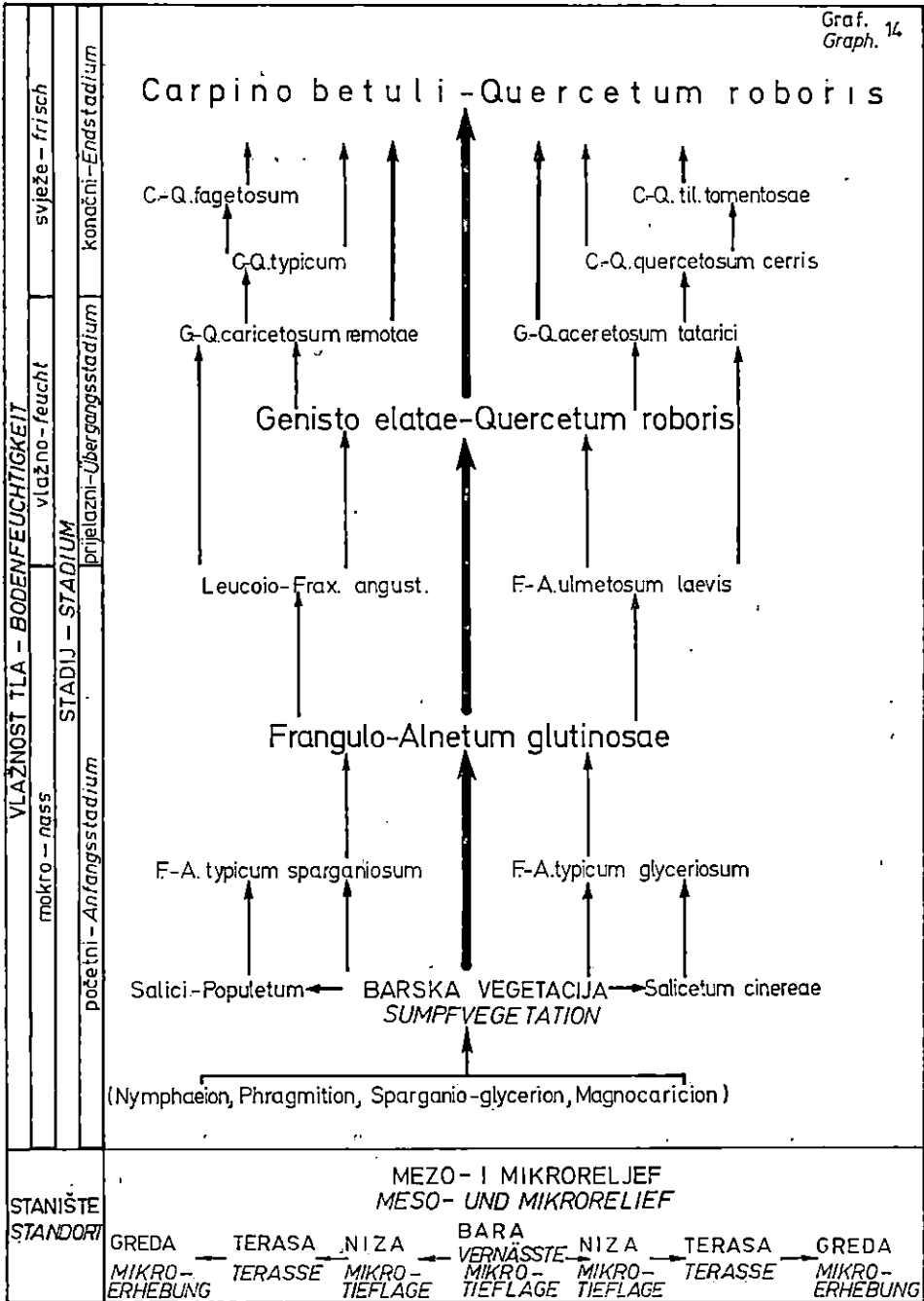
Na istraživanom području naročito su došle do izražaja geomorfološke prilike i to u obliku mezoreljefa i mikroreljefa, jer je s njima usko povezana pojava pojedinih šumskih zajednica. Tu povezanost i međusobni utjecaj mi smo nepobitno dokazali na cca 73 km duljine nivelmanskih vlakova, tj. uzdužnih profila kroz sve spomenute biljne zajednice. Na njima se prvenstveno pokazalo, da se promjenom prvobitno formiranog reljefa mijenja i pridolazak biljne zajednice, no isto tako da i biljna zajednica svojim djelovanjem (rastom i obnovom) utječe na reljef te ga mijenja, npr. zarašćivanje bara vegetacijom i dizanje nivoa terena putem organskih otpadaka i njihovom mineralizacijom.

Zajednički utjecaj reljefa, površinske i podzemne vode na šume istraživanog područja još je više došao do izražaja, što smo prikazali u shemi pridolaska šumskih zajednica u odnosu na poplavnu i podzemnu vodu (Graf. 13 i 14).

Praporna geološka podloga osigurala je na cijelom području dovoljnu fiziološku dubinu, i na taj se način korijenje glavnih edifikatora — šumskog drveća — nesmetano probija do odgovarajuće optimalne dubine za pojedine vrste drveća i cjelokupnu biljnu zajednicu. Tako je matična podloga omogućila uzrast orijaških hrastova, koji duboko razvijaju žilu srčanicu i tvore osnovnu odnosno glavnu vrst drveća u skoro svim šumskim zajednicama spomenutog područja.

Odlično razvijena mreža vodotoka pridonosi bržem sakupljanju i odvođenju nepotrebnih količina površinske vode i tako u sinekološkom smislu djeluje na šumsku vegetaciju i ostale činitelje životne sredine. Sabiranjem suvišne vode i dovoljno dugo zadržavanje normalne količine vode u svojim vodotocima tijekom godine rijeke i ostali vodotoci pridonose razvitku i održavanju biljnog svijeta tog područja.

