

UDK 630

ISSN 0352-3861

GLAS. ŠUM. POKUSE

Vol. 27

Str. 1-259

Zagreb, 1991

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

*Annales
pro experimentis foresticis*

27



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

OŽUJAK, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
1991

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

SUMARSKI FAKULTET
ZAGREB

ANNALES
PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

Volumen 27

ZAGREB IN CROATIA MCMXCI
UNIVERSITATIS IN ZAGREB FACULTATIS FORESTALIS
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS ET
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS LIGNARISS

GLASNIK
ZA ŠUMSKE POKUSE

Knjiga 27

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET

Glavni urednik

Editor in Chief

Prof. dr. ĐURO RAUŠ
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Urednik za šumarstvo

Forestry Editor

Prof. dr. BRANIMIR PRPIĆ
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Urednik za drvenu industriju

Timber Industry Editor

Prof. dr. STANKO BAĐUN
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Tehnički urednik

Technical Editor

Prof. dr. ŽELIMIR BORZAN
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

IZDAVAČ — PUBLISHED BY:

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Forestry, University of Zagreb
41000 Zagreb, Svetošimunska 25, Hrvatska

Časopis je glasilo znanstvenih radnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Tiska se kao godišnjak. Naklada 1000 primjeraka.

Objavljeni članci se referiraju u časopisu "Forestry Abstracts."

Tiskanje ove publikacije omogućeno je dotacijama Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike Republike Hrvatske, te javnog poduzeća "Hrvatske šume".

Tisak: Sveučilišna naklada, d.o.o. Zagreb, Trg m. Tita 14

S A D R Ź A J
(SUMMARIUM)

<i>Vukelić, J.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Šumske zajednice i staništa hrasta kitnjaka (<i>Quercus petraea</i> Liebl.) u gorju sjeverozapadne Hrvatske		1
Waldgesellschaften und Standorte der Traubeneiche (<i>Quercus petraea</i> Liebl.) im Gebirge Nordwestkroatiens		76
<i>Seletković, Z.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Utjecaj industrijskih polutanata na običnu bukvu (<i>Fagus sylvatica</i> L.) u šumskim ekosistemima slavonskoga gorja		83
Der Einfluss von Industripollutanten auf die Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i> L.) in den Waldökosystemen des Slawonischen Gebirges		195
<i>Bertović, S.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Glavna obilježja visokogorskog bioklimata u okolišu klimatološke postaje i NPŠO-a Zalesina (Gorski Kotar-Hrvatska)		197
Main characteristics of the altimontane bioclimate in the surroundings of the Experimental and Educational Area of Zalesina, Gorski Kota - Croatia		224
<i>Stojković, M.</i>	Izvorni znanstveni članak	
Varijabilnost i nasljednost listanja hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.)		227
Variability and heritability of leafing in pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.)		256

JOSO VUKELIĆ

ŠUMSKE ZAJEDNICE I STANIŠTA HRASTA
KITNJAKA (*Quercus petraea* Liebl.)
U GORJU SJEVEROZAPADNE HRVATSKE

WALDGESELLSCHAFTEN UND STANDORTE DER
TRAUBENEICHE (*Quercus petraea* Liebl.)
IM GEBIRGE NORDWESTKROATIENS

Prispjelo 26. 07. 1990.

Prihvaćeno 20. 01. 1991.

U radu su prikazana sinekološko-fitocenološka istraživanja šumskih zajednica hrasta kitnjaka na Medvednici, Ivanščici i Kalniku. Klasičnim vegetacijskim istraživanjima ciriško-monpelješke škole opisano je pet asocijacija, raščlanjenih na jedanaest subasocijacija i varijanti, a svrstanih u tri sveze, tri reda i dva razreda.

Acidofilne mješovite šume hrasta kitnjaka i pitomoga kestena predstavljene su asocijacijom *Quercus-Castaneetum* Horv. 1938. a čiste acidotermofilne kitnjakove sastojine fitocenozom *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* Vukelić (1990) em. Neutrofilno - mezofilne brdske ilirske šume u kojima dominiraju hrast kitnjak, obični grab i obična bukva shvaćene su unutar asocijacije *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horv. 1938) Borh. 1963 i *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* Vukelić (1990) em. Termofilna šuma hrasta kitnjaka na Kalniku opisana je kao varijanta *Festuca drymeia* asocijacije *Lathyro-Quercetum petraeae* Horv. (1938) 1958.

Osim tih jedinica postavljena je nova podsveza ilirskih kitnjakovo-grabovih šuma (*Lonicero caprifoliae-Carpinenion betuli* / Horv. 1958/ Vukelić 1990) i dopunjeno shvaćanje i poznavanje sveze *Castaneo-Quercion petraeae* (Soo 1962) Vukelić 1990.

Ključne riječi: *Quercus petraea* Liebl., šumske zajednice, šumska staništa, florni sastav, vegetacijska struktura, Medvednica, Ivanščica, Kalnik

A. UVOD - EINLEITUNG

Fitocenološke osobine i sistematski položaj sastojina hrasta kitnjaka u šumskim ekosistemima Hrvatske i susjednih područja jedno su od najčešće spominjanih i obrađivanih pitanja u našoj biljnosociološkoj literaturi. Unatoč tome što su većinu obuhvatila već prva suvremena istraživanja takva karaktera (H o r v a t 1938) i kasnije istraživali brojni autori, W r a b e r (1969a) ističe: "Premda fitocenoze *Quercus-Carpinetum* pripadaju najbolje istraženim šumskim zajednicama, njihov sistematski položaj i raščlanjenje još dugo neće biti jasno postavljeni." S acidofilnim, čistim i mješovitim sastojinama hrasta kitnjaka situacija je još složenija, pa uz komentar karte prirodne potencijalne vegetacije Jugoslavije T r i n a j s l i ć (1987) piše: "Nažalost, neke su kartografske jedi-

nice morale biti određene kompromisno, pa su čak i u suprotnosti s važećim propisima međunarodne sintaksonomske nomenklature. U tom pogledu najlošije su prikazane acidofilne kitnjakove šume. Sve su one ujedinjene pod imenom '*Quercetum petraeae* s. l.', iako takva asocijacija validno ne postoji, dok kitnjak i njemu srodne vrste (*Q. dalechampii*, *Q. polycarpa*) u pojedinim dijelovima izgrađuju posebne i danas već dobro proučene zajednice."

Što je to sporno u shvaćanju i prikazu vegetacijskih jedinica hrasta kitnjaka, što su manje ili više svi autori koji su se bavili ovom problematikom isticali?

Prvo, to je sistematski položaj, pa i raščlanjenost ilirskih šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba. Posebno su iznošeni kontradiktorni stavovi između 1960. i 1970. godine, kada su neki poznati evropski fitocenolozi osporavali H o r v a t o v (1958) prijedlog sistematike tih šuma i njihovo odjeljivanje od bukovih na razini posebne sveze. Poslije tog razdoblja nastali su problemi oko shvaćanja njihove raščlanjenosti na subsocijacije, odnosno njihovo podizanje na rang asocijacija. Konačno, u novije su vrijeme prisutne razlike u shvaćanju značenja, sindinamike i klimatske zonalnosti tih sastojina.

Drugo, acidofilne čiste šume hrasta kitnjaka i mješovite šume hrasta kitnjaka i pitomoga kestena dugo su shvaćane kao jedna asocijacija, i to unutar sistematike koja prema svim autorima koji su je istraživali nije odgovarajuća za njihov florni sastav i sinekološki karakter.

Treće, različita fitocenološka shvaćanja, pa i primjene različitih fitocenoloških škola u Jugoslaviji nisu omogućili jedinstveno rješavanje ove problematike, što istina važi i za neke ostale biljne zajednice.

Osim navedenog potrebno je još nešto istaći. Većina fitocenoloških, ali i ostalih različitih šumarskih istraživanja koja su u neposrednoj vezi sa šumarskom fitocenologijom vršena je u savsko-dravskom međuriječju Hrvatske uglavnom u ekosistemima hrasta lužnjaka, koji svojom zanimljivošću, osebjunošću, kvalitetom i ostalim specifičnostima to bez sumnje zaslužuje. Nažalost, većina sastojina hrasta kitnjaka u panonskom gorju i prostorima između njega ostavljena je po strani. Fitocenolozi i botaničari istraživali su uglavnom samo neku od kitnjakovih vegetacijskih jedinica, ili pak sve zajednice na jednom manjem, zatvorenijem području, a izostala su sustavna, pa i multidisciplinarna znanstvena istraživanja kompleksnosti kitnjakovih ekosistema.

Te su činjenice bile i glavna intencija za ovaj rad, koji je temeljen na želji da se sustavno i po jedinstvenoj metodologiji, multidisciplinarno istraže šume hrasta kitnjaka u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Prvi korak u tom pravcu predstavljaju fitocenološka istraživanja šumskih zajednica hrasta kitnjaka na području Medvednice, Ivanščice i Kalnika. Područje koje te gore zatvaraju vrlo je raznolikih sinekoloških uvjeta i florne građe, pa predstavlja idealan objekt za početak kompleksnih istraživanja. Veliki je pritom problem što nema sastojina u kojima bi se po sistemu istraživanja prašuma bilo moguće približiti iskonskoj prirodi i njenim zakonitostima.

Rad je proveden po ustaljenim principima biljosocioloških istraživanja šumskih ekosistema u Hrvatskoj, dakle po priznatoj metodi ciriško-monpelješke škole. Neophodno je međutim napomenuti da je cijeli rad, odnosno područje vlastitih istraživanja načinjen u skladu s važećim međunarodnim Kodeksom fitocenološke nomenklature (B a r k m a n i dr. 1986), što je, s obzirom na to da je ovo jedan od prvih radova u nas u kojem se dosljedno poštuje Kodeks, izazvalo dosta poteškoća.

Ako sintetiziramo sve rečeno u uvodu, osnovni cilj istraživanja jest:

1. Jasno definirati zajednice hrasta kitnjaka na istraživanom području po fitocenološkim principima;

2. Identificirati i istražiti osnovne sinekološke faktore presudne za pridolazak i rasprostranjenost fitocenoza;

3. Na temelju dosadašnjih i ovih istraživanja odrediti sociološki karakter kitnjakovih sastojina sjeverozapadne Hrvatske u odnosu na srodne susjedne ili šire rasprostranjene zajednice;

4. Tok i rezultate istraživanja interpretirati tako da se u budućnosti mogu primijeniti u šumarskoj praksi u gospodarenju sastojinama, određivanju gospodarske podjele, izradi karata, istraživanju stabilnosti šumskih sastojina po zajednicama i slično.

Sigurno je da će odgovori na ta pitanja, ukoliko ih je moguće dati, bar djelomično pridonijeti rješavanju navedene problematike vezane uz fitocenološki karakter i sistematiku šuma hrasta kitnjaka u Hrvatskoj. Pri tome treba biti svjestan da je konačne zaključke i definitivne stavove moguće donijeti tek nakon sustavnijeg istraživanja cijelog savsko-dravskog međuriječja i susjednih područja.

U izradi rada i interpretaciji rezultata nastojao sam se držati dobro poznatog načela pri fitocenološkim istraživanjima realne šumske vegetacije: piši ono što vidiš.

B. OPĆI PODACI O ISTRAŽIVANOM PODRUČJU I VEGETACIJSKIM SPECIFIČNOSTIMA HRASTA KITNJAKA - ALLGEMEINE ANGABEN UEBER DAS UNTERSUCHTE GEBIET UND DIE EIGENSCHAFTEN DER TRAUBENEICHE

1. Zemljopisni položaj i granice - Geographische Lage und Grenzen

Istraživano područje zauzima sjeverozapadni dio Hrvatske ili, preciznije, krajni zapadni dio savsko-dravskog međuriječja Hrvatske. Čine ga gorski masivi Medvednice i Ivanščice, brdski masiv Kalnika s humljem, riječnim dolinama i nizama između njih (slika 1). Nadmorska visina se kreće od 135 m uz vodotoke do 1061 m na Ivanščici.

Zapadnu granicu istraživanog područja čini rijeka Krapina, sjevernu rijeke Bednja i Plitvica, jugoistočnu i južnu cesta Koprivnica-Križevci-Komin-Zelina-Zagreb.

Ukupna dužina vanjske granice je približno 240 km, a unutar nje je zatvorena površina od oko 190 000 ha. Površina državnih šuma iznosi 31 737 ha, a površina privatnih šuma približno 30 000 ha. Prema tome šumovitost istraživanoga područja iznosi 32%, što je nešto ispod prosjeka Hrvatske i Jugoslavije.

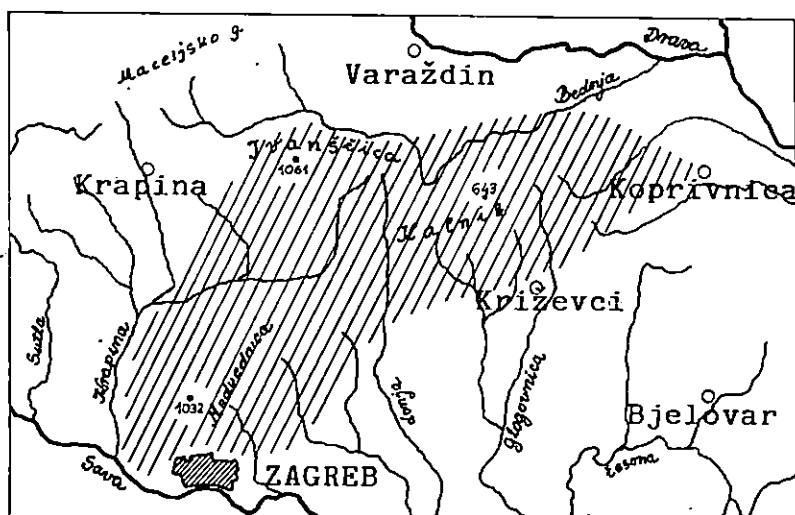
2. Reljef i hidrografija - Relief und Hydrographie

Područje sjeverozapadne Hrvatske vrlo je različito u svom razvitku i stvaranju geoloških formacija. Samoborska gora pripada krajnjem sjeverozapadnom dijelu dinarskog sistema, Ivanščica, Macelj, Ravna gora i Strahinščica pripadaju alpskim ograncima ili, točnije, predalpskom gorju. Medvednica i Kalnik su izdvojeni ostaci (horstovi) staroga rodopsko-panonskog masiva. Prema nekim mišljenjima granica između Alpa i savsko-

dravskog međuriječja pruža se ulegnućem između Ivanščice i Kalnika te dolinom rijeke Krapine. Zbog različitoga razvoja i pripadnosti Medvednice, Ivanščice i Kalnika, glavna obilježja njihova reljefa i hidrografije prikazat će se zasebno.

Medvednica se izdiže kao samostalan gorski masiv između rijeke Lonje, Krapine i Save u smjeru jugozapad-sjeveroistok. Proteže se od ušća Krapine do gornjega područja Lonje u dužini od 40 km. Između rijeke Lonje i Krapine iznad Orašja prelazi u nisko humlje i čini vezu s kalničkim prigorjem i Ivanščicom. Prijevoj Laz dijeli glavni trup Medvednice na dva dijela: jugozapadni zvan Zagrebačka gora s najvišim vrhom Sljeme (1035 m) i sjeveroistočni dio nazvan Zelinska gora s najvišim vrhom Drenova (574 m).

Medvednicu, kao uostalom i cijelo istraživano područje, karakteriziraju brojni izvori i vodotoci. Oni su izrazito brdskog tipa, sa strmim gornjim tokom i manje-više položitim donjim tokovima, sklonim naplavinama.



Sl. - Abb. 1. Geografski položaj istraživanoga područja - Geographische Lage des untersuchten Gebietes

Ivanščica je gora savsko-dravskog međuriječja i najistočniji je dio alpskog pogrđa, odnosno periferni dio morfološkog i geotektonskog niza Istočnih Alpa. Najviša je gora Hrvatskog zagorja (1061 m), pruža se u smjeru istok-zapad u dužini od 27 km. Njen najviši vrh potisnut je na zapad, a u istočnom smjeru, udaljavajući se od Alpa, trup joj se sve više spušta i razgranjuje. Vidček (1981) navodi da se uže područje Ivanščice sa strmim nagibima proteže od oko 260 m n.v. do 1061 m, uz prosječne nagibe od 16 do 45, a ponekad i preko 45% na ostalom dijelu toga područja. Glavni vodeni tokovi brdskoga i brežuljkastoga područja su Bednja na sjevernoj i Krapina na južnoj strani. Krapina s većim pritocima Velika reka, Butkovec, Ivanec, Batina, Selnica, Vrelo, Livadski potok i Zajčki potok pripada savskom, a Bednja na sjeveru podno Ivanščice s potocima Butkovec, Bistrica, Željeznica i mnogim manjim potocima dravskom slivu. Veći vodotoci tih rijeka su regulirani. Međutim, za vrijeme jakih kiša moguće su poplave u polju tih vodotoka.

Treći brdski masiv istraživanog područja je Kalnik. Dugačak je oko 16 km, a visok prosječno 400 do 500 metara. Smješten je na granici Zagorja i Podravine. Bašić (1985) razlikuje na Kalniku i okolici tri geomorfološke cjeline: trup Kalnika, prigorje i aluvijalnu zaravan. Za trup Kalnika navodi da je kratak i uzak karakteriziran dinamičnim reljefom. Sastoji se od tri niza gotovo paralelnih planinskih vrhova.

Prigorje Kalnika se nastavlja na dijelove trupa prema sjeveru i jugu. Sjeverno prigorje prekida dolina Bednje, a južno je takođe bogato i ispresijecano vodotocima. Na tom području izuzetno blagoga i "ugodnog" reljefa izdižu se brojni vrhovi, čija visina međutim rijetko dostiže 300 metara. Aluvijalne nizine, kao treća geomorfološka jedinica toga područja, razvijene su prema Dravi i uz nju.

Trup Kalnika i kalničko prigorje vrlo gusto su ispresijecani vodotocima. Oni pripadaju slivu rijeke Save. Opća je karakteristika tih vodotoka da u gornjem toku izgrađuju uže, a dublje doline, koje se postupno šire.

Trokut Križevci-Koprivnica-Ludbreg (Dugačko brdo, Polum) karakterizira blaga valovitost reljefa, uz mjestimičnu pojavu pješćanih dina. Dalja osobina tog reljefa su mali i kontinuirani padovi u riječne doline, odnosno prirodne drenažne tokove. Česta je pojava da u izmjeni s manjim uzvisinama dolaze zatvorene mezodepresije različita oblika i veličine koje se pedološki i vegetacijski razlikuju od okoline. Od vodotoka dravskom slivu u tom dijelu pripadaju Bednja, Segovina, Koprivnička rijeka i Gliboki potok. Savskom slivu pripadaju: Rastog, Oslavice, a u južnom dijelu još su veći Polum i Vučnjak, koji se ulijevaju u Koprivničku rijeku.

Tako složeni geomorfološki uvjeti istraživanog područja bitan su uzrok raznolikoj sinekološkoj vegetacijskoj slici sjeverozapadne Hrvatske.

3. Geološko-litološka građa-Geologisch-lythologischer Bau

Brojna su i s dugom tradicijom provedena geološko-litološka istraživanja sjeverozapadne Hrvatske, od kojih će se citirati tek novija. Na preglednim geološkim kartama uočljive su najopćenitije karakteristike tog područja koje se sastoji od:

1. jurskih karbonatnih sedimenata na grebenima zagorskih gora;
2. metamorfnih stijena krede i paleogena, osobito Medvednice;
3. klastično-karbonatnih sedimenata neogena rasprostranjenih između brdskih masiva;
4. diluvijalnih klastičnih nevezanih i slabo vezanih sedimenata u širem području riječnih dolina.

U tom povijesnom razdoblju nastali su tereni na kojima se danas rasprostire hrast kitnjak. Glavni dio šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba raste na luvisolima i obronačnim pseudoglejima kvartarnog prapora i neogenskim nekarbonatnim ilovinama i glinama. Acidofilne šume hrasta kitnjaka uspijevaju na distričnim kambisolima krednih pješčenjaka i eruptiva, te na paleozojskim pješčenjacima, škriljavcima i brusilovcima.

Na listovima Osnovne geološke karte koji pokrivaju istraživano područje (Šikić i dr. 1972, Bačić i dr. 1981, Šimunović i dr. 1982) prikazano je preko pedeset geološko-litoloških jedinica. Glavni trup Medvednice građen je od različitih paleozojskih metamorfita (pretežno zelenih škriljavaca). Gornji dijelovi sjevernih padina sastavljeni su većim dijelom od krednih pješčenjaka, šejlova, lapora, rožanaca i vapnenaca, a donji

od krednih dijabaza i spilita. Sasvim donji dijelovi koji se protežu do rijeke Krapine građeni su od pliocenskih lapora, pijeska, pješčenjaka i šljunka. Te tvorevine prelaze prema Ivanščici na sjeveru i Kalniku na istoku u miocenske pješčenjake, šljunke, lapore i gline. Sjeverni rub Ivanščice, Varaždinsko-Topličko gorje, sjeverni i južni rubovi Kalnika također su građeni od tih jedinica. Najniži dijelovi istraživanoga područja uz dravsku dolinu su kvartarne praporne naslage. Glavni trup i vrh Ivanščice, zatim vrhovi Han s okolicom i Kalnički Ljubelj građeni su od trijaskih dolomita, vapnenaca i dolomitnih breča. Samo uzak greben Kalnika tvore peleogenske karbonatne breče, a sjeverni niži vrhovi i padine Kalnika građeni su vrlo slično Medvednici. U gornjim dijelovima su kredni pješčenjaci, šejlovi, lapori i vapnenac, a u donjim bazični eruptivi, dijabaz i spilit. Veza Kalnika i Bilogre (Dugačko brdo) jesu brežuljkasti i brdski tereni građeni od kontinentalnog prapora i praporu sličnih sedimenata.

4. Podneblje - Klima

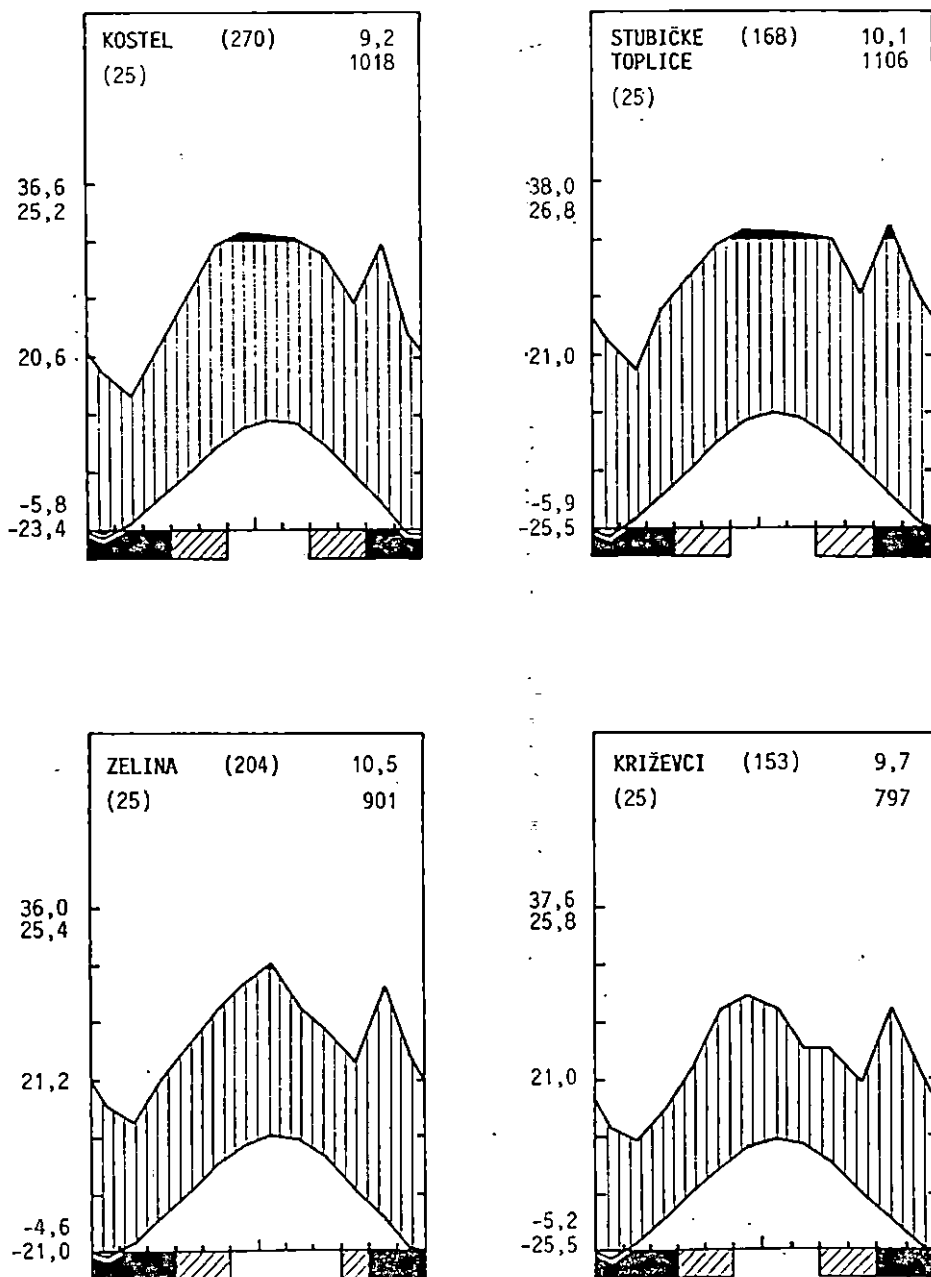
Klimatske karakteristike sjeverozapadne Hrvatske i njihov odnos prema vegetacijskom pokrovu, posebno šumama hrasta kitnjaka i običnoga graba iscrpno su obrađeni u Bertovićevim (1968, 1975) radovima. Bertović pritom područje šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba dijeli na tri potpodručja: južno, središnje, istočno. Sjeverozapadna Hrvatska pripada središnjem potpodručju, za koje Bertović (1968) navodi: "Središnje područje prostire se sjeverno od gorskih masiva Velike i Male Kapele i uključuje veliki dio sjeverne Hrvatske. Ono je karakterizirano umjerenim temperaturnim odnosima i količinom oborina sa povoljnim rasporedom u vegetacijskom razdoblju. Sa stajališta općenitih klimatskih odnosa nema u središnjem potpodručju značajnijih razlika između podataka meteroloških stanica u brdskom i nizinskom području. Samo zapadni dio Hrvatskog zagorja pokazuje veći humiditet, što je također karakteristično za granično područje Slovenije."

Za prikaz osobina podneblja istraživanoga područja u ovome radu korišteni su podaci meteroloških stanica Kostel (270 m), Stubičke Toplice (168 m), Zelina (204 m) i Križevci (153). Time je najbolje predstavljena zona hrasta kitnjaka i običnoga graba (153 do 270 m) kao klimatogene zajednice, a podaci su uzeti za razdoblje 1961-1985 (25 god.), nastavljaju se dakle na Bertovićeva istraživanja. U tekstu se komentiraju samo osnovne vrijednosti, dok ostale zbog ograničenosti prostora nisu mogle biti tablično i tekstualno prikazane. Priloženi su međutim Walterovi klimatski dijagrami (slika 2) koji su inače prihvaćeno sredstvo pri prikazivanju i komparaciji podneblja pojedinih područja.

Prosječna godišnja temperatura zraka za Kostel iznosi 9,2, za Stubičke Toplice 10,1, za Zelinu 10,5, za Križevce 9,7, a prosječno za istraživano područje 9,9 st. C. Na svim meteorološkim stanicama srednju mjesečnu temperaturu ispod 0 st. C ima siječanj, a u Kostelu još i prosinac. Najtopliji mjesec na svim stanicama je srpanj sa srednjom mjesečnom temperaturom od 18,9 u Kostelu do 20,3 st. C u Zelini.

Apsolutna maksimalna temperatura zraka od 38,0 st. C izmjerena je u srpnju 1968. godine u Stubičkim Toplicama, a apsolutna minimalna od -25,5 st. C izmjerena je u siječnju 1963. godine u Stubičkim Toplicama i Križevcima. Prosječno srednje kolebanje temperature zraka za sve meterološke stanice iznosi 20,9 st. C.

Srednja relativna zračna vlaga iznosi na meterološkoj stanici Kostel 83,9 %, Stubičke Toplice 81,9 %, Zelina 81,5 %, Križevci 78,7%, a prosjek za te stanice iznosi



Sl. - Abb. 2. Walterovi klimatski dijagrami meteoroloških stanica na istraživanom području u pojasu šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Epimedio-Carpinetum betuli*, razdoblje 1961-1965) - Klimadiagramme nach H. Walter (Zeitspanne 1961-1965) der meteorologischen Stationen des untersuchten Gebietes im Gürtel des Traubeneichen-Hainbuchenwaldes (*Epimedio-Carpinetum betuli*).

81,5%. Prema Juričićevoj ljestvici to područje ima visoku relativnu zračnu vlagu. Najveća relativna zračna vlaga je u prosincu i iznosi prosječno 88,2%, a najmanja u travnju i svibnju i iznosi prosječno 75,5 %.

Srednja godišnja količina oborina iznosila je u Kostelu 1017,8 mm, u Stubičkim Toplicama 1106,4 mm, u Zelini 901,5 mm, u Križevcima 797,0 mm, dok prosjek za te četiri stanice iznosi 955,7 mm. Uočavamo znatne razlike između pojedinih meteoroloških stanica. Količina oborina se od zapada (Kostel) prema istoku (Križevci) smanjuje. Sigurno je da na povećanu količinu oborina u zapadnom dijelu istraživanog područja utječe blizina alpskog masiva i konfiguracija terena. Već je spomenuto da Ivanščica i Macelj pripadaju predalpskom gorju.

Važno je istaći da čak 553,7 mm ili 57,9% ukupne količine oborina padne u vegetacijskom razdoblju (IV - IX mjesec), što je vrlo povoljno za razvoj vegetacijskog pokrivača. U oborinskom režimu četiriju meteoroloških stanica uočljiva su dva podjednaka maksimuma: ljetni u lipnju (u Zelini u srpnju) i jesenski u studenom.

Prosječna godišnja naoblaka iznosi u Kostelu 5,8 stupnjeva, u Stubičkim Toplicama 5,9, u Zelini 6,6, u Križevcima 6,1 stupanj naoblake, koliki je i prosjek za istraživano područje. To znači da je nebo u prosjeku nešto više nego poluoblačno.

Prosječni broj dana s različitim klimatskim pojavama za sve četiri stanice ima ove vrijednosti:

srednji broj kišnih dana ($\geq 0,1$ mm)	112
srednji broj snježnih dana ($\geq 0,1$ mm)	22
srednji broj dana s tučom	1
srednji broj dana s gmljavinom	25
srednji broj dana s maglom	47
srednji broj dana s mrazom	34
srednji broj dana sa snijegom na tlu ($\geq 0,1$ mm)	45

Ti su podaci vrlo slični Bertovićevima (1975) za cijelo središnje podpodručje hrasta kitnjaka i običnoga graba i niti jedna vrijednost se ne razlikuje više od 10%.

Vjetar je vrlo značajan sinekološki faktor, čije se negativno djelovanje u kitnjakovim sastojinama sve više osjeća. Prema Bertoviću (1975), dominantni vjetrovi istraživanog područja su sjeveroistočnog i sjevernog smjera, a postotak tišine, tj. mironoga vremena bez vjetra, iznosi za Zagreb-Grič 5,2, a za Križevce 10,7%.

Analizirajući podatke meteoroloških stanica Kostel, Stubičke Toplice, Zelina i Križevci, može se zaključiti da istraživano područje šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba ima umjereno toplu, humidnu klimu prema Koeppenovoj klasifikaciji tipa Cfbwx". Četiri mjeseca imaju perihumidnu klimu (I, II, XI. i XII), tri humidnu (III, IV. i X), četiri semihumidnu (V, VI, VII. i IX), a kolovoz semiaridnu. S obzirom na toplinski karakter klime dva mjeseca imaju nivalnu (I. i XII), a veljača hladnu, dva mjeseca umjereno hladnu (III. i XI), dva umjereno toplu (IV. i X), a ostali mjeseci (V, VI, VII, VIII. i IX) vruću.

Takva klima najpogodnija je kontinentalna klima za život čovjeka, pa u tome području šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba nalazimo vrlo ranu naseljenost, velik broj stanovništva i naselja, najproduktivnije poljoprivredne površine, zbog čega su šume uvelike iskrcene i površina pod njima smanjena.

5. Tla - Boeden

Pedološka ili različita ekološka istraživanja tala u šumskim ekosistemima (djelomično i u kitnjakovim sastojinama) sjeverozapadne Hrvatske i u susjednim šumama slavonskoga gorja provelo je više istraživača (Gračanin 1942, 1948, Kovačević i dr. 1972, Kalinić 1975, 1981, Vranković 1973, Vidaček 1979, 1981, Bogunović 1981, Bašić 1985, Martinović/u: Cestar i dr. 1979, 1982, 1983/, Martinović i dr. 1987, Hršak 1986 i drugi). U njima se naglašava velika raznolikost tala i veliko bogatstvo podtipova, varijeteta i formi koji bitno utječu na vegetacijsku sliku tog područja.

Osobito su u tom smislu važna Martinovićeva (u: Cestar i dr. 1982) istraživanja u Hrvatskom zagorju, gdje se u pogledu odnosa zajednica hrasta kitnjaka, tipova tala i geološko-litološke građe uočavaju ove korelacije:

Naziv matičnog supstrata	Dominantni tipovi tala	Šumske fitocenoze
Prapor	Eutrični kambisol i luvisol	<i>Quercus-Carpinetum</i> <i>typicum</i>
Pliocenske i pleistocenske nekarb. ilovine i gline	Pseudoglej (za kitnjak obronačni)	<i>Quercus-Carpinetum</i> varijanta s bukvom
Kredni pješčenjaci	Distrični kambisol	<i>Luzulo-Quercetum</i>
Kredni eruptivni (dijabaz)	Ranker i distrični kambisol	<i>Carici sylvaticae-Quercetum petraeae</i>
Paleozojski pješčenjaci, škriljavci i brusilovci	Distrični kambisol i luvisol	<i>Quercus-Castaneetum</i>

Slična istraživanja u slavonskom gorju provela je Kalinić 1981. Ona ističe da su šume hrasta kitnjaka i običnoga graba rasprostranjene na varijetetima smeđih eutričnih i distričnih tala, na luvisolima i obronačnim pseudoglejima koji se prostiru povrh pleistocenskih ilovina, gline ili prapora, kao i na tercijarnim laporovitim i drugim supstratima. Za ostale kitnjakove zajednice autorica navodi da su na različitim dubljim tlima, na kojima je neposredna veza biljka-stijena "oslabljena" zbog dubine soluma, razvijene uglavnom šume kitnjaka i običnoga graba s bukvom, dok su srednje duboka distrična tla, ponegdje i plitka, staništa acidofilnih najčešće čistih kitnjakovih šuma. Za šume hrasta kitnjaka i pitomoga kestena autorica navodi da su razvijene na plitkim i srednje dubokim smeđim tlima iznad silikatnih stijena.