RAZVITAK ŠUMSKE VEGETACIJE U BAZENU SPAČVA  
 ENTWICKLUNG DER WALDVEGETATION IM SPAČVA-BECKEN





Cjelokupna Posavina i u njoj istraživano područje vjekovima su bili plavljeni. Tek unatrag četiri desetljeća zaustavljene su pojave katastrofalnih poplava izgrađnjom obrambenih nasipa uz Savu. Nepobitna je činjenica, da je i poplava utjecala na oblikovanje i fizionomiju pojedinih šumskih zajednica spomenutog područja (šuma crne johe). Redoslijed indirektnih poplava u šumskim zajednicama, koje se i dalje zbivaju na tom području, izazvane suvišnom oborinskom i podzemnom vodom, prikazali smo u Tab. 7.

Odnos dubine podzemne vode prema šumskim zajednicama — Beziehung zwischen der Grundwassertiefe und den Waldgesellschaften

Tab. 7

Mikroreljef Mikrorelief	Šumska fitocenoza Waldgesellschaft	Dubina podzemne vode, m Grundwassertiefe, m		
		Proljeće Frühjahr 1970.	Jesen Herbst 1970.	Razlika Differenz m
Greda Mikro- erhebung	<i>Carpino betuli-Quercetum roboris typicum</i>	1,3—2,7 2,0	2,0—4,3 3,5	3,0
Niza Mikrotiefelage	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae</i>	1,2—1,5 1,35	2,6—3,0 2,3	1,8
Niza — bara Mikrotiefelage- -Vernässte Mikrotiefelage	<i>Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum</i>	1,5—1,7 1,6	3,0—3,5 3,25	2,0
Niza Mikrotiefelage	<i>Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis</i>	1,1—1,9 1,5	1,6—2,5 2,05	1,4

Vidimo da se najveća razlika u mjerenju nivoa podzemne vode u spomenutom periodu (proljeće—jesen 1970.) pokazala u cenozi *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*, te da iznosi (4,3 — 1,3 = 3,0 m) puna 3 m. U ostalim šumskim asocijacijama i subasocijacijama ta je razlika znatno manja pa iznosi 1,4—2,0 m.

Kao ograničenja pridolaska šumskih cenoza (barska granica šuma) na istraživanom području javlja se visok nivo podzemnih voda i površinski sakupljene vode. Međutim, u gore spomenutim cenzama, gdje smo obavljali istraživanja nivoa podzemne vode, taj najviši nivo je u proljeće bio još uvijek ispod 1,0 m (1,10 m), a srednjaci bijahu još povoljniji. Na taj način vidimo, da je šumska vegetacija zauzela i obrasla sva pristupačna tla javljajući se u pojedinim subasocijacijama, već prema podnošenju višega ili nižeg nivoa podzemne vode. Bare, u kojima je nivo podzemne vode vrlo visok, nisu pristupačne za šumsko drveće sve dotle, dok se taj ekološki čimbenik ne odstrani.

Srednji godišnji nivo podzemne vode na istraživanom području, koje je obraslo šumskom vegetacijom, kreće se na dubinama od 1,75—2,75 m,

s time da je najviši (1,75) u cenozi crne johe i veza (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*), a najniži u cenozi hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*), što se moglo i očekivati prema drugim sinekološkim činiocima (reljef, tlo).

Među važnije sinekološke čimbenike za razvitak šumskih zajednica spada i klima. Postojeći temperaturni i oborinski uvjeti omogućuju optimalni razvitak šuma hrasta lužnjaka te svojim značenjem pridonose zajedno s ostalim faktorima (reljef — voda — tlo) razvitku i stabilnosti postojećih šumskih zajednica.

Srednja godišnja temperatura zraka za stanicu u Spačvi iznosi 10,1 °C, a srednja vegetacijska 16,5 °C, što je vrlo povoljno za razvitak šuma listača. Oborine iznose u prosjeku 777 mm godišnje, od čega u vegetacijskom periodu padne 55%, a to je vrlo dobar raspored oborina.

Razvijena mreža vodotoka, dovoljno oborina i golem suvisli kompleks šuma omogućuju visoku vlagu zraka (81%), što se također jasno očituje u razvitku biljnih parazita i poluparazita (lišaj, mahovina, bršljan i dr.).

Langov kišni faktor iznosi oko 77 te ukazuje na semihumidnu klimu.

Martonneov indeks aridnosti iznosi oko 39, što već karakterizira pravu šumsku zonu.

Spačvanski šumski bazen zajedno s bosutskim šumama jugozapadnog Srijema (s kojima tvori nerazdvojnu cjelinu) nesumnjivo je najveći šumski kompleks lužnjakovih šuma u našoj zemlji, a vjerojatno i u ovom dijelu Europe, pa nije ni čudo, ako kažemo da u tim šumama vlada posebna fitoklima, koja se od asocijacije do asocijacije mijenja u zavisnosti o građi i drugim uvjetima, koji tamo vladaju. Tu posebnu šumsku fitoklimu možemo osjetiti čim dodemo u to područje, no, na žalost, još nisu proučene njezine karakteristike u pojedinim biljnim zajednicama.

Pojavu šumskih zajednica na različitim tipovima tala donosimo u Tab. 8, iz koje možemo vidjeti da asocijacija *Carpino betuli-Quercetum roboris* dolazi na dvije tipske klase i na više tipova, podtipova ili varijeteta šumskih tala. Naprotiv, niže vegetacijske jedinice spomenute asocijacije, tj. njezine subasocijacije podudaraju se redovito s jednom ili dvije tipske jedinice tala. S obzirom na učestalost i intenzitet vlaženja dodatnom površinskom vodom tla spomenute šumske zajednice spadaju u I. i II. grupu (str. 251), kod kojih se takvo vlaženje obično ili ne dešava, ili se dešava rijetko.