Što se tiče veza između šumske vegetacije i tala značajna su Vrankovićeva (1973) istraživanja tala na kalcitnim i nekim silikatnim metamorfitima metamorfnoga facijesa zelenog škriljca u Zagrebačkoj gori. Ona su pokazala da se "vegetacija kvalitativno razlikuje na tlima razvijenim na karbonatnim varijantama metamorfnih stijena od vegetacije koja dolazi na tlima razvijenim na kiselim silikatnim metamorfnim stijenama

kao što su glineni škrljavci i kvarc-sericitni škrljci." Na rendzinama, eutričnim i distričnim smeđim tlima lokaliteta Šestinski lagvić razvijena je homogena šuma hrasta kitnjaka i pitomoga kestena s izrazito acidofilnim vrstama. Međutim, na rendzinama i eutričnim smeđim tlima gdje matični supstrat čine kalcitni filiti mnogo češće od acidofilnih se javljaju neutrofilni, a pogotovo bazofilni elementi, od kojih se navode: *Fraxinus ornus*, *Sorbus aria*, *Cornus mas*, *Sorbus torminalis*, *Tanacetum corymbosum*, *Satureia vulgaris* i druge vrste.

Od novijih ekoloških istraživanja tala na istraživanom području svakako treba istaći H r š a k o v a (1986) proučavanja sezonske dinamike dušika u nekim šumskim i travnjačkim zajednicama Medvednice. Ta su istraživanja pokazala da su aktivnim dušikom bolje opskrbljene zajednice montanskog pojasa, a od kitnjakovih fitocenoza najbogatija je *Querco-Carpinetum*, zatim *Querco-Castaneetum*, a najsiromašnija *Luzulo-Quercetum*.

Na sekcijama Osnovne pedološke karte koje prikazuju istraživano područje (sekcije Zagreb 1 i 2, Čakovec 3 i 4, Ptuj 3 i 4) vidljivo je da je u zoni šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba najrasprostranjenija kombinacija luvisol-obronačni pseudoglej, a u područjima gdje se prostiru najznačajniji kompleksi acidofilnih kitnjakovih šuma zastupljene su različite kombinacije u kojima je uvijek dominantno tlo distrični kambisol, no zastupljenija je kombinacija distrični kambisol-eutrični kambisol-ranker u različitim postotnim odnosima.

Napominjem da su za potrebe ovih istraživanja, uz pomoć članova Katedre za pedologiju Šumarskog fakulteta u Zagrebu i Odjela za ekologiju Šumarskog instituta u Jastrebarskom, vršena vlastita pedološka istraživanja.

6. Osnovna obilježja šumske vegetacije - Grundlegende Kennzeichen der Waldvegetation

a) Stanje površina i drvnih masa

Istraživano područje nalazi se u tri šumska gospodarstva (Zagreb, Varaždin i Bjelovar), deset šumarija (Zagreb, Donja Stubica, Zelina, Ivanec, Varaždin, Ludbreg, Križevci, Sokolovac, Koprivnica) i osamnaest gospodarskih jedinica ("Sljeme-Medvedgradske šume", "Bistranska gora", "Stubička gora", "Markuševačka gora", "Zelinske šume", "Duboki jarak", "Stubičko podgorje", "Južna Ivanščica", "Zlatarske prigorske šume", "Kalnik", "Lijepa gorica", "Željeznica", "Sjeverna Ivanščica", "Gora Očura", "Varaždinsbreg", "Polum-Medenjak", "Dugačko brdo" i "Kalnik-Kolačka").

Ukupna površina državnih šuma na istraživanom području iznosi 31 739 ha, od čega je 30 839 obraslo šumom. Ukupna drvena zaliha je 6 984 386 m³, od čega 1 309 095 m³ ili 18,7% otpada na hrast kitnjak. Uredajni razred hrasta kitnjaka ima površinu od 3 862 ha, a masu od 835 776 m³. Od toga 477 206 m³ je hrast kitnjak, dok ostalu masu čine uglavnom bukva i obični grab. Ostala masa hrasta kitnjaka nalazi se u drugim uredajnim razredima. Raspored masa hrasta kitnjaka po dobnim razredima ima ovakvu strukturu:

Dobni razred	Drvena masa	%
II (21-40 god.)	83 193	6,3
III (41-60)	374 232	28,6
IV (61-80)	307 909	23,5
V (81-100)	349 105	26,7
VI (101-120)	155 092	11,8
VII (121-140)	39 564	3,1

Hrastom kitnjakom su najbogatije šume u istočnom dijelu istraživanog područja, na križevačko-koprivničkom dijelu. Na tom području nalazi se 44% svih sastojina hrasta kitnjaka. To je razumljivo kad se uzmu u razmatranje sinekološki uvjeti, a posebno konfiguracija istraživanog područja. U tom dijelu prevladavaju brežuljci i obronci Kalnika, visoki najčešće ispod 400 metara. Općenito se može konstatirati da je hrast kitnjak relativno ravnomjerno raspoređen na istraživanom području, izuzimajući gospodarske jedinice na Medvednici i Ivanščici, čiji se dijelovi prostiru na visinama iznad 600-700 metara i zahvaćaju vrhove ili izrazito strme, sjeveru eksponirane padine. Prosječni udio kitnjaka u ukupnoj masi iznosi, osim u spomenutim jedinicama, 15 do 30%. Ukupno uzevši, na tome području kitnjak je po važnosti druga vrsta, iza obične bukve čiji se udio, ovisno o gospodarskim jedinicama, kreće od 40 do 60%.

Osim državnih šuma za istraživano područje i njegovu šumovitost vrlo su značajne privatne šume. Zbog njihove neuređenosti i nedostataka programa za gospodarenje nije moguće za sve dati točne površine, ali se može naznačiti procijenjena površina od oko 30 000 ha. To znači da ukupna šumska površina istraživanoga područja iznosi približno 60 000 ha. Postotak šumovitosti je dakle približno 32% što je vrlo blizu prosjeka šumovitosti Hrvatske i Jugoslavije. Takva šumovitost za to područje može se smatrati veoma visokom. Kad se to konstatira, onda treba imati na umu da je to područje vrlo gusto i vrlo rano naseljeno, da su uz milijunski Zagreb s velikim brojem alohtonog stanovništva zbog blagodatne klime, reljefa i izvora termalne vode izgrađene prometnice i vikend-naselja te da je bilo mnogo šumovlasnika u povijesti, što se pokazalo vrlo nepovoljno za šumske površine.

Što se može najkraće reći o gospodarenju šumama u pojedinim razdobljima i o gospodarenju pojedinih vlasnika?

Podataka o načinu i intenzitetu sječa do polovice 19. stoljeća vrlo je malo. Šume su bile opterećene pravom služnosti (sječa, žirenja, sakupljanja listinca) pa su pokrivala potrebe stanovništva. To je sigurno izazvalo krčenje, degradaciju i nastanak panjača u blizini naselja i u pristupačnim dijelovima. Veleposjednici i Kaptol nisu racionalno sjekli u svojim šumama. U području krajiških pukovnija pravo odlučivanja pripadalo je vojnim, a ne šumarskim stručnjacima. Šume sitnih seljačkih posjeda bile su već u ono vrijeme znatno degradirane. Unatoč svemu navedenom, iz stručnih opisa i inventarizacija šuma može se zaključiti da su oko 1850. godine šume na istraživanom području bile u dobroj mjeri sačuvane. Prevladavale su starije sastojine i velike drvene mase. To se naravno ne odnosi na šume u blizini naselja te na pristupačnije dijelove Medvednice i Ivanščice. U tim dijelovima već je onda bio vidljiv jak antropogeni utjecaj. Međutim, sigurno je da su se čak i tada u zatvorenim područjima Kalnika, Dugačkog brda, Poluma, a mjestimično i Ivanščice nalazile sastojine koje bi danas proglasili prašumama.

Šume kasnijih zemljišnih zajednica znatno su devastirane poslije ukidanja kmetstva 1848. godine. Na udaru oslobođenih seljačkih masa našle su se vlastelinske i crkvene šume. Taj gotovo 25-godišnji period općih sloboda i pustošenja dijela šuma okončan je segregacijom 1871. godine, a većina tih šuma ušla je u sastav kasnijih zemljišnih zajednica. To su u pravilu bile najiskorišćenije i degradirane šume, pogotovo u zajednicama koje su pripadale siromašnijim naseljima u kojima se život bez šume nije mogao ni zamisliti.

Krajiške su šume bile opterećene servitutima. Obitelji su imale pravo na besplatan ogrjev i građevno drvo, na besplatnu pašu i žirenje, na sakupljanje žira, bukvice i keste-na, na košnju bujadi i odnošenje listinca. Šumarskom i lugarskom osoblju bio je vrlo otežan rad i nadzor nad šumama. Lugar na konju je morao čuvati preko 100 000 jutara, a

lugar pješak preko 10 000 jutara šume. Osnivanjem krajiških imovnih općina 1871. i dijeljenjem šuma na dva dijela, državnim su šumama ostali sačuvaniji i bogatiji predjeli, pa tu polovicu smatramo ondašnjim, pa i današnjim najkvalitetnijim šumama. Iskorišćivanje i tretman u imovnim općinskim šumama nastavili su se kao i ranije u pukovnijskim šumama, a unatoč servitutima koji su u dobrom dijelu protiv današnjih shvaćanja prirodnih zakona u jednom šumskom ekosistemu (naprimjer odnošenje stelje), šume imovnih općina bile su najčešće u stanju da su se pravilnim i stručnim radom u njima mogle brzo ukloniti posljedice neracionalnoga gospodarenja.

E t t i n g e r (1886, 1888) oštro kritizira gospodarenje šumama Medvednice i Hrvatskog zagorja onog vremena i izražava bojazan za nestankom šuma. Istovremeno je to učinio i K i š p a t i ć (1884), kasnije K e r n (1909) i mnogi drugi stručnjaci, posebice šumari. Posljedice takva odnosa prema šumi bile su još dugo vidljive, a u mnogim pogledima A n i ć (1963) smatra da su se stare greške i dalje radile.

Za istočni dio istraživanog područja Đ u r i č i ć (1989) navodi da je jače iskorišćivanje starih sastojina današnje bjelovarsko-podravske regije počelo nakon izgradnje željezničke pruge Budimpešta-Rijeka 1872. godine. Najintenzivnije se sjeklo u državnim šumama na Kalniku u razdoblju od 1912. do 1930. godine. Tada je posječeno oko 90% površine šuma na Kalniku pod upravom tadašnje šumarije Sokolovac. Zbog nagloga iskorišćivanja starih sastojina nije u potpunosti uspjelo prirodno pomlađivanje i tlo se jako zakorovilo, pogotovo u bukovim sastojinama (L o n č a r 1929).

G r u e n w a l d (1926) upozorava na prekomjernu potrošnju drveta (posebno ogrijevnog) i daje preporuke za poboljšanje stanja, osobito u šumama zemljišnih zajednica.

Danas se šumama istraživanog područja gospodari prema šumskogospodarskim osnovama kao regularnim sastojinama nastalim nakon oplodnih sječa, najčešće prirodnim putem.

Stanje u privatnim šumama istraživanog područja je loše. Za privatne šume Medvednice ističe se da se njima gospodari ekstezivno, jer nisu ili se tek organiziraju osnovni poslovi određeni Zakonom o šumama. Struktura i stanje drvnog fonda ne zadovoljava, a prosječna drvena zaliha iznosi 66 m³/ha, što je vrlo nisko (B o e h m i dr. 1979).

Za privatne šume varaždinskog područja u šumskogospodarskom programu područja iz 1986. ističe se da ih karakterizira velika usitnjenost posjeda i devastacija. Pretežno su to razni degradacijski oblici nastali kao rezultat nepravilnoga gospodarenja u prošlosti pa sve do danas.

Za privatne šume u istočnom (kalničkom) dijelu istraživanog područja Đ u r i č i ć (1989) piše da su gotovo potpuno devastirane. To se najbolje uočava na južnim obroncima središnjeg dijela Kalničke gore koji je gotovo sav u privatnom posjedu.

Međutim, prikazati povijest gospodarenja šumama samo na temelju iskaza površina i taksacijskih parametara bilo bi nedostatno. Poznato je da se danas općekorisne funkcije šuma u svijetu vrednuju i do nekoliko desetaka puta više nego je vrijednost same drvene mase. To je pogotovo značajno u ovako gusto naseljenom području kao što je sjeverozapadna Hrvatska, u kojem se osim toga nalazi i jedan milijunski grad. O općekorisnoj funkciji šuma, prvenstveno Medvednice, pisali su mnogi stručnjaci (A n i ć 1940, 1943, B a d o v i n a c, 1969, L j e v a k 1979, P o l j a k 1980, M a j e r 1980, K e r n 1909, E t t i n g e r 1886, K l e p a c 1964, B o e h m i dr. 1979. K i š p a t i ć 1884. i drugi).

U većini tih i sličnih radova ističe se da samo pravovremeno i ispravno njegovana šuma može osigurati sve ono što se od nje traži, a danas su to na Medvednici u prvom

redu prirodna obnova i stabilnost. To je važno istaći zbog mnogo dobronamjernih, ali nestručnih napisa u današnjem dnevnom tisku u kojem se baš svaka sječa osuđuje. Činjenica je međutim da se šumske površine na tom području ne smiju više nikako smanjivati.

Iz prikaza šumske vegetacije istraživanog područja može se konstatirati da je prirodna osnova tih ekosistema manje ili više sačuvana. Strani ili neprimjereni šumski ekosistemi neznatni su u ukupnoj šumskoj površini. Međutim, opće stanje, struktura, drvene zalihe i zatečeni uzgojni oblici u državnim i privatnim šumama zorno održavanju dugotrajan antropogeni utjecaj. On se očitovao tijekom povijesti od svojih najprimitivnijih oblika upotrebe drveta u otvorenim ognjištima pa do današnje raznovrsne i prekomjerne potrošnje. Od zapada prema istoku istraživanog područja negativan antropogeni utjecaj je sve manje uočljiv, a šumski ekosistemi sačuvaniji i prirodniji. Da je u povijesti odnos stanovništva sjeverozapadne Hrvatske bio prema upotrebi drveta racionalniji, sigurno je da bi stanje šuma bilo prirodnije, stabilnije i bolje.

Te se karakteristike moraju uzeti u obzir u fitocenološkim istraživanjima, posebno u proučavanju sindinamskih odnosa pojedinih zajednica.

b) Osnovne fitocenološke karakteristike

Vrlo raznolik biljni svijet istraživanog područja zauzima osobit biljnogeografski položaj. On je uvjetovan u prvom redu geomorfološkim, edafskim, klimatskim i biotskim utjecajima, ali i specifičnim geografskim smještajem istraživanog područja i njegovom vezom s dinarskim, alpskim i panonskim područjima. K tome treba svakako dodati i povijesni razvoj Evrope, osobito pleistocenska klimatska kolebanja koja su se odrazila na migraciju i promjene u biljnom svijetu.

Prema dosada najčešće citiranom dijelu iz tog područja u nas, "Analitičkoj flori Jugoslavije" (H o r v a t i ć i dr. 1967), istraživano područje pripada ilirskoj provinciji eurosibirsko-sjeverno-američke regije, i to nižem šumskom pojasu sveze *Carpinion betuli illyricum* i pojasu gorskih i pretplaninskih bjelogoričnih i crnogoričnih šuma. Ta provincija obuhvaća izvanmediteranska područja dijela Slovenije, većeg dijela Hrvatske, Bosne, Hercegovine i Crne Gore. U odnosu na njenu graničnu istočnu provinciju - mezijsku, odlikuje se mnogo većom količinom oborina i promjenama koje one donose.

Na karti flornogenetske raščlanjenosti južne Evrope u radu "Vegetation Suedosteuropas" (H o r v a t i dr. 1974) zastupljeno je nešto drugačije shvaćanje, po kojem istraživano područje pripada ilirskoj podregiji srednjoevropske regije.

Veliko značenje za to pitanje imaju dosadašnja istraživanja biljnogeografskog položaja pojedinih dijelova sjeverozapadne Hrvatske i graničnih područja.

Š e g u l j a (1974), analizirajući 710 autohtonih vrsta i 41 biljnu asocijaciju Vukomeričkih gorica, zaključuje da vegetacijski pokrov Vukomeričkih gorica pripada srednjoevropskoj provinciji eurosibirske šumske regije.

Istražujući biljni pokrov Strahinšćice u Hrvatskom zagorju, R e g u l a - B e v i - l a c q u a (1978) ističe: "Na temelju rezultata se može zaključiti da Strahinšćica pripada prijelaznom području između Ilirske provincije Eurosibirsko-Sjeveroameričke regije s jedne i Srednjoevropske provincije s druge strane, s kojom je srodnija."

U rezultatima istraživanja Samoborskog gorja Š u g a r (1972) navodi da osobit biljeg Samoborskom gorju daju elementi flore južnog karaktera, pri čemu podrazumijeva mediteranske, pontske, atlantske, ilirske i južnojoevropske flore elemente, tj. elemente

toplijih staništa. Osim njih značajne su biljke jugoistočno-evropskog, srednjoevropskog i evropskoga flornog elementa, a manje su značajne one cirkumholarktične rasprostranjenosti. Na temelju analize gotovo 1000 vrsta autor zaključuje: "U flori i vegetaciji Samoborskog gorja značajno mjesto zauzimaju elementi ilirske flore i vegetacije, što znači da je i veza s tim područjem bila uvijek tijesna. No s druge strane vidimo također i jaku zastupanost elemenata i drugih biljnogeografskih oblasti, što cjelokupnom biljnom pokrovu ovog područja daje karakter jednog prelaznog područja."

Iz tih citata je vidljivo da jedna šira analiza flore sjeverozapadne Hrvatske tek predstoji i na temelju nje jasna definicija biljnogeografskog položaja tog dijela Hrvatske.

U pogledu visinske raščlanjenosti vegetacijskog pokrova na istraživanom području situacija je jasnija, a ovdje će biti prikazana po uzoru na "Analitičku floru Jugoslavije" (Horvatić i dr. 1967). Pri tome su korišteni rezultati svih u radu citiranih istraživanja, ali prikaz je u odnosu na "Analitičku floru Jugoslavije" modificiran. Prilagođen je naime rezultatima novijih istraživanja i vlastitom shvaćanju.

- Nizinski (planarni) pojas

Nizinski (planarni) pojas rasprostranjen je u sjeverozapadnoj Hrvatskoj uglavnom u užim ili širim zonama uz glavne rijeke Bednju, Krapinu, brojne potoke te u najnižim područjima kvartarnih zaravni između Medvednice, Ivanšćice, Macelja i Kalnika. Najzastupljenija zajednica u tome pojasu je šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1971). Ta fitocenoza zauzima značajne površine u nizinskom dijelu savsko-dravskog međuriječja, a najveći kompleksi nalaze se u spačvanskom, lipovljanskom i pokupskom bazenu.

U tom planarnom pojasu uz zajednicu hrasta lužnjaka i običnoga graba javlja se šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Horvat 1938). O flornom sastavu i sinekologiji te veoma dominantne lužnjakove zajednice ili, kako se još u literaturi naziva, poplavne šume hrasta lužnjaka napisani su brojni radovi i znanstvene rasprave (Horvatić 1938, 1950, 1963, Horvatić dr. 1974, Rauš 1974, 1975, Rauš i dr. 1986, Glačavač 1959. i drugi autori). Neposredno uz riječna korita razvijene su grupe čistih crnojohovih i vrbovih šumica.

- Brdski (kolinski) pojas

Prema istraživanjima mnogih fitocenologa veći dio područja sjeverozapadne Hrvatske pripada brdskom (kolinskom) pojasu koji je u klimatskozonalnom smislu karakteriziran zajednicom hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Quercus-Carpinetum croaticum* Horvat 1938). Vrlo povoljni sinekološki uvjeti te zajednice, u prvom redu klimatski i edafski, pridonijeli su da se u tom području podigne većina naselja, poljoprivrednih kultura i vinograda i izgrade brojne prometnice i vikendice. Stoga su najveće površine tih šuma iskrcene, a ostali su brojni veći ili manji mozaični kompleksi privatnih ili državnih šuma.

U pojasu šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba pridolaze mnoge paraklimaksne, lokalno uvjetovane zajednice, od kojih su najučestalije: šuma hrasta kitnjaka i pitomoga kestena (*Quercus-Castaneetum croaticum* Horv. 1938), šuma hrasta medunca i crnoga graba (*Quercus-Ostryetum carpinifoliae* Horv. 1938) te acidofilne i termofilne monodominantne kitnjakove fitocenoze.

- Gorski (montanski) pojas

Montanski pojas šumske vegetacije nadovezuje se na prethodni na sjevernim ekspozicijama već iznad 300 metara i proteže se do najviših vrhova istraživanog područja. U tom dijelu jasno su izražena dva potpojasa: niži, karakteriziran čistim bukovim šumama (*Fagetum boreale montanum croaticum* Horv. 1938), i viši, karakteriziran mješovitom šumom bukve i jele - panonska varijanta (*Fagetum boreale montanum abietetosum* Horv. 1938). Neposredno uz njih također su vrlo značajne acidofilne bukove šume (*Luzulo-Fagetum* Mausel 1939), razvijene na distrično smeđim tlima uz izrazitu prevlast acidofilnih elemenata reda *Quercetalia roboris-petraeae*. Također su prisutni brojni mahovi.

U montanskom pojasu uz navedene klimatskozonalne zajednice i acidofilne bukove šume pridolaze još paraklimaksne zajednice gorskog javora i običnoga jasena (*Aceri-Fraxinetum excelsioris* Horv. 1938), šume lipe i tise (*Tilio-Taxetum* Glav. 1959) te acidofilne kitnjakove šume.

Vertikalna zonalnost i raščlanjenost šumske vegetacije istraživanog područja izraz je cjelokupnog i sinergističkog djelovanja svih sinekoloških faktora. Posebno se zorno uočava na profilima položenim u Hrvatskom zagorju (H o r v a t 1949) odnosno na Medvednici (R a u š 1969). Ti primjeri vrlo dobro prikazuju visinske pojase klimatskozonalne vegetacije te paraklimaksne zajednice razvijene unutar njih.

7. Pregled dosadašnjih istraživanja-Uebersicht der bisherigen Untersuchungen

a) Istraživanja hrasta kitnjaka u Hrvatskoj sa šumarskog stanovišta

Istraživanja mješovitih ili čistih sastojina hrasta kitnjaka u Hrvatskoj imala su uglavnom šumskouzgojno-uređivački karakter, a značajna su za fitocenološka istraživanja realne šumske vegetacije.

D r a g i š i ć (1955) piše o problemu razvoja i njege mladih sastojina bukve i hrasta kitnjaka u području između Save i Drave, Une i Kupe.

O provođenju uzgojnih zahvata u nenjegovanim čistim i mješovitim kitnjakovim sastojinama, zatim o njezi čistih i mješovitih mladika i o prvim prorednim odabiranjima u sastojinama hrasta kitnjaka na brežuljkastim i brdskim terenima savsko-dravskog međurječja nalazimo iscrpne upute i podatke u tri rada D r a g i š i ć a i dr. (1959, 1959a, 1959b).

Jednim od glavnih razloga za veliki udio čistih grabika, panjača i općenito degradiranih sastojina u brežuljkastom i brdskom području hrasta kitnjaka i običnoga graba u Hrvatskoj pedesetih godina ovog stoljeća L o n č a r (1951) smatra provedbe "niskih proreda" u prošlosti.

U smjernicama za šumskouzgojni tretman šuma Medvednice A n i ć (1963) govori o mješovitim sastojinama hrasta kitnjaka i običnoga graba te o čistim acidofilnim kitnjakovim sastojinama. Za fitocenoze kitnjaka i običnoga graba ističe da predstavljaju vrlo dobru kombinaciju drveća, iako pri pomlađivanju grab može da zadaje dosta teškoća u uzgoju kitnjaka. Za acidofilne, monodominantne kitnjakove šume navodi da se te sastojine obnavljaju prirodnim putem u većim okruzima. Pri podizanju pomlatka potrebno je uno-

siti razne meliorativne vrste, tako da se dobiju od početka mlade mješovite grupe iz kojih će se kasnije razviti kitnjak u dominantnoj, a razne druge vrste u podstojnoj etaži. Kitnjak i kesten treba gdje god je moguće uzgajati zajedno u mješovitim sastojinama.

R a u š & M a t i ć (1974) proveli su fitocenološka i šumskouzgojna istraživanja u tri različite fitocenoze hrasta kitnjaka na Kalniku. Autori su dokazali da najproduktivnije kitnjakove sastojine nisu istovremeno i najstabilnije, već je to na području Kalnika fitocenoza hrasta kitnjaka i crnoga jasena koja ima zaštitni karakter. Autori dalje naglašavaju da se proizvodna komponenta u takvim šumskim ekosistemima ne može zanemariti, ali joj pretpostavljaju biološku stabilnost koja je presudnija za razvoj i opstanak takvih ekosistema.

Đ u r i č i ć (1989) nastavlja šumskouzgojna istraživanja u istim sastojinama hrasta kitnjaka, a temelji ih na provedenim dvjema izmjerama taksacijskih elemenata u razmaku od 4 godine i provedenom proredom između njih uz intenzitet 21-26%. Izmjera strukture vršila se na osnovi biološke klasifikacije te utvrđivanjem prirasta metodom izvrtaka i kasnije kontrolnom metodom. Pošlje izmjere 1974. godine kitnjak je visinski dominirao u odnosu na bukvu, dok je nakon prorede drugom izmjerom utvrđeno da je bukva preuzela dominaciju. Autor navodi da sastojine hrastova kao heliofilnih vrsta u dobi od 60 do 80 godina trebaju pokazivati znakove izvjesne stagnacije u odnosu na dinamičko formiranje sastojine. Visok tečajni godišnji prirast od 11,6 do 16,5 m³ pokazuje da je proizvodnost tih sastojina još dobra, bez obzira na to što se nalaze u razvojnom stadiju starijih sastojina i što ih treba stoga i dalje intenzivno njegovati. Komparirajući ponašanje kitnjaka i bukve, autor zaključuje da termofilniji uvjeti koji vladaju u pojedinim pokusnim plohamu pogoduju razvoju hrasta kitnjaka, a smanjuju konkurentsku sposobnost obične bukve.

O šumsko-poljskom gospodarenju sastojinama hrasta kitnjaka u tom dijelu Kalnika i područja Gabrinovec šumarije Ludbreg krajem prošlog i početkom ovog stoljeća nalazimo podatke kod R o h r a (1926), a kasnije i drugih autora. Redovi sadnje su u Gabrinovcu i danas vidljivi. Sigurno je da je takav način gospodarenja bio pravi šok za prirodne šumske ekosisteme i njihovu pedosferu. Napušten je do oko 1910.

K l e p a c (1957) istražuje debljinu kore hrasta kitnjaka u sastojinama na području šumarije Okučani, Nova Kapela, Drenje i Žabno, a H r e n (1964) dinamiku razvoja strukture kitnjakovih sastojina u brdskim i brežuljkastim terenima sjeverne Hrvatske.

U okviru ekološke studije specijalnih rezervata šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar (M a t i ć i dr. 1979) P r p i ć istražuje zakorjenjivanje glavnih vrsta drveća u zajednici hrasta kitnjaka i običnoga graba na Muškom bunaru. Ističe da "u kombinaciji jedne heliofilne vrste s velikom konkurentskom sposobnošću korijenja, te jedne skiofilne vrste s relativno skromnim mogućnostima zakorjenjivanja, hrast kitnjak i obična bukva čine jednu harmoničnu cjelinu s velikom sposobnošću održavanja ekološke ravnoteže".

U istoj studiji M a t i ć, razmatrajući šumskouzgojne osobine glavnih vrsta drveća na Muškom bunaru - hrasta kitnjaka i bukve, ističe da te vrste imaju različita biološka i ekološka svojstva, naročito izražena u zahtjevima za svjetlo, vlagu, hraniva u tlu i osjetljivost na ekstremne ekološke uvjete. Pozitivne strane te raznolikosti naročito dolaze do izražaja u mješovitim sastojinama koje tvore te vrste, a očituju se u velikom prirastu i drvnj masi i u vitalnosti tih sastojina. I uz vrlo visoku starost tih šumskih ekosistema (i do 300 godina) oni pokazuju znakove vrlo visoke stabilnosti i produktivnosti.

Prema podacima ankete o propadanju šuma u SR Hrvatskoj (P r p i ć i dr. 1988) hrast kitnjak spada među ugroženije vrste i 27,9% stabala ima stupanj oštećenja 1 do 4.

Istraživano područje se nalazi među dijelovima Hrvatske gdje su sastojine hrasta kitnjaka najoštećenije. Šumsko gospodarstvo Zagreb i Šumsko gospodarstvo Varaždin imaju sastojine hrasta kitnjaka u kojima samo 27 odnosno 36% stabala ima neoštećenu krošnju i normalan rast. Istina, ti su brojevi za stupnijeve koji označavaju jače oštećenje (stupnjevi 2, 3 i 4) mnogo manji i iznose 12% za Varaždin i 17% za Zagreb. Ostali postotci oštećenosti pripadaju stupnju 1, za koji je vrlo teško predvidjeti dalji tok oštećenja, odnosno stabilnosti.

Iz citirane je literature vidljivo da su se dosad istraživale prirodne sastojine hrasta kitnjaka najčešće u zajednici s običnim grabom. Istraživanja su imala uglavnom sinekološko-biološki i uzgojno-uređivački karakter.

b) Problematika istraživanja taksonomije hrasta kitnjaka

U radovima koji obrađuju taksonomsku problematiku roda *Quercus* u Jugoslaviji ističe se bogatstvo vrsta i nižih taksonomskih kategorija, koje međutim nisu na adekvatan i zadovoljavajući način istražene i riješene (Janković, 1970, Trinajstić 1988). To se osobito odnosi na hrast kitnjak koji se odlikuje velikim polimorfizmom.

Hrast kitnjak (*Quercus petraea* Liebl., *Q. sessilisflora* Salisb., *Q. sessilis* Ehrh.) poznat je od kraja 18. stoljeća, kada je izdvojen od prvobitnog Linneova hrasta "*Quercus robur*". Polovicom 19. stoljeća s razvojem taksonomskih istraživanja nastaje i veći broj različitih taksonomskih kategorija hrasta kitnjaka. S istraživanog područja značajna su iz tog doba Vukotićeva (1868, 1873, 1880) istraživanja, pa se neke njegove forme i danas primjenjuju u prikazima pojedinih flora. Za taksonomiju hrasta kitnjaka, u kojoj su objedinjena dotadašnja shvaćanja, dan kritički prikaz i nove postavke najvažnija je Schwartzova (1936) monografija hrastova Evrope i Sredozemlja, koja u najvećoj mjeri važi i danas.

Za naše područje najznačajniji je Trinajstićev (1974) prikaz roda *Quercus* u "Analitičkoj flori Jugoslavije", gdje su unutar varijabilnosti vrste *Quercus petraea* navedene ove forme: *parvifolia*, *undulata*, *longifolia*, *mespilifolia*, *petraea*, *angulata*, *laciniata* i *lobulosa*.

Međutim, za šumarska, prvenstveno fitocenološka istraživanja treba istaći da je u starijoj, pa često i u današnjoj literaturi hrast kitnjak zamijenjen s balkanskim kitnjakom (bjelodub - *Quercus dalechampii* Ten.), a u Srbiji još s transilvanskim kitnjakom (*Quercus polycarpa* Schur.). Bjelodub je u Srbiji zabilježen u fitocenološkim istraživanjima prije tridesetak godina, a detaljnija istraživanja izdvajanja kitnjaka i bjeloduba i njihovih prijelaznih formi na zajedničkim lokalitetima Goča su započeta (Cvjetičanin, 1988).

Fitocenološka istraživanja i razdvajanja vrsta *Q. petraea* i *Q. dalechampii* u Hrvatskoj nisu provedena, a nije poznat ni jedan fitocenološki snimak iz Hrvatske u kojem je uz hrast kitnjak zabilježen i bjelodub. Lovrić (1981) navodi da su brojna nalazišta vrste *Quercus dalechampii* u graničnim područjima srednje Hrvatske (Kordun, Banija) s obzirom na njenu rasprostranjenost u kitnjakovim šumama Bosne. Međutim, autor ističe da su potrebna daljna istraživanja koja bi to potvrdila. Bertović & Lovrić (1987) navode bjelodub u zajednici *Tilio-Quercetum dalechampii* Fuk. 1969 u ličkoj kotlini. Navode također da pridolazi u nekim drugim zajednicama na krajnjem jugoistočnom dijelu slavonskoga gorja, uzduž dolina Mrežnice i Dobre, manjim fragmentima

Žumberka, na Zrinskoj gori i drugdje. Ne spominje se u mezofilnim šumama hrasta kitnjaka i običnoga graba ni u acidofilnim kitnjakovim šumama Hrvatske.

Težište rasprostranjenosti u Jugoslaviji *Quercus dalechampii* ima u istočnom dijelu, u Srbiji. U usporedbi s hrastom kitnjakom, ta je vrsta znatno kserofilnija, ekološki bliža suhim i toplim staništima i češće se javlja u šumama s kiselom podlogom.

O hrastu bjelodubu se može u najkraćem zaključiti da je vrlo malo istražen, a poznavanje njegovih biološko-ekoloških osobina i rasprostranjenosti dosta uopćeno.

U taksonomskom smislu hrast kitnjak je bolje istražen, premda se iz izloženoga vidi da i tu predstoji jedna na znanstvenim istraživanjima definirana taksonomija, a nedostaje i konkretna kritička analiza o toj problematici. Nema sumnje da će značajno mjesto u rješavanju taksonomskih pitanja imati novija trihomografska i palinomorfološka istraživanja koja su na pojedinim vrstama roda *Quercus* već proveli Martiniš i dr. 1986.

c) Prikaz vegetacijskih jedinica hrasta kitnjaka u Hrvatskoj i Jugoslaviji

Vrlo je obilna građa za prikaz ovog poglavlja i ne bi imalo smisla prikazivati sve radove koji u nas tretiraju ovu problematiku. Radovi i fitocenološki snimci pojedinih autora detaljnije će se razmatrati pri opisu pojedinih asocijacija i ostalih sistematskih kategorija na području sjeverozapadne Hrvatske, što je jedan od glavnih zadataka ovog rada.