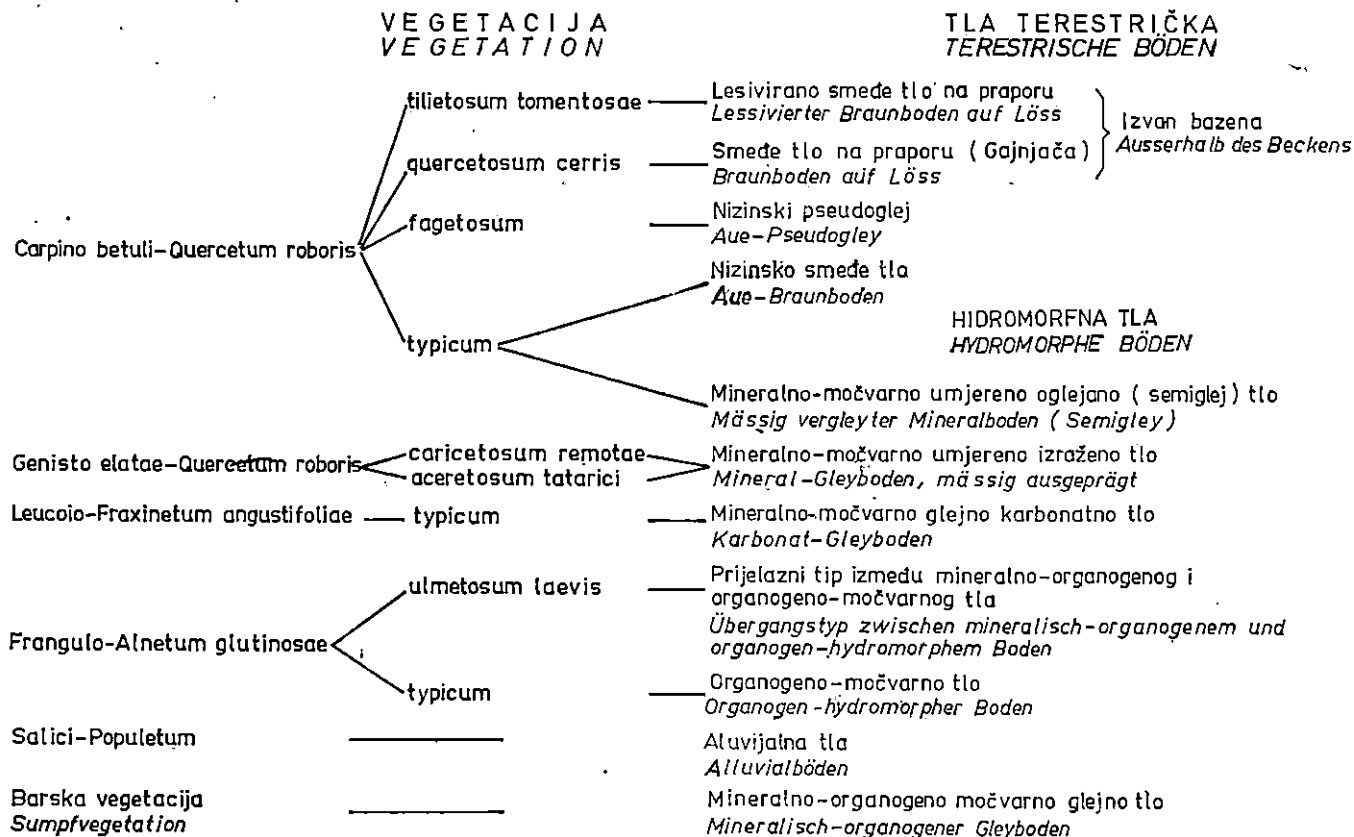
Također imamo slučaj s asocijacijom *Genisto elatae-Quercetum roboris*, gdje njezine dvije različite subasocijacije dolaze na istom tipu tla, tj. obrašću mineralno-močvarna umjereno izražena tla, no izvjesne diferencije tala ipak postoje, ali one dolaze do izražaja tek u najnižoj tipskoj jedinici tla, tj. varijetetu tla, pa razlikujemo karbonatna i nekarbonatna mineralno-močvarna glejna tla. Tla spomenute zajednice su ponekad površinski vlažena većim količinama vode.

Šuma poljskog jasena *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* obrašću mineralno-močvarno karbonatno tlo (Fot. 9) i mineralno-močvarno glejno nekarbonatno tlo (Fot. 10). Ta tla su često površinski vlažena velikim količinama vode.

Tipična šuma crne johe (*Frangulo-Alnetum glutinosae typicum*) dolazi na istraživanom području Spačve isključivo na organogeno-močvar-

# ŠUMSKE ZAJEDNICE U ODNOSU PREMA TIPOVIMA TALA WALDGESELLSCHAFTEN IM VERHÄLTNIS ZU DEN BODENTYPEN

Tab. 8



Tek. broj Lauf. Nr.	Šumska zajednica Waldgesellschaft	Šumski predjel — Walddistrikt					
		Spačvanski bazen Spačva-Becken			Lipovljani		
		Težina zračno-suhe tvari Gewicht lufttrockener Substanz					
		Odjel Unter- abteil.	$\frac{g}{m^2}$	$\frac{kg}{ha}$	$\frac{g}{m^2}$	$\frac{kg}{ha}$	Odjel Unter- abteil.
1	2.	3	4	5	6	7	8
1.	<i>Carpino betuli-Quercetum roboris typicum:</i>						
	a) listinac hrasta lužnjaka Streu von <i>Quercus robur</i>		130	1300	260	2600	
	b) listinac graba, klena, lipe, gloga Streu von <i>Carpinus betulus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Tilia</i> , <i>Crataegus</i>	28c	285	2800	154	1540	127
	c) drvne tvari (grančice) Holzsubstanz (Ästchen)		68	680	61	610	
	Ukupno — Insgesamt kg/ha			4830		4750	
2.	<i>Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum:</i>						
	a) listinac hrasta lužnjaka Streu von <i>Qu. robur</i>		426	4260	440	4400	
	b) listinac graba i bukve Streu von <i>C. betulus</i> u. <i>Fagus silvatica</i>	14c	183	1830	95	950	148
	c) drvne tvari (grančice) Holzsubstanz (Ästchen)		23	230	71	710	
	Ukupno — Insgesamt kg/ha			5320		6060	
3.	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae:</i>						
	a) listinac hrasta lužnjaka Streu von <i>Qu. robur</i>		130	1300	306	3060	
	b) listinac jasena, brijesta, crne joha Streu von <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Ulmus</i> <i>carpinifolia</i> , <i>Alnus glutinosa</i>	26b	232	2320	99	990	120a
	c) drvne tvari (grančice) Holzsubstanz (Ästchen)		50	500	33	330	
	Ukupno — Insgesamt kg/ha			4120		4380	