Ovaj pregled sistematskih jedinica hrasta kitnjaka u Hrvatskoj, Jugoslaviji i dako na istraživanom području dan je na razini sveza i njihovih asocijacija uglavnom prema posljednjem radu iz ove problematike: "Šumskim zajednicama Jugoslavije", gdje su u Šumarskoj enciklopediji po republikama i pokrajinama obrađene vegetacijske jedinice (Bertović & Lovrić vegetaciju Hrvatske, Džekov & Rizovski Makedonije, Jovanović Srbije i Kosova, Jovanović & Parabučki Vojvodine, Lakušić Crne Gore, Stefanović Bosne i Hercegovine i Zupančić Slovenije). Također su u punoj mjeri korišteni "Prodromus phytocoenosum Jugoslaviae" (Jovanović i dr. 1986), Stefanovićeva istraživanja (1984) te svi objavljeni tumači i sekcije Vegetacijske karte Jugoslavije.

U navedenim pregledima zajednica hrasta kitnjaka u Jugoslaviji zastupljeno je preko 50 asocijacija svrstanih u 6 sveza. Premda je jedan sintetiziran pregled tih šuma - zbog različitog pristupa i shvaćanja jugoslavenskih fitocenologa zapravo nemoguće napraviti - iz citirane literature ističe se 5 sveza u kojima se nalazi nekoliko temeljnih makroasocijacija shvaćenih u vrlo širokom smislu za područje Jugoslavije.

Unutar brdskog pojasa sveze *Carpinion betuli illyricum moesiicum* Horv. 1956 jasno se izdvaja makroasocijacija hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Quercus-Carpinetum betuli* Horv. 1938 s. lat.) kao klimatogena zajednica za središnji i zapadni dio Jugoslavije. Tu u uvjetima humidnije klime nalazi pogodne uvjete za svoj razvoj, dok je u drugim dijelovima Jugoslavije (Srbija s Kosovom, Crna Gora i Makedonija) ekstrapozalnog karaktera, a njen pridolazak uvjetovan reljefom i vlagom. Takav karakter zajednice odraz je velikih klimatskih razlika između zapadnih i istočnih dijelova Jugoslavije. Unutar te zajednice u Jugoslaviji je opisano petnaestak više ili manje izraženih asocijacija.

Velike i gospodarski važne površine zauzimaju zajednice sveze acidofilnih kitnjakovih šuma (*Quercion roboris-petraeae* Br.-Bl. 1931) koje su dosta jednoličnijeg i siromašnijeg sastava. Prostiru se od Slovenije do Makedonije u dvije vrlo široko shvaćene asocijacije: čista acidofilna kitnjakova šuma (*Quercetum petraeae montanum* Černj. et

Jov. 1953, premda se u pregledu podvrgava svezi *Quercion petraeae-cerridis* Lak et. Jov. 1980), koja obuhvaća desetak asocijacija, te acidofilne šume kitnjaka i kestena (*Quercocastaneetum sativae* Horv. 1938. s. lat.), shvaćenih također u više asocijacija. U šumama središnjeg dijela Jugoslavije gospodarski je značajna zajednica *Quercetum montanum illyricum* Stef. (1961) 1964 u čistim ili najčešće sa brezom miješanim sastojinama.

Zajednice treće sveze, kontinentalnih polukserofitnih šuma kitnjaka i cera (*Quercion petraeae cerridis* Lak. et Jov. 1980) optimum razvoja nalaze na prijelazu ilirske i mezijске provincije iznad pojasa sladuna i cera, a dosta su siromašnije hrastom kitnjakom. U makroasocijacijama *Quercetum cerris moesiicum* Vuk. 1966 i *Quercetum cerris dinaricum* Stef. 1968, koje obuhvaćaju više asocijacija, kitnjak je slabije zastupljen nego u šire shvaćenoj asocijaciji *Orno-Quercetum petraeae* Em 1968 (razvijenoj u Vojvodini, Srbiji, Kosovu, i Makedoniji, a prema "Prodromusu fitocenoza Jugoslavije" /1986/ i u Hrvatskoj) gdje je on dominantna vrsta drveća. U okviru te sveze u Srbiji je ograničena kitnjakova šuma na serpentinitu (*Quercetum montanum serpentinum* Jov. 1959 s. lat.) s nekoliko asocijacija.

Zajednice četvrte sveze *Quercion pubescentis-petraeae* Br.-Bl. 1931 (neki autori te zajednice svrstavaju u svezu *Orno-Ostryon* Tom. 1940) predstavljaju jedan termofilniji niz od prethodnih, mnogo su manjih površina i značenja. Fitocenoza hrasta kitnjaka i crnoga grahora (*Lathyro-Quercetum petraeae* Horv. /1938/ 1958) pridolazi u kontinentalnom području Slovenije i Hrvatske, a zajednica hrasta kitnjaka sa šašikom (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini 1964) u krajnjem sjeverozapadnom submediteranskom području Jugoslavije.

Peta sveza, *Orno-Ericion serpentinum* Horv. 1959 ujedinjuje više asocijacija razvijenih na peridotitu i serpentinu sjeverne Bosne.

Više je puta u radovima jugoslavenskih fitocenologa isticano da se te zajednice u području od Slovenije na sjeverozapadu do Makedonije na jugoistoku Jugoslavije sinekološki i vegetacijski razlikuju. Prvi dio Jugoslavije karakterizira humidna klima u kojoj kitnjakovo-grabove šume s mnogo srednjoevropskih i ilirskih mezofilnih elemenata na laze povoljne uvjete za svoj razvoj. U smjeru jugoistoka Jugoslavije povećava se aridni karakter klime, a kitnjakove šume su sve više odraz djelovanja lokalnih faktora i imaju uglavnom ekstrazonalni karakter.

U tom smislu značajna su istraživanja R i z o v s k o g (1969, 1970). Autor je uspoređivao kitnjakovo-grabove šume Makedonije i sjeverne Hrvatske. Na temelju sinekoloških osobina i flornog sastava zajednica *Quercocarpinetum erythronietosum* i *Quercocarpinetum caricetosum pilosae* iz Hrvatske te *Orno-Quercetum petraeae carpinetosum betuli* iz Makedonije R i z o v s k i (1970) zaključuje: "Rezultati usporednih istraživanja su pokazali da postoje bitne klimatsko-edafske, orografske, fitogeografske i fitosociološke razlike kitnjakovo-grabovih šuma između sjeverozapadnih i jugoistočnih krajeva Jugoslavije. Polazeći od toga kitnjakovo-grabove šume u Makedoniji ne možemo shvatiti kao eksklavu zonalnog rasprostranjenja *Quercocarpinetum* sjeverozapadnih krajeva."

U kitnjakovo-grabovim šumama Hrvatske pridolazi mnogo vrsta koje ne pridolaze uopće u Makedoniji ili su rasprostranjene u drugim zajednicama i obratno.

Vrste reda *Fagetalia* su u kitnjakovo-grabovim šumama Hrvatske zastupljene s 38 - 43%, a u Makedoniji s 27%. Vrste reda *Quercetalia pubescentis* su u Makedoniji više zastupljene: 31% naprama 6 - 11% u Hrvatskoj. Mezofilna i mezohigrofilna komponenta u šumskim ekosistemima hrasta kitnjaka i običnoga graba Hrvatske iznosi oko 61%, a u

identičnim makedonskim šumama približno 41%. Na temelju svih tih činjenica R i z o v s k i je izveo zaključak o bitnim razlikama kitnjakovo-grabovih šuma sjeverozapadne i jugoistočne Jugoslavije. Slično navode i G a j i ć (1970, 1971), J o v a n o v i ć (1980) i drugi autori.

Za ova istraživanja vrlo su značajna proučavanja srodnih kitnjakovih šuma u susjednim i ostalim evropskim zemljama. Korišteni su u prvom redu radovi B o r h i d i a (1963, 1968), C s a p o d y a (1968), A. O. H o r v a t a (1972) iz Mađarske, H u e b l a (1959), Z i m m e r m a n n a (1982), Z u k r i g l a (1984) iz Austrije, B r a u n - B l a n q u e t a (1932), K l o e t z l i a (1968), E l l e n b e r g a & K l o e t z l i a (1972) iz Švicarske, N e u h a e u s e l a & N e u h a e u s l o v e - N o v o t n e (1967, 1968), J u r k a (1975) iz Čehoslovačke, O b e r d o r f e r a (1957), D i r s c h e a (1979, 1985, 1986), P a s s a r g e a (1953, 1968), P a s s a r g e a & H o f m a n n a (1968), T r a c z y k a (1968), H a r t m a n n a (1968), H a r t m a n n a & J a h n (1967), iz srednje Evrope, zatim W e i n e r t a (1968), P o l d i n i j a (1988), M a y e r a (1974, 1984), N o i r f a l i s e a (1968), E l l e n b e r g a (1986) i brojnih drugih autora.

d. Istraživanja kitnjakovih fitocenoza u sjeverozapadnoj Hrvatskoj

Šumsku vegetaciju istraživanog područja, posebno šume hrasta kitnjaka, dosada je s vegetacijskoga gledišta proučavalo više autora (A n i ć, 1940, 1963, G l a v a č 1938, H o r v a t 1938, H r u š k a D e l l' U o m o 1974, 1975, R a u š 1969, 1974, R e g u l a - B e v i l a c q u a 1978, 1979, R i z o v s k i 1969, 1970, Š e g u l j a 1974, 1979, Š u g a r 1972, 1973, W r a b e r 1960, 1961, 1964, 1969, C e s t a r i dr., 1981, 1982, 1983 i ostali znanstvenici). U istraživanjima su na području Strahinšćice, Medvednice, Žumberačkog gorja, Vukomeričkih gorica, Moslavačkog gorja, Kalnika i Hrvatskog zagorja utvrđene ove asocijacije hrasta kitnjaka:

- sveza *Carpinion betuli illyricum* Horv.
 - as. *Quercu-Carpinetum croaticum* Horv.
- sveza *Quercion roboris-petraeae* Br.-Bl.
 - as. *Quercu-Castaneetum croaticum* Horv.
 - Quercu-Betuletum* Tx.
 - Molinio-Quercetum petraeae* Šugar
 - Festuco-Quercetum petraeae* (Jank.) H. D. Uomo
 - Quercetum petraeae* Anić
- sveza *Orno-Ostryon* Tomaž.
 - as. *Lathyro-Quercetum petraeae* Horv.
- sveza *Fagion illyricum* Horv.
 - as. *Asperulo-Carpinetum* Wrab.

Imena svih vegetacijskih jedinica navedena su kao u citiranim radovima.

Osim tih asocijacija na istraživanom su području opisane provizorno još tri: *Orno-Quercetum petraeae* Rauš na Kalniku te *Carici sylvaticae-Quercetum petraeae* Pelcer i *Luzulo-Quercetum* Pelcer (syn. *Quercetum petraeae* Anić) u Hrvatskom zagorju ili točnije na Medvednici. Te zajednice će se više analizirati pri usporedbi s vlastitim istraživanjima.

C. VLASTITA ISTRAŽIVANJA - EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Metoda rada - Arbeitsmethode

Istraživanja šumske vegetacije obavljena su po klasičnim principima ciriško-monpelješke škole (Braun - Blanquet 1964) i po uputama "Priručnika za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije" (Horvat i dr. 1950). Biološki oblici biljaka preuzeti su od Rauša & Segulje (1983), a biljna nomenklatura usklađena je prema Ehrendorferu (1973). Florni elementi i rasprostranjenost pojedinih vrsta preuzeti su od Mausela i dr. (1965), Hegia (1906-1974) i ostalih autora. U skladu s važećim Kodeksom fitocenološke nomenklature (Barkman i dr. 1986), autori vegetacijskih jedinica nisu navođeni kod svakog spominjanja pojedine vegetacijske jedinice. Principi Kodeksa poštovani su i u imenovanju i opisivanju jedinica, određivanju svojstvenih i diferencijalnih vrsta i drugdje. U prikazu ili citiranju istraživanja drugih autora navedena je fitocenološka nomenklatura iz originalnih radova pri čemu nevažeći nazivi pojedinih vegetacijskih jedinica nisu označeni navodnicima - što je inače u takvim prilikama uobičajeno. Zbog ograničenosti prostora opisane su samo asocijacije i niže jedinice, a od viših samo one novoopisane i dopunjene.

Uzorci tala za pedološke analize uzimani su po horizontima po dubini pedološkog profila. Nakon pripreme podvrgnuti su analitičkom postupku, pri čemu su određivani mehanički sastav tala i osnovna kemijska svojstva koja se u ovakvim istraživanjima provode.

Te su analize obavljene na Katedri za pedologiju Šumarskog fakulteta u Zagrebu i u Odjelu za ekologiju Šumarskog instituta Jastrebarsko.

2. Sistematski položaj istraživanih šumskih zajednica - Systematische Lage der untersuchten Waldgesellschaften

Istražene i opisane vegetacijske jedinice hrasta kitnjaka imaju ovaj sistematski položaj:

Raz. *Quercetea roboris-petraeae* Br.-Bl. et Tx. 1943

Red *Quercetalia roboris-petraeae* Tx. 1931.

Sv. *Castaneo-Quercion petraeae* (Soo 1962) Vukelić 1990

As. *Quercu-Castaneetum* Horv. 1938

As. *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* Vukelić (1990) em.

Subas. *typicum* Vukelić 1990.

Subas. *poetosum nemoralis* Vukelić 1990

Subas. *myrtilletosum* Vukelić 1990

Raz. *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937

Red *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928

Sv. *Carpinion betuli* (Isl. 1929) Oberd. 1953

Podsv. *Lonicero caprifoliae-Carpinion betuli* (Horv. 1958) Vukelić 1990

As. *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horv. 1938) Borh. 1963

Subas. *erythronietosum* Horv. 1938

Subas. *caricetosum pilosae* Horv. 1938

var. *Fraxinus ornus*

- Subas. *staphyletosum* Horv. 1938
As. *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* Vukelić (1990) em.
Subas. *typicum* nova
Subas. *castaneetosum sativae* nova
Subas. *quercetosum roboris* nova
Red *Quercetalia pubescentis* Br.-B1. (1931) 1932
Sv. *Quercion pubescentis-petraeae* Br. -B1. 1931
As. *Lathyro-Quercetum petraeae* Horv. (1938) 1958
var. *Festuca drymeia*

3. Opis istraženih vegetacijskih jedinica - Beschreibung der untersuchten Vegetationseinheiten

3.1. Razred - Klasse *Quercetea roboris-petraeae* Br.-B1. et Tx. 1943

Red - Ordnung *Quercetalia roboris-petraeae* Tx. 1931

3.2. Sveza - Verband *Castaneo-Quercion petraeae* (Soo 1962 prov.) Vukelić 1990

Već u prvim suvremenijim fitocenološkim istraživanjima acidofilnih listopadnih šuma u Hrvatskoj H o r v a t (1938) napominje: "Ime sveze *Quercion roboris-sessiliflorae* nije najzgodnije odabrano. Ono odgovara doduše prilikama u srednjoj i zapadnoj Evropi, gdje se u tim acidofilnim zadrugama javlja obilno lužnjak (*Quercus robur*), dok je kod nas isticanje ove vrste nezgodno, jer kod nas nastupa lužnjak gotovo stalno pod posve drugim okolnostima, izgrađujući prekrasne, bujne šume u poplavnom području. Naše šume lužnjaka nemaju zato nikakve veze s ovom svezom. Kako je međutim pod imenom gornje sveze ipak jasno određen izvjesni pojam, to se uz spomenutu ogradu, a u vezi s internacionalnim pravilima, može dosadašnje ime zadržati."

Kasnije se gotovo svi fitocenolozi izjašnjavaju u prilog nepodobnosti imena i takve sistematike za acidofilne listopadne šume naše zemlje. Međutim, našim uvjetima bi svakako odgovaralo imenovanje jedne sveze po kestenu (uz kitnjak), jer ističe južnoevropski karakter, a značajna je vrsta gotovo u svim acidofilnim šumama koje podvrgavamo svezi *Quercion roboris-petraeae*. Prema tome, osim srednjoevropskih čistih ili mješovitih listopadnih šuma sveza *Quercion roboris-petraeae* trebalo bi u sistematiku reda *Quercetalia roboris-petraeae* uvrstiti južnoevropsku svezu *Castaneo-Quercion*. Ona bi ujedinila čiste acidofilne kitnjakove, mješovite kitnjakovo-kestenove i sve srodne šume istraživanog i šireg područja.

Prijedlog da se osim sveze *Quercion roboris-petraeae* istakne sveza *Castaneo-Quercion* prvi je dao S o o (1962), zalažući se da se izmijeni sistematika i nazivi viših jedinica kojima ta sveza pripada. Ime *Castaneo-Quercion* dao je provizorno u pregledu zajednica brdovitih terena panonskog prostora. Svojevrsne i diferencijalne vrste sveze nije navodio. U nas je prvi F u k a r e k (1969, 1979) također predložio svezu s istim nazivom, ali ne objašnjavajući pobliže područje i zajednice koje bi obuhvatila te njene svojstvene i diferencijalne vrste. U međuvremenu prijedlog Sooa prihvatili su i neki drugi mađarski autori (A. O. H o r v a t 1972). Sveza *Castaneo-Quercion*, s Fukarekom kao autorom navedena je i u pregledu sistematike šumskih zajednica Jugoslavije koju su sastavili B e r t o v i ć & L o v r i ć (1987).

Ova istraživanja su pokazala da je takav prijedlog sasvim opravdan i da je bilo potrebno izdvojiti svojstvene i diferencijalne vrste sveze *Castaneo-Quercion petraeae* i njenih nižih jedinica.

Kod svojstvenih vrsta sveze *Quercion roboris-petraeae*, koje u srednjoj Evropi navodi O b e r d o r f e r (1957), te kod svojstvenih i prvenstveno diferencijalnih vrsta, koje navodi H o r v a t, također je vidljiva potreba jednog ovakvog ili sličnog rješavanja te problematike.

Na temelju istraživanja čistih kitnjakovih šuma i sastojina hrasta kitnjaka i pitomoga kestena sjeverozapadne Hrvatske te komparacije sa srodnim sastojinama sveze *Quercion roboris-petraeae* iz ostalih dijelova Evrope kao svojstvene vrste sveze *Castaneo-Quercion* mogu se uzeti *Castanea sativa*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista germanica* f. *heteracantha*, *Hieracium racemosum*, *Lembotropis nigricans*, *Festuca heterophylla*, *Genista ovata*, a diferencijalne *Fraxinus ornus*, *Serratula tinctoria* i *Cruciata glabra*. Predložene svojstvene vrste sveze imaju naglašen acidotermofilni karakter, u pogledu rasprostranjenosti i flornog elementa više ili manje imaju južноеvropski i jugoistočnoevropski karakter. Diferencijalne vrste pridolaze obilno u svim vegetacijskim jednicama sveze *Castaneo-Quercion*, dok u svezi *Quercion roboris-petraeae* izostaju.

Premda su svojstvene i diferencijalne vrste određene usporedbom velikog broja radova koji obrađuju problematiku acidofilnih listopadnih šuma većeg dijela Evrope, one u prvom redu karakteriziraju fitocenoze sjeverozapadne Hrvatske i bližih susjednih područja, dok za kitnjakove i kestenove zajednice Srbije, Kosova, Makedonije te submediteranskog područja Hrvatske uvođenje te sveze treba tek ispitati i dopuniti popis svojstvenih i diferencijalnih vrsta. Sad je već sigurno da je tako shvaćena sveza mnogo bliže sinekološkim i flornim obilježjima tih područja nego što je to dosada bila atlantska i subatlantska sveza *Quercion roboris-petraeae*.

Sveza *Castaneo-Quercion* zastupljena je na istraživanom području s dvije značajne i markantno izražene asocijacije:

a) na pjeskovitim, dubljim tlima na zaravnima i blažim padinama u visini od 200 do 600 metara razvijena je fitocenoza *Quercu-Castaneetum* Horv. 1938.

b) na plitkim, izloženim, suhim, više ili manje skeletnim, ispranim, vrlo strmim padinama od 300 do 800 metara rasprostranjena je fitocenoza *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*.

3.2.1. Šuma hrasta kitnjaka i pitomoga kestena - Traubeneichen - Edelkastanienwald

(*Quercu-Castaneetum sativae* Horv. 1938)

Dosadašnji opis zajednice. Fitocenozu hrasta kitnjaka i pitomoga kestena opisao je prvi put H o r v a t (1938) pod nazivom *Quercu-Castaneetum croaticum*, postavljajući je kao jasno ograničenu asocijaciju "koja je najuže srodna s *Quercetum medioeuropaeum*", ali se ipak naša zadruga ističe nekim vrstama koje u srednjoj Evropi ne dolaze. Autor donosi 22 snimka načinjena na Medvednici, u Hrvatskom zagorju i okolici Karlovca, a za vjerojatne svojstvene vrste asocijacije navode se *Castanea sativa*, *Genista germanica*, *Hieracium sylvaticum*, *Luzula luzuloides*, *Melampyrum pratense*, *Hieracium umbellatum* i *Luzula forsteri*. Raščlanjenje asocijacije

na niže jedinice postavljeno je provizorno, pa se 14 snimaka donosi u formi subasocijacija *typicum*, 7 u formi facijesa *myrtillosum* i jedna u formi facijesa *festucosum*.

To stajalište prihvaća kasnije većina hrvatskih fitocenologa (Š u g a r 1973, Š e g u l j a 1974, R e g u l a - B e v i l a c q u a 1978), premda A n i ć (1959) luči kitnjakovo-kestenove od čistih kitnjakovih šuma.

Potrebno je reći da bi dosljednom primjenom važećeg Kodeksa fitocenološke nomenklature točan naziv zajednice glasio: *Castaneo-Quercetum* (Horv. 1938) Soo 1945 (B e r t o v i ć & L o v r i ć 1987). Promjene su dakle vezane za brisanje geografskog pridjeva "*croaticum*" (Horv. 1938) odnosno "*illyricum*" (H o r v a t i dr. 1974) te u stavljanju sufiksa "*-etum*" na kitnjak, a ne na kesten. Smatram međutim da jednostavnim brisanjem geografskog pridjeva "*croaticum*" Horvat treba ostati jedini autor zajednice, a ostavljanje kestena na drugom mjestu nije više u suprotnosti s preporukom Kodeksa 10c, jer su čiste kitnjakove sastojine odvojene od mješovitih sastojina kitnjaka i kestena, u kojima vrlo često (pogotvo uzmu li se u obzir sva tri sloja) kesten dominira nad hrastom kitnjakom (slika 3). Tome u prilog govori i činjenica da je u tim sastojinama uvijek prisutna i bukva koja ponekad čak i dominira nad kitnjakom, dok je udio kestena više-manje konstantan.



Sl. - Abb. 3. Tipična vegetacijska struktura sloja drveća u zajednici hrasta kitnjaka i pitomoga kestena (*Quercus-Castaneetum*) na južnim padinama Medvednice - Typische Vegetationsstruktur der Baumschicht in der Gesellschaft der Traubeneiche und Edelkastanie (*Quercus-Castaneetum*) auf südlichen Hängen des Medvednicagebirges

R a s p o s t r a n j e n o s t z a j e d n i c a n a i s t r a Ź i - v a n o m p o d r u č j u. Pitomi kesten je rasprostranjen bilo pojedinačno, bilo u mješovitim ili čak čistim sastojinama na cijelom istraživanom području. Međutim, rasprostranjenost fitocenoze *Quercus-Castaneetum* je neusporedivo manja. Najljepše razvijene sastojine nalaze se na južnoj strani Medvednice u g.j. "Sljeme-Medvedgradske šu-

me", zatim u Markuševačkoj gori (Bačunski jarak) i na sjevernoj strani Medvednice (Kraljev vrh). Kesten je u odnosu na Anićeve (1940) opise njegove rasprostranjenosti na tom području u zadnjih četrdesetak godina uvelike iščezao.

U navedenim sastojinama se smatra, kao i u onima na južnoj strani Ivanščice, da kesten dolazi od prirode (Anić 1940).

Istočni dio istraživanog područja neusporedivo je siromašniji pridolaskom kestena, a pogotovo asocijacije *Quercu-Castaneetum*. Sastojine identične po izgledu, strukturi i flornom sastavu onima s Medvednice nalazimo u Kalniku u predjelu Kestenik (odsjek 23c i 25d) g. j. "Kalnik-Kolačka" (fitocenološki snimak broj 13 u tablici I). Jednu zanimljivu sastojinu nalazimo i u varaždinskom dijelu Kalnika, u odsjeku 4d, s dominacijom hrasta kitnjaka (snimak 12, tablica I). Za ostale dijelove Kalnika, posebno područja između Križevaca, Ludbrega i Koprivnice, u kojima kesten pridolazi, može se sigurno tvrditi da je unesen (Lončar 1933).

Treba imati na umu i činjenicu da se kesten zbog jestivih plodova često unosi u šume zbog hrane divljači, koja je kasnije znatno pridonijela raznošenju njegovih plodova, odnosno sjemena.

Staništa fitocenoze. Anić (1940) piše: "U Zagrebačkoj gori tvori kesten čiste sastojine na debljem sloju diluvijalne i terciarne pjeskovito-illovaste zemlje, zatim na podlozi zelenih škrljavaca, pješčenjaka i brusilovaca. Nalazi se na dekalcfiranom dubljem zemljanom sloju, koji se razvio na podlozi vapnenca i lapora. Na plitkim terenima, bez obzira na kvalitetu podloge, obično je vrlo rijedak, a ako se i pojavljuje u takovim prilikama, on je posve sporedne važnosti."

Zadnju rečenicu potrebno je svakako naglasiti, jer se uočava da je Anić za *Quercu-Castaneetum* smatrao samo sastojine u kojima je kesten izuzetno konkurentna vrsta, dok je u izrazito kitnjakovim sastojinama njegovu ulogu smatrao sasvim sporednom, bez obzira na očigledne srodnosti u flornom sastavu obiju asocijacija. To se najbolje uočava iz opisa edafskih odnosa kestenovih sastojina, gdje autor dalje kaže: "Kesten ne voli plitka tla. U području njegovog optimalnog uspijevanja nalazi se redovno na dubljem zemljištu. Gotovo svuda tvori on čiste i lijepe sastojine samo na zemlji debelici."

Kesten crpi hranjiva iz donjih slojeva. Njegova žila srčanica prodiere u mladosti dublje u zemlju, a kasnije se razgranava. Njegov korijenov sistem razgranjuje se uglavnom do dubine od cca 1 m.

Plitke i slabe zemlje ustupa kesten u svom području na osojnim stranama bukvi, a na prisojnim kitnjaku. Ta se promjena vrlo dobro vidi u vapnenastim, odnosno kamenitim područjima Zagrebačke gore, Samoborske gore, Ivanščice i dr., gdje se jedino na zaravancima i sedlima, odnosno blaže nagnutim padinama stvorila deblja naslaga illovaste zemlje, te baš tu ima obilnije kestena."

Istražujući svojstva tala u zajednici *Quercu-Castaneetum* u sjevernoj Hrvatskoj, Grčani (1948) zaključuje: "Zadruga šuma *Quercu-Castaneetum croaticum* naseljuje u Hrvatskoj uglavnom jako podzolirana tla, kojih zasićenost adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta (V) iznosi manje od 35%. Inicijalni stadij razvitka ove zadruge nalazi se na umjerenom podzoliranim tlima, na kojima šuma *Quercu-Castaneetum croaticum* dolazi u finalnom stadiju." Za jako podzolirana tla autor ističe da predstavljaju posljednji stadij u razvitku podzolastih tipova i da ih treba smatrati pedoklimaksom najvećeg dijela brežuljkastog reljefa kontinentalne Hrvatske.

Iz karte šumskih tala gospodarske jedinice "Sljeme-Medvedgradske šume" (Martić i dr. 1987) uočljivo je da većina najbolje razvijenih sastojina asocijacije *Quer-*

co-Castaneetum iznad Dolja pridolazi na distričnom kambisolu, tipičnom, na glinenim škrljajvcima, brusilovcima, filitima - dubokom do srednje dubokom, slaboskeletnom. Drugi veći kompleks šume hrasta kitnjaka i pitomoga kestena iznad Šestina, osim na tom tlu, pridolazi i na mozaiku koga čine distrični kambisol, tipičan na glinenim škrljajvcima, dubok, slaboskeletan, i luvisol na silikatno-karbonatnom supstratu, tipičan, glinovit, ilovast, slaboskeletan.

Donja granica pridolaska fitocenoze *Quercu-Castaneetum* je približno 280 m n. v. kod donje stanice žičare, a gornja granica optimalnog uspijevanja do približno 500 m kod Medvedgrada. Međutim, fitocenoza je rasprostranjena u manjim kompleksima sve do 700 m kod Pongračeve lugarnice. Fitocenološka pripadnost sastojina na tim visinama je već problematična.

Iz fitocenološke tablice I. vidi se da je većina snimanih sastojina asocijacije *Quercu-Castaneetum* razvijena na nagibima između 0 i 20 stupnjeva, pretežno na južnim, jugozapadnim, manje na zapadnim i istočnim ekspozicijama.

Florni sastav i grada fitocenoze. Florni sastav i grada fitocenoze *Quercu-Castaneetum* prikazani su u tablici I. na temelju 15 snimaka koji potječu iz Zagrebačke gore i Kalnika.

Za određivanje svojstvenih vrsta asocijacije bilo je neophodno usporediti te mješovite i čiste kitnjakove sastojine, pa se i svojstvene vrste nešto razlikuju od onih koje je izdvojio Horvat (1938), a kasnije prihvatili drugi autori. Kesten je najbolja svojstvena vrsta te asocijacije, javlja se obilno u sloju drveća, grmlja i prizemnog rašća, što nije slučaj ni u jednoj drugoj zajednici. Osim njega izrazitu sklonost asocijaciji pokazuje na istraživanom području vrsta *Melampyrum pratense*, koja u pojedinim predjelima Gračaca pokriva i do 80% snimane površine. Premda se ta vrsta navodi kao indiferentna prema svjetlu (Ellenberg 1979), odnosno vrsta polusvjetla (Landolet 1977), čini se da joj uvjeti jačeg (ponekad i punog) svjetla, nastali zbog propadanja kestenovih stabala, sasvim odgovaraju. Na istraživanom području, ta, inače široko rasprostranjena vrsta u zajednicama reda *Quercetalia roboris-petraeae* ne postiže takvu brojnost i pokrovnost ni u jednoj drugoj zajednici. To se s takvom sigurnošću ne može tvrditi za vrstu *Hieracium sylvaticum*, jer nije istraživana njen udio u acidofilnoj bukovoj šumi (*Luzulo-Fagetum*). Međutim, i ta je vrsta mnogo više zastupljena u cenozi *Quercu-Castaneetum* (pokrovnost 387) nego je to slučaj u čistoj kitnjakovoj šumi *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* (pokrovnost 216). To je bi osnovni razlog da je uzeta kao svojstvena vrsta asocijacije. Premda Horvat (1938) ističe da "od svih šuma u Hrvatskoj najbujnije je razvijen sloj mahovina u šumi hrasta kitnjaka i kestena", teško je često obilno prisutne mahove *Polytrichum commune* i *Hypnum cupressiforme* smatrati za svojstvene vrste, jer se na Medvednici isto tako javljaju i u zajednici *Luzulo-Fagetum*. Kad je riječ o mahovima moramo imati na umu činjenicu da je njihovo javljanje u fitocenozi *Quercu-Castaneetum* uveliko povezano s različitim biotskim, prije svega antropogenim utjecajima u sastojini. To se posebno odnosi na sastojine u kojima se i danas skuplja lištinac, kao naprimjer u odjelima kod Apatovca na Kalniku, u "Zlatarskim prigorskim šumama" na južnim obroncima Ivanščice, gdje sloj mahova pokriva i do 80% površine. Vrste koje Horvat još navodi kao svojstvene za tu zajednicu (*Genista tinctoria*, *Genista germanica*, *Lathyrus montanus*) zastupljenje su na istraživanom području u čistim kitnjakovim šumama koje nisu u to vrijeme lučene od kitnjakovo-kestenovih sastojina. Te se vrste ne bi mogle uzeti kao svojstvene za ovu asocijaciju.

Asocijacije - Assoziation: QUERCO-CASTANEETUM Horv. 1938

Facijes - Fazies:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Broj snimke - Aufnahmeummer:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Gosp. j. - Wirtschaftseinheit:	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SG	SM	K	KK	SM
Odjel - Abteilung:	261	1c	1c	11d	22f	27e	22d	22b	22b	19a	30h	4d	25d	23d	31f
Nadmorska visina - Seehöhe:	590	330	350	330	450	465	470	470	480	400	710	350	290	410	715
Ekspozicija - Exposition:	SW	0	0	W	-	-	0	NO	0	SW	NO	SW	SW	NO	-
Nagib (stup.) - Neig. in Grad:	20	5	20	5	0	0	5	12	10	15	5	27	15	30	0
Pov. snim. - Aufnahmeplatte:	400	400	400	400	400	300	300	400	400	225	400	300	350	300	400
Pokrovnost - Deckung (%):	A	95	80	90	90	100	90	95	80	70	85	90	90	60	80
	B	25	30	25	80	20	30	20	30	10	20	5	25	5	20
	C	90	100	80	65	70	100	100	80	100	80	95	95	70	100
	M	0	5	1	15	1	0	0	2	0	10	2	5	15	1

Florni sastav - Floristische Zusammensetzung

Svojevrsne vrste asocijacije - Assoz.-Char.-Arten:

	A	3.4	4.4	4.4	4.4	3.4	3.3	2.4	2.3	3.3	3.3	2.2	2.3	2.2	3.5	4.4	V 2-4
<i>Castanea sativa</i>	A	3.4	4.4	4.4	4.4	3.4	3.3	2.4	2.3	3.3	3.3	2.2	2.3	2.2	3.5	4.4	V 2-4
<i>Castanea sativa</i>	B	1.2	3.3	1.2	2.2	2.3	3.2	1.2	3.3	+2	2.2	+	1.2	+	1.2	3.3	V +3
<i>Hieracium sylvaticum</i>	C	+2	2.2	1.2	1.2	+2	+3	1.2	1.3	1.2	1.3	+2	+2	1.2	1.2	+	V +2
<i>Melampyrum pratense</i>		1.2	4.4	3.3	+2	1.2	4.5	3.3	+3	3.4	3.3	2.3	+	1.2	1.3	1.2	V +4
<i>Castanea sativa</i>		+	1.2	+	+	+	+	+2	1.2	+	+	+	+	+	+	1.2	V +1

Facijes vrste - Faz.-Arten:

<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	2.2	.	.	1.3	.	.	.	3.4	3.4	3.3	3.5	3.4	III 1-3
----------------------------	---	---	---	-----	---	---	-----	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	---------

Svojevrsne i diferencijalne (d) vrste sveze *Castaneo-Quercion* - *Castaneo-Quercion* Char.- u. Diff.-Arten (d):

	d	A	.	.	.	+ <th>1.2</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>I +</th>	1.2	I +
<i>Fraxinus ornus</i>	d	A	.	.	.	+	1.2	I +
<i>Fraxinus ornus</i>	d	B	.	1.2	.	1.2	1.2	1.2	+	+	+2	+	+	+	+	III +1	
<i>Chamaecytisus supinus</i>			+	.	.	.	1.3	1.2	.	+	+	.	.	.	.	II +1
<i>Genista germ. f. heteracantha</i>			.	.	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	II +
<i>Hieracium racemosum</i>	C		1.3	+	.	+	.	1.2	1.2	+2	+	+	+1	+2	.	IV +1	
<i>Cruciata glabra</i>	d		+3	+	.	+	+3	+	.	.	+2	+2	.	.	.	III +	
<i>Serratula tinctoria</i>	d		+	+2	.	.	1.2	+	.	.	+	+2	.	.	+	III +1	
<i>Fraxinus ornus</i>	d		.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	III +1
<i>Festuca heterophylla</i>			+2	.	.	.	+	.	+3	.	+2	.	.	+2	1.3	II +1	

Svojevrsne vrste reda *Quercetalia roboris-petraeae* i razreda *Quercetalia roboris-petraeae* - *Quercetalia roboris-petraeae* und *Quercetalia roboris-petraeae* Char.-Arten:

	B	+	+	.	.	+ <th>1.3</th> <th>+2</th> <th>+2</th> <th>+ <th>+ <th>. <th>+2</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>III +1</th> </th></th></th>	1.3	+2	+2	+ <th>+ <th>. <th>+2</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>III +1</th> </th></th>	+ <th>. <th>+2</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>III +1</th> </th>	. <th>+2</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>.</th> <th>III +1</th>	+2	.	.	.	III +1
<i>Genista tinctoria</i>	B	+	+	.	.	+	1.3	+2	+2	+	+	.	+2	.	.	.	III +1
<i>Lembotrops nigricans</i>		+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Frangula alnus</i>		+	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +1
<i>Luzula luzoides</i>	C	2.4	2.3	3.3	2.2	3.3	3.4	2.3	3.4	3.4	2.3	2.3	2.3	2.3	+	+2	V +3
<i>Pteridium aquilinum</i>		1.2	1.2	.	1.3	2.2	+	.	1.2	.	1.2	+2	1.1	2.4	.	2.2	IV +2
<i>Calamagrostis arundinacea</i>		+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II r+
<i>Hieracium umbellatum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	II r+
<i>Lathyrus montanus</i>		1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+	II +1
<i>Luzula forsteri</i>		.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +1
<i>Viola riviniana</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	I +
<i>Viscaria vulgaris</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Hieracium sabaudum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Veronica officinalis</i>		+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	I +

Pratilice - Begleiter:

	A	3.1	+ <th>2.2</th> <th>. <th>4.3</th> <th>4.3</th> <th>4.4</th> <th>3.3</th> <th>2.3</th> <th>3.3</th> <th>3.4</th> <th>4.4</th> <th>4.5</th> <th>3.3</th> <th>+ <th>V +4</th> </th></th>	2.2	. <th>4.3</th> <th>4.3</th> <th>4.4</th> <th>3.3</th> <th>2.3</th> <th>3.3</th> <th>3.4</th> <th>4.4</th> <th>4.5</th> <th>3.3</th> <th>+ <th>V +4</th> </th>	4.3	4.3	4.4	3.3	2.3	3.3	3.4	4.4	4.5	3.3	+ <th>V +4</th>	V +4
<i>Quercus petraea</i>	A	3.1	+	2.2	.	4.3	4.3	4.4	3.3	2.3	3.3	3.4	4.4	4.5	3.3	+	V +4
<i>Fagus sylvatica</i>		1.2	1.2	2.2	2.1	1.1	+	+	+	+	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	2.3	V +2
<i>Carpinus betulus</i>		.	+	.	3.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +3
<i>Fagus sylvatica</i>	B	+	.	1.2	2.3	.	+	+	+	+	1.2	r	1.3	+	+	1.2	V r-2
<i>Carpinus betulus</i>		.	.	1.2	1.3	1.2	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	III r-1
<i>Sorbus torminalis</i>		.	.	.	1.2	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	III r-1
<i>Quercus petraea</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III +
<i>Corylus avellana</i>		1.2	+	+	1.2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III +
<i>Abies alba</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	II +3
<i>Sorbus aria</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I r+
<i>Juniperus communis</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Quercus petraea</i>	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Solidago virgaurea</i>		+	+	+	+2	+	+	1.3	+	+	+	+	+	+	+	+	IV +1
<i>Galium sylvaticum</i>		1.2	+2	+2	+	+	1.2	+	+	+	r	+	.	.	.	.	IV r-1
<i>Aposeria foetida</i>		1.2	1.3	2.3	+	+	1.3	+2	+	2.3	.	.	.	.	.	+2	IV +1
<i>Convallaria majalis</i>		(+)	+2	.	.	1.2	1.3	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	IV +2
<i>Prenanthes purpurea</i>		+	.	.	.	.	+	+	.	(+)	.	.	.	.	.	.	III +1
<i>Euphorbia dulcis</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III +1
<i>Potentilla micrantha</i>		.	.	+2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III +
<i>Gentiana asclepiadea</i>		.	+	1.2	1.2	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	III +1
<i>Rubus hirtus</i>		.	.	.	.	.	+	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	III +1
<i>Fragaria vesca</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +
<i>Fagus sylvatica</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +1
<i>Carpinus betulus</i>	r	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II r+
<i>Plantago bifolia</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +
<i>Festuca drymeia</i>	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +1
<i>Veronica chamaedrys</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +
<i>Calluna vulgaris</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +1
<i>Poa nemoralis</i>		.	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +
<i>Prunus avium</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +
<i>Campanula persicifolia</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II +
<i>Sanicula europaea</i>		.	2.2	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +2
<i>Asarum europaeum</i>		.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Melica uniflora</i>		.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Cephalanthera longifolia</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Dactylis polygama</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Erythronium dens canis</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Scrophularia nodosa</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +1
<i>Symphytum tuberosum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Lathyrus vernus</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Polygonatum multiflorum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Cyclamen purpurascens</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Hedera helix</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Campanula trachelium</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Lathyrus niger</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Tanacetum corymbosum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I r+
<i>Galium odoratum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Dentaria bulbifera</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Acer pseudoplatanus</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
<i>Mycelis muralis</i>																	

Sve dosada spomenute vrste, zajedno s vrstama *Luzula luzuloides*, *Hieracium racemosum*, *Chamaecytisus supinus*, *Lembotropis nigricans*, *Hieracium umbellatum*, *Pteridium aquilinum* i nekima manje prisutnima vrlo dobro karakteriziraju svezu *Castaneo-Quercion*, red *Quercetalia roboris-petraeae* i razred *Quercetea roboris-petraeae*. Pokrovna vrijednost tih vrsta u svim slojevima iznosi približno 65% ukupne pokrovne vrijednosti zajednice, dok je zastupljenost elemenata reda *Fagetalia* i *Quercetalia pubescentis* približno 10%.

Od ostalih pratilica u sloju drveća redovit je hrast kitnjak, koji mjestimično dominira, a mjestimično obična bukva. Ona je u toj fitocenozi mnogo više zastupljena nego u čistim kitnjakovim šumama, pa se zajedno s još nekim svojim pratalicama može smatrati i kao diferencijalna vrsta između te dvije asocijacije. U sloju prizemnog rašća nalaze se šire rasprostranjene vrste manje ili više acidofilnog karaktera: *Solidago virgaurea*, *Gentiana asclepiadea*, *Prenanthes purpurea* te vrste više ili manje neutrofilnog karaktera *Galium sylvaticum*, *Convallaria majalis* i *Rubus hirtus*.

Osim već spomenutih mahova učestaliji su *Dicranum scoparium*, *Leucobryum glaucum* i *Mnium undulatum*.

U asocijaciji *Quercus-Castaneetum* registrirano je više od stotinu vrsta od kojih se polovina javlja u 1-4 snimka. Prema tome, fitocenoza nije bogata vrstama i u tom pogledu slična je acidofilnim kitnjakovim sastojinama obuhvaćenim asocijacijom *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*. Usporedbom fitocenoloških snimaka vidimo da su za građu zajednice *Quercus-Castaneetum* kudikamo značajnije vrste *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Aposeris foetida*, *Polytrichum commune*, *Hypnum cupressiforme* i neke druge. S druge strane, u zajednici *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* važnije su i prisutnije *Festuca heterophylla*, *Chamaecytisus supinus*, *Lathyrus niger*, *Tanacetum corymbosum*, *Achillea distans* i druge, uglavnom termofilnije vrste. Takve razlike najbolji su indikator različitih stanišnih prilika tih dviju srodnih asocijacija.

R a š č l a n j e n o s t a s o c i j a c i j e. Šuma hrasta kitnjaka i pitomoga kestena pokazuje na cijelom području svog rasprostiranja istu građu, pa je niže jedinice vrlo teško lučiti. To je trenutno teže provesti jer se zbog masovnog sušenja kestena na većini lokaliteta uvelike i naglo promijenio florni sastav. R e g u l a - B e v i - l a c q u a (1978) asocijaciju na Strahinščici podijelila je na dvije subasocijacije: *fraxinetosum orni* i *typicum*, što ovdje nije bilo moguće.

Biološki spektar asocijacije *Quercus-Castaneetum* čini 25,3% fanerofita, 8,0% hamefita, 46,7% hemikriptofita, 17,3% geofita i 2,7% terofita. Vrlo slične odnose utvrdili su i ostali istraživači te zajednice u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i širem području.

S i n d i n a m i k a z a j e d n i c e. Svi istraživači navode da fitocenoza hrasta kitnjaka i pitomoga kestena može nastati kao primarna zajednica i najveći je dio na silikatima Medvednice takva porijekla. Također može nastati kao sekundarna fitocenoza iz šume hrasta kitnjaka i običnoga graba dođe li do zakiseljavanja tala povrhnjapnenca. Regresija zajednice, uzrokovana najčešće odnošenjem listinca, neracionalnim i nepravilnim sječama, vodi postepeno od šume, preko šikare s dominacijom raznog acidofilnog gmlja do vrištine ili bujadinice. Tu regresiju detaljno objašnjava A n i ć (1959).

Na istraživanom području nema tako drastičnih primjera regresije, međutim ima dosta sastojina u kojima je odnošenje listinca vrlo intenzivno i vrši se svake godine. Te su sastojine poremećene ravnoteže, narušene vegetacijske strukture, a stabla ne postižu ni približno dimenzije za svoju starost.

Gospodarsko značenje fitocenoze. Nije potrebno posebno isticati gospodarsku važnost hrasta kitnjaka i pitomoga kestena, već ću istaći neke momente koji su aktualni sa stajališta današnjega gospodarenja tim sastojinama. Ocjenjujući stanje u društvenim i privatnim šumama asocijacije *Quercus-Castaneetum*, Anić (1963) piše: "Stari kestenici obično su znatno degradirani, jer su odviše iskorišćivani. Iz njih je gotovo svake godine odnošen listinac, a tlo im je veoma ugaženo i zakiseljeno. U tim kestenicima nalaze se stara, suhovrha, natrula i na razne načine oštećena stabla, koja su većinom po porijeklu izbojci iz panja, a tlo oko njih pokrito je izrazito acidofilnim biljem. Na otvorenijim mjestima prevladavaju tipovi sa vrištom i bujadi. Stare kestenike potrebno je postepeno obnavljati, i to u većim okruzima, dodajući uz kesten razne meliorativne vrste."

Uz taj citat, koji vjerno ocrtava stanje u sastojinama u kojima je kesten dominirao nad kitnjakom, treba opisati i noviju situaciju nastalu nakon masovnog sušenja pitomoga kestena zbog raka kore. Danas se sigurno može tvrditi, a i rezultati nekih istraživanja to potvrđuju (Prpić i dr. 1988), da je kesten poslije brijestova najugroženija vrsta u Hrvatskoj i takvo će stanje (bez obzira na posljednje pozitivne rezultate u borbi protiv raka kore) izazvati potpune promjene, pa i propadanje sastojina zajednice *Quercus-Castaneetum*. Problem je tim aktualniji što i druga glavna vrsta te zajednice - hrast kitnjak u posljednje vrijeme pokazuje znakove ozbiljnog sušenja. Ono nije ni približno poprimilo razmjere sušenja kestena, osobito na istraživanom području, ali je dovelo do dalje nestabilnosti tih sastojina.

To su problemi s kojima se suočavaju šumarski stručnjaci koji gospodare i upravljaju šumama tog područja. Asocijacija *Quercus-Castaneetum* danas je jedna od najugroženijih šumskih zajednica u Hrvatskoj. U uvjetima jako poremećene biološke ravnoteže u toj fitocenozi, praktično je nemoguće sačuvati njenu prirodnu strukturu i osigurati joj opstanak.

3.2.2. Acidotermofilna šuma hrasta kitnjaka s runjikom - *Acydothermophyler Traubiges Habichtskraut-Traubeneichenwald*

(*Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*/Vukelić 1990 / em.)
Syn.: *Festuco heterophyllae-Quercetum petraeae* Vukelić 1990;
Quercetum petraeae Anić 1959, prov., non al.

Općenito o acidofilnim šumama hrasta kitnjaka. U Evropi su dosada pod različitim imenima (najčešće pod *Luzulo-Quercetum*) opisane brojne acidofilne listopadne šume u kojima dominira hrast kitnjak, razvijene na acidofilnim tlima povrh silikatnih supstrata, na više ili manje strmim, izloženim hrptovima, grebenima i padinama. Autori zajednicu podređuju uglavnom svezi *Quercion roboris-petraeae*, Neuhäusel & Neuhäuselova-Novotná (1967) na području Čehoslovačke svezi *Genisto germanicae-Quercion*, a pojedini mađarski autori (A. O. Horvat 1972) svezi *Castaneo-Quercion*.

Prvi opisi acidofilnih kitnjakovih šuma potječu iz atlantskog i subatlantskog dijela Evrope (Braun-Blanquet 1932), gdje u listopadnim acidofilnim šumama pridolaze hrastovi lužnjak i kitnjak, što je imalo odlučujući utjecaj na formiranje i imenovanje spomenutih sistematskih jedinica. Idući prema jugoistoku Evrope, kitnjak i lužnjak se sve više diferenciraju čineći sve različitije sastojine: kitnjak uglavnom u kolinskom i

montanskom, a lužnjak u planarnom pojasu. Njegovo mjesto u acidofilnim zajednicama preuzima pitomi kesten, a smanjuje se i udio obične breze. Kulminacija takva stanja postignuta je upravo u panonskim prostorima ilirske florne provincije, gdje lužnjaka uopće ne nalazimo u acidofilnim sastojinama reda *Quercetalia roboris-petraeae*, već u širim područjima riječnih dolina do približno 150 m nadmorske visine. Kesten dostiže kulminaciju udjela u zajednicama reda *Quercetalia roboris-petraeae*, tvoreći asocijacije u kojima je mjestimično izrazito dominantan. Takav slijed je djelomično poremećen u srednjoj i mjestimično u sjevernoj Bosni, gdje je u acidofilnim zajednicama listača breza jače zastupljena i šire rasprostranjena nego pitomi kesten.

Već je u opisu šuma hrasta kitnjaka i pitomoga kestena rečeno da čiste acidofilne šume hrasta kitnjaka na širem području ovih istraživanja nisu dijeljene dugo vremena od asocijacije *Quercu-Castaneetum*, pa nisu bile ni fitocenološki detaljno studirane. Stoga sam u ovom istraživanju, vezanom uz te sastojine, postavio dva glavna cilja:

1. Utvrditi samostalnost čistih acidofilnih šuma hrasta kitnjaka sinekološki i vegetacijski paralelno s asocijacijom *Quercu-Castaneetum*;

2. Istražiti acidofilne šume hrasta kitnjaka toga područja u odnosu na ostale evropske šume opisane pod nazivom *Luzulo-Quercetum* ili sličnim nazivom, ili pak sličnim karakteristikama.

Dosadašnji opis fitocenoze *Luzulo-Quercetum petraeae*. Tridesetih godina ovog stoljeća, kada je razvoj fitocenologije u punom zamahu, opisao je Braun - Blanquet (1932) zajednicu *Quercetum medioeuropaeum*. To je zajednica koja je Horvatu (1938) služila za komparaciju pri opisivanju zajednice *Quercu-Castaneetum*. Istovremeno je Klík objavio supkontinentalnu zajednicu *Quercus sessilis-Genista tinctoria* Ass. a Hilz er fitocenozu *Quercus sessilis-Luzula albida* -Ass. s jednim jedinim snimkom koji bez sumnje predstavlja supkontinentalne acidofilne hrastove šume. Ta je zajednica dugo bila zaboravljena i fitocenolozi je nisu koristili. Razlog je bio taj što je autor svoju zajednicu vrlo usko postavio, praktično u smislu skandinavske socijacije, a nije posebno lučio prirodne šume od kultura. Ipak se njegov opis i snimak mogu i trebaju prihvatiti kao temelj kasnije opisane i shvaćene asocijacije *Luzulo-Quercetum petraeae*, pa se njegovo ime mora neizostavno naći uz tu zajednicu.

Tek 1948. godine Knappa nezavisno od prijašnjih autora opisuje asocijaciju *Querceto-Luzulotum nemorosae*, koju je prihvatila kasnije većina fitocenologa. Međutim, asocijacija je više horološki postavljena i nije poblizje ni florno ni ekološki karakterizirana, premda joj se supkontinentalni karakter ne može poreći. Passarge je 1953. godine predložio vegetacijsku jedinicu *Querceto-Luzelotum nemorosae*, koja je kasnije vrlo često opisivana i primjenjivana kao asocijacija *Luzulo-Quercetum petraeae*, s Passargeom kao njenim autorom. Nakon toga valja još istaći Noirfalisea & Sougnéza (1956), koje mnogi zapadni autori, npr. Hartmann i dr. (1967) uzimaju kao autore zajednice, te mišljenje Neuhausela & Neuhauselove - Novotne (1967) koji obrađujući sintaksonomsku reviziju acidofilnih hrastovih i mješovitih listopadnih šuma zapadnog dijela Čehoslovačke, smatraju da su oni dopunili Passargea i da su oni konačni autori asocijacije *Luzulo-Quercetum petraeae*.

Oberdorfer (1986) smatra da je dopunivši Knappa on autor zajednice, a za godinu autorstva navodi 1950. U Horvata i dr. (1974) također je Oberdorfer naveden kao konačan autor zajednice, ali s godinom 1952. Taj je stav prihvatio u nas Stefanović (1987). Slovenski autori Puncer & Zupančič (1979), oslanjajući

se na neka zapadna gledanja (u prvom redu Hertmanna), za autore fitocenoze *Luzulo-Quercetum petraeae* uzimaju Noifalisea i Sougneza 1956. Ipak neki naši autori prihvaćaju za autore Hilitzera, odnosno konačnog Passargea, a ima ih koji smatraju da su oni autori te zajednice u našim prostorima. Ako je u nas utvrđena asocijacija *Luzulo-Quercetum petraeae*, onda su joj autori (Hilitzer 1932) Passarge 1953 i treba nositi takav naziv. Ako pak to nije ta asocijacija, onda mora imati drugačije ime i jasno definirane razlike.

U istočnim dijelovima Jugoslavije opisana je asocijacija *Quercetum montanum*, međutim ona se sistemski i florno razlikuje od supkontinentalne asocijacije *Luzulo-Quercetum petraeae*. Mnogo je bliža i trebala joj je biti pandan u našem području Stefanovićeva (1964) asocijacija *Quercetum montanum illyricum*, također vrlo široko shvaćena. Sam autor (1984) navodi da je to makroasocijacija koja obuhvaća više mikroasocijacija acidofilnih kitnjakovih šuma, pa navodi zajednice *Melampyro vulgati-Quercetum petraeae* Punc. et Zup. 1978 i *Musci-Quercetum petraeae* Jov. (1953) 1979. Puncer & Zupančić (1979) smatraju da u Sloveniji nije zastupljena asocijacija *Luzulo-Quercetum petraeae*, već *Melampyro vulgati-Quercetum petraeae* kojoj su oni autori. Šugar je (1973) iz sjeverozapadne Hrvatske objavio fitocenozu *Molinio-Quercetum*, koja je također srodna i podliježe istoj sistematici kao *Luzulo-Quercetum*.

Već je rečeno da je na području ovih istraživanja Anić (1959) prvi razlikovao čiste kitnjakove sastojine kao zasebnu asocijaciju i opisao je provizorno 1959. kao *Quercetum petraeae*. To je kasnije prihvatio Rizovski (1969) i objavio 5 snimaka te zajednice s Medvednice i šireg područja. Kasnije Peller u više navrata opisuje više ili manje čiste kitnjakove sastojine pod provizornim imenima *Luzulo-Quercetum* i *Genisto-Quercetum*.

Iz svega predočenog je vidljivo koliko je složena problematika shvaćanja acidofilnih kitnjakovih šuma u nas, pa je razumljiva posebna pažnja koja je u ovim istraživanjima posvećana tom problemu.

Ova su istraživanja pokazala da su u području sjeverozapadne Hrvatske, u prvom redu Medvednice i Ivanšćice, rasprostranjene čiste sastojine hrasta kitnjaka srodne opisanoj zajednici *Luzulo-Quercetum*. Međutim, premda su te sastojine istraživanog područja zadržale u osnovi acidofilnost, u odnosu na subatlantsku zajednicu *Luzulo-Quercetum*, obilježava ih mnogo termofilniji karakter. Njihove osnovne vrste su jače ili manje izraženi acidofilni kserofiti, a diferencijalne vrste su uglavnom submediteranoidnog karaktera, indicirajući tako bitno različito podneblje jugoistočne Evrope. Samim tim što je ta zajednica podređena svezi *Castaneo-Quercion*, nije mogla biti ni shvaćena kao asocijacija *Luzulo-Quercetum*, pa ono što je rečeno o razlici sveza *Quercion roboris-petraeae* i *Castaneo-Quercion petraeae* važi i za razlike između asocijacija *Quercetum medioeuropaeum* i *Luzulo-Quercetum* s jedne i acidotermofilne, submediteranoidne zajednice *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* (kako je imenovana zajednica istraživanog područja) s druge strane. Naglašavam da je u originalnoj verziji ovoga rada (Vukelić 1990) zajednica imenovana *Festuco heterophyllae-Quercetum petraeae*. Međutim, iako nesumnjivo najpogodniji, taj naziv prema Kodeksu fitocenološke nomenklature (1986) nije mogao ostati. Istim je nazivom dosta ranije imenovana jedna zajednica tipa *Carpinetum* bitno drugačijega karaktera u Čehoslovačkoj.

Rasprostranjenost fitocenoze na istraživanome području. Zajednica *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* najljepše je razvijena na južnim padinama središnjeg dijela Medvednice, u g.j. "Sljeme-

Medvedgradske šume" i posebno iznad Bačuna u g.j. "Markuševačka gora". Sjeverne strmine Medvednice također su bogate tom zajednicom i tu pridolazi dosta niže. Veći kompleks susrećemo u 19. odjelu između ceste i jarka u gospodarskoj jedinici "Stubička gora". Vrlo tipičnu pojavu pridolaska te zajednice susrećemo u istoj g. j. na tri grebena u 14. odjelu, iznad Donje Pile, ali je nažalost zbog odnošenja listinca, sječa i unošenja bagrema znatno izmjenjena i devastirana.

Slična je situacija i s južnom stranom Ivanščice. Jače degradirane sastojine cenoze *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* nalazimo u gospodarskoj jedinici "Južna Ivanščica" na više lokaliteta.

Zbog izrazito drugačijeg reljefa i matičnog supstrata fitocenoza je vrlo rijetko i u manjim fragmentima zastupljena u državnim šumama istočnog dijela istraživanog područja, tako da od ceste Zagreb-Varaždin istočno do Koprivnice nema većeg značenja.

Stanište zajednice. Fitocenoza je na istraživanom području razvijena najčešće na podlozi škriljavaca i pješčenjaka, na južnim i jugozapadnim ekspozicijama u visini od 300. do 750 metara. Najčešće je u gornjem području okružena acidofilnim bukovim šumama, a u donjem području vrlo često se nastavlja na fitocenozu *Quercu-Castaneetum*. Na sjevernoj strani Medvednice spušta se i do 300 metara. Svi hrptovi, grebeni, plića sedla, kupe na silikatnoj podlozi i jugu esponirane padine u toj zoni obrasli su najčešće više ili manje izduženim fragmentima te fitocenoze, dok šire komplekse nalazimo na padinama nagiba najčešće između 25 i 40 stupnjeva.

Martinić (u: Cestar i dr. 1982) navodi da su acidofilne kitnjakove šume na području Hrvatskog zagorja razvijene na distričnim smeđim tlima, tipičnim i ilimeriziranim, najčešće plitkim i srednje dubokim. Iz tih opisa je upadljiv odlučujući utjecaj orografsko-edafskih faktora na rasprostranjenost fitocenoze.

Slične sastojine u istočnom i jugoistočnom dijelu Jugoslavije su drugoga karaktera. Bit će neobično interesantno istražiti detaljnije rasprostranjenost i građu asocijacije *Hieracio-Quercetum petraeae* u slavonskom gorju te utvrditi njenu istočnu granicu.

Florni sastav i vegetacijska grada. Fitoecenološke osobine asocijacije *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* i njenih nižih jedinica prikazani su u 20 najkarakterističnijih snimaka, koji ujedno predstavljaju najveće komplekse ili pak najinteresantnije sastojine. U tablici II. navedeno je ukupno 115 vrsta, pa bi se stekao dojam da je to bogata zajednica. Međutim, 22 vrste pridolaze samo u jednom snimku, a daljih 28 sa stupnjem udjela I.

U sloju drveća izrazito dominira hrast kitnjak, koji na većini lokaliteta čini i jedinu vrstu drveća. On je na tim staništima praktično bez konkurencije. Velikom snagom obrašćuje najplićie i najstrmije terene i ni u jednoj fitocenozi ne nastupa više tako obilno i konkurentno. Izloženi grebeni, uski hrptovi, vrhovi i strme padine južnih ekspozicija nepovoljni su za bukvu, koja inače u tom pojasu, u susjedstvu fitocenoze izgrađuje srodnu zajednicu *Luzulo-Fagetum*. Nadalje, u sloju drveća obični grab nema nikakva značenja, a ako je koje stablo i prisutno, redovito je slabije vitalnosti i više ili manje zakržljalo. Pitomi kesten je vrlo često prisutan u toj zajednici, međutim njena sinekologija mu ne odgovara, što je objašnjeno u opisu fitocenoze *Quercu-Castaneetum*. Njegovo regeneriranje, bilo iz sjemena ili iz panja, mnogo je u toj asocijaciji teže i teče sporije. Naročito je zastupljen u sloju grmlja, ali u godinama intenzivnog rasta u mladosti i formiranja korijenskog sistema on na plitkim, suhim i strmim terenima ne nalazi povoljne uvjete za

razvoj, pa kržljavi, ostaje malih dimenzija i propada. U sloju drveća prisutan je još crni jasen, koji ima naročitu diferencijalnu važnost, jer u srodnim sastojinama sjeverno od Alpa ne dolazi. U sloju drveća susretnu se još vrste *Sorbus aria*, *Sorbus torminalis* te uneseni borovi, najčešće crni bor.

Sloj grmlja, osobito višeg, slabije je razvijen u acidotermofilnoj šumi hrasta kitnjaka. Česti su u tom sloju hrast kitnjak i crni jasen (uz gornju granicu pridolaska prisutna je obična jela), kao i sociološki najvažnije vrste svojstvene za asocijaciju, svezu i red: *Castanea sativa*, *Genista tinctoria*, *Genista germanica* f. *heteracantha*, *Chamaecytisus supinus*, *Lembotropis nigricans*. Nema značajnijega kompleksa asocijacije na kojem ne nalazimo sve te vrste. Neke su, istina, kao npr. *Genista germanica* f. *heteracantha*, ponekad rasprostranjene samo na rubovima sastojina.

Sloj prizemnog rašća nije bogat vrstama, ali je vrlo bujan i najčešće prekriva tlo između 80 i 100%. U njemu se posebno dominacijom ističe bjelkasta bekica (*Luzula luzuloides*), koja u fitocenološkim snimcima ima vrlo visoku pokrovnost vrijednost od 2301. Istražujući sastojine asocijacije *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* na tom području i uspoređujući je sa sastavom zajednice *Luzulo-Quercetum petraeae* u drugim područjima Evrope, uočavamo razliku u redovitoj prisutnosti i velikoj pokrovnosti vrste *Festuca heterophylla* u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Ona je samo rjeđa u sastojinama na sjevernim obroncima Medvednice i u onima iznad 650 m nadmorske visine. U tom području pokazuje izrazitu sklonost prema toj zajednici, pa sam je, svjestan nekih njenih ekoindikatorskih, pa i socioloških razlika u odnosu na vrstu *Luzula luzuloides*, uvrstio kao svojstvenu vrstu asocijacije. Isto važi i za *Chamaecytisus supinus*. Uspoređujući ekoindikatorske osobine vrsta *Luzula luzuloides* i *Festuca heterophylla*, uočavamo da je *Festuca heterophylla* vrsta jačeg svjetla, kserotermnijih i siromašnijih staništa, a acidofilni karakter je u nje manje izražen. U srednjoevropskoj literaturi se navodi i kao svojstvena vrsta sveze *Carpinion*. Te su stanišne razlike prisutne između zajednica *Luzulo-Quercetum* i *Hieracio racemosi-Quercetum*. Zanimljivo je da Pelcer (u: Cestar i dr. 1979) ne navodi vrstu *Festuca heterophylla* u čistim kitnjakovim sastojinama slavonskoga gorja. Može se pretpostaviti da se u prisutnosti te vrste i u karakteru zajednice *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* odražava prijelazni karakter između supkontinentalnih, acidofilnih kitnjakovih šuma srednje Evrope s jedne, termofilnih hrastovih šuma mezijske provincije s druge i panonskih zajednica humlja i brda Mađarske i jugoistočne Čehoslovačke s treće strane. Takvo gledanje na položaj acidotermofilnih kitnjakovih šuma sjeverne i zapadne Hrvatske nije dosada isticano ni istraživano, pa će ga biti vrlo zanimljivo u budućnosti odrediti.

Posebno je značajno učešće vrste *Hieracium racemosum*, po kojoj je zajednica uz hrast kitnjak imenovana. Ova izrazito varijabilna vrsta ima težište rasprostranjenosti u južnoj i jugoistočnoj Evropi, dok u srednju prodiire samo sporadično i nema značenja. Vrlo je dobra diferencijalna vrsta sveze *Castaneo-Quercion petraeae* prema *Quercion roboris-petraeae*. Međutim, nije bilo moguće označiti ovu vrstu kao svojstveno za ovu asocijaciju. Rasprostranjena je na istraživanom području u svim acidofilnim listopadnim šumama, premda u ovoj zajednici postiže najveću pokrovnost. Osim toga biti će potrebno detaljnim sezonskim istraživanjima utvrditi njenu varijabilnost na našem prostoru.

Od svojstvenih sveze, reda i razreda u sloju prizemnog rašća ističu se stalnošću i pokrovnosću još *Hieracium sylvaticum* i *Melampyrum pratense* koja tu ne čini facijese kao u šumi hrasta kitnjaka i pitomoga kestena. Zastupljenije su još *Calamagrostis arundinacea*, *Pteridium aquilinum* i *Hieracium sabaudum*, a rjeđe *Lathyrus montanus*, *Polygonum vulgare*, *Molinia arundinacea* i druge vrste.

Vrste reda *Fagetalia* nemaju nikakvu važnost, osim vrste *Melica uniflora* na lokalitetima koji pokazuju manje acidofilni karakter i nalaze se u kontaktnoj zoni s bukovom šumom.

Mnogo su značajniji elementi reda *Quercetalia pubescentis* koji daju poseban diferencijalni pečat toj zajednici. Naročito se u tom pogledu ističu vrste koje imaju donekle slične ekološke osobine kao i *Festuca heterophylla*. To su *Serratula tinctoria* i *Campanula persicifolia*, a zatim termofilnije vrste *Tanacetum corymbosum*, *Achillea distans*, dok bi posebno izdvojio *Sedum maximum* i u kompleksu sastojina ispod Sv. Jakoba vrstu *Iris graminea*.

Od šire rasprostranjenih vrsta diferencijalno značenje za asocijaciju ima *Galium sylvaticum*. Ona poslije bjelkaste bekice ima najveću pokrovnost. Nije svuda jednako rasprostranjena i kvantitativni maksimum dostiže u subasocijaciji *poetosum nemoralis*. Cijele sastojine prekrivene su bijelim cjetovima te vrste, koja u toj subasocijaciji nadmašuje i bekicu, dajući joj poseban izgled. Poslije bročike znatnije je rasprostranjena diferencijalna vrsta sveze *Castaneo-Quercion - Crucjata glabra*, zatim *Convallaria majalis*, *Prenanthes purpurea*, *Dactylis polygama* (diferencijalna vrsta asocijacije) i mjestimično *Festuca drymeia*. U višim predjelima zajedno s borovnicom znatnije je prisutna *Calluna vulgaris*.

Mahovi, osobito *Polytrichum commune* su prisutni, ali nemaju ni približno pokrovnost i učestalost kao u asocijaciji *Quercu-Castaneetum*. Oni na suhim, izloženim terenima, na kojima nema čestog gaženja tla i kretanja čovjeka ne nalaze uvjete za svoj razvoj. To također onemogućavaju vrste *Festuca heterophylla* i *Luzula luzuloides* koje dosta snažno obrašćuju tlo. Međutim, u sastojinama u kojima su procesi degradacije intenzivno prisutni, osobito svakogodišnje odnošenje listinca (južni obronci Ivanščice), mahovine su vrlo prisutne i u većim grupama prekrivaju tlo.