1	2	3	4	5	6	7	8
4.	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici:</i>	7c					
	a) listinac hrasta lužnjaka Streu von <i>Qu. robur</i>		232	2320	—	—	
	b) listinac klena, žestilja, graba, gloga Streu von <i>A. campestre</i> , <i>A. tataricum</i> , <i>C. betulus</i> , <i>Crataegus</i>		214	2140	—	—	—
	c) drvne tvari (grančice) Holzsubstanz (Ästchen)		46	460	—	—	
	Ukupno — Insgesamt kg/ha			4926		—	
5.	<i>Frangulo-Alnetum glutinosae typicum:</i>	26b					
	a) listinac crne johe Streu von <i>A. glutinosa</i>		189	1890	440	4400	
	b) listinac poljskog jasena, veza Streu von <i>Fr. angustifolia</i> u. <i>U. laevis</i>		214	2140	—	—	148
	c) drvne tvari (grančice) Holzsubstanz (Ästchen)		45	450	95	950	
	Ukupno — Insgesamt kg/ha			4480		5350	
6.	<i>Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis:</i>	25f					
	a) listinac crne johe i veza Streu von <i>A. glutinosa</i> u. <i>U. laevis</i>		297	2970	—	—	
	b) listinac poljskog jasena Streu von <i>Fr. angustifolia</i>		84	840	—	—	—
	c) drvne tvari (grančice) Holzsubstanz (Ästchen)		51	510	—	—	
	Ukupno — Insgesamt kg/ha			4320		—	
7.	<i>Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum:</i>	17e					
	a) listinac poljskog jasena Streu von <i>Fr. angustifolia</i>		219	2190	395	3950	98
	b) drvne tvari (grančice) Holzsubstanz (Ästchen)		89	890	42	420	
	Ukupno — Insgesamt kg/ha			3080		4370	

nom tlu, koje se razvija u Zibu, dok se subasocijacija crne johe s vezom (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*) razvija na prijelaznom tipu između mineralno-organogenoga i organogeno-močvarnog tla. Spomenuta tla su redovito svake godine površinski vlažena umjerenim ili velikim količinama vode, koja se obično na tim tlima zadržava dulje vrijeme (stagnira).

Povezanost šumskih zajednica s različitim tipovima tala donosimo u Tab. 8.

Reakcija šumskih tala kreće se od kisele do praktično neutralne (pH = 4,5—7,0).

Utjecaj biljnih zajednica na šumska tla najbolje se ogleda u tome, ako uočimo, što šuma vraća tlu. Naša istraživanja su pokazala, da se u vidu otpalog lišća i grančica vraćaju šumskom tlu znatne količine organske tvari. Na osnovi jednogodišnjeg mjerenja zapazili smo, da u bazenu Spačve najmanje vraća zajednica *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum*, i to svega 3080 kg/ha zračno-suhe organske tvari, a najviše zajednica *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* u iznosu od 5320 kg/ha (Tab. III).

Biotske čimbenike na istraživanom području moramo također ubrojiti u sinekološke činioce, jer se i oni vrlo jako odrazuju u stvaranju i razvitku tamošnje vegetacije (v. toč. 8. pogl. A).

Sinekološko tj. zajedničko djelovanje svih navedenih činilaca (reljef, voda, geološka podloga, klima, tlo, organska tvar, biotski faktori i dr.) omogućilo je stvaranje i razvitak postojeće šumske vegetacije, koje sindinamski razvitak donosimo u Graf. 14.

#### ZAKLJUČAK — SCHLUSSFOLGERUNGEN

Na osnovi obavljenih vegetacijskih i sinekoloških istraživanja šuma u bazenu Spačve došli smo do slijedećih zaključaka:

U hidrografskom pogledu spomenuto je područje vrlo dobro razvijeno (Sava, Bosut, Spačva, Studva, Brižnica i dr.)

Direktne poplave rijeke Save na istraživanom području ne dešavaju se unatrag 40 godina (1932. god. završen je obrambeni nasip Rajevo Selo—Mitrovica).

Indirektne poplave kao i one koje nastaju od naglog topljenja snijega, oborinske i podzemne vode i dalje predstavljaju aktualan problem istraživanog područja. Srednja razlika mjerenja nivoa podzemne vode u 1970. godini na spomenutom području, koje je obraslo šumskom vegetacijom, kretala se od 1,75—2,75 m. Najmanja razlika (1,75 m) bila je u subasocijaciji crne johe i veza (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis*), a najveća (2,75 m) u tipičnoj šumi hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*).

Na osnovi klimatskih pokazatelja meteorološke stanice u Spačvi, i to: srednje godišnje temperature zraka od 10,1 °C, srednje vegetacijske temperature zraka od 16,5 °C, srednje godišnje količine oborina 777 mm, Langova kišnog faktora 76,9 i na temelju ocjene klime po Gračaninu (1950), vidimo, da je u razdoblju 1954—1967. godine vladala na istraživanom području semihumidna i umjereno topla kontinentalna klima.

Čovjek i drugi biotski činioци znatno su utjecali na pridolazak, razvitak i strukturu šumskih zajednica (krčenje, pepeljarenje, iskorišćivanje, melioracije, komunikacije, naselja, elektrifikacija — sve se to odvijalo u šumi i na njezin račun). Napad insekata i biljnih bolesti u mnogome je poremetio ravnotežu postojeće biocenoze.

Pod šumskom vegetacijom na istraživanom području utvrđeni su slijedeći tipovi tala:

a) Grupa terestričkih tala: 1. nizinsko smeđe tlo i 2. nizinski pseudoglej.

b) Grupa semiterestričkih (hidromorfni) tala: 1. mineralno-močvarno umjereno oglejeno (semiglej) tlo, 2. mineralno-močvarno glejno umjereno izraženo tlo, 3. mineralno-močvarno glejno karbonatno tlo, 4. mineralno-organogeno močvarno glejno tlo, 5. mineralno-močvarno glejno umjereno do jako izraženo tlo, 6. organogeno-močvarno tlo i 7. prijelazni tip između mineralno-organogenoga i organogeno-močvarnog tla.

Jednogodišnja mjerenja u 1971. god. pokazala su, da fitocenoza *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum* vraća tlu putem organskih otpadaka (listinac, grančice, plodovi) najmanju količinu, koja u bazenu Spačve iznosi 3080 kg/ha, a najveću količinu vraća godišnje subasocijacija *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* u iznosu od 5320 kg/ha.