Istražujući čiste sastojine hrasta kitnjaka na tom području (pod imenom *Quercetum petraeae* Anić 1959), R i z o v s k i (1969) ističe: "Iz spektra ekoloških valencija biljaka se vidi da je prilično veliki broj svojstvenih za *Quercetalia pubescentis* (32,4%), a *Fagetalia* je zastupljena s 15,5%. Sveze *Quercion roboris-petraeae* i *Piceion excelsae* zastupljene su sa 8,4%. Analogno i mezofiti su u odnosu na hrastovo-grabove šume opali na 20,8%, a postotak kserofita iznosi 12,5%. Biljaka indikatora dobre hranjivosti staništa ima svega 13,8%. Submediteranski florni element zastupljen je sa 15,1%. Ilirski florni element nije zastupljen. Acidofilno i slabo acidofilno bilje zastupljeno je sa 61,1%, a neutrofilno 9,1% što je svakako najniže od svih istraživanih cenoza."

Analizirajući spektar bioloških oblika, vidimo da ta zajednica ima 19,3% fanerofita, 11,4% hamefita, 19,3% geofita, 3,4% terofita i 46,6% hemikriptofita čije je veliko udio odraz životnih prilika zajednice.

R a š č l a n j e n o s t f i t o c e n o z e. S obzirom na florne i sinekološke razlike koje su utvrđene unutar zajednice *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* na istraživanom području izdvojene su tri subasocijacije koje zasada imaju više lokalno značenje:

- a) *typicum*
- b) *poetosum nemoralis*
- c) *myrtilletosum*

a) subasocijacija *typicum*

To je najraširenija i najznačajnija subasocijacija acidotermofilne šume hrasta kitnjaka i runjike. Kao i svaka tipična subasocijacija u flornom smislu najslabije je karakterizirana i nema vrsta čija bi dominacija ili sociološka diferencijacija odvojila tu jedinicu od ostalih. Usporedbom se ipak mogu izdvojiti neke vrste koje u drugim subasocijacijama ne pridolaze tako često ili su manje pokrovne vrijednosti. To su prije svega *Hieracium umbellatum* i *Lembotropis nigricans*, ali im zasada nije utvrđena jaka diferencijalna važnost. Ta subasocijacija ima izrazito naglašenu pripadnost svezi *Castaneo-Quercion* i razredu *Quercetalia roboris-petraeae* i u njoj je udio vrsta *Festuca heterophylla* i *Luzula luzuloides* vrlo velik. Vrste reda *Fagetalia* su bez značenja, a vrste razreda *Quercetalia pubescentis* i nižih jedinica manje su prisutne nego u subasocijaciji *poetosum nemo-ralis*. Broj pratilica je u odnosu na cijelu asocijaciju dosta manji i ne ističu se posebno.

Najljepši kompleks šuma tipične subasocijacije nalazi se u Markuševačkoj gori iznad Bačuna (slika 4).



Sl. - Abb. 4. Izrazita dominacija hrasta kitnjaka u subasocijaciji *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae typicum* - Ausgeprägtes Dominieren der Traubeneiche in der Subassoziation *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae typicum*

Matičnu podlogu čine silikatni pješčenjaci na kojima se formirao luvisol sa znaci-ma pseudooglejavanja, naročito izraženima u donjim dijelovima padine. Tlo je kisele reakcije i pH površinskog horizonta iznosi u vodi 4,9. Opskrbljenost pristupačnim fosforom i kalijem, organskom tvari i ukupnim dušikom je osrednja. S dubinom profila naglo pada i sadržaj hraniva.

Gospodarsko, a osobito zaštitno značenje te subasocijacije vrlo je veliko. Na bla-žim nagibima na kojima su se formirale deblje naslage tla visina hrasta kitnjaka u deve-

desetogodišnjim sastojinama iznosi do 25 m, a iz donjih dijelova padina rastu i do 30 m visoki hrastovi. Na hrptovima visine su u istim sastojinama i do 12 m manje. Mjestimično sastojine te subasocijacije predstavljaju najbolji bonitet fitocenoze. Gotovo sve karakteristike spomenute u opisu staništa, rasprostranjenosti, sindinamike i gospodarskih osobina fitocenoze *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* važe za subasocijaciju *typicum*.

b) Subasocijacija *poetosum nemoralis*

Odlikuje se upadljivo manjom prisutnošću i pokrovnošću acidofilnih vrsta reda *Quercetalia roboris-petraeae* i nižih sistematskih jedinica. Međutim, udio vrsta *Luzula luzuloides*, *Melampyrum pratense*, *Hieracium racemosum*, *Festuca heterophylla*, *Castanea sativa* te izrazita dominacija hrasta kitnjaka odredili su toj vegetacijskoj jedinici položaj subasocijacije u zajednici *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*. Uočljiva je velika prisutnost široko rasprostranjenih elemenata razreda *Quercu-Fagetea* i redovito nastupanje vrsta reda *Quercetalia pubescentis*. To sve daje na prvi pogled dojam da se radi o samostalnoj asocijaciji koja čini prijelaz od acidofilnih kitnjakovih šuma reda *Quercetalia roboris-petraeae* prema neutrofilnim zajednicama unutar razreda *Quercu-Fagetea*. To se osobito može zaključiti na lokalitetima na kojima znatnije pridolazi velesna lipa, grab, lijeska, crni jasen i druge vrste sličnih ekoloških osobina. Diferencijalne vrste subasocijacije *poetosum nemoralis* imaju šire rasprostiranje, ali ne pridolaze u ostale dvije subasocijacije te fitocenoze. To su vrste *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Poa nemoralis*, *Lathyrus vernus*, *Knautia drymeia* i *Stellaria holostea*. *Poa nemoralis* je od tih vrsta najsklonija asocijaciji *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*, pa je uzeta u obzir pri imenovanju subasocijacije. S druge strane, u Evropi su već opisivane subasocijacije *poetosum nemoralis* unutar asocijacije *Luzulo-Quercetum* (naprimjer Mr a z 1957 u Čehoslovačkoj), koje karakterizira povećani udio elemenata redova *Fagetalia* i *Quercetalia pubescentis* kao i na istraživanom području. Čak su i neke diferencijalne vrste zajedničke.

Sastojine te subasocijacije rasprostranjene su samo u jednom, ali velikom kompleksu, ispod kapelice Sv. Jakoba na Medvednici. To su odjeli 23 i 26, razvijeni na zelenim škriljavicima i pješčenjacima, čija se struktura lijepo vidi na otkopima uz glavnu sljemensku cestu koja u svom silaznom traku presijeca te odjele (slika 5). Taj je kompleks okolo okružen acidofilnim i neutrofilnim bukovim šumama, a u podnožju u odsjeku 26i prelazi u *Quercu-Castaneetum*. Na ostalim dijelovima istraživanog područja registrirane su slične sastojine, ali samo u prijelaznim oblicima i malim fragmentima pa im je karakter vrlo teško i odrediti.

Pedološki profil lociran je na podlozi koju čine silikatni pješčenjaci na kojoj se formiralo tlo tipa kambisol distrični - srednje duboki. U humusno-akumulativnom horizontu utvrđene su mnogo više koncentracije dušika, fosfora i kalija, što je rezultat obilne prisutnosti organske tvari. U slijedećem B(r) horizontu sadržaj hraniva naglo opada, kao i sadržaj humusa. Mehanički sastav tla je relativno povoljan, što ima pozitivan utjecaj na svježinu tla. Premda se tip tla još može označiti kao kambisol distrični, tlo se razlikuje od tipičnoga kambisola distričnog, na kojemu se razvijaju čiste acidofilne šume hrasta kitnjaka. Ta svojstva i takav razvoj tla uvjetovali su prisutnost većeg broja neutrofilno-mezofilnih vrsta reda *Fagetalia*, što je i osnovni pečat te subasocijacije.



Sl. - Abb. 5. Subasocijacija *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae poetosum nemoralis* ispod Sv. Jakoba u rano proljeće - Subassoziation *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae poetosum nemoralis* unter St. Jakob im Frühlingsanfang

Visina hrastovih stabala u devedesetogodišnjoj sastojini ispod Sv. Jakoba iznosi 21 do 25 m, a gospodarsko značenje subasocijacije je identično kao i u subasocijaciji *typicum*. Na dubljim tlima u podnožju padina ova subasocijacija prelazi u šumu hrasta kitnjaka i pitomoga kestena ili bi se na takvim tlima u nižim predjelima razvila šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba. Na vrhu grebena pokazuje karakteristike tipične subasocijacije, a u gornjim dijelovima, na sjenovitim padinama subasocijacija je okružena acidofilnom bukovom šumom.

Sigurno je da su srodne acidofilne šume hrasta kitnjaka s izarženijim neutrofilnim karakterom i prisutnošću elemenata redova *Fagetalia* i *Quercetalia pubescentis* rasprostranjene u šumama slavonskoga gorja. Kad se one istraže, položaj te subasocijacije bit će jasniji.

c) subasocijacije *myrtilletosum*

Ta je subasocijacija isključivo lokalnoga karaktera, rasprostranjena iznad 600 m u gospodarskoj jedinici "Sljeme-Medvedgradske šume" (odsjek 9c, slika 6) i u gospodarskoj jedinici "Markuševačka gora" (odsjek 28c). U tim sastojinama borovnica (*Vaccinium myrtillosum*) čini pravi tepih, prekrivajući tlo i do 100%. Uz nju su redovite *Avenella flexuosa* i *Calluna vulgaris*, a subasocijaciji su sklone vrste *Calamagrostis arundinacea* i *Molinia arundinacea*.

Te su sastojine po postanku bitno drugačije od ostalih. One su sekundarnog postanka, podignute nakon šumskih požara ili čistih i neracionalnih sječa. Sastojina ispod Sljemenina nastala je nakon požara iz zajednice *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae typicum* koja se po istom grebenu, odnosno užoj padini pruža nešto niže, dok je sastojina u Markuševačkoj gori nastala najvjerojatnije nakon požara u bukovoj šumi u kojoj je prisutan i hrast kitnjak. Takve šume danas okružuju tu sastojinu. U njoj je ostalo nekoliko hrastova starih preko sto godina i visokih svega petnaestak metara.

Subasocijacija *myrtilletosum* je vrlo siromašnoga flornog sastava, a *Festuca heterophylla* i *Luzula luzuloides* su samo mjestimično jače zastupljene. Termofilni elementi reda *Quercetalia pubescentis*, mezofilni elementi reda *Fagetalia* i konstantne pratilice gotovo potpuno izostaju. Hrast je izrazito dominantan, a kesten značajnije primiješan. To je zbog djelomično umjetnog načina postanka tih sastojina, jer su to previsoka područja da bi on znatnije od prirode pridolazio.

Tlo u subasocijaciji s borovnicom je plitki, jako skeletni distrični kambisol, tipični na pješčenjacima.

S i n d i n a m i k a z a j e d n i c e. Istaknuto je već da je navedena asocijacija većinom primarnog postanka i razvijena kao trajni stadij. U progresivnom sekularnom smjeru njen razvoj završava u najviše slučajeva asocijacijom *Quercu-Castaneetum*, a u regresivnom smjeru završava bujadinicama i vrištinama.

Na Medvednici susrećemo lokalitete na kojima se vrlo instruktivno može objasniti odnos zajednica *Quercu-Castaneetum* i *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*. Dovoljno je pogledati sastojinu odmah iza polazne stanice žičare iznad Dolja. Tamo je na dubljim naslagama tla, na blažim nagibima i na zaštićenijem dijelu razvijena asocijacija *Quercu-Castaneetum* s kestenom kao dominantnom vrstom. Stotinjak metara dalje, prema grebenu teren se počinje naglo penjati, tlo postaje pliće i suše, kesten ne prati više kitnjak, vegetacijska slika se iz temelja mijenja i u jednom dosta oštrom prijelazu nastupa zajednica *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*. Identične primjere nalazimo i u Bačunskom jarku, gdje se od vrha grebena u 1. odjelu spušta čista kitnjakova sastojina, da bi pri dnu padine, u sedlima s mnogo dubljim tlom pridošao kesten i ravnopravno s kitnjakom sudjelovao u građi sastojine. Takvih lokaliteta na Medvednici imamo dosta u kontaktnoj zoni tih dviju zajednica.

Degradacijom fitocenoze hrasta kitnjaka s runjikom nastaju najprije kitnjakove panjače, zatim šikare s dominacijom acidofilnih grmova, ali i s lijeskom, glogom, svibom i drugim vrstama. Nakon toga nestaje iz šikare i to grmlje, a nekadašnje sastojine se pretvaraju u bujadinicu ili vrištinu. U njima dominiraju *Calluna vulgaris*, *Pteridium aquilinum*, *Genista tinctoria*, *Genista pilosa*, *Potentilla erecta*, *Veronica officinalis*, *Genista pilosa* i druge vrste.

Na istraživanom području u društvenim šumama nisam pronašao lokalitete na kojima bi degradacija dostigla taj krajnji stupanj. Ali ima dosta sastojina u kojima uglavnom zbog konstantnog odnošenja listinca umjesto lijepo razvijenih sastojina nalazimo degradiranu šumu znatno poremećene stabilnosti i ravnoteže. U tim sastojinama starosti preko šezdeset godina hrast kitnjak postiže visinu od desetak metara i promjere oko petnaestak cm. Stabla su zakržljala, zastarčila i cijela sastojina ima vrlo loš izgled, a o gospodarenju nema ni govora. U njima acidofilne vrste i mahovine prekrivaju cijele komplekse. Najgore je to što i tlo u takvim sastojinama nije moglo zadržati svoja svojstva presudna za rast i uspijevanje svih činilaca jedne biocenoze.

Posebno će biti zanimljivo proučiti odnos čistih kitnjakovih i čistih acidofilnih bukovih sastojina. One se na mnogo mjesta u istraživanom području isprepliću, ovisno o orografiji terena. Florni sastav i neke stanišne prilike su im slične, a za sigurne dokaze njihovih razlika potrebno ih je paralelno proučavati.

Gospodarsko značenje zajednice. U zaštitnom smislu značenje asocijacije *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* je golemo, jer obrašćuje vrlo izložene i strme terene. To su često vrhovi grebena i padina u čijoj je zoni nastajanje erozija najopasnije.

Na blažim padinama, nešto dubljim tlima te sastojine postižu drvenu masu preko 400 m³/ha, pa se njima normalno gospodari. O obnovi sastojina te fitocenoze Anić (1963) piše: "Obnova sastojina vrši se prirodnim putem u većim okruzima. Kod podizanja pomladka potrebno je unášati razne meliorativne vrste, tako da se dobiju od početka mlade mješovite grupe, iz kojih će se kasnije razvijati kitnjak u dominantnoj, a razne druge vrste u podstojnim etažama."

U sastojinama iznad Bačuna, koje su stare oko 100 godina, mjestimično se javlja vrlo obilan kitnjakov pomladak, što je bilo i na plohama gdje je istraživana biomasa. Pri otvaranju takvih sastojina treba uvijek biti oprezan, jer gotovo uvijek prisutne vrste iz sloja grmlja (*Genista tinctoria*, *Genista germanica*, *Genista pilosa*, *Chamaecytisus supinus*, *Lembotropis nigricans*) mogu vrlo lako u uvjetima jačeg svjetla zakoroviti tlo, što će izazvati velike probleme. U sastojinama u kojima se još steljari treba svakako spriječiti odnošenje listinca. Time bi se spasile mnoge sastojine od dalje degradacije, jer za razliku od sastojina hrasta kitnjaka i običnoga graba, zatim sastojina hrasta kitnjaka i pitomoga kestena (obje su razvijenije na dubljim, hranjivim tlima i zaštićenijim položajima), degradacija u sastojinama zajednice *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* odvija se vrlo brzo, a progresija teče vrlo, vrlo sporo.

3.3. Razred - Klasse *Querco-Fagetea* Br. - Bl. et Vlieger 1937

Red - Ordnung *Fegetalia sylvaticae* Pawl. 1928

Sveza - Verband *Carpinion betuli* (Issl.) Oberd. 1953.

3.4. Podsveza - Unterverband *Lonicero Caprifoliae Carpinion betuli* (Horvat 1958) Vukelić 1990

Mješovite, listopadne, brdske šume Hrvatske, Slovenije i sjeverne Bosne svrstane su u većini dosadašnjih istraživanja u Horvatuovu svezu *Carpinion illyricum*. Sveza je u planarnom pojasu obuhvaćala šume hrasta lužnjaka i običnoga graba, a u kolinskom pojasu šume hrasta kitnjaka i običnoga graba (Rauš 1975).

Vrlo složeno pitanje sistematike i raščlanjenosti tih šuma bilo je predmetom brojnih rasprava naših najpoznatijih fitocenologa (Horvat 1958, 1963, Horvati dr. 1974, Wraber 1969, Fukarek 1969, Borhidi 1963, 1969, Glavač 1969, Oberdorfer 1957, Rauš 1975, Šugar 1972, Šegulja 1974, Marinček 1979, 1980, Marinček i dr. 1983, 1984 itd.).

Zbog toga je prije svega i ovdje bio zadatak utvrditi sličnost i razlike naših i srodnih evropskih šuma i na temelju svojstvenih i diferencijalnih vrsta odlučiti se za najsvrsishodniju sistematiku i raščlanjenost.

Spornu svezu postavio je Horvat (1958) na temelju usporedbi naših i prvenstveno srednjoevropskih kitnjakovo-grabovih šuma. Horvat piše: "Tek sjeverozapadni dio područja (jugoistočne Evrope u tekstu op.), koji obuhvaća sjevernu Hrvatsku i Bosnu, ima bujnu šumsku vegetaciju srednjoevropskog značaja; ona pripada naročitoj svezi reda *Fagetalia* Pawl., a nazvao sam je *Carpion betuli illyrico-podolicum*. Zajednice ove značajne istočnoevropske sveze razlikuju se od srednjoevropske sveze *Carpinion betuli medioeuropaeum* brojnim vrstama (među njima i nekim elementima reliktnog značaja) na pr. *Staphylea pinnata*, *Lonicera caprifolium*, *Lamium orvala*, *Vicia oroboides*, *Isopyrum thalictroides*, *Eranthis hyemalis*, *Erythronium dens canis*, *Epimedium alpinum*, *Cyclamen europaeum*, *Helleborus atrorubens*, *Helleborus odoratus*, *Crocus vernus*, *Galium verum* i dr".

Iz Horvatova (1958) prijedloga se vidi da sve vrste koje predlaže ili su ilirskog karaktera, ili imaju težište rasprostranjenosti u našim šumama kolinskog i montanskog pojasa. Autor ne ulazi u svojstvenost tih vrsta, odnosno ne ocjenjuje njihovo značenje i sudjelovanje u bukovim, odnosno kitnjakovo-grabovim šumama. Taj dio novopredložene sistematike Borhid i (1963) smatra spornim i navodi da na temelju iznesenih elemenata nema dovoljno razloga ni za lučenje podsveze kitnjakovo-grabovih šuma unutar bukovih. Za navedene diferencijalne vrste tvrdi da pridolaze i u bukovim šumama, pa se na kraju zalaže da ilirske šume hrasta kitnjaka i običnoga graba moraju ostati unutar sveze ilirskih bukovih šuma. To stajalište, dokumentirano tabličnim materijalom, Borhid i ponavlja 1967. godine na međunarodnom simpoziju o pitanju hrastovo-grabovih šuma Evrope u Reinhardtsbrunnu.

Na istom simpoziju o pitanju ilirskih hrastovo-grabovih šuma svoja stajališta su iznijeli Wraber i Glavač. Opisujući tri zajednice hrastovo-grabovih šuma Slovenije, Wraber (1969) ne govori u prilog svezi *Carpinion illyricum* Horv., već svoje dvije zajednice podvrgava šire shvaćenim evropskim svezama, a zajednicu *Asperulo-Carpinetum* svezi *Fagion illyricum*.

Glavač (1969) pravi temeljitu analizu sveze *Carpinion illyricum* i zalaže se za njeno puno priznanje. S Borhidijem se slaže samo u tome da treba izbaciti iz imena sveze *podolicum*. Kao argumente za odvajanje od bukovih šuma navodi njihovu flornu i fiziološku razliku, zatim da čine klimatskozonalnu vegetaciju jednog nižega područja, a od srednjoevropskih hrastovo-grabovih šuma razlikuju se vremenom nastanka, siromaštvom bukve, klimatskom zonalnošću na velikim površinama i jasnom, stanišnim prilikama uvjetovanom diferencijacijom od planarnih lužnjakovo-grabovih šuma.

Kao svojstvene vrste sveze Glavač navodi *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, *Stallaria holostea*, *Cruciata glabra*, *Crocus naepolitanus*, *Vinca minor*, *Melempyrum nemorosum* i *Tilia cordata*. Za diferencijalne vrste sveze navode se *Lonicera caprifolium*, *Epimedium alpinum*, *Aposeris foetida*, *Lamium orvala*, *Cyclamen purpurascens*, *Knautia drymeia*, *Primula vulgaris*, *Vicia oroboides*, *Helleborus dumetorum*, *Lathyrus ochraceus* i *Aremonia agrimonoides*. Kao diferencijalne vrste asocijacije *Quercus-Carpinetum croaticum* Horv. navodi se dvadesetak vrsta, a karakterističnih za red i razred šezdesetak. Uglavnom ista obrazloženja u prilog svezi zastupljena su i kasnije (Horvat i dr. 1974).

Gotovo istovremeno kad i Horvat O b e r d o r f e r (1957) predlaže jednu zajedničku svezu za sve srodne kitnjakovo-grabove šume Evrope (*Carpinion betuli* /Sssl./ Oberd.) koja bi bila podijeljena u "arealnogeografske" podsveze, dakako na temelju diferencijalnih vrsta. On je tad predložio najmanje tri grupe (podsveze) zajednica, prema čemu bi naše kitnjakovo-grabove šume spadale u podsvezu *Tilio-Carpinion*. Za nju O b e r d o r f e r navodi da je karakterizira odsutnost subatlantskih vrsta, ali s druge strane izrazito nastupaju *Tilia cordata*, *Carex pilosa*, *Melampyrum nemorosum* i druge. Autor smatra da je takva podjela provizorna te da su potrebna pobliža istraživanja i komparacije, a posebno da treba vidjeti položaj lužnjakovo-grabovih šuma.

Osobito su važni stavovi naših fitocenologa koji su istraživali ilirske šume humlja i brda u Hrvatskoj poslije tih prijedloga.

Š u g a r (1972), istražujući vegetaciju Samoborskoga gorja, za svezu *Carpinion betuli illyricum* Horv. ističe: "Mi smo u ovom radu, izbacivši iz naziva riječ 'podoliticum', zadržali svezu *Carpinion betuli illyricum*, podredivši joj šume hrasta kitnjaka i običnoga graba našeg područja. No, smatramo ipak potrebnim napomenuti da ona nema dovoljno opravdanja. Ona naime praktički nema svojih karakterističnih vrsta koje bi joj davale ilirski karakter, a koje nisu sadržane u svezi *Fagion illyricum*. Stoga nam se čini opravdanim ponovo je podrediti svezi *Fagion illyricum* kojoj je prvobitno bila podređena." Autor tvrdnje podupire i činjenicom da se karakterističnim vrstama sveze na istraživanom području mogu smatrati *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Melampyrum nemorosum*, *Stellaria holostea*, *Cruciata glabra* i *Vinca minor*. Dakle, sve su te vrste više ili manje rasprostranjene i u ostalim evropskim hrastovo-grabovim šumama.

Iste vrste i obrazloženja navodi H r u š k a D e l l' U o m o (1974) za kitnjakovo-grabove šume Moslavačke gore. Zaključuje: "Razmjerno mali broj vrsta koje karakteriziraju svezu bio bi prilog spomenutom mišljenju nekih fitocenologa o ponovnom uklapanju ove sveze u svezu *Fagion illyricum*, jer je za njeno postojanje prisutno premalo vrsta koje bi ju dobro označavale."

R e g u l a - B e v i l a c q u a (1978) konstatira da su hrastovo-grabove šume Strahinšćice u Hrvatskom zagorju dosta slične srednjoevropskom, ali na temelju nekih diferencijalnih vrsta mogu se odvojiti u zasebne asocijacije. Ističe da je to pokazatelj prijelaznog karaktera Strahinšćice između ilirskih krajeva i srednje Evrope.

Većina suvremenih slovenskih fitocenologa ima specifičan pogled na zajednice sveze *Carpinion betuli illyricum*, a pogotovo na njene svojstvene vrste. Oni svezu prihvaćaju, a M a r i n č e k (1979, 1980), opisujući asocijacije *Carpinetum praealpinum* (1979) i *Myrtilo-Carpinetum praedinaricum* (1980), za karakteristične vrste sveze navodi uglavnom sve koje su naveli H o r v a t (1958) i G l a v a č (1969).

Nešto drugačiji stavovi izneseni su kasnije. Opisujući novu asocijaciju *Orinthogalo pyrenaici-Carpinetum* u Sloveniji i sjeveroistočnoj Italiji M a r i n č e k i dr. (1983) smatraju da su dopunili svezu *Carpinion illyricum* Horv.: "I. H o r v a t (1958) in I. H o r v a t, V. G l a v a č, H. E l l e n b e r g (1974) so uvrstili v zvezu *Carpinion illyricum* vse ilirske vrste, ki se pojavljajo v ilirskih gozdovih belega graba. Večina teh pa so že značilnice za druge zveze in rede, zlasti za zvezu ilirskih bukovih gozdov, *Fagion illyricum* Ht. (1938) 1950. Na podlegi obsežne literature in z medsebojno primerjavo številnih fitocenoloških tabel smo prišli do zaključka in zbrali naslednje rastlinske vrste za značilnice zveze *Carpinion illyricum*: *Crocus naeopolitanus*, *Galanthus nivalis*, *Erythronium dens canis*, *Primula acaulis*, *Helleborus odoratus* in *Helleborus atrorubens*."

Godinu dana kasnije (1984) Marinček & Zupančič opisuju asocijaciju *Carpinetum subpannonicum*, a kao svojstvene vrste sveze *Carpinion illyricum* navode se *Lonicera caprifolium*, *Primula vulgaris*, *Galanthus nivalis* i *Erythronium dens canis*. Međutim, te su vrste u toj zajednici slabo zastupljene.

Na temelju citiranih i ostalih radova drugih autora, kao i vlastitih istraživanja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, moguće je najčešće spominjane vrste definirati po kategorijama koje će olakšati rješavanje te problematike.

Za naše i većinu evropskih hrastovo-grabovih šuma sveze *Corpinion betuli* (Issl.) Oberd. svojstvene su ove zajedničke vrste:

Carpinus betulus

Prunus avium

Acer campestre

Euonymus europaea

Rosa arvensis

Stellaria holostea

Carex pilosa

Vinca minor

Melampyrum nemorosum

Corylus avellana (slaba)

Tilia cordata

Svojstvene vrste za naše hrastovo-grabove šume (podsveza *Lonicero-Carpinion*) jesu:

Lonicera caprifolium

Knautia drymeia

Helleborus atrorubens

Helleborus odorosus

Crocus naepolitanus

Primula vulgaris

Diferencijalne vrste ilirskih hrastovo-grabovih šuma (podsveza *Lonicero-Carpinion*) prema ostalim srodnim, u Evropi šire rasprostranjenim šumama jesu:

Epimedium alpinum

Vicia oroboides

Lamium orvala

Cyclamen purpurascens

Erythronium dens canis

Ruscus hypoglossum

Cruciata glabra

Eranthis hyemalis

Aposeris foetida (slaba)

Haquetia epipactis

kao i ostale vrste svojstvene za svezu *Fagion illyricum*.

Treba napomenuti da kod većeg broja tih vrsta, a pogotovo kod vrsta *Knautia drymeia*, *Erythronium dens canis*, *Epimedium alpinum*, *Primula vulgaris*, *Helleborus atrorubens* i *Helleborus odorosus* postoje velika neslaganja stručnjaka oko njihove svojstvenosti za bukove ili hrastovo-grabove šume. Ta činjenica, kao i nedostatak "čistih" karakterističnih vrsta sveze *Carpinion illyricum* uzrok su nastajanja ovog problema.

Uzimajući u obzir navedene činjenice, u prikazivanju sistematike kitnjakovo-grabovih šuma istraživanog područja nametnulo se više rješenja od kojih se Oberdorfer (1957) prijedlog pokazao najispravnijim. Zašto?

Prvo, većina hrastovo-grabovih šuma Evrope vrlo su srodne i vežu ih zajedničke svojstvene vrste sveze *Carpinion betuli*, a koje su već navedene. Drugo, jače diferencijalne vrste, ali slabije svojstvene (vrste sveze *Fagion illyricum*) daju posebno obilježje ilirskim hrastovo-grabovim šumama i podsvezom bi bio naglašen taj karakter. Treće, hrastovo-grabove šume bi ostale odijeljene od bukovih, od kojih se zaista i razlikuju, prije svega svojim vrstama sveze evropskih hrastovo-grabovih šuma (*Carpinion betuli*).

Treba naglasiti da je upravo takvu mogućnost i G l a v a č (1969) predvidio. Predlaže međunarodnu komisiju koja bi ispitala svrsishodnost rješenja da se ilirske hrastovo-grabove šume izdvoje kao podsveza jedne šire shvaćene evropske sveze *Carpinion*.

O b e r d o r f e r (1957) smatra da bi hrastovo-grabove šume istočne i jugoistočne Evrope ušle u podsvezu *Tilio-Carpinenion*. Tu podsvezu su prihvatili neki poljski, češki i mađarski autori. Kako se ilirske hrastovo-grabove šume razlikuju i od tih šuma (manje nego od šuma podsveza *Galio-Carpinenion* i *Pulmonario-Carpinenion*), smatram da se one trebaju ujediniti u podsvezu *Lonicero-Carpinenion* čije su svojstvene i diferencijalne vrste već navedene. Prema tome, uvođenje podsveze *Lonicero caprifoliae-Carpinenion betuli* ne eliminira podsvezu *Tilio-Carpinenion* niti joj je sinonim.

Na kraju ove diskusije želim istaći još neke činjenice.

Ovakvo shvaćanje i imenovanje potpuno je u skladu s važećim Kodeksom fitoceno-loške nomenklature, dok po njemu stari naziv *Carpinion illyricum* nije mogao ostati. Nadalje, ova istraživanja i usporedba srodnih evropskih vegetacijskih jedinica pokazuje da predlagati red *Carpinetalia* na istom nivou kao red *Fagetalia* nije moguće. Tu se javlja još mnogo veći problem vrsta, a red *Fagetalia* se mora shvatiti kao jedinica koja ujedinjuje mezofilne brdske, gorske i pretplaninske listopadne i listopadno-četinjave šume neutrofilnih do slabije acidofilnih tala.

Osim toga pri navođenju ilirskih vrsta mora se imati na umu da one nisu sve zaista takva karaktera. U tom kontekstu ispravan je pristup kakav zastupa T r i n a j s t i ć (1987), koji te vrste kategorizira i prema tome im određuje karakter i važnost. Nazvati sve te vrste ilirskima, što je djelomično učinjeno u ovome radu i što je učinila većina autora prije, nije sasvim ispravno, ali je za određivanje karaktera kitnjakovo-grabovih šuma sjeverozapadne Hrvatske i njihova odnosa prema srodnim evropskim šumama važnije njihovo diferencijalno obilježje, a ono ne dolazi u pitanje.

3.4.1. Ilirske šume hrasta kitnjaka i običnoga graba - Ilirische Traubeneichen-Heinbuchenwaelder

(*Epimedio-Carpinetum betuli* /Horv. 1938/ Borh. 1963)

Syn: *Quercu-Carpinetum croaticum* Horv. 1938

D o s a d a š n j i o p i s i s i s t e m a t i k a z a j e d n i c e. Tu je asocijaciju prvi u nas opisao H o r v a t (1938) pod imenom *Quercu-Carpinetum croaticum* i raščlanio je na subasocijacije *erythronietosum* i *staphyletosum*, a kasnije pridodaje još subasocijacije *caricetosum pilosae* i *ruscetosum aculeati*. U pregledu šumskih zajednica Jugoslavije 1963. ističe njihove sinekološko-vegetacijske razlike, iz čega G l a v a č (1968) zaključuje da je H o r v a t zapravo predlagao izdvajanje subasocijacija kao samostalnih asocijacija i u tom smislu prvi put upotrebljava imena *Erythronio-Carpinetum*, *Staphyleo-Carpinetum* i *Carici pilosae-Carpinetum*. To se po-

tvrdi i 1974 (H o r v a t i dr.), ali se u fitocenološkim tablicama svojstvene i diferencijalne vrste navode po ranijim shvaćanjima. Taj stav o samostalnim asocijacijama nije primijenila većina autora u Hrvatskoj, ističući problem nedostatka svojstvenih vrsta za nove asocijacije. Zajednica se u radovima R i z o v s k o g (1969, 1971), R a u š a (1973, 1978), H r u š k e D e l l' U o m ó (1974), P e l c e r a (1979), Š e g u l j e (1974), Š u g a r a (1972), B e r t o v i ć a (1975), H o r v a t i ć a i dr. (1967) C e s t a r a i dr. (1979, 1982, 1983), R a u š a i dr. (1986), i ostalih fitocenologa opisuje kao asocijacija *Quercus-Carpinetum croaticum*, a uz četiri poznate Horvatove subasocijacije opisane su još neke druge. Svi ti autori ističu florno bogatstvo asocijacije *Quercus-Carpinetum croaticum*, veću zastupljenost pojedinih ilirskih ili južноеvropskih elemenata, nedostatak diferencijalnih i pojedinih ilirskih vrsta i navode je kao klimatskozonalnu zajednicu u Hrvatskom zagorju, većim dijelovima Kalnika, Moslavačke gore, Bilogore, rubovima slavonskoga gorja, posebno Dilja. B o r h i d i (1963) u već mnogo puta spomenutim i citiranim diskusijama oko te zajednice i sveze *Carpinion betuli illyricum* predložio je naziv *Epimedio-Carpinetum* smatrajući da je stavljanjem vrste *Epimedium alpinum* u ime zajednice dovoljno istaknuto njeno osnovno obilježje i arealnogeografska pripadnost. On je asocijaciju podredio svezi *Fagion illyricum*.

Ova istraživanja su pokazala da je na području sjeverozapadne Hrvatske tu zajednicu najispravnije shvatiti kao što ju je shvatio i H o r v a t u svojim radovima, opisujući je kao *Quercus-Carpinetum croaticum* sa subasocijacijama *erythronietosum*, *staphyletosum* i *caricetosum pilosae*. Asocijacija je jasno definirana, a slijed i sindinamika subasocijacija točno određeni. Što se tiče imena asocijacije i primjene Kodeksa, ime *Quercus-Carpinetum* ne bi mnogo značilo, jer je mnogo zajednica opisivano pod tim imenom, i to u cijeloj Evropi. Isto je i s imenom *Carpino betuli-Quercetum petraeae*. Stoga Borhidijev prijedlog i ime *Epimedio-Carpinetum* zadovoljavaju uvjete i imaju i drugih prednosti. U imenu je istaknut areal zajednice i njena samostalnost u odnosu na ostale evropske zajednice *Carpinetum*.

Što se tiče sistemske pripadnosti zajednice *Epimedio-Carpinetum*, ona je u obrazloženju prijedloga uvrštavanja podsveze *Lonicero-Carpinenion* unutar sveze *Carpinion betuli* u fitocenološki sistem dostatno obrazložena.

R a s p r o s t r a n j e n o s t z a j e d n i c e. Šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba rasprostranjena je na velikom dijelu istraživanog područja, ali ni približno u onako velikim kompleksima kako se to često u literaturi može pročitati ili na pojedinim kartama uočiti. Za to su uglavnom dva razloga: velike površine koje potencijalno pripadaju toj zajednici u kolinskim i submontanskim položajima iskrčene su u prošlosti i nalaze se danas pod poljoprivrednim kulturama, vinogradima i naseljima. Drugi razlog leži u tome što su na velikom dijelu istraživanog područja rasprostranjene silikatne stijene na kojima zajednica u pravilu ne pridolazi.

Najljepše sastojine do nestanka ugrožene fitocenoze nalaze se u jugozapadnim dijelovima Medvednice, osobito u predjelu Ponikve, zatim ispod Pongračeve lugarnice (34c) te u donjim dijelovima brojnih potoka oko Medvednice. Vrlo lijepu, srednjodobnu sastojinu susrećemo u predjelu Martinbreg g.j. "Duboki jarak" šumarije Dugo Selo, koja je fitocenološki detaljnije obrađena. Sastojine u području između Medvednice i Ivanščice uglavnom su pod jakim antropogenim utjecajem, ali su florno vrlo bogate i bujne, osobito u sloju prizemnog rašća. U predjelima varaždinsko-topličkoga gorja ostale su uglavnom degradirane sastojine u privatnim šumama, a sačuvanije, ali nevelike komplekse na-

lazimo u g.j. "Varaždinbreg" (npr. u 8. odjelu - predjel Bumbek). U području Kalnika sastojine fitocenoze *Epimedio-Carpinetum betuli* pridolaze mozaično, ovisno o geološko-litološkoj i pedološkoj podlozi, u otocima mekih vapnenaca, laporaca, vapnenastih breča oko Gabrinovca, zatim na križevačkoj strani oko Gradeca, a najveći kompleks nalazi se u Mrđakovcu, na južnoj strani jednog od sporednih kalničkih grebena, koji se nalazi na granici križevačke i ludbreške šumarije. Na tom središnjem dijelu istraživanog područja u g.j. "Polum-Medenjak" jasno izražene sastojine zajednice *Epimedio-Carpinetum* nalaze se u predjelu Mikulin jarak (69 odjel), dok najistočniju sastojinu, u kojoj je cer prisutniji od kitnjaka, nalazimo sjeveroistočno od Ludbreškog Ivanca u 63. odjelu. To je dio gdje praporne zaravni, rasprostranjene od istoka, polako prelaze u razne vapnenaste stijene, pa umjesto zajednice *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, razvijene na istoku, ovdje susrećemo prijelaze i manje ili više izraženu zajednicu *Epimedio-Carpinetum betuli*. U području gospodarske jedinice "Dugačko brdo" nisam evidentirao tipično razvijenu zajednicu hrasta kitnjaka i običnoga graba. S obzirom na litološko-pedološku građu to je razumljivo.

Prema drugim autorima fitocenoza se nastavlja na istok Bilogorom, obroncima slavonskoga gorja do Dilja, gdje se prema R a u š u (1975, 1976) nalazi istočna granica klimatogene zajednice šume hrasta kitnjaka i običnoga graba. Prema tom autoru granica je kod Đakova, na obroncima Dilja i ide potokom Jošava, gdje zapadno od potoka počinje ili, točnije rečeno, završava ta asocijacija. Sastojine fitocenoze *Epimedio-Carpinetum betuli* florno su vrlo slične sastojinama u jugozapadnom dijelu Medvednice (Ponikve), a *Epimedium alpinum* i *Lonicera caprifolium* dostižu na oba lokaliteta vrlo visoku pokrovnost.

Stanište fitocenoze. Sinekološki faktori uspjevanja šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba opisani su u brojnim studijama u Hrvatskoj, a posebno se to odnosi na radove H o r v a t a (1938), G r a č a n i n a (1947), B e r t o v i ć a (1968), C e s t a r a i dr. (1982), H r š a k a (1986) i drugih autora, pa se ovdje neće posebno naglašavati.

Objašnjavajući zašto je ta asocijacija vegetacijski klimaks većeg dijela Hrvatske, H o r v a t (1938) zaključuje da ona nastanjava potpuno razvijena tla i da je najbolje prilagođena općim klimatskim prilikama tog područja. Šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba zauzima takva staništa na kojima su u punoj mjeri "izražene opće klimatske prilike i omogućen nesmetan razvitak tla."

Na području Medvednice, Ivanščice i Kalnika fitocenoza *Epimedio-Carpinetum* razvijena je na luvisolima, eutričnim smeđim tlima i kalkokambisolima povrh vapnenca i dolomita, mekih vapnenaca, konglomerata, laporaca i drugih podloga, a samo subasocijacija *erythronietosum* i na distričnim smeđim tlima povrh pješčenjaka. Općenito se za te lokalitete može reći da se prostiru između 200 i 450 m na južnoj strani Medvednice i dosta više, pretežno na jugozapadnim, južnim ekspozicijama, na zaravnima i na blažim širokim padinama prema vodotocima.

Florni sastav. Florni sastav zajednice prikazan je u tablici III. na temelju 25 snimaka. U njima je registrirana 101 vrsta prisutna u preko 15% snimaka i 53 vrste prisutne u manje od 4 snimka. Ukupan broj vrsta u toj zajednici još je veći, osobito u degradiranijim i otvorenijim sastojinama koje su fitocenološki snimljene, ali zbog poznatih principa u proučavanju fitocenoza nisu uzete u obzir. Te vrste nemaju važnosti za život zajednice hrasta kitnjaka i običnoga graba.

U sloju drveća, ali i u cijeloj fitocenozi edifikatorski je najvažnija vrsta hrast kitnjak. Nalazi se u svim snimkama s vrlo visokom pokrovnom vrijednošću od 4900. Uz hrast se redovno u većim ili manjim grupama u podstojnoj etaži nalazi obični grab, jedna od sociološki najvažnijih vrsta. Mnoge sastojine, osobito u dolinama potoka i jarcima pretvorene su u čiste grabike. Osim u sociološkom smislu grab je neobično važan kao meliorativna vrsta u njezi sastojina. U cijeloj ophodnji pomaže u uzgoju kvalitetnih hrastovih stabala, svojim listincem znatno popravlja tlo i ima nezamjenjivu ulogu pri obnovi sastojina. Uz kitnjak i grab često je prisutna obična bukva, međutim nema tako veliku važnost kao u srodnoj zajednici *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*. To su za fizionomiju, strukturu, sastav i značenje fitocenoze najvažnije vrste.

Svojevrsne vrste asocijacije su u sloju drveća *Prunus avium* (vrlo često zastupljena u sva tri sloja), u sloju grmlja *Rosa arvensis*, *Euonymus europaea* i *Lonicera caprifolium*, a u sloju prizemnog rašća *Knautia drymeia*, *Primula vulgaris* i rjeđe zastupljen *Helleborus dumetorum*. Od ostalih vrsta sveze *Carpinion betuli* vrlo su obilno prisutne i s visokim stupnjem udjela vrste *Carpinus betulus* (sva tri sloja), *Corylus avellana* (sloj grmlja), *Acer campestre* (sva tri sloja), *Stellaria holostea*, a rjeđe *Vinca minor*, *Melampyrum nemorosum*, dok je *Carex pilosa* diferencijalna vrsta jedne od subasocijacija. Diferencijalne vrste podsveze *Lonicero caprifoliae-Carpinion* pridolaze uglavnom sa stupnjem udjela III (*Cruciata glabra*, *Cyclamen purpurascens*, *Vicia oroboides*, *Lamium orvala*). Najčešća je vrsta *Aposeris foetida* (IV), dok je jedna od najvažnijih, *Epimedium alpinum*, registrirana u 8 od 25 snimaka. *Lonicera caprifolium*, jedna od sociološki najvažnijih vrsta za arealnogeografski karakter tih sastojina, prisutna je samo u nekim površinama i tada u pravilu veoma bujno. Napominjem da u vrijeme snimanja (početak travnja do kraja rujna) zbog završenog razvoja u snimcima nisu registrirane tri, za te šume važne vrste: *Crocus naepolitanus*, *Galanthus nivalis* i *Scilla bifolia*.

Od vrsta reda Fagetalia i ostalih nižih jedinica osim bukve u sloju drveća i grmlja prisutni su relativno stalno, premda ne s velikom pokrovnosti, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra*, *Crataegus monogyna*, *Pyrus pyraeaster*, *Daphne mezereum* i *Crataegus oxyacantha*. U prizemnom rašću visokim stupnjem udjela i relativno velikom pokrovnom vrijednošću ističu se vrste *Galium odoratum*, *Anemone nemorosa*, *Dentaria bulbifera*, *Sanicula europaea*, *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum tuberosum*, *Lathyrus vernus*, *Viola reichenbachiana*, *Polygonatum multiflorum*, *Mycelis muralis*, *Carex sylvatica* i dr. Njihove pokrovne vrijednosti su mnogo manje nego u fitocenozi *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*.

Od vrsta razreda *Quercetea roboris-petraeae* prisutan je značajnije pitomi kesten, a ostale su vrste više prisutne samo u degradiranim sastojinama čija regresija teče u smjeru acidifikacije.

Od šire rasprostranjenih vrsta česte su i za pomlađivanje sastojine važne *Festuca drymeia* i *Rubus hirtus*. Mjestimično tvore čiste facijese. Također su redovite pratilice *Hedera helix*, *Galium sylvaticum*, *Convallaria majalis* i druge.

Mahovi za tu asocijaciju nemaju sociološke važnosti, međutim njihova pojava i obilnija prisutnost vezani su s gaženjem tla u sastojinama, kolnim putevima, vlakama, odnošenjem listinca i pretvaranjem tih šuma u čiste hrastike, o čemu će više biti govora u sindinamici fitocenoze.

Biološki spektar asocijacije *Epimedio-Carpinetum betuli* pokazuje ove odnose: 27,1% su fanerofiti, 6,2% hamefiti, 42,7% hemikriptofiti, 21,9% geofiti i 2,1% terofiti.

Postotak fanerofita i geofita je relativno velik. To je rezultat s jedne strane vrlo bogatoga mješovitog sastava drvenastih vrsta, a s druge strane sličnosti s bukovim šumama. Postotak hamefita je u odnosu na termofilnije fitocenozе hrasta kitnjaka razumljivo dosta manji.

R a š č l a n j e n o s t f i t o c e n o z e. U skladu s ranijim, ispravnim shvaćanjima, a na temelju fitocenoloških snimanja, zajednica *Epimedio-Carpinetum betuli* podijeljena je u tri subasocijacije: *erythronietosum*, *caricetosum pilosae* i *staphyletosum*.

a) subas. *erythronietosum*

U društvenim šumama istraživanog područja jasno je izražena u vrlo bogatim i sa šumskogospodarskog stajališta vrlo vrijednim sastojinama u središnjem dijelu Medvednice. Dio 34. odjela je proglašen sjemenskom sastojinom hrasta kitnjaka. Ta je subasocijacija prema H o r v a t u (1938) razvijena na dubljim, ilovastim i pjeskovitim tlima koja su oskudna vapnom. Ta je osobina jasno izražena u nazočnosti većeg broja indiferentnih i manje ili više acidofilnih vrsta i potpunim nedostatkom izrazito bazofilnih vrsta. G r a č a n i n (1948) piše: "Tla subasocijacije *Quercus-Carpinetum croaticum erythronietosum* pripadaju skupini umjereno podzoliranih tipova, kojih stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta bazama koleba između 35 i 60%. S daljim porastom intenziteta podzolizacije ova je subasocijacija potiskivana. Na jako podzoliranim tlima nikada se ne pojavljuje, pa otuda zaključujemo, da se na umjereno podzoliranim tlima nalazi finalna faza asocijacije *Quercus-Carpinetum croaticum*." Autor dalje navodi da subasocijacija u procesu podzolizacije prelazi u zajednicu *Quercus-Castaneetum*.

U 34c odsjeku gosp. jed. "Sljeme - Medvedgradske šume" otvoren je i analiziran pedološki profil s ovim karakteristikama: Profil je lociran na gornjoj trećini padine ispod Pongračeve lugarnice, na terenu nagiba 30-35 stupnjeva, južnoj do jugozapadnoj ekspoziciji. Matičnu podlogu čine zeleni škrljavci na kojima je formirano tlo kambisol distrični. Tlo je kisele reakcije, relativno slabo opskrbljeno fosforom i kalijem, što je osobito izraženo po dubini profila. Izuzetak čini humusno-akumulativni horizont koji je relativno dobro opskrbljen navedenim hranivima, a vrlo je bogat organskom tvari i ukupnim dušikom. Tlo je inače povoljnih mehaničkih svojstava, što ima za posljedicu zadovoljavajuću važnost po dubini profila. Sama dubina fiziološki aktivnog profila tla je takva da omogućuje razvoj korijenskog sistema i postizanje znatnih dimenzija hrasta kitnjaka.

Prema H o r v a t u (1963) diferencijalne vrste subasocijacije osim pasjeg zuba jesu *Polytrichum commune* i *Lathyrus montanus*. Udio mahova u fitocenozi *Epimedio-Carpinetum betuli* objašnjen je ranije, a *Lathyrus montanus* registriran je samo u jednom snimku. Međutim u toj subasocijaciji je kudikamo veći broj acidofilnih vrsta, pa sam uz pasji zub odredio još kesten i bekicu, jer se u ostale dvije subasocijacije ne pojavljuju. Treba istaći da je ta jedinica prikazana samo na temelju jednog, istina velikog i značajnog kompleksa. Za definitivno određivanje diferencijalnih vrsta treba uzeti u obzir i privatne šume sjeverozapadne Hrvatske gdje je ta subasocijacija najčešća.

Snimljene sastojine su zbog povoljnih litološko-pedoloških i ostalih uvjeta gospodarski vrlo vrijedne i predstavljaju jednu od najljepših sastojina na istraživanom području (slika 6).



Sl. - Abb. 6. Subasocijacija *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae myrtilletosum* na Medvednici - Subsoziation *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae myrtilletosum* auf Medvednica

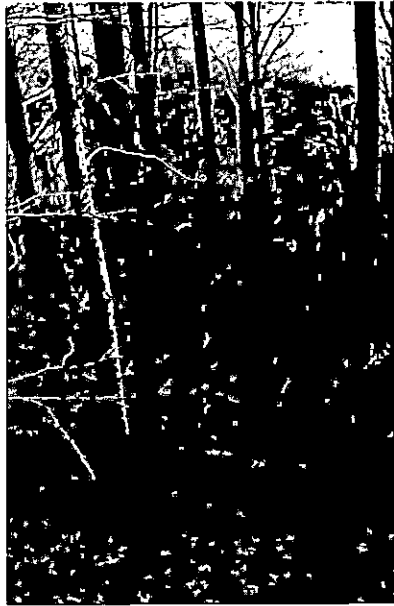
b) subas. *caricetosum pilosae*

To je najznačajnija subasocijacija ilirske šume hrasta kitnjaka i običnoga graba. Nalazimo je u manjim ili većim kompleksima u središnjem i zapadnom dijelu istraživanog područja. Najljepše sastojine su na južnoj strani Medvednice u predjelu Ponikve (odjeli 50, 53 i 54, slika 7), zatim oko Gabrinovca u Kalniku (odjel 49), u gosp. jed. "Duboki jarak" (odjeli 19 i 20) i drugdje. Najčešće je razvijena na eutričnim tlima i luvisolima povrh mekih vapnenaca u nadmorskim visinama između 200 i 500 metara, na više ili manje strmim pretežno južnim ekspozicijama i zaravnima. Horvat (1963) i Granić (1948) sindinamski je stavljaju između subasocijacija *staphyletosum* i *erythronietosum*.

Analiziran pedološki profil otvoren je u 39b odsjeku gosp. jed. "Kalnik - Kolačka" u sastojini vrlo bogatoga flornog sastava s velikim udjelom cera. Nadmorska visina je 360 metara, a ekspozicija južna. Profil je lociran u donjoj trećini padine, nagiba oko 10 stupnjeva, a podlogu čine laporasti vapnenci i laporci. Prema tipskoj pripadnosti profil tla predstavlja eutrični kambisol, glinovit, slabo skeletan. Morfološka i fiziografska svojstva:

O - horizont je dubine 1-1,5 cm, a predstavlja polurazložen listinac

Aoh (1,5-9 cm) - praškasta glina, tamno smeđe (10yR 3/3) boje, mrvičaste strukture, rahao, slabo protkan korijenjem, najvećeg promjera do 0,5 cm. Tlo je beskarbonatno, malo skeletoidno (sitni fragmenti skeleta 4 x 3 x 1 cm). Prijelaz u (B)r horizont je vrlo izražen.



Sl. - Abb. 7. Sastojina zajednice *Epimedio-Carpinetum erythronietosum* ispod Pongračeve lugarnice na Medvednici - Bestand der Gesellschaft *Epimedio-Carpinetum erythronietosum* unter Pongračeva lugarnica auf Medvednica

(B) r (10-38 cm) kambični horizont, teksturno praškasta glina, smeđe boje (10 yR 5/3), graškaste strukture, slabo porozan, zbijen, rijetko protkan korijenjem najvećeg promjera 5 mm, malo skeletoidan.

R 38 cm - čvrsta stijena - laporci, laporasti i glinasti vapnenci.

Po cijeloj dubini profila tlo je težeg granulometrijskog sastava, visokog stupnja poroznosti, ali malog kapaciteta za zrak. pH u KCl je u području slabo kiselog do neutralnog, što korespondira s visokim stupnjem zasićenosti bazama.

Problem diferencijalnih vrsta kod te subasocijacije uvijek je bio izražen. Horvat se (1963) opredjeljuje samo za vrstu *Carex pilosa*, a u nekim drugim radovima, kao i kod drugih autora pridodaje se *Hepatica nobilis*. U sjeverozapadnoj Hrvatskoj *Carex pilosa* je vrlo dobra diferencijalna vrsta prema subasocijaciji *erythronietosum*, a slabija prema subasocijaciji *staphyletosum*. *Hepatica nobilis* nije prisutna u svim sastojinama, već je pokazala veću sklonost termofilnijim lokalitetima.

U jugozapadnom dijelu Medvednice, u predjelima Volarska ravnica i iznad Javorščaka (dijelovi 33, 34 i 35 odjela) na strmijim i izloženijim padinama, istočno od gornjeg toka potoka Mikulići razvijena je termofilnija varijanta te subasocijacije. Jasno je diferenciraju vrste reda *Quercetalia pubescentis*: *Fraxinus ornus*, *Litospermum purpureo coeruleum*, *Laserpitium siler*, *Iris graminea*, *Viola hirta* i *Glechoma hirsuta*. Tla su duboka unatoč nagibu, humozna i povoljna za razvoj šumske vegetacije. Sastojine su posebno bogate gotovo svim ilirskim vrstama koje dolaze u šumi hrasta kitnjaka i običnoga graba. Grab i bukva su manje zastupljeni nego u ostalim sastojinama te subasocijacije. U skladu s termofilnijim uvjetima povećan je udio hrasta kitnjaka. Takve sastojine nisu za-



Sl. - Abb. 8. Sastojine subasocijacije *Epimedio-Carpinetum betuli caricetosum pilosae* u Ponikvama pripadaju florno najbogatijima na istraživanom području - Bestände der Subassoziation *Epimedio-Carpinetum betuli caricetosum pilosae* in Ponikve gehören zu der reichsten Flora auf dem untersuchten Gebiet

bilježene na ostalim lokalitetima, pa na osnovu samo ovih nije bilo uputno izdvojiti neku "čvršću" vegetacijsku jedinicu.

Velik dio sastojina hrasta kitnjaka, običnoga graba i bukve u istočnom dijelu istraživanog područja shvaćen je i opisivan dosada kao subasocijacija *Epimedio-Carpinetum caricetosum pilosae*, međutim u ovim su istraživanjima odvojene u posebnu asocijaciju *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, što će biti objašnjeno u opisu te zajednice.

c) subas. *staphyletosum*

Razvijena je u cijelom istraživanom području gdje ima karbonatnih stijena. Bogatog je flornog sastava i u nekim snimcima ima preko 80 vrsta. G r a č a n i n (1948) navodi da "naseljuje uglavnom smeđa i žućkasto siva eluvirana karbonatna tla, koja sadrže kalcijski ili magnezijски karbonat bilo u kom svom horizontu. Tendencija podzolizacije opaža se i u ovim tlima, ali ona su zbijena bazama kojih ima u obilju u AC i C horizontu. Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa eluvijalnog horizonta varira između 64-90%. Barem u jednom horizontu V iznosi i do 100%."

Prema H o r v a t u (1963) diferencijalne vrste subasocijacije su *Staphylea pinnata*, *Rhamnus cathartica*, *Haquetia epipactis*, *Carex digitata*, *Vicia oroboides*, *Salvia glutinosa* i *Aconitum vulparia*. Na temelju pet snimaka, koliko je napravljeno u toj subasocijaciji, ističu se *Staphylea pinnata* u sloju grmlja i prizemnog rašća te *Haquetia epipactis* i *Salvia glutinosa* u prizemnom rašću. Ostale vrste registrirane su samo u jednom snimku. Vjerojatno bi se na većem broju snimaka navedene vrste također pokazale



Sl. - Abb. 9. Preostale sastojine starih hrastika zajednice *Epimedio-Carpinetum* u podnožju Medvednice - Andere Bestände alter Eichenwälder der Gesellschaft *Epimedio-Carpinetum* am Fusse des Medvednicagebirges

kao diferencijalne. Što se tiče vrste *Vicia oroboides*, ona je zastupljena i u ostalim subasocijacijama pa se ne može uzeti kao diferencijalna. Međutim kod te subasocijacije prije svega *Staphylea pinnata*, vrlo bogat florni sastav i specifična fizionomija omogućavaju da se identificira već na prvi pogled.

Većina sastojina subasocijacije *staphyletosum* na istraživanom području srednje je dobi, a neke su pretvorene u čiste grabike. Sastojine u privatnim šumama Hrvatskog zagorja više ili manje su degradirane.

Sindinamski odnosi. Sindinamika fitocenoze *Epimedio-Carpinetum betuli* objašnjena je u ranijim radovima Horvata, Anića, Glavača, Gračanića i drugih autora. Sažeto rečeno, odnošenjem listinca, neracionalnim sječama, prekomjernim uzastopnim gaženjem tla u sastojinama ili drugim negativnim utjecajima regresija se, ovisno o tipu i dubini tla te o matičnoj podlozi, odvija u dva smjera. Ako dolazi do acidifikacije tla, iz sastojine se povlači grab, nastupa čista kitnjakova sastojina sve slabije kvalitete, kitnjakova panjača i na kraju šikara s prevlašću različitog više ili manje acidofilnog i neutrofilnog grmlja. Ako pak regresija nastupa u smjeru alkalizacije (na plićim, manje ili više karbonatnim tlima), iz šume uzmiče kitnjak, a ostaje grab. Šuma postepeno prelazi u šikaru običnoga graba s raznim više ili manje bazofilnim grmljem.

Opisujući dinamiku razvitka šume hrasta kitnjaka i običnoga graba, Šugar (1973) ističe da ta klimatskozonalna zajednica predstavlja u sadašnje vrijeme završnu fazu razvitka vegetacije, a svoj regresivni razvitak završava tvorbom travnjaka sveze *Arrhenatherion*. Autor dalje navodi da bi neke sastojine na kiseloj podlozi završile svoj spon-

tani razvitak asocijacijom *Luzulo-Fagetum*, odnosno *Quercio-Castaneetum* ili pak nekom drugom asocijacijom iz sveže *Quercion roboris-petraeae*. Isto navodi i H r u š k a - D e l l' U o m o (1974) za neke sastojine Moslavačke gore.

Značenje zajednice. Gospodarsko značenje ove zajednice je vrlo veliko i od 1 300 000 m³ drvene mase hrasta kitnjaka na istraživanom području približno 30% se nalazi u zajednici hrasta kitnjaka i običnoga graba. Fitocenozom se može na području cijelog pridozaska normalno gospodariti. Međutim, pritom treba strogo voditi računa o nekoliko bitnih faktora i njima podrediti gospodarske postupke. Ta se šuma najčešće nalazi u neposrednom kontaktu s naseljima i poljoprivrednim površinama pa ima veliko značenje u ublažavanju klimatskih ekstrema, u hidromeliorativnom djelovanju i opskrbi pitkom vodom. Pored toga je vrlo naglašeno estetsko značenje, mogućnost rekreacije, odmora i oporavka ljudi, edukacija učenika i građana i ostale općekorisne funkcije šume. Sastojine asocijacije *Epimedio-Carpinetum* oduvijek su bile izravno vezane za naseljavanje i život ljudi pa su najviše iskrčene. Upravo fitocenološka istraživanja pokazuju da su pod velikim utjecajima, pa očuvanje prirodnih rezervata, kao naprimjer "Bablji zub-Ponikve", više nikada ne bi smjelo doći u pitanje, kao ni promjena njegovih granica.

Šume hrasta kitnjaka i običnoga graba ovako bogatoga flornog sastava kao što su neke na istraživanom području davno su u Evropi nestale, pa je i to razlog više da ih sačuvamo.

3.4.2. Šuma hrasta kitnjaka, običnoga graba i bukve - Traubeneichen-, Hainbuchen - und Buchenwald

(*Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* Vukelić /1990/ em.)

Syn: *Carici pilosae-Carpinetum betuli* (Horv. et al.) Vukelić 1990;

Quercio-Carpinetum illiricum Horv. var. *fagetosum* Pelcer 1979 prov.

Dosadašnje shvaćanje i opis zajednice. Mješovite sastojine hrasta kitnjaka i običnoga graba s bukvom na obroncima Kalnika i izduženom humlju prema Bilogori opisivane su pod sličnim imenima, ali različitim i nedostatnim karakteristikama. H o r v a t i dr. (1974) smatraju da je riječ o subasocijaciji *Quercio-Carpinetum illyricum caricetosum pilosae*, koja se (kao i ostale subasocijacije ilirskih šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba) podiže na razinu asocijacije (*Carici pilosae-Carpinetum betuli*). Međutim, ova istraživanja su nedvojbeno pokazala da se radi o samostalnoj asocijaciji koja se bitno razlikuje od subasocijacije *Quercio-Carpinetum illyricum caricetosum pilosae* kao i od cjelokupne asocijacije kitnjakovo-grabovih šuma ilirskog područja opisanih u prošlom poglavlju. Naziv zajednice *Carici pilosae-Carpinetum betuli* prihvatio sam u prvoj, originalnoj verziji ovoga rada (V u k e l i ć 1990) i naknadno ustanovio da to ime po posljednjoj verziji važećeg kodeksa fitocenološke nomenklature ne može ostati. Pod tim su imenom N e u h a e u s e l & N e u h a e u s l o v a - N o v o t n a (1967) opisali jednu srodnu asocijaciju u Čehoslovačkoj ranije nego H o r v a t i dr. (1974) svoju. Prema međunarodnom Kodeksu fitocenološke nomenklature nije moguće da dvije različite asocijacije imaju isto ime. Naša fitocenoza je ovdje imenovana *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* što će biti kasnije obrazloženo.

Asocijacija *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* i subasocijacija *Epimedio-Carpinetum betuli caricetosum pilosae* jasno se razlikuju. Ponajprije u sinekološkim

uvjetima, području rasprostranjenosti, gospodarskom tretmanu i, što je s fitocenološkoga gledišta najvažnije, u flornoj građi i strukturi. Horvatova subasocijacija *Epimedio-Carpinetum caricetosum pilosae* uspijeva najčešće na eutričnim tlima i luvisolima različite geološke podloge, u visinama od 250 do 550 metara, vrlo je bogatoga flornog sastava. Obiluje ilirskim vrstama, a redovito su uz elemente reda *Fagetalia* prisutne vrste reda *Quercetalia pubescentis*, u prvom redu *Fraxinus ornus*, *Sorbus torminalis*, *Lathyrus niger*, *Tanacetum corymbosum* i druge. Posebno je dobro razvijen sloj grmlja, a sačinjava ga dvadesetak vrsta. S druge strane, asocijacija *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* razvijena je isključivo na obronačnom pseudogleju i luvisolu povrh prapora ili silitkatnih pijesaka, šljunaka i gline, u pojasu od 150 do 400 metara. Florni sastav je mnogo siromašniji, pojedini ilirski elementi (*Epimedium alpinum*, *Lonicera caprifolium*, *Helleborus dumetorum*) potpuno izostaju, dok su *Lamium orvala*, *Aposeris foetida*, *Knautia drymeia* i *Vicia oroboides* znatno rjeđi. Isto se odnosi i na pratilice iz reda *Quercetalia pubescentis*, koje su inače važne diferencijalne vrste pri usporedbi naših i sličnih evropskih šuma. Sloj grmlja je u toj fitocenozi u pravilu siromašan, njen izgled i struktura jednolični. U njoj su mnogo zastupljeniji elementi reda *Fagetalia*, dakle "bukove" vrste: *Dentaria bulbifera*, *Circaea lutetiana*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Ajuga reptans*, *Carex sylvatica* i druge. Također je znatno prisutnija bukva, koja u toj asocijaciji ima edifikatorsku ulogu i neusporedivo je konkurentnija. Prijelaz iz jedne u drugu vegetacijsku jedinicu upravo školski je uočljiv u g. j. "Polum-Medenjak" u predjelu oko Ludbreškog Ivanca, gdje u smjeru Kalnika od istoka završavaju praporne zaravni, a počinju meki vapnenci, laporci i drugi supstrati.

Osim navedenih razlika zajednica *Epimedio-Carpinetum betuli* je klimatogena, dok je *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* uvjetovana prije svega edafski.

Pelcer (u: Cestar i dr. 1979, 1982) opisuje tu zajednicu kao šumu hrasta kitnjaka i običnoga graba varijanta s bukvom (*Quercus-Carpinetum* var. *Fagus sylvatica*), što za potrebe definiranja ekološko-gospodarskih tipova tog područja odgovara. Isti autor kasnije (1986) pretpostavlja da je to zajednica hrasta kitnjaka i obične bukve (*Quercus-Fagetum*), ali tu pretpostavku dalje ne razrađuje. Rauš (1974, 1978), kao i Glavač ranije, smatra da te sastojine fitocenološki pripadaju Horvatoj subasocijaciji šume hrasta kitnjaka i običnoga graba s trepavičastim šašem (*Quercus-Carpinetum croaticum caricetosum pilosae*).

Razlike subasocijacije *Epimedio-Carpinetum caricetosum pilosae* i asocijacije *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* odrazile su se na opću fizionomiju obiju sastojina, njihov sastav i strukturu, a konačno i na gospodarski tretman, pa ih treba u klasičnom fitocenološkom, kao i u tipološkom smislu odvojeno i promatrati.

Rasprostranjenost zajednice. Fitocenoza je rasprostranjena na većem dijelu istraživanog područja. U području Kalnika osobito u predjelima Stupe, Gabrinovec i Krčevine nalazimo već suvisle komplekse, prekinute samo submontanskim bukovim šumama na sjevernim padinama i širim potočnim dolinama. Ipak najveće površine i najbujniji rast fitocenoza zauzima na prapornim zaravnima i reb-rima gospodarskih jedinica "Polum-Medenjak" i "Dugačko Brdo".

Subasocijacija zajednice *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* s hrastom lužnjakom rasprostranjena je na južnim obroncima Medvednice u g. j. "Duboki jarak" šumarije Dugo Selo i u većem šumskom kompleksu Kolačka iznad ceste Križevci-Koprivnica. Također je fragmentarno zastupljena u g. j. "Polum-Medenjak" u odjelu 36.

Subasocijacija *castaneetosum sativae* razvijena je u središnjem i u istočnom dijelu istraživanoga područja, na lokalitetima gdje je uglavnom početkom ovog stoljeća u šume kitnjaka, graba i bukve unesen pitomi kesten, koji se tu zbog relativno povoljnih sinekoloških uvjeta i zadržao. Takvi lokaliteti najizraženiji su u 2, 3. i 48. odjelu gospodarske jedinice "Polum-Medenjak" te u dijelovima 23. i 37. odjela gospodarske jedinice "Kalnik-Kolačka". Na ostalim dijelovima istraživanog područja prisutna je manje ili više izražena tipična subasocijacija (*Festuco drymeiae-Carpinetum betuli typicum*, slika 10).



SL - Abb. 10. Najveće površine i gospodarsko značenje na istraživanom području ima subasocijacija fitocenoze *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli typicum* - Die grössten Flächen nimmt im untersuchten Gebiet die Subassoziation der Phytozönose *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli typicum* ein, sie hat dort auch die wichtigste Bedeutung für die Wirtschaft.