Dosadašnja obavljena floristička i strukturalna snimanja šumskih sastojina spomenutog područja pokazala su, da se ondje s uspjehom razvijaju 342 vrste višeg bilja.

Obavljena fitocenološka analiza istraživanog područja po suvremenim dostignućima šumarske fitocenologije pokazala je, da su tu razvijene slijedeće šumske zajednice:

- Ass.: *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 59), emend. Rauš 69
  - *typicum* subass. nova
  - *fagetosum* subass. nova
  - *quercetosum cerris* Rauš 69
- Ass.: *Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv. 38
  - *caricetosum remotae* Horv. 38
  - *aceretosum tatarici* subass. nova
- Ass.: *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 59
  - *typicum* Glav. 59
- Ass.: *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 68
  - *typicum* subass. nova
  - *ulmetosum laevis* subass. nova
- Ass.: *Salici-Populetum* prov.

Od navedenih šumskih zajednica 5 su novo opisane za šumsku vegetaciju naše zemlje.

Izrađena vegetacijska karta u mjerilu 1 : 100.000 kao i vegetacijski profili u duljini od 73 km zorno ilustriraju raspored i pridolazak postojeće vegetacije.

Postotni površinski udio pojedine šumske zajednice na istraživanom području je slijedeći:

<i>Carpino betuli-Quercetum roboris typicum</i> . . . . .	35%
<i>Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae</i> . . . . .	31%
<i>Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici</i> . . . . .	21%
Šumske kulture i plantaže . . . . .	6%
Bare i poljoprivredna tla . . . . .	5%
Ostale šumske zajednice . . . . .	2%

#### LITERATURA — SCHRIFTUM

1. Anić M., Šumarska fitocenologija, II. dio (skripta), Zagreb 1959.
2. Anić M., Iz novije fitocenološke nomenklature, *Šum. List*, 7/8, 1965.
3. Anić M., Geografija šumskog drveća i šuma (skripta), Zagreb 1966.
4. Babogredac Đ., Melioracija degradiranih sastojina u Bosutskom području, *Šum. List*, 5/6, 1952, p. 153—160.
5. Beck-Männagetta C., Die Vegetationsverhältnisse der Illyrischen Länder, in: Engler-Drude, Die Vegetation der Erde, Leipzig 1901.
6. Bertović S., Klimadijagrami Hrvatske, *Obavijesti Instituta za šumarska i lovna istraživanja NRH*, 10, 1960, p. 41—47.
7. Bertović S., Šumskovegetacijska područja i njihovi klimatski odnosi kao osnova za regionalnu tipološku klasifikaciju šuma u Hrvatskoj, Zagreb 1970. (Disertacija).
8. Beyer A., Regulacija Save, Zagreb 1876.
9. Braun-Blanquet J., Pflanzensoziologie (Grundzüge der Vegetationskunde), Wien—New York 1964.
10. Crnadak M., Uređajna osnova posavskih šuma, Vinkovci 1933.
11. Ćirić M., Pedologija za šumare, Beograd 1962.
12. Dekanić I., Osnovni principi uzgojnih zahvata u posavskim šumama, *Šum. List*, 1/2, 1962.
13. Dekanić I., Utjecaj podzemne vode na pridolozak i uspijevanje šumskog drveća u posavskim šumama kod Lipovljana, *Glasnik za šum. pokuse*, knj. 15, 1962, Zagreb.
14. Dekanić I., Uspijevanje nekih vrsta drveća u prirodnim sastojinama i kulturama Posavlja u ovisnosti o režimu poplavnih i podzemnih voda, Savjetovanje o Posavini I, 27—29. I. 1971, Zagreb.
15. Erdeš J., Fitocenoze šuma zapadnog Srijema, Srijemska Mitrovica 1971.
16. Fukarek P., Raširenje poljskog ili lučkog jasena (*Fraxinus oxycarpa*) u FNR Jugoslaviji, *Godišnj. bot. Inst., Sarajevo*, I. sv. 2, 1940, p. 63—70.
17. Fukarek P., Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl), *Šum. List*, 9/10, 1954, p. 433—453.
18. Fukarek P., Dodatak članku »Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl)«, *Šum. List*, 1/2, 1955, p. 16—21.
19. Fukarek P., Prilog poznavanju šumskih zajednica u kojima se javlja poljski jasen, *Šum. List*, 1/2, 1956, p. 30—40.
20. Fukarek P., Novi podaci o poljskom jasenu (*Fraxinus angustifolia* Vahl), *Šum. List*, 1/2, 1957, p. 30—35.
21. Fukarek P., Prilozi diskusiji o mjestu i ulozi fitocenologije u šumarstvu, *Šum. List*, 1/2, 1961.
22. Fukarek P., Fabijanić B., Stefanović V., Pregled osnovnih tipova šumske vegetacije u donjem toku rijeke Lepenice, *Naučno društvo, SR BiH*, knj. III, 1963, p. 85—129.
23. Fukarek P., Sjeverozapadna granica današnje rasprostranjenosti hrasta sladuna (*Quercus conferta* Kit. = *Quercus frainetto* Ten.), *Šum. List*, 3/4, 1964, p. 109—123.
24. Fukarek P., Fabijanić B., Versuch einer pflanzensoziologischen Gliederung der Wald- und Šibljak-Gesellschaften Bosniens und der Hercegovina, in: Pflanzensoziologische Systematik, den Haag 1968.
25. Gigov A., Kratak pregled kvartarne flore i vegetacije Jugoslavije, *Glasnik muzeja šumarstva i lova*, knj. 5, 1963, p. 103—152.