Stanište fitocenoze. Šume hrasta kitnjaka, običnoga graba i bukve razvijene su u kolinskim i submontanskim položajima istočnog dijela istraživanog područja u visinama od 150 do 300, a samo na sporednim kalničkim grebenima i do 400 metara. To su zaravni, široki grebeni, slabo izraženi, a domaće stanovništvo ih zove "rebra". Oni su u pravilu izloženiji i topliji i na njima je hrast kitnjak konkurentnija vrsta od bukve. Kako se zaravni šire i polagano spuštaju, udio bukve i njena vitalnost se povećavaju, da bi u strmim padinama koje gravitiraju prema jarcima i koje predstavljaju manje ili više izražena mrazišta bukva preuzela dominaciju. To se dešava pogotovo na sjevernim padinama već iznad 170 metara nadmorske visine. Padine na kojima su zastupljeni hrast kitnjak, bukva i grab gotovo nikad ne prelaze nagib od desetak stupnjeva, a najčešće je to između 3 i 5. Geološko-litološku podlogu čine uglavnom dva supstrata: praporne zaravni i silikatni pijesci, šljunci i ilovine. Na praporu je najčešće razvijeno tlo luvisol, vrlo povoljnih svojstava i na njemu kitnjak i bukva dostižu visinu do 35 metara. Šljunci, pi-

jesci i gline najčešće su prekriveni obronačnim pseudoglejem, koji može biti različitih svojstava. pH reakcija u humusno-akumulativnom horizontu tih profila iznosi ispod 5, a postotak humusa nešto ispod 10. Odnosi C:N vrlo su povoljni i iznose između 11 i 15.

Vegetacijska grada. U fitocenološkoj tablici IV. navedene su 104 vrste prikazane u 25 snimaka. Za svojstvene vrste asocijacije uzete su *Carex pilosa*, *Vinca minor* i *Dentaria bulbifera*. Te su vrste vrlo značajne za fitocenozu *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* i u odnosu na ostale zajednice *Carpinetum* postižu u njoj najveću pokrovnost. *Carex pilosa* prisutna je na cijelom istraživanom području u većim ili manjim hrpama. *Vinca minor* u području između Kalnika i Bilogore tvori također veće facijese. Ove dvije vrste nigdje u srodnim zajednicama istraživanog područja pa i Hrvatske ne nastupaju tako obilno. Stalnošću i pokrovnošću ističe se *Dentaria bulbifera* koja je u ostalim, prvenstveno bukovim zajednicama češća od prethodne dvije vrste. Pri fitocenološkom snimanju treba s tom vrstom biti posebno oprezan. Zbog svojih specifičnih fenoloških osobina u travnju i svibnju pokriva cijele sastojine te asocijacije, u prvom dijelu lipnja je još uvijek razvijena. Krajem lipnja i u prvoj polovici srpnja nalazimo uglavnom uvelo i požutjelo lišće, a kasnije susrećemo stotine suhih stabljika. Kao svojstvenu vrstu asocijacije uvrstio sam je također zbog veze sa bukovim sastojinama koje ovu asocijaciju nedvojbeno karakteriziraju.

Diferencijalna vrsta ove asocijacije prema ostalim zajednicama *Carpinetum* je *Festuca drymeia*. Vrlo je rasprostranjena, pa i agresivna. U većini sastojina izgrađuje velike facijese i znatno utiče na pridolazak svih ostalih vrsta u sloju prizemnog rašća (slika 11). Isprepletenim, čvrstim korijenskim sistemom uvelike negativno djeluje na pomladivanje



Sl. - Abb. 11. Ravnomjerno učešće hrasta kitnjaka i obične bukve sa vrlo siromašnim slojem prizemnog rašća u kojem dominiraju *Carex pilosa* i *Festuca drymeia* glavna su obilježja fitocenoze *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* na Kalniku - Gleichmäßige Verteilung von Traubeneiche und Buche mit einer armen Krautschicht, in welcher *Carex pilosa* und *Festuca drymeia* dominieren, sind hauptsächlich die Eigenschaften der Phytozönose *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* auf Kalnik

Table with columns for species codes (KK, K, DB, etc.) and rows for various measurements like 'Broj snike', 'Datum', 'Gostuj.', 'Odjel - Abteiling', 'Nadmorska visina', 'Ekspozicija', 'Nagib', 'Pov. snim.', 'Pokrovnost', and 'M'.

Florni sastav - Floristische Zusammensetzung

Table showing species like Carex pilosa, Dentaria bulbifera, and Vinca minor with their respective counts and associations.

Diferencijalne vrste asocijacije prema ostalim Carpinetum asocijacijama - Assoz.-Diff.-Arten nach anderen Carpinetum Associationen:

Table for Festuca dryeisa showing its distribution across different associations.

Diferencijalne vrste subasocijacija - Subasoz.-Diff.-Arten:

Table listing various species like Castanea sativa, Hieracium sylvaticum, Quercus robur, etc., with their distribution patterns.

Svojevrsne vrste sveze Carpinion betuli i diferencijalne vrste podsvreze Lonicerio-Carpinenion (d) - Carpinion betuli Char.- u. Lonicerio-Carpinenion Diff.-Arten (d):

Large table listing numerous species such as Carpinus betulus, Quercus cerris, Prunus avium, etc., with their distribution across different sub-associations.

Svojevrsne vrste reda Fagetalia sylvaticae - Fagetalia sylvaticae Charakterarten:

Table listing species like Acer pseudoplatanus, Acer platanoides, Quercus petraea, etc., with their distribution patterns.

Svojevrsne vrste razreda Quercio-Fagetea - Quercio-Fagetea Charakterarten:

Table listing species like Sorbus torminalis, Cornus sanguinea, Sambucus nigra, etc., with their distribution patterns.

Pratilice - Begleiter:

Table listing species like Quercus petraea, Fagus sylvatica, Rubus hirtus, etc., with their distribution patterns.

Nahovi - Moosschicht:

Table listing species like Polytrichum commune, Dicranum scoparium, Hypnum cupressiforme.

Osim toga u jednoj do tri snike pridolaze još ove vrste - Ausserdem kommen in einer bis zu drei Aufnahmen folgende Arten vor: Al Sorbus aria (4), Populus tremula (16), B) Fraxinus alnus (25), Rhamnus cathartica (16), C) Stachys sylvatica (3, 4, 14), Festuca gigantea (1, 16), Ranunculus ficaria (1, 6), Impatiens noli tangere (14, 15), Vinetosticum hirsutiflorum (25), Lycopodium europaeum (22), Stellaria media (23), Neottia nidus avis (24), Neehringia trinervis (25), Serratula lineata (23), Acer tataricum (33), Deschampsia cespitosa (14), Paris quadrifolia (24), Epilobium montanum (23), Primula vulgaris (11), Lysimachia nummularia (60), Geranium robertianum (21), Luzula campestris (21), Leucobryum glaucum (7).

Objasnjenje kratice - Erläuterung der Abkürzungen

- A Sijaj Erveda - Moosschicht
B Sijaj Erveda - Strauchschicht
C Sijaj Erveda - Krautschicht
M Sijaj Erveda - Moosschicht
* Sijaj Erveda i t y p i e u m
** Sijaj Erveda i t y p i e u m
Svojevrsne vrste vegetacijskih jedinica mojar (ih sistematiziranih kategorija - eingeschlossen sind)
systematische Charakteristiken Arten anderer Vegetationshöhen innerhalb der systematischen Kategorien
Gesamtrank jedinic - Wirtschaftseinheit
KZ - "Klein-Kategorie"
K - "Kategorie"
SB - "Sonderbereich"
SM - "Sonderbereich"
Sf - "Sonderbereich"

drveća, u prvom redu hrasta kitnjaka. O tome je pisao još 1933. godine Lončar u osnovi gospodarenja za šume kraljevske šumarske uprave Sokolovac.

Osim svojstvenih i diferencijalne vrste glavno obilježje asocijaciji daju ostale vrste sveze *Carpinion betuli*, u prvom *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Prunus avium*, *Rosa arvensis* i *Stellaria holostea*.

Ako doslovno primijenimo definiciju i značenje edifikatora kao vrsta "koje uvjetuju ustrojstvo zajednice, određuju njenu strukturu i proizvode najveći utjecaj", Horvat (1949), onda su u toj zajednici edifikatori hrast kitnjak i obična bukva, a subedifikator obični grab.

Već je istaknuto da je zajednica siromašna diferencijalnim vrstama podsveze *Lonicero-Carpinenion*. Stalna je samo vrsta *Cruciata glabra*, donekle *Vicia oroboides*, dok su rijetke *Lamium orvala*, *Cyclamen purpurascens*, *Knautia drymia* i *Aposeris foetida*. Vrste reda *Quercetalia pubescentis*, u prvom redu *Fraxinus ornus*, također su mnogo manje zastupljene nego u asocijaciji *Epimedio-Carpinetum betuli*.

S druge strane, u toj zajednici imaju veću pokrovnost temeljne vrste reda *Fageta*, koje su ovdje razvijene kao pratioci bukve. U sva tri sloja zastupljeni su *Acer pseudoplatanus* i *Acer platanoides*, u inače slabo razvijenom sloju grmlja *Crataegus monogyna*, *Ulmus glabra*, *Pyrus pyraeaster* i *Daphne mezereum*. Temeljne vrste reda *Fageta* nalazimo u sloju prizemnog rašća, gdje se stupnjem udjela i pokrovnošću ističu *Galium odoratum*, *Viola reichenbachiana*, *Pulmonaria officinalis*, *Carex sylvatica*, *Lathyrus vernus*, *Circaea lutetiana*, *Lamium galeobdolon*, *Polygonatum multiflorum*, *Asarum europaeum* i druge.

Od svojstvenih vrsta razreda *Querco-Fagetea* i ostalih nižih jedinica kudikamo je najvažnija već spomenuta *Festuca drymeia*, a znatnije su prisutne *Hedera helix* i *Geum urbanum*.

Od šire rasprostranjenih vrsta, slično kao *Festuca drymeia*, vrlo je rasprostranjena i u obnovi sastojine posebno važna vrsta *Rubus hirtus*. Njena dominacija je vezana uz naglo i jače otvaranje sklopa sastojina do koga obično dolazi na početku oplodnih sječa. Čupava se kupina tada najčešće uništava kemijskim sredstvima. Osim čupave kupine česte su vrste *Pteridium aquilinum*, *Veronica chamaedrys* i *Galium sylvaticum*.

Rašćlanjenost fitocenoze*. Zajednica *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* u cijelom istraživanom području pokazuje prilično homogenu sinekološku uvjete pridolaska pa i flornu građu. Kako su ipak evidentne neke razlike u postanku, gospodarskim postupcima, pa i u flornom sastavu pojedinih sastojina, moguće je na temelju istraživanja u tom prostoru lučiti tri subasocijacije: tipičnu (*typicum*), s pitomim kestenom (*castaneetosum sativae*) i s hrastom lužnjakom (*quercetosum roboris*).

a) subasocijacija *typicum*

Tipična subasocijacija (slika 10) najrasprostranjenija je na istraživanom području i karakteristike staništa te asocijacije prethodno opisane odnose se uglavnom na nju. Florni sastav je relativno siromašan i homogen, fizionomija jednolična i nema vrsta koje bi je

* U originalnoj verziji ovoga rada (Vukelić 1990) sadašnje subasocijacije označene su kao varijante.

diferencirale od ostale dvije. Iz fitocenološke tablice je primjetno da je vrlo važna vrsta *Festuca drymeia* u tipičnoj subasocijaciji najzastupljenija, što bi se moglo reći i za bukvu. Ona je tu vrlo konkurentna, osobito na prijelazima koji kitnjaku zbog mikroklimatskih uvjeta manje odgovaraju. Gospodarsko značenje subasocijacije *typicum* je vrlo veliko, a stabla kitnjaka i bukve dosežu visinu preko 35 metara.

b) subasocijacija *castaneetosum sativae*

U predjelima Kalnika, Poluma i Dugačkog brda u pojedine sastojine asocijacije *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* unesen je početkom stoljeća kesten, koji je tu dobro uspijevao. S vremenom je djelovanje listinca kestena i kitnjaka izazvalo acidifikaciju tla i naseljavanja nekih acidofilnih vrsta kao što su *Melampyrum pratense*, *Hieracium racemosum*, *Hieracium sylvaticum*. Zajedno s kestenom one danas jasno diferenciraju te sastojine od okolnih. Te su dakle sastojine sekundarnog porijekla, a kesten je zbog sušenja u njima u regresiji. Sastojine su u biti zadržale sve ostale karakteristike tipične subasocijacije pa ih zbog florne diferencijacije treba shvatiti kao sekundarnu subasocijaciju. Kesten se u ovoj subasocijaciji također suši, ali to neće ostaviti bitne posljedice na njenu fizionomiju i strukturu. Respektirajući njegova ekološko-biološka svojstva uočavamo da mu ovdje nije optimum, a razlika ovih i "njegovih" tipičnih staništa je očita.

c) subasocijacija *quercetosum roboris*

Ova subasocijacija zauzima najveće površine sjeverno od ceste Križevci-Koprivnica u predjelima Mali i Veliki Maglenjak, u Kostadinović brezinama, Podbrdskom gaju i okolini. To je područje luvisola i obronačnog pseudogleja na praporu u visinama približno 140-220 metara. Identične sastojine susrećemo na južnim i jugozapadnim obroncima Medvednice, u gospodarskoj jedinici "Duboki jarak" šumarije Dugo Selo, zatim u šumi Dubrava Mokrice i drugdje. To su donji dijelovi obronaka okolnog gorja gdje ono lagano prelazi u ravnicu. Premda su tla na tim lokalitetima u osnovi zadržala svoja osnovna svojstva kao na obroncima, tu su specifična neka sinekološka obilježja koja omogućavaju da uz hrast kitnjak i obični grab te običnu bukvu uspijeva i postiže značajne dimenzije i hrast lužnjak. S njim pridolaze i vrste vlažnijih, nizinskih područja, među kojima su neke određene za diferencijalne vste subasocijacije: *Luzula pilosa*, *Veronica montana*, *Carex brizoides*, *Carex maxima*, *Carex remota*, *Urtica dioica* i druge. Većina tih vrsta ima težište rasprostiranja u planarnoj zoni lužnjakovih šuma i njihov pridolazak upućuje na specifične stanišne prilike subasocijacije (u prvom redu povećana vlažnost biotopa). S porastom nadmorske visine i postepenom promjenom sinekoloških uvjeta udio tih vrsta, pa i hrasta lužnjaka smanjuje se, a nastupaju biljke sveze *Carpion betuli* i reda *Fagetalia*. Na pojedinim vlažnijim lokalitetima u širokim i otvorenijim jarcima hrast lužnjak preuzima dominaciju nad kitnjakom, zadržavajući sva ona poznata svojstva s greda iz panonske ravnice. Zona miješanja hrastova lužnjaka i kitnjaka bila bi mnogo izraženija i zauzimala bi veće površine da na području njena pridolaska nisu podignuta naselja te zemljišta pretvorena u obradive poljoprivredne površine. Na mjestima gdje su donji obronci gorja sjeverozapadne Hrvatske strmiji i gdje naglo prelaze u ravnicu zona miješanja hrastova lužnjaka i kitnjaka uz udio graba i bukve nije izražena.

Biološki spektar asocijacije *Festuco drymeiae-Carpinetum* vrlo je sličan s asocijacijom *Epimedio-Carpinetum*. Od 80 vrsta koje se javljaju u preko 15% snimaka 31,7% pripadaju skupini fanerofita, 7,6% hamefita, 39,4% hemikriptofita, 19,0% geofita i 2,5% skupini terofita. Takav odnos je za kitnjakovo-grabove i submontanske bukove šume savsko-dravskog međuriječja karakterističan.

Sindinamika zajednice. Sindinamika zajednice *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* djelomično je identična sa sindinamikom zajednice *Epimedio-Carpinetum betuli*, koju su objasnili Horvat (1938), Gračanin (1947), Anić (1959, 1963) i drugi autori. Kod te fitocenoze radi se ipak o razvoju na drugačijoj podlozi i uz mnogo veće, edifikatorsko značenje bukve (slika 10). Regresija zajednice *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* na izloženijim sušim i termofilnijim lokalitetima ide prema čistim sastojinama hrasta kitnjaka. Na zaklonjenim, hladnijim, sjenovitim zaravnima i padinama vodi prema stvaranju čistih bukovih sastojina. U jarcima i njihovim užim ili širim dolinama regresija vodi stvaranju čistih grabika. Vidimo dakle da je najuže vezana sa sinekološkim, posebno mikroklimatskim i pedogenetskim odnosima.

Hrast kitnjak je s prevlašću nad grabom i bukvom, kako je to već objašnjeno, zauzeo kserotermnije položaje na širokim zaravnima i rebrima na kojima je konkurentniji. U predjelu Kalnika, osobito u Stupama i Krčevinama u manjim jugozapadnim lokalitetima pridolaze čiste sastojine hrasta kitnjaka, gdje mu se pridružuju *Sorbus torminalis* i manje *Fraxinus ornus*. Bukva i grab izostaju, ili su izrazito slabo vitalni. To su sastojine vrlo siromašne vrstama, često ih je samo desetak, a izrazito dominiraju, ponekad i potpuno prekrivaju tlo samo *Carex pilosa* i *Festuca drymeia*. Po fizionomiji, sinekološkim uvjetima i taksacijskoj strukturi drveća, u prvom redu hrasta kitnjaka one se nalaze na prijelazu zajednice *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* prema zajednici *Lathyro-Quercetum petraeae*, koja u susjedstvu, ali na znatno strmijim, izloženijim, višim vapnenastim grebenima postiže svoj puni razvoj. Tlo na tim lokalitetima na kojima je gotovo samo hrast kitnjak je obronačni pseudoglej vrlo nepovoljnih kemijskih i fizikalnih osobina. U osnovi gospodarenja iz 1933. godine uočljivo je da su takve sastojine nastale nakon čistih sječa i neuspjele prirodne obnove. Na staništa koja pripadaju hrastu kitnjaku, grabu i bukvi, unošen je žir pod motiku i popunjavalo se sadnjom kitnjakovih sadnica. Razvojem sastojina listinac kitnjaka djelovao je i dalje u smjeru acidifikacije i pogoršavanja svojstava tala jer nije bilo meliorativnih vrsta, u prvom redu graba čije je djelovanje u suprotnom pravcu.

U vezi s kartom prirodne potencijalne vegetacije Jugoslavije (Acceto i dr. 1986) opravdano je postaviti pitanje nisu li to možda bukove ("fagetalne") sastojine, tim više što odmah na sjevernim padinama i posvuda prema jarcima bukva i njene vrste preuzimaju dominaciju.

Izuzimajući neke važne činjenice o gospodarenju tim sastojinama, zatim o najpovoljnijem omjeru smjese, mora se konstatirati da je pogrešno te sastojine gledati kao bukove ili pak hrastove, jer one to nisu. Riječ je o mješovitim sastojinama hrasta kitnjaka, običnoga graba i bukve. Grab je za kolinske položaje sociološki najvažnija vrsta i pridolazi u tom pojasu od jaraka, preko padina do zaravni. S njim su prisutne i "njegove" vrste *Carpinion: Pruns avium, Acer campestre, Stellaria holostea, Carex pilosa, Vinca minor* i neke druge. Bukve s nekim svojim pratilicama iz viših položaja njenih šuma nastupa u gotovo cijelom području fitocenoze *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, ali ni približno kao u klimatskozonalnim, montanskim ili azonalnim kolinskim i submon-

tanskim bukovim zajednicama. Ona je na tom području izrazito dominantna na sjevernim, hladnijim padinama, u uvalama i strminama koje gravitiraju prema jarcima. Kitnjak tu zbog mikroklimatskih uvjeta, u prvom redu mrazova, ne može dobro uspijevati, a pogotovo se teško regenerira. U samim jarcima, zatim uz šire udoline potoka ne može uspijevati ni bukva, već dolaze čisti grabici. Za njih vrlo često ističemo da su gospodarskim (neadekvatnim) postupcima dovedeni u takvo stanje. To je za većinu lokaliteta u sjevernoj Hrvatskoj točno, međutim trebalo bi više osvijeliti i pobliže definirati manje-više tipičnu pojavu u kolinskim i submontanskim područjima savsko-dravskog međuriječja Hrvatske, gdje na profilima jarak - padina - plato (ili greben) nalazimo sastojine graba (jarak), bukve s grabom (padine) te hrasta kitnjaka i bukve s grabom (plato i grebeni). Ovdje opisanom fitocenozom *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* smatraju se zasada samo zadnje, ali vidimo da je samo grab konstantan u svim slučajevima. Ti lokaliteti, zajedno s mikrouzvisinama u planarnom području, optimum su njegova uspijevanja i rasprostranjenosti.

S fitocenološkom stajališta je jasno da se ovdje oslanjam na radove brojnih istraživača naše šumske vegetacije, a među prvima Ive Horvata, koji su apsolutno prvenstvo u dijagnostičkom pogledu, a time i smjer razvoja vegetacije dali običnom grabu i "njegovim" vrstama. Za razliku od toga postoje u novije vrijeme u nas i drugačija shvaćanja (usp. Acceto i dr. 1986, Trinajstić 1987) u kojima je glavno obilježje i razvoj sastojina definiran običnom bukvom, a uloga graba je nejasna. Tu dolazi do izražaja sva nejasnoća i labilnost pojma klimatogene zajednice i prirodne potencijalne vegetacije.

Za praktično šumarstvo često je vrlo važno poznavanje prirodne potencijalne vegetacije, ali ga treba vezati uz neke čvrste termine kojima bi trebalo usmjeriti gospodarenje sastojinama. Čini se da je ophodnja (premda je u nekim novijim shvaćanjima šumarstva diskutabilna pa i napuštena) kao jedinična mjera takva gledanja najbolja. Pojam prirodne potencijalne vegetacije i usmjeravanja gospodarenja ovisno o vrstama drveća, stanju sastojina i cilju gospodarenja treba ograničavati na jednu, dvije, tri ili više ophodnji. Takvo gledanje imalo bi praktičnu važnost, premda moramo biti svjesni da se ono ponešto kosi s klasičnim pojmom prirodne potencijalne vegetacije. Izvan prirodnih granica ne bi se u svakom slučaju išlo, odnosno ne bi bilo "nasilja" nad prirodom i njenim zakonitostima.

Sigurno je da se u budućnosti moraju istražiti identične sastojine rasprostranjene u kolinskim i submontanskim položajima Bilogore, obroncima Papuka, Podravini i ostalim područjima sličnih orografskih karakteristika i litološko-pedološke građe.

Gospodarsko značenje zajednice. Približno polovica drvene mase hrasta kitnjaka na istraživanom području nalazi se u zajednici *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*. Posebno je fitocenoza značajna za istočni dio istraživanog područja, gdje u gospodarskim jedinicama "Kalnik-Kolačka", "Polum-Medenjak" i "Dugačko brdo" zauzima oko pola milijuna m³ drvene mase.

U istraživanjima Cestara i dr. (1982) također se ističe velika zastupljenost tih sastojina, a kitnjakovo-grabove šume se raščlanjuju na dva tipa: jedan predstavljaju tipične šume kitnjaka i graba opisane pod imenom *Quercus-Carpinetum typicum*, a drugi šume hrasta kitnjaka i graba - varijanta s bukvom, opisane kao *Quercus-Carpinetum* var. *Fagus sylvatica*. U prvoj grupi opisane su tri poznate subsocijacije Horvatove ilirske šume hrasta kitnjaka i običnoga graba, za koje se navodi da je optimalni sastojinski oblik jednodobna sjemenjača s omjerom smjese 60% hrasta kitnjaka, 20% obične bukve i 20%

običnoga graba. Za drugi tip šume hrasta kitnjaka i običnoga graba, što je zapravo ovdje opisana asocijacija *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, preporučuje se omjer smjese 50% hrasta kitnjaka i 50% bukve uz ophodnju od 120 godina za obje vrste. Obični grab se ne spominje.

Đuričić (1989) smatra da su na zaravnima i blago izraženim grebenima donjih obronaka Kalnika i prigorja prema Bilogori povoljniji uvjeti za uzgoj hrasta kitnjaka i daje mu prvenstvo u odnosu na bukvu. Ističe da se svi zahvati u sastojinama trebaju podrediti hrastu kitnjaku, jer je po udjelu i prirastu dominantna vrsta koja daje glavno obilježje tim mješovitim sastojinama. Posebno ga je potrebno favorizirati u mladim razvojnim stadijima kad je uzgojno slabiji i od bukve i od graba.

Većina sastojina zajednice *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* stara je u predjelima Poluma i Dugačkog brda oko 100 i više godina i nalazi se u fazama pred oplodnu sječu. U nekim sastojinama ona se i provodi, ali s dosta teškoća jer nema podstojne etaže graba (ili bukve), a tlo prekriva mjestimično vrlo gusti sloj čupave kupine (*Rubus hirtus*). Problem izostajanja podstojne etaže u predjelima Kalnika nije toliko izražen, dok se kupina na cijelom istraživanom području uništava kemijskim sredstvima.

Pri promatranju tih sastojina neophodno je istaći dvije činjenice. One su nastale mahom nakon čistih sječa na velikim površinama, a izostali su adekvatni zahvati njege u mladosti. Zakašnjeli zahvati ne mogu više toliko bitno popraviti stanje u njima.

Zaključujući ovaj kratki, ali nužan prikaz o gospodarskim obilježjima zajednice *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, treba istaći da je u tom području hrast kitnjak vrlo konkurentna vrsta drveća, da postiže znatne dimenzije te dobro i kvalitetno prirašćuje. U tome mu znatno pomažu ostale vrste drveća, prije svega bukva i grab, pa šumarski stručnjaci moraju favorizirati i podržavati samo takve mješovite sastojine. Prirodni uvjeti istog dijela istraživanog područja to apsolutno dopuštaju, a prednost takvih sastojina je višestruka.

3.5. Red - Ordnung *Quercetalia pubescentis* Br. - Bl. (1931) 1932

Sveza - Verband *Quercion pubescentis - petraeae* Br. - Bl. 1931

3.5.1. Termofilna šuma hrasta kitnjaka i crnoga grahora, vrijanta s vlasuljom - Termophyler Traubeneichenwald mit Schwarzwerdener Platterbse, Variante mit Berg-Schwingel

(*Lathyro-Quercetum petraeae* Horv. (1938) 1958 var. *Festuca drymeia*)
Syn: *Orno Quercetum petraeae* Rauš 1974 prov.

D o s a d a š n j i o p i s z a j e d n i c e i n j o j s r o d n i h f i t o c e n o z a. Šumu hrasta kitnjaka i crnog grahora opisao je prvi put H o r v a t (1938) kao subasocijaciju šume hrasta medunca i crnoga graba (*Quercus-Ostryetum carpinifoliae quercetum sessiliflorae*). Kasnije (1958, 1963) isti je autor izdvaja kao samostalnu asocijaciju, ali bez potrebnih analiza i tablica. Zajednicu utvrđuje W r a b e r (1960) u Sloveniji, Š u g a r (1972) u Samoborskom gorju i R e g u l a - B e v i l a c q u a (1987) na Strahinščici u Hrvatskom zagorju. Navest ću osnovna obilježja asocijacije prema njihovu opisu. Fitocenoza je u odnosu na šumu hrasta medunca i crnoga graba (iz koje je nastala) razvijena na dubljim tlima povrh vapnenačke ili do-

lomitne podloge. U njoj nema mnogo bazofilno-termofilnih elemenata, već je karakterizira jak prodor biljaka mezofilnog karaktera. Istraživane sastojine Kalnika imaju pravac razvoja upravo u tom smjeru. U njima je uz termofilno-bazofilne i neutrofilne vrste prisutan znatan broj acidofilnih iz reda *Quercetalia roboris-petraeae*. Te sastojine na Kalniku stoje prema tome između tipski razvijene zajednice *Lathyro-Quercetum petraeae*, kakvu su opisali prije navedeni autori, i termofilno-acidofilne zajednice *Festuco (drymeiae)-Quercetum petraeae* koju je H r u š k a D e l l' U o m o (1974) utvrdila na Moslavačkoj gori. Te sastojine na Moslavačkoj gori, u čijem se opisu autorica oslonila na Jankovićeve nepotpune fitocenološke opise sličnih sastojina na Fruškoj gori, podrđene su sistematici unutar reda *Quercetalia roboris-petraeae*. Jedna subasocijacija (*lathyretosum nigrae*), vrlo je slična sastojinama na Kalniku, a prisutnost i množina velikog broja termofilnih vrsta reda *Quercetalia pubescentis* daje joj sasvim drugo obilježje. J a n k o v i ć & M i š i ć (1980) donose kasnije fitocenološke snimke sastojina na Fruškoj gori, ali je metodologija obrade i prikazivanja drugačija od ustaljene u Hrvatskoj, pa je usporedbu dosta teško provesti.

Uočavajući specifičnosti tih sastojina na Kalniku, njihovo prijelazno obilježje i termofilni karakter, R a u š (1974, 1978) ih opisuje provizorno kao samostalnu asocijaciju *Orno-Quercetum petraeae*, ne određujući joj samo na temelju kalničkih lokaliteta pripadnost i sociologiju vrsta. Jasno je opisana njihova uloga, šumskouzgojne i neke sinekološke osobine, ali njena istraživanja nisu dalje nastavljena.

R a s p r o s t r a n j e n o s t z a j e d n i c e. Šuma hrasta i crnoga grahora vrlo je ograničene rasprostranjenosti i zauzima najmanje površine na istraživanom području. To su manji fragmenti unutar društvenih šuma kalničkog masiva, uglavnom manji od 1 ha. Najljepše i ujedno najbogatije sastojine nalazimo u dijelovima 22. i 23. odjela g. j. "Kalnik-Kolačka" te u 49. odjelu lubbreškog dijela Kalnika, približno 600 metara zapadno od lugarnice Gabrinovec.

S t a n i š t e f i t o c e n o z e. Fitocenoza *Lathyro-Quercetum petraeae* vrlo je ograničenih sinekoloških uvjeta i malih amplituda. Pridolazi na izloženim, strmim, južnim ekspozicijama i hrptovima sporednih kalničkih grebena na vapnenačkoj podlozi. Nadmorske visine rasprostiranja zajednice su između 350 i 550 metara, a nagibi prosječno preko 25 stupnjeva. Mikroklimatski uvjeti tih lokaliteta znatno se razlikuju od okoline, što je najbolje reflektirano u bujnoj, termofilnoj vegetaciji.

Tla na kojima raste zajednica su kalkokambisoli, vrlo plitki. U 22b odsjeku g. j. "Kalnik-Kolačka" otvoren je i analiziran jedan profil. Profil je lociran u gornjoj trećini padine, nagiba 25-30 st., na južnoj ekspoziciji. Matična podloga je vapnenac i dolomitizirani vapnenac, a tip tla je kalkokambisol plitki.

Tlo je u odnosu na druge profile u ostalim zajednicama vrlo plitko, slabo kisele reakcije i s porastom dubine pH raste. Sadržaj humusa i ukupnog dušika je manji nego u ostalim analiziranim profilima. To se odnosi i na sadržaj pristupačnog fosfora, dok je stanje u odnosu na kalij povoljnije.

Južna ekspozicija i relativno jak nagib terena znatno pridonose nepovoljnim stanišnim prilikama koje se prvenstveno odnose na vlažnost tla.

Međutim, ako se detaljnije analiziraju vrijednosti pojedinih kemijskih i mehaničkih svojstava tog tla uočava se prije svega da je dubina tla, koja je ispod 30 cm, glavni limitirajući faktor za rast i razvoj stabala hrasta kitnjaka. Humusno-akumulativni horizont ima veoma povoljna svojstva, koja uz veće relativno užitno svjetlo omogućuju rast ba-

zofilnog, neutrofilnog i acidofilnog bilja zajedno, ali pretežno s termofilnim karakterom. Zbog takvih uvjeta biomasa prizemnog rašća je izuzetno velika i tlo je na snimljenim plohama prekriveno prizemnim rašćem 100%. To je još jedna od razlika u odnosu na tipski razvijene sastojine zajednice *Lathyro-Quercetum petraeae* u Samoborskom gorju i Strahinšćici.

Florni sastav i vegetacijska struktura. Šuma hrasta kitnjaka i crnoga grahora prikazana je u tablici V. na temelju 5 snimaka u kojima je registrirano osamdesetak vrsta, od čega 63 sa stupnjem udjela iznad II. Glavno obilježje sastojini u sloju drveća daju hrast kitnjak, crni jasen i brekinja (slika 12), dok su vrste reda *Fagetalia* i nižih jedinica bukva, obični grab, javor mliječ, gorski javor rijetko zastupljeni, a vitalnost im nije ni približna kao u zajednici *Epimedio-Carpinetum betuli* i *Festuco drymeiae -Carpinetum betuli*. Osobito se to odnosi na bukvu, čija je konkurentnost na tim izloženim ekspozicijama vrlo slaba.



Sl. - Abb. 12. Karakteristična vegetacijska struktura u fitocenozi *Lathyro-Quercetum petraeae* var. *Festuca drymeia* na Kalniku - Charakteristische Vegetationsstruktur in der Phytozönose *Lathyro-Quercetum petraeae* var. *Festuca drymeia* auf Kalnik

U sloju grmlja posebno se na cijelom području rasprostranjenosti zajednice ističe crni jasen, razvijen u većim ili manjim grupama. Uz njega je svakako značajna i brekinja. Drugu etažu grmlja, manje izraženu, ali mjestimično vrlo bujnu čine vrste *Chamaecytisus hirsutus*, *Genista tinctoria*, *Castanea sativa*, *Rosa arvensis*, *Prunus spinosa*, *Pyrus pyraeaster*, *Crataegus monogyna* i *C. oxyacantha*. Međutim, fizionomiju zajednice naročito izražava sloj prizemnog rašća koji na svim snimljenim površinama pokriva tlo sa 100%.

Osobito obilježje sloju prizemnog rašća daju termofilne vrste iz reda *Quercetalia pubescentis*, među kojima se pokrovnošću ističu: *Dactylis polygama*, *Serratula tinctoria*, *Lathyrus niger*, *Tanacetum corymbosum*, *Achillea distans*, *Digitalis grandiflora*, *Hypericum montanum*, *Melittis melyssophyllum*, *Galium lucidum* i druge. Među njima nalaze se i svojstvene vrste asocijacije koje će se moći definitivno odrediti tek nakon istraživanja međunčevih šuma kalničkih grebena i njegovih južnih padina.

Drugu veliku grupu značajnih vrsta čine acidofilni elementi svojstveni za razred *Quercetea roboris-petraeae* i niže jedinice. Među tim vrstama ističu se *Festuca heterophylla*, *Hieracium racemosum*, *Hieracium sylvaticum*, *Luzula luzoides*. Posebno je veliki udio vrste *Festuca heterophylla* kod koje je osim acidofilnog naglašen i termofilni karakter.

Međutim, iz fitocenološke tablice V. uočljivo je da osim acidofilnih i mezofilne vrste igraju značajnu ulogu, u prvom redu *Festuca drymeia* i *Carex pilosa*. Te dvije vrste imaju najveću pokrovnost u sloju prizemnog rašća. *Festuca drymeia* čak 2600, a *Carex pilosa* 1700.