26. Glavač Vj., O šumi poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoieto-Fraxinetum angustifolia* ass. nov.), *Šum. List*, 1/3, 1959.
27. Glavač Vj., Crna joha u Posavskoj i Podravskoj Hrvatskoj s ekološkog, biološkog i šumsko-uzgojnog gledišta, Zagreb 1960. (Disertacija).
28. Glavač Vj., O vlažnom tipu hrasta lužnjaka i običnog graba, *Šum. List*, 9/10, 1961.
29. Glavač Vj., Osnovno fitocenološko raščlanjivanje nizinskih šuma u Posavini, *Šum. List*, 9/10, 1962.
30. Glavač Vj., Über Eichen-Hainbuchenwälder Kroatiens, Berlin 1968.
31. Glavač Vj., Über die Stieleichen-Auenwälder der Sava-Niederung, Sonderdruck aus der *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, Heft 4, p. 103—109, Bad Godesberg 1969.
32. Gorjanović-Kramberger, Morfološke i hidrografske prilike srijemskog lesa, *Geol. Glasnik*, sv. 5, 1921, Beograd.
33. Gračanin M., Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkim istraživanjima, *Poljopriv. znanstv. Smotra*, sv. 12, 1950.
34. Hirc D., Grada za floru Srijemskog plošnjaka, Fruške Gore i okolice grada Osijeka, *Glasnik Zemaljskog muzeja, Sarajevo*, XXXI, 1919.
35. Horvat I., Biljnosceniološka istraživanja šuma u Hrvatskoj, *Glasnik za šum. pokuse*, knj. 6, 1938, Zagreb.
36. Horvat I., Tomažić G., Horvatić S. i Em H., Metodika istraživanja i kartiranja vegetacije, u: Priručnik za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije, Zagreb 1950.
37. Horvat I., Šumske zajednice Jugoslavije, pos. otisak iz *Šum. enciklopedije*, Zagreb 1963.
38. Horvatić S. et al., Analitička flora Jugoslavije, sv. I, br. 1, 1963, Zagreb.
39. Horvatić S., Ilijanić Lj., Marković-Gospodarić Lj., O biljnom pokrovu Slavonije, I. znanstveni sabor Slavonije i Baranje, Osijek 1970.
40. Ilijanić Lj., Ekološko-fitocenološka istraživanja nizinskih livada Hrvatske, Zagreb 1959. (Disertacija).
41. Ilijanić Lj., Istraživanje livadne i šumske vegetacije Hrvatske (Završni izvještaj o rezultatima istraživanja autora u okviru naučno-istraživačkog zadatka), Zagreb 1969.
42. Janeković Gj., Pedološke karakteristike Slavonije i Baranje, I. znanstveni sabor Slavonije i Baranje, Osijek 1970.
43. Janković M., Istorija florističkih proučavanja u Srbiji, *Flora Srbije I. dio*, Beograd 1970.
44. Janković M., Bogojević R., Ekološki uslovi u poplavnim šumama kod Morovića u Sremu, Savjetovanje o Posavini 27—29. I. 1971, Zagreb 1971.
45. Jovanović B., Biljni svet — Osnovne karakteristike autohtone flore i vegetacije Beljskog lovno-šumskog područja »Jelen«, *Bilten Lovno-šumskog gazdinstva Beograd*, pos. izdanje Operativno-naučnog centra Bilje, 3, 1965.
46. Kalinić M., Prilog poznavanju šumskih tala Bosutskog područja, *Šum. List*, 9/10, 1960, p. 317—330.
47. Kalinić M., Neke specifičnosti hidromorfni tala pod šumskom vegetacijom u slavonskoj Posavini, *Zemljište i biljka*, 1/3, 1967, p. 321—328.
48. Kalinić M., Tla šumskih zajednica u bazenu Spačva, Zagreb 1971. (Manuskript).
49. Kovačević P. u suradnji s Kalinić M. et al., Tla sekcije Vinkovci 4, *Slav. Brod* 3, *Slav. Brod* 4 (Studije s pedološkim kartama), Zagreb 1965.
50. Kovačević P., Kalinić M., Pavlič V., Detaljna klasifikacija tala i izrada pedološke karte hrvatske Posavine mjerila 1 : 50.000, *Zemljište i biljka*, 16, 1/3, 1967.
51. Kozarac J., O prorijeđivanju šuma, *Šum. List*, 8/9, 1886, p. 356—359.
52. Kozarac J., K pitanju pomlađivanja posavskih hrastika. Odgovor J. Kozarca na ocjenu »Zašto Fraxinus excelsior strašilo?«, *Šum List* 6, 1886, p. 241—249.
53. Kozarac J., K pitanju pomlađivanja posavskih hrastika, *Šum. List*, 2, 1886, p. 50—57.
54. Kozarac J., Crne točke u šumarenju slavonskih hrastika, *Šum. List*, 1, 1887, p. 22—29.
55. Kozarac J., Važnost prorijeđivanja, *Šum. List*, 3, 1888, p. 109—114.
56. Kozarac J., Nešto o jasenovoj šumi, *Šum. List*, 3, 1895, p. 106—108.

57. Kozarac J., O uzgoju posavskih hrastovih sastojina u prvim periodima obhodnje, *Šum. List*, 1, 1898, p. 1—15.
58. Kozarac J., Kasni (pozni) hrast (*Quercus pedunculata* var. *tardissima*, Simonkai), *Šum. List*, 2, 1898, p. 41—53.
59. Kerner A., Pflanzenleben der Donauländer, Wien 1863.
60. Krahl-Urban J., Die Eichen, Berlin 1959.
61. Loger L., Prilog k pitanju odvodnjavanja u šumama donje Posavine, *Šum. List*, 12, 1941, p. 522—524.
62. Lucarić T., Referat o uređivanju i smjernicama uzgoja za bazen Spačva, Vin-kovci 1970.
63. Maksić B., Šikić M., Penzar I. i Knežević M., Klimatske i agroklimatske osobine južnog kalničkog prigorja, *Hidrometeor. zavod NR Hrvatske* — Rasprave i pri-kazi, Zagreb 1962.
64. Marković-Gospodarić Lj., Prilozi neofitskoj flori savskih obala u Hrvatskoj, *Acta bot. Croat.*, 29, 1970, p. 205—211.
65. Metlaš J., Slavonske stare hrastove šume, u: Pola stoljeća šumarstva 1876—1926, p. 416—440, Zagreb 1926.
66. Milosavljević M., Prilog proučavanju klime Fruške Gore, *Zbornik Matice srpske*, br. 12, 1957, Novi Sad.
67. Petračić A., Uzgajanje šuma (Ekološki osnovi), prer. izdanje, Zagreb 1955.
68. Prpić B., Korištenje sistem poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u razli-čitim tipovima posavskih nizinskih šuma, Zagreb 1966. (Disertacija).
69. Prpić B., Zakorjenjivanje lužnjaka, poljskog jasena i crne johe u Posavini, Savjetovanje o Posavini I, 27—29. I. 1971, Zagreb 1971.
70. Pušić B. i Škorić A., Prilog poznavanju hidrogenizacije, klasifikacije i odvodnje tala doline Save, *Zemljište i biljka*, 14, 1971, p. 271—288.
71. Rauš Đ., Autohtona i alohtona dendroflora šire okolice Vukovara, *Šum. List*, 5/6, 1969, p. 185—209.
72. Rauš Đ., Rasprostranjenost bukve (*Fagus silvatica* L.) u nizinskim šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj), Sumarski simpozij — 1969, Zagreb 1969.
73. Rauš Đ., Istraživanje tipova šuma i šumskih staništa u Hrvatskoj. Nizinske šume pokupskog bazena (fitocenološka studija), *Dok. Inst. šum. Istraž.*, Zagreb 1970.
74. Rauš Đ., Prilog poznavanju flore iz okolice Iloka, *Šum. List*, 9/10, 1970, p. 285—306.
75. Rauš Đ., Istraživanje šumske vegetacije u Posavini kod Lipovljana, *Bilten posl. Udr. šum. priv. Org. Hrvatske*, 2, 1970, Zagreb.
76. Rauš Đ., Fitocenološke osobine šuma na obroncima zapadnog dijela Fruške gore, *Radovi Centra JAZU-Vinkovci*, knj. 1, 1971, p. 37—147, Zagreb. (Magistar-ski rad).
77. Rauš Đ., Crna joha (*Alnus glutinosa* Gaertn.) u šumama Posavine, Savjetovanje o Posavini, 1971, p. 353—362, Zagreb.
78. Rauš Đ., Šume Slavonije i Baranje od Matije Antuna Relkovića do danas, *Radovi Centra JAZU-Vinkovci*, knj. 2, 1971, p. 107—166, Zagreb.
79. Soó R., Vergangenheit und Gegenwart der pannonischen Flora und Vegetation, *Nova Acta Leopoldina*, Neue Folge, 9, 56, 1940, Halle-Saale.
80. Soó R., Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften, V. die Gebirgswälder I, I, *Acta bot. Acad. Scient. Hung.*, VIII, 3/4, 1962, Budapest.
81. Stellingwerf D. A., Compilation of forest and vegetation maps of vertical photo-graphs, ITC, Delft 1964.
82. Škorić A., Degradacija černoze u Hrvatskoj, *Poljoprivr. znanstv. Smotra*, knj. 17, 1960, Zagreb.
83. Škreb., Letnik J., Klimatska razdioba Hrvatske I, p. 268—283, Zagreb 1942.
84. Takšić A., Prinos poznavanju prapora istočne Hrvatske, *Geol. Vjesnik*, sv. I, 1947, Zagreb.
85. Takšić A., Pregled geološke građe (Slavonije), I. znanstveni Sabor Slavonije i Baranje, p. 107, Osijek 1970.
86. Vajda Z., Utjecaj klimatskih kolebanja na sušenje hrastovih posavskih i donjo-podravskih nizinskih šuma, Zagreb 1948.
87. Vujasinović B., Historijat hidrotehničkih melioracionih radova u dolini rijeke Save, Savjetovanje o Posavini I, 27—29. I. 1971., Zagreb 1971.
88. Vujević P., Podneblje FNR Jugoslavije, *Arhiv poljopr. Nauke*, god. VI, sv. 12, 1953, p. 3—46.

89. Vukičević E., Šumske fitocenoze bosutskog lovišta, pos. otisak iz *Godišnjaka Instituta za naučna istraživanja u lovstvu* za 1957, Beograd 1959.
90. Zezulka A., Proreda posavskih hrastika, *Šum. List*, 1/2, 1915, p. 24—37.
91. Zólyomi B., Der Tatarenahorn-Eichen-Lösswald der zonalen Waldsteppe (*Acero tatarici-Quercetum*), *Acta bot. Acad. Scient. Hung.*, T. 3, fasc. 3/4, Budapest.
92. \*\*\*, K prevažanju drva i brodarenju na Bosutu, Studvi i Spačvi, *Šum. List*, 1/6, 1881.
93. \*\*\*, Ustav i brana na Bosutu, *Šum. List*, 3, 1885, p. 134—135.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Der slawonische Wald stellt ein spezifisches Naturphänomen dar, das einzigartig in der Welt dasteht. Der Spačva-Becken bildet das Kernstück des slawonischen Waldes. Aus diesem Wald stammt das weltbekannte slawonische Eichenholz, das von besonderem Wert und der Inbegriff der Qualität ist.

Die Aufgabe der Untersuchung war: Erforschung und Bearbeitung der ökologischen (geomorphologischen, geologischen, hydrographischen, klimatischen und bodenkundlichen) Faktoren, sowie der biotischen Einflüsse des untersuchten Gebietes; Aufstellung der Übersicht der vorgefundenen Flora; Beschreibung und Ermittlung der Waldvegetations-Einheiten (der Assoziationen, Subassoziationen und Fazies) des untersuchten Gebietes auf floristischer Grundlage; Festlegung des Vorkommens der bereits bisher beschriebenen Waldvegetations-Einheiten auf dem erwähnten Gebiet; Darstellung der synökologischen Verhältnisse (Lebensbedingungen) und der Struktur der neuvorgefundenen sowie der vorherbeschriebenen Waldgesellschaften; Ausarbeitung der phytozöologischen Generalkarte im Maßstab 1 : 100.000, und der Vegetationsprofile.

Das untersuchte Gebiet — der Waldbecken von Spačva — liegt in der pannonischen Niederung und umfasst den südöstlichen Teil Ost-Slawoniens und den westlichen Teil Syrmiens. Die zusammenhängend bestockte Fläche der untersuchten Wälder beträgt ca. 40.000 ha.

Für die Bedürfnisse der Untersuchung wurden ausser den anderen ökologischen Faktoren auch die klimatischen Daten für die Wetterstation Spačva im Zeitabschnitt 1954—1967 und für die Wetterstation Vinkovci im Zeitabschnitt 1953—1967 bearbeitet. Für diesen Zeitabschnitt wurden die Klimadiagramme und Klimatogramme im Sinne *Walters* angefertigt. Bearbeitet wurden die hydrographischen Verhältnisse und, in diesem Zusammenhang, die Überflutungen auf dem untersuchten Gebiet.

Erforscht wurde die Beziehung zwischen dem Meso- und Mikrorelief und dem Überschwemmungswasser, und in diesem Zusammenhang auch das Vorkommen der Waldvegetation. Festgestellt wurde eine klare Beziehung und Abhängigkeit des Vorkommens einzelner Waldgesellschaften vom Bodenrelief und dem Wasser. Der typische Stieleichen/Hainbuchenwald kommt auf terrestrischen Böden vor — brauner Auenboden und Auen-Pseudogley — während der bekannte slawonische Eichenauenwald mit Winkelsegge auf dem mineralisch-hydromorphen mässig ausgeprägten Boden erscheint. Der Knotenblumen/Feldeschenauenwald entwickelt sich auf dem Karbonat-Gleyboden, während der Schwarzerlenwald mit Faulbaum auf organogen-hydromorphem Boden vorkommt.

Die Erforschung der Waldvegetation wurde gemäss den neuzeitlichen Errungenschaften der forstlichen Phytozönologie, welche auf der floristischen und strukturellen Analyse des untersuchten Gebietes beruht, durchgeführt. Diese Forschungen haben erwiesen, dass im Spačva-Becken folgende Pflanzengesellschaften entwickelt sind:

- a) Typischer Stieleichen/Hainbuchenwald (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 1971),
- b) Stieleichen/Hainbuchenwald mit Zerreiche (*Carpino betuli-Quercetum roboris quercetosum cerris* Rauš 1969),
- c) Stieleichen/Hainbuchenwald mit Buche (*Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* Rauš 1971),
- d) Eichenauenwald mit Winkelsegge (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938),
- e) Eichenauenwald mit Tatarenahorn (*Genisto-elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici* Rauš 1971),
- f) Typischer Knotenblumen/Feldeschenauenwald (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959),
- g) Typischer Schwarzerlenwald mit Faulbaum (*Frangulo-Alnetum glutinosae typicum* Rauš 1971),
- h) Schwarzerlenwald mit Faulbaum, Flatterulme und Feldesche (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis* Rauš 1971),
- i) Pappel/Weidenwald (*Salici-Populetum* prov.), und
- j) Sumpfvvegetation der vernässten Mikrotieflagen.

Von den angeführten Waldgesellschaften wurden für die Waldvegetation dieses Landes ihrer fünf neu beschrieben (a, c, e, g, h).

Die Entstehung und syndynamische Entwicklung des slawonischen Waldes sind von dem Flut- und Grundwasser abhängig, so dass dieser Wald unmittelbar aus der Sumpfvvegetation sich zu entwickeln beginnt. Durch Wassermeliorierungen und Senkung des Grundwasserstandes wird die Entwicklung der Waldvegetation gegen ihr Klimax beschleunigt.

Künstliche Pflanzungen auf dem untersuchten Gebiet sind nicht erfolgreich gewesen, da man die Lebenserfordernisse der eingebrachten Arten mit den bestehenden ökologischen Bedingungen nicht aufeinander abstimmen konnte.

Die Synthese der synökologisch-syndynamischen Untersuchungen wurde auf Grund der Erforschung der Meso- und Mikroreliefquerschnitte im Gelände sowie auf Grund der Boden- und Vegetationsforschungen aller charakteristischen Lokalitäten durchgeführt.

Die Erneuerung des mineralisch-organischen Bodenkomplexes wurde mittels der toten Waldstreu untersucht, die durch den Abfall und das Absterben einzelner Pflanzenteile (Blätter, Ästchen, Früchte) in den Holzgewächsschichten entstanden war.

Die Baum- und Strauchsicht im Feldeschen-Auenwald hat im Jahr 1971 dem Waldboden in der Form von lufttrockenen organischen Abfällen 3080 kg/ha und im Stieleichen/Hainbuchenwald mit Buche 5320 kg/ha zurückgeführt. Die Menge der organischen Abfälle ist offenbar von der Struktur und Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft abhängig.

Die angefertigte Vegetationskarte veranschaulicht die tatsächliche Gliederung der Vegetation des erwähnten Gebietes und ermöglicht die Einsicht in die Flächenausbreitung einzelner Waldgesellschaften.

Erforscht wurde die Struktur der Waldbestände nach den Pflanzengesellschaften, und es wurden sichtliche Ergebnisse erzielt, welche die Richtigkeit und Unumgänglichkeit der phytozönologischen Forschungen für die Bedürfnisse des praktischen Forstwesens bekräftigen.

Die Ergebnisse der angeführten Untersuchungen repräsentieren einen Beitrag unserer geobotanischen Wissenschaft in der Form einer wissenschaftlich fundierten Grundlage für die zukünftigen Forschungen auf dem Gebiete der SR Kroatien.

S A D R Ź A J  
(SUMMARIUM)

*Dr Stjepan Bertović:*

- Ekološko-vegetacijske značajke okoliša Zavižana u sjevernom Velebitu . . . . . 5  
Ecological-vegetational characteristics of the environs of Zavižan in the  
northern ranges of the Velebit Mountain (Croatia) . . . . . 73

*Dr Mladen Biffl:*

- Spektrofotometrijsko i plinsko-kromatografsko ispitivanje furfurala . . . . . 77  
Spectrophotometric and gas-chromatographic examination of furfural . . . . . 122

*Dr Stevan Bojanin:*

- Istraživanje potroška vremena kod smolarenja crnog bora francuskom  
metodom . . . . . 125  
Investigation of time expediture in tapping European Black Pine by the  
French method . . . . . 211

*Prof. Dr Dušan Klepac:*

- Funkcionalna zavisnost debljinskog prirasta o asimilacijskoj površini  
kod obične jele . . . . . 217  
The functional dependence of diameter increment upon the assimilating  
surface in Silver Fir . . . . . 221

*Dr Đuro Rauš:*

- Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spačva . . . . . 225  
Vegetations- und synökologische Verhältnisse der Wälder des  
Spačva-Beckens . . . . . 344