Uz vrste *Festuca drymeia* i *Carex pilosa* od mezofilnih vrsta ističu se posebno brojnošću i pokrovnošću *Stellaria holostea*, *Cruciata glabra*, pa čak i *Galium odoratum*. Od šire rasprostranjenih vrsta ističu se *Galium sylvaticum*, *Convallaria majalis* i *Rubus hirtus*. Ostale ne postižu veliku pokrovnost.

Biološki spektar 63 analizirane vrste također pokazuje zanimljive odnose. Fanerofita ima 31,7%, hemikriptofita 41,3%, geofita 19,1% i hamefita 7,9%. Iz takva odnosa također je uočljiv prijelazni karakter zajednice, jer hemikriptofita i hamefita ima manje, ali geofita više nego što ih imaju tipične termofilne zajednice reda *Quercetalia pubescentis*.

S i n d i n a m s k i o d n o s i. Ova zajednica predstavlja na Kalniku trajni stadij. Za tipski razvijene sastojine Samoborskog gorja, Strahinšćice i ostalih krajnjih zapadnih dijelova Hrvatske Š u g a r (1972) i R e g u l a - B e v i l a c q u a (1978) naglašavaju da su nastale iz šume medunca i crnoga graba na blažim padinama i zaravnima gdje se moglo razviti dublje tlo. Razvoj cenoze tekao bi prema tim autorima u smjeru montanske bukove šume, a na nekim lokalitetima, kako je to već 1960. utvrdio H o r v a t, u smjeru asocijacije *Quercu-Castaneetum*. Rečeno je da su sastojine na Kalniku drugačijeg karaktera i da nisu nastale iz šume hrasta medunca i crnoga graba, premda je ta zajednica izražena na centralnom dijelu Kalnika i njegovim južnim padinama. Kalnička fitocenoza kitnjaka i grahora razvijena je na sporednim grebenima unutar velikih šumskih kompleksa i tla su vrlo plitka. Naglašeno je da je asocijacija trajni stadij, ali zanimljivo je pitanje s obzirom na njene specifičnosti - kuda bi vodio njen razvoj. To je pokazala priroda, jer u produžetku grebena na kojima je zajednica rasprostranjena, na istoj geološkoj podlozi ali na zatvorenijim, blažim padinama, manjim zaravnima i sedlima razvijena je zajednica *Epimedio-Carpinetum* ili na hladnijim položajima čista bukova šuma. Nema sumnje da bi uglavnom hrast kitnjak, obični grab i obična bukva u mješovitim sastojinama zauzeli te položaje, gdje bi na izloženijim lokalitetima dominirao hrast kitnjak kao vrsta koja je na termofilnijim staništima konkurentnija od bukve.

Više ili manje strmije vapnenačke padine s eutričnim smeđim tlama relativno naglo prelaze u zaravni ili blaže padine prekrivene naslagama prapora, pješćanih i šljunčanih sedimenata, s obronačnim pseudoglejem, rjeđe luvisolom, povrh kojih je razvijena zajednica *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*. Dalje unutar kompleksa te zajednice ili submontanskih bukovih šuma, na južnim i jugozapadnim padinama rebara ili slabo izraženih širokih grebena susrećemo manje ili više čiste sastojine kitnjaka, koje su u flornom smi-

Asoc. - Assoziation: LATHYRO-QUERCETUM PETRAEAE Horv. (1938) 1958						
Varijanta - Variante: <i>Festuca drymeia</i>						
Broj snimke - Aufnahmeummer:	1	2	3	4	5	
Nadm. visina - Seehöhe:	440	400	410	370	450	
Gosp. j. - Wirtschaftseinheit:	KK	KK	KK	K	KK	
Odjel - Abteilung:	22b	23a	23a	49a	22b	
Ekspozicija - Exposition:	S	SW	SW	W	NO	
Nagib (st.) - Neigung in Grad:	25	30	30	5	20	
Pov. snim. - Aufnahmefläche:	400	400	400	400	250	
Pokrovnost - Deckung (%):	A	80	85	75	95	70
	B	20	5	10	40	20
	C	100	100	100	100	100
						Stupanj udjela - Anteilsgrad

Florni sastav - Floristische Zusammensetzung

Svojevne vrste asocijacije, sveze *Quercion pubescentis-petraeae* i reda *Quercetalia pubescentis* - Assoz., Verb.- u. Ordn.-Char.-Arten*:

<i>Sorbus torminalis</i>	A	+	1.2	1.3	+	1.2	V +-1
<i>Fraxinus ornus</i>		+2	+2	+	.	1.2	IV +-1
<i>Quercus cerris</i>		2.3	+	.	.	1.2	III +-2
<i>Sorbus aria</i>		.	.	+	.	.	I +
<i>Fraxinus ornus</i>	B	2.3	+2	+	2.2	1.2	V +-1
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>		+2	+2	.	.	1.2	III +-1
<i>Sorbus torminalis</i>		+	+	+	.	.	IV +-1
<i>Sorbus aria</i>		.	(+)	+	.	.	II +
<i>Quercus cerris</i>		.	.	.	(+)	.	I +
<i>Dactylis polygama</i>	C	+2	1.2	+2	+	1.2	V +-1
<i>Serratula tinctoria</i>		1.2	+	+	.	1.3	IV +-1
<i>Lathyrus niger</i>		1.3	+2	+	.	1.2	IV +-1
<i>Tanacetum corymbosum</i>		+2	1.2	+2	.	1.2	IV +-1
<i>Digitalis grandiflora</i>		+	+	+2	.	.	IV +
<i>Hypericum montanum</i>		+	+	+	.	+	IV +
<i>Calamintha clinopodium</i>		+	1.2	+	.	+2	IV +-1
<i>Fraxinus ornus</i>		+	+	+	.	.	IV +
<i>Achillea distans</i>		+	.	1.3	.	1.2	III +-1
<i>Quercus cerris</i>		+	.	+	.	+	III +
<i>Potentilla micrantha</i>		+	+	.	.	+	III +
<i>Campanula persicifolia</i>		+	+	+	.	.	III +
<i>Sorbus aria</i>		.	+	+	.	.	II +
<i>Melittis melissophyllum</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Astragalus glycyphyllos</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Cephalanthera damasonium</i>		+	.	.	+	.	II +
<i>Galium lucidum</i>		.	+3	+2	.	.	II +
<i>Tamus communis</i>		+	.	.	.	.	I +
<i>Sorbus torminalis</i>		.	+	.	.	.	I +

Svojevne vrste razreda *Quercio-Fagetea* - *Quercio-Fagetea* Char.-Arten*:

<i>Carpinus betulus</i>	A	+	.	.	.	+	II +
<i>Acer campestre</i>		1.2	.	.	.	.	I 1
<i>Carpinus betulus</i>	B	+2	.	+	+2	.	III +
<i>Acer campestre</i>		+	.	.	+	+	III +
<i>Pyrus pyraeaster</i>		+	.	+	.	+	III +
<i>Prunus spinosa</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Acer pseudoplatanus</i>		+	.	.	+	.	II +
<i>Rosa arvensis</i>		.	+	.	.	+	II +
<i>Crataegus oxyacantha</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Corylus avellana</i>		(+)	.	.	+2	.	II +
<i>Crataegus monogyna</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Acer platanoides</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Prunus avium</i>		+	.	.	.	+	I +
<i>Carex pilosa</i>	C	3.4	.	1.2	1.2	3.4	IV 1-3
<i>Stellaria holostea</i>		+3	1.2	+2	.	1.2	IV +-1
<i>Acer pseudoplatanus</i>		.	+	+	+	+	IV +
<i>Galium odoratum</i>		+	.	.	+	+	III +
<i>Pulmonaria officinalis</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Lathyrus vernus</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Polypodium vulgare</i>		+2	.	.	.	+2	II +
<i>Symphytum tuberosum</i>		+	1.2	.	.	.	II +-1
<i>Melica uniflora</i>		+	.	+2	.	.	II +
<i>Alliaria petiolata</i>		1.2	.	.	.	(+)	II +-1
<i>Prunus avium</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Carpinus betulus</i>		.	+	.	.	+	I +
<i>Acer campestre</i>		+	.	.	.	.	I +
<i>Acer platanoides</i>		.	.	.	.	.	I +

Pratilice - Begleiter:

Svojevne vrste razreda *Quercetea roboris-petraeae* - *Quercetea roboris-petraeae* Char.-Arten*:

<i>Castanea sativa</i>	B	+2	+	1.2	1.2	+	IV +-1
<i>Genista tinctoria</i>		+	.	.	+	.	III +
<i>Festuca heterophylla</i>	C	+3	3.4	2.4	+	1.2	V +-3
<i>Hieracium racemosum</i>		+	+2	+	+	+2	V +
<i>Hieracium sylvaticum</i>		.	1.2	1.2	+3	.	III +-1
<i>Luzula luzoides</i>		.	2.3	.	2.4	+	II +-2
<i>Pteridium aquilinum</i>		.	.	.	2.4	+2	II +-2
<i>Hieracium sabaudum</i>		.	+	.	+	.	II +
<i>Hieracium umbellatum</i>		.	+	.	+	.	II +

Ostale vrste - Uebrigc Arten:

<i>Quercus petraea</i>	A	3.5	4.5	4.5	5.5	3.5	V 3-5
<i>Fagus sylvatica</i>		+	.	.	.	+	II +
<i>Quercus petraea</i>	B	+	.	+	.	1.2	III +-1
<i>Fagus sylvatica</i>		.	.	.	1.2	.	I 1
<i>Festuca drymeia</i>	C	3.4	2.4	.	3.3	3.4	IV 2-3
<i>Galium sylvaticum</i>		1.3	+	+2	.	+	IV +-1
<i>Fragaria vesca</i>		+	.	+	+	+	IV +
<i>Cephalanthera longifolia</i>		.	+	+	+	+	IV +
<i>Convallaria majalis</i>		1.3	+2	+2	.	+3	IV +-1
<i>Rubus hirtus</i>		1.3	.	+	+2	+	IV +-1
<i>Quercus petraea</i>		1.3	.	+	+	+	IV +-1
<i>Crucjata glabra</i>		+	.	+2	.	+2	IV +
<i>Euphorbia dulcis</i>		+2	.	.	.	.	IV +
<i>Vicia sepium</i>		+2	(+)	.	.	+2	III +
<i>Veronica chamaedrya</i>		.	+2	.	.	.	II +
<i>Solidago virgaurea</i>		.	.	.	+	.	II +
<i>Rubus idaeus</i>		.	.	+2	.	.	II +

Objasnjenje kratice - Erlauterung der Abkuerzungen

A Sloj drveca - Baumschicht
 B Sloj grmlja - Strauchschicht
 C Sloj prizemnog raseca - Krautschicht
 * Ukljucujuuci i transgresivne svojevne vrste ostalih vegetacijskih jedinica unutar tih sistematickih kategorija - Eingeschlossene sind transgressive charakteristische Arten anderer Vegetationseinheiten innerhalb der systematischen Kategorien

Gospodarske jedinice - Wirtschaftseinheit

KK - "Kainik-Kolacka"
 K - "Kainik"

slu slične zajednici *Lathyro-Quercetum petraeae*, ali bez mnogih termofilnih elemenata i sa stablima jačih dimenzija. Njihovo porijeklo i sindinamsko obilježje objašnjeno je u sindinamici zajednice *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*.

Značenje zajednice. Zajednica *Lathyro-Quercetum petraeae* nema na Kalniku gospodarsko značenje o čemu R a u š (1978) piše: "Stabla hrasta kitnjaka i nakon veće starosti ostaju tanka, kriva i niska. Krošnja im se spušta skoro do zemlje i nemaju neku tehničku vrijednost. Prema tome ovu fitocenozu ne smatramo gospodarskom šumom, već šumom zaštitnog karaktera. Strukturno-proizvodna i gospodarska istraživanja to također potvrđuju." Zajednica ima dakle vrlo veliko značenje za stabilnost šumskih ekosistema Kalnika općenito, tim više što obrađuje izložene, strme i eroziji sklone terene.

Istraživanja R a u š a & M a t i ć a (1974) pokazala su da sastojine hrasta kitnjaka i crnoga grahora spadaju među najstabilnije ekosisteme hrasta kitnjaka na Kalniku, što je kasnije poslužilo, bez obzira što nije riječ o gospodarskoj zajednici, za dalja istraživanja temeljnih šumskouzgojnih svojstava hrasta kitnjaka (Đ u r i ć i ć 1989), u čemu će biti neprocjenjivo njihovo značenje i u budućnosti.

D. DISKUSIJA - DISKUSSION

Fitocenološka istraživanja šumskih ekosistema hrasta kitnjaka u području Medvednice, Ivanšćice i Kalnika pokazala su velike raznolikosti u odnosima koji su uvjetovali isto tako raznoliku fizionomiju, građu, sindinamiku i značenje šumskih zajednica hrasta kitnjaka. Kitnjak uspijeva u pet asocijacija koje su raščlanjene na devet subasocijacija i više varijanti i facijesa. Te jedinice su svrstane u tri sveze, tri reda i dva razreda. Velike razlike unutar samih jedinica, uvjetovane prije svega geološko-litološkom građom, tipom i sastavom tla, toliko su izrazite da ih je nemoguće sve zajedno promatrati. Samo srodne zajednice unutar iste sveze pokazuju sličnosti u flornom sastavu i sindinamici, dok se u pogledu fizionomije, gospodarskog tretmana i značenja razlikuju. Razlike unutar zajednica istraživanih područja uvjetovane su, kako je već naglašeno različitim litološko-pedološkom građom, a razlike u odnosu na slične evropske zajednice rezultat su prije svega geografskog položaja, makroklimatskih odnosa, drugačijeg nastanka i povijesnog razvoja.

Acidofilne čiste šume hrasta kitnjaka i mješovite šume hrasta kitnjaka i pitomoga kestena, za razliku od većine dosadašnjih istraživanja obuhvaćene su svezom *Castaneo-Quercion*. Ona pripada istim sistematskim kategorijama kao i sveza *Quercion roboris-petraeae* u koju su bile uvrštene te šume. Razlika između šuma sjeverozapadne Hrvatske i srodnih u ostaloj Evropi, a koje pripadaju svezi *Quercion roboris-petraeae*, evidentna je. U našim šumama toga tipa ne raste hrast lužnjak, jedna od vrsta po kojoj su i imenovane te kategorije. Nedostaju i druge atlantske i subatlantske vrste, ali svezu dobro karakteriziraju svojstvene vrste *Castanea sativa*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista germanica* f. *heteracantha*, *Hieracium racemosum*, *Festuca heterophylla* i diferencijalne vrste *Fraxinus ornus*, *Serratula tinctoria*, *Cruciata glabra* i druge. Dakle, u prvom redu zbog kestena koji šumama jugoistočne Evrope daje naročitu fizionomiju i sociološku strukturu i zbog lužnjaka koji u tim prostorima predstavlja pojam za nešto sasvim drugo prihvaćen je prijedlog koji je prvi dao S o o (1962), a kasnije i neki drugi autori, da se šume ovog dijela Evrope odijele posebnom svezom. Njenu točnu granicu treba utvrditi, a popis karakteri-

stičnih i diferencijalnih vrsta dopuniti. Takvo su gledište, unatoč velikim diskusijama o autohtonosti kestena u panonskom prostoru, prihvatili neki mađarski autori.

Sveza *Castaneo-Quercion* predstavljena je na istraživanom području s dvije asocijacije, od kojih je *Quercus-Castaneetum* više puta dosada opisivana i prihvaćena od svih fitocenologa koji su je istraživali. Rasprostranjenost, stanište, florni sastav, sindinamika i značenje ove asocijacije su manjeviše poznati iz prijašnjih radova i opisa u ovom radu pa se u diskusiji neće posebno ponavljati.

Druga asocijacija unutar opisanih sistematskih kategorija jest acidotermofilna šuma hrasta kitnjaka s runjikom. To je izrazito monodominantna kitnjakova fitocenoza u kojoj su svojstvene vrste *Quercus petraeae*, *Festuca heterophylla*, *Chamaecytisus supinus*, a diferencijalne u odnosu prije svega na zajednice tipa *Luzulo-Quercetum* i srodne *Galium sylvaticum*, *Tanacetum corymbosum*, *Campanula persicifolia*, *Sedum maximum*, *Dactylis polygama*, *Achillea distans* i druge.

Od ostalih svojstvenih vrsta sveze, reda i razreda značajne su *Castanea sativa*, *Genista tinctoria*, *Hieracium racemosum*, *Melampyrum pratense*, *Hieracium sylvaticum*, *Hieracium sabaudum*, *Calamagrostis arundinacea* i osobito *Luzula luzoloides* s najvećom pokrovnošću u sloju prizemnog rašća. Vrste reda *Fagetalia* su bez ikakva značenja, ali su značajne vrste reda *Quercetalia pubescentis* koje su već navedene kao diferencijalne vrste asocijacije. Osim njih pokrovnošću se ističe *Fraxinus ornus* i stupnjem udjela *Lathyrus niger*. Šire rasprostranjene vrste su iste kao i u zajednici hrasta kitnjaka i pitomoga kestena, s izuzetkom vrste *Aposeris foetida* koja je neusporedivo rjeđa.

Asocijacija *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* raščlanjena je na istraživanom području na tri subasocijacije: *typicum*, *poetosum nemoralis* i *myrtilletosum*.

Acidotermofilna šuma hrasta kitnjaka i runjike većinom je primarnog postanka, razvijena kao paraklimaksna zajednica. Kesten je prisutan u većini sastojina, ali igra sporednu ulogu. Tla te fitocenoze su takva sastava i u prvom redu takve dubine da on na njima ne može postići puni razvoj kao u fitocenozi *Quercus-Castaneetum*. Sasvim ga je potisnuo hrast kitnjak. Većina sastojina ima izražen zaštitni karakter jer obrašćuju najizloženije i najstrmije terene.

Postavljanje asocijacije provedeno je izvan okvira u kojem je shvaćena zapadno-srednjoevropska asocijacija *Luzulo-Quercetum* i sve njoj srodne. Sastojine na istraživanom području se razlikuju od sličnih evropskih prije svega u sinekološkim i flornim obilježjima pa su prikazane kao samostalna, nova asocijacija unutar sveze *Castaneo-Quercion*. Osnovne diferencijalne vrste u odnosu na ostale šire rasprostranjene srodne šume već su navedene u opisu asocijacije i sveze, a s druge strane u našim sastojinama toga tipa ne pridolaze *Quercus robur*, *Lonicera peryclimum*, *Rubus plicatus*, *Teucrium scordonia*, *Galium saxatile*, *Sarotamnus scoparius*, *Hieracium praxox* i druge. Imenovanjem fitocenoze po vrsti *Hieracium racemosum*, koja u našim sastojinama obilno pridolazi, dobro je istaknut termofilniji, ali i acidofilni karakter zajednice, odnosno njenih staništa.

Treba reći da je u Sloveniji i Italiji opisana vrlo srodna asocijacija *Seslerio-Quercetum petraeae* Pold. 1964. Ta je fitocenoza tada podvrgnuta istoj sistematici kao i *Luzulo-Quercetum*, odnosno sve kitnjakove acidofilne šume. Kasnije je P o l d i n i (1988) promijenio stav i zajednicu podvrkao redu *Quercetalia pubescentis* zbog velikog stupnja udjela i pokrovnosti većeg broja vrsta istog reda. Premda su dakle srodne, te fitocenoze ne pripadaju istoj sistematici, imaju svoje jake diferencijalne vrste, različite sinekološke uvjete, pa obje mogu kao samostalne asocijacije stajati u fitocenoološkom sistemu.

Brdске listopadne šume u području pridolaska hrasta kitnjaka i običnoga graba bile su u Hrvatskoj dosada shvaćene u jednoj asocijaciji (*Quercus-Carpinetum croaticum*) unutar sveze *Carpinion betuli illyricum* i reda *Fagetalia*. Na temelju tih istraživanja u tom pojasu opisane su dvije asocijacije i predložena je drugačija sistematika brdskih listopadnih šuma kojima osnovno sociološko obilježje daje obični grab.

Prihvaćen je O b e r d o r f e r o v (1957) prijedlog po kojem se sve srodne brdske grabove šume Evrope ujedinjuju u svezu *Carpinion betuli*, a unutar nje se raščlanjuju na različite arealnogeografske podsveze koje će karakterizirati sinekološke i florne specifičnosti pojedinog područja. Za šume koje su dosada bile obuhvaćene svezom *Carpinion illyricum* (ilirska provincija) predložena je podsveza *Lonicero caprifoliae-Carpinenion betuli*. To se shvaćanje čini najispravnije, jer su većinom evropske kolinske hrastovo-grabove šume srodne i imaju iste temeljne vrste. Razlike između njih nisu tako velike, u prvom redu zbog nedostatka svojstvenih vrsta da bi ih trebalo odvajati na nivou sveza, već su podsveze mnogo prikladnije. Što je važno, te sastojine i dalje ostaju odvojene od bukovih, jer se od njih zaista i razlikuju. Vrste sveze *Carpinion betuli* koje pridolaze u većini evropskih hrastovo-grabovih šuma su *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Euonymus europaea*, *Rosa arvensis*, *Corylus avellana*, *Stellaria holostea*, *Vinca minor*, *Melampyrum nemorosum*, *Carex pilosa* i *Tilia cordata*. Svojstvene vrste podsveze *Lonicero-Carpinenion betuli* su *Lonicera caprifolium*, *Crocus naeopolitanus*, *Helleborus dumetorum*, *Helleborus odoratus*, *Knautia drymeia* i *Primula vulgaris*, a diferencijalne *Epimedium alpinum*, *Vicia oroboides*, *Lamium orvala*, *Erythronium dens canis*, *Haquetia epipactis*, *Ruscus hypoglossum*, *Cruciata glabra*, *Cyclamen purpurascens*, djelomično *Aposeris foetida* i druge. Vidimo da su to uglavnom vrste svojstvene za svezu ilirskih bukovih šuma pa u srodnim evropskim šumama ne pridolaze.

Od dvije asocijacije koje pripadaju tim sistematskim kategorijama s vegetacijskog je stajališta mnogo zanimljivija ilirska šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Epimedio-Carpinetum betuli* syn. *Quercus-Carpinetum croaticum*). Ta fitocenozna tvori značajnije komplekse na rubovima Medvednice, Ivanščice i Kalnika, a manje na prostorima između njih. Prema istoku završava u gosp. jed. "Polum-Medenjak" u okolini Ludbreškog Ivanca, odakle se na istok nadovezuje zajednica *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*. Ilirska šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba je klimatogena zajednica koja raste na luvisolima, eutričnim tlima i rjeđe obronačnim pseudoglejima povrh vapnenaca, litotamnjskih, dolomitiziranih vapnenaca, laporaca i sličnih podloga, a samo subasocijacija *erythronietosum* na distrično smeđim tlima povrh pješčenjaka. Zajednica pridolazi u visinama između 200 i 500 metara, a na južnoj strani Medvednice i više.

U flornoj strukturi edifikatorsko prvenstvo pripada hrastu kitnjaku, a sociološko vrstama *Carpinion*, među kojima se velikom pokrovnošću i stupnjem udjela ističu gotovo sve vrste sveze *Carpinion betuli*. U odnosu na ostale evropske asocijacije *Carpinetum* ova ilirska se odlikuje brojnim diferencijalnim vrstama koje su već navedene. Treba istaći da neke od tih vrsta pridolaze s nižim stupnjem udjela i manjom pokrovnom vrijednošću, ili se pak javljaju u određenim subasocijacijama. U raščlanjivanju se pokazalo da su najispravniji prvi Horvatovi stavovi te je asocijacija raščlanjena na tri subasocijacije: *staphyletosum*, *erythronietosum* i *caricetosum pilosae*.

Druga zajednica sveze *Carpinion betuli*, šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba s bukvom (*Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*) rasprostranjena je u istočnom dijelu istraživanog područja. Predstavlja edafski uvjetovanu zajednicu, koja ima osnovni karakter prijelaza od ilirskih šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (*Epimedio-Carpinetum*)

prema submontanskim, odnosno montanskim bukovim šumama. Uz hrast kitnjak edifikatorskom vrstom treba svakako smatrati i običnu bukvu. Njena je uloga ovdje značajnija nego u asocijaciji *Epimedio-Carpinetum*, mnogo je konkurentnija i u većem dijelu sastojina nastupa ravnopravno s hrastom kitnjakom. Kitnjak vidljivo preuzima dominaciju na nešto sušim, općenito termofilnijim lokalitetima koji odgovaraju bolje njegovoj ekološko-biološkoj konstituciji. Grab osim sociološkog značenja igra veliku ulogu u razvoju tih sastojina, posebno u pozitivnom djelovanju njegova listinca na kemijsko-fizikalna i biološka svojstva tla. Rasprostranjen je na cijelom području, od čistih grabika u jarcima i zatvorenim dolinama, preko strmijih i hladnih padina s bukvom, do zaravni i rebara s kitnjakom i bukvom u asocijaciji *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*. Prilikom uzgojnih zahvata potrebno je posebno voditi računa o održavanju grabove podstojne etaže, jer samo s njom možemo dobiti visoko stabilne, kvalitetne i produktivne sastojine. Bez te etaže nemoguće je ući u obnovu sastojina i postići zadovoljavajuće rezultate.

Od vrsta sveze *Carpinion betuli* u većem dijelu sastojina osim graba uspijevaju vrste *Prunus avium* i *Acer campestre*, posebno brojne u sloju grmlja, zatim *Corylus avellana*, *Stellaria holostea* i *Vinca minor*. Ostale vrste, kao *Tilia cordata*, *Euonymus europaea*, prisutne su u manjem broju snimaka. Nazubljeni šaš (*Carex pilosa*) redovit je u svim sastojinama i u većini postiže veliku pokrovnost. Ni u jednoj drugoj zajednici ne pridolazi tako masovno pa je, kao i *Vinca minor*, svojstvena vrsta te asocijacije. To važi i za vrstu *Cardamine bulbifera*. U toj fitocenozi još uvijek je razvijen cijeli skup vrsta *Carpinion*, premda se zajednica nalazi na granici raščlanjenja prema bukovim zajednicama. Naime, dok *Epimedio-Carpinetum* čvrsto stoji u svezi *Carpinion betuli*, dotle zajednica *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* predstavlja prijelaz prema zajednicama sveze ilirskih bukovih šuma. Ali skup vrsta *Carpinion* određuje joj mjesto unutar sveze *Carpinion*. Međutim, u tom sistematsko-sociološkom prostoru nema više zajednice koja bi ostala unutar sveze grabovih, a ne bukovih šuma. Činjenica je da neke vrste sveze *Carpinion betuli* pridolaze u bukovim šumama, kao naprimjer *Stellaria holostea*, *Carex pilosa*, pa i sam grab, ali skup svih vrsta *Carpinion* ne pridolazi.

Grupe termofilnih vrsta reda *Quercetalia pubescentis* ovdje su manje razvijene u odnosu na fitocenozu *Epimedio-Carpinetum*, ali u bukovim šumama sjeverozapadne Hrvatske pridolaze još manje. Diferencijalne vrste ilirskih šuma nisu brojne u asocijaciji *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, a *Epimedium alpinum*, *Lonicera caprifolium* i *Erythronium dens canis* uopće ne pridolaze. *Knautia drymeia*, *Vicia oroboides* i *Lamium orvala* zastupljene su sa stupnjem udjela II, dok je kudikamo najprisutnija *Cruciata glabra*, kod koje je taj diferencijalni karakter slabije izražen. To je jedna od bitnih razlika između te zajednice i ilirske šume hrasta kitnjaka i običnoga graba.

S druge strane, vrste *Fagetalia* kao što su *Dentaria bulbifera*, *Galium odoratum*, *Carex sylvatica*, *Circaea lutetiana*, *Sanicula europaea*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Pulmonaria officinalis*, *Viola reichenbachiana*, *Mycelis muralis* i druge dostižu ovdje veći stupanj udjela i pokrovnosti, jer je fitocenoza mezofilnijeg karaktera. Posebno se mora istaći vrsta *Festuca drymeia*, koja uz vrstu *Carex pilosa* mjestimično tvori velike facijese i daje sastojinama jednoličan izgled. Uz čupavu kupinu (*Rubus hirtus*) predstavlja problem pri pomlađivanju sastojina, jer onemogućava kontakt sjemena i tla ili otežava rast mladim biljkama. *Festuca drymeia* je inače rasprostranjena na velikom dijelu istraživanog područja u kitnjakovim, ali i u bukovim sastojinama. Sloj grmlja je u fitocenozi slabo razvijen, a tamo gdje je gušći čine ga grab, bukva, trešnja i lijeska.

Fitocenoza je na tom području relativno homogenih sinekoloških uvjeta i flornog sastava. Unutar asocijacije izlučene su tri subasocijacije: *typicum*, *castaneetosum sativae*

i *quercetosum roboris*. Tipična subasocijacija je najzastupljenija, nema diferencijalnih vrsta i sve navedeno odnosi se na nju. Subasocijacija s kestenom je sekundarnog porijekla, jer je kesten u nju unošen u posljednjih stotinjak godina. Zajedno se kestenom, a vezano za njegovo djelovanje na svojstva tla, naselile su se i neke acidofilne vrste, u prvom redu *Melampyrum pratense*, *Hieracium racemosum* i *Hieracium sylvaticum*. Zbog poznatog procesa sušenja kesten se u toj zajednici nalazi u regresiji, što se neće bitnije odraziti na njenu stabilnost. Subasocijacija s lužnjakom predstavlja niži i vlažniji biotop u kojem prvenstveno odnosi u sferi tla i režimu vlaženja omogućavaju uspijevanje lužnjaka i vrsta vlažnijih staništa, među kojima se ističu *Carex brizoides*, *Carex remota*, *Veronica montana*, *Luzula pilosa* i druge.

Sastojine šume hrasta kitnjaka, običnoga graba i bukve u gospodarskom smislu najznačajnije su na istraživanom području i polovina drvene mase hrasta kitnjaka nalazi se u njima. One su se relativno kasno počele jače sjeći (oko 1870. godine). Većina ih je bila u to vrijeme u vlasništvu države, pa su predstavljale vrlo snažne i stabilne ekosisteme. Zahvaljujući tome, kasnije gotovo čiste sječe na velikim površinama, pomlađivanja u kratkim razdobljima, zakašnjeli šumskouzgojni zahvati i relativno ekstenzivno gospodarenje nisu bitno poremetili njihovu strukturu i stabilnost. Međutim, veći dio ih upravo sad dolazi u fazi oplodnih sječa i obnova, što se s dosta teškoća provodi.

Istraživanja termofilnih šuma hrasta kitnjaka pokazala su da unutar reda *Quercetalia pubescentis* i sveze *Quercion pubescentis-petraeae* susrećemo prirodoznanstveno veoma zanimljive sastojine u području kalničkog masiva, koje su ovdje shvaćene kao paraklimaksna zajednica *Lathyro-Quercetum petraeae* var. *Festuca drymeia*. Šume hrasta kitnjaka i crnoga grahora - varijanta s vlasuljom razvijene su na hrptovima i otvorenim, izloženim i punim svjetla lokalitetima, specifičnih mikroklimatskih uvjeta, a pridolaze na plitkim kalkokambisolima. Po fizionomiji, sociološkim karakteristikama i flornoj građi predstavljaju prijelaz između tipski razvijenih termofilno-bazofilnih sastojina zajednice *Lathyro-Quercetum petraeae* krajnje sjeverozapadne Hrvatske i acidofilnih sastojina zajednice *Festuco-Quercetum petraeae* na Moslavačkoj gori. Fitocenoza ima prvenstveno zaštitni karakter i znatan utjecaj na stabilnost ostalih šumskih ekosistema Kalnika.

Treba istaći da u toj zajednici izostaju neki važni elementi karakteristični za šume hrasta medunca i crnoga graba, kao i za ostale vegetacijske jedinice reda *Quercetalia pubescentis*. Međutim, veliku pokrovnost i temeljno obilježje fitocenozi daju termofilne vrste: *Faxinus ornus*, *Sorbus torminalis*, *Quercus cerris*, *Chamaecytisus hirsutus*, *Serratula tinctoria*, *Tanacetum corymbosum*, *Lathyrus niger*, *Achillea distans*, *Dactylis polygama*, *Digitalis grandiflora*, *Hypericum montanum* i ostale. S druge strane, razvoj tla u fitocenozi, izraženost brdskog masiva Kalnika i okolni šumski ekosistemi omogućavaju veću zastupljenost pojedinih mezofilnih vrsta koje tu vegetacijsku jedinicu diferenciraju od sastojina u zapadnijem dijelu Hrvatske i Slovenije. To su u prvom redu *Festuca drymeia*, *Carex pilosa* i *Stellaria holostea*, od kojih se dominacijom i utjecajem na ostale članice sloja prizemnog rašća posebno ističe *Festuca drymeia*. Zato je ta vegetacijska jedinica prikazana kao varijanta zajednice hrasta kitnjaka i crnoga grahora s vlasuljom. Smatram da je time zasada dovoljno odijeljena od tipski razvijenih zapadnih sastojina od kojih se razlikuje, a istaknut je prijelaz prema zajednici *Festuco-Quercetum petraeae*, jer kalničke sastojine imaju takav karakter.

Usporedba bioloških spektara pojedinih zajednica ne prikazuje tako značajne razlike među njima:

Šumska zajednica	Biološki oblik				
	Ph	Ch	H	G	T
<i>Quercu-Castaneetum sativae</i>	25,3	8,0	46,7	17,3	2,7
<i>Hieracio racemosi-Quercetum p.</i>	19,3	11,4	46,6	19,3	3,4
<i>Epimedio-Carpinetum betuli</i>	27,1	6,2	42,7	21,9	2,1
<i>Festuco drymeiae-Carpinetum b.</i>	31,7	7,6	39,4	19,0	2,5
<i>Lathyro-Quercetum petraeae</i>	31,7	7,9	41,3	19,1	0

Sve zajednice su hemikriptofitsko-fanerofitskog karaktera i ta dva oblika čine između 65 i 72% biološkog spektra. Udio fanerofita najmanji je u acidofilnijim kitnjakovim zajednicama, a najveći u zajednici kitnjaka i grahora, koja zauzima svega nekoliko hektara na istraživanom području. U acidotermofilnoj zajednici hrasta kitnjaka i runjike najveći je postotak hamefita, dakle biljaka toplijih staništa, međutim, za rezultat analize biološkog spektra svakako važi konstatacija da bitnije razlike nisu prisutne. To je u prvom redu zbog djelovanja homogene makroklimе pod kojom se nalaze zajednice na tako malom prostoru, gdje visinska razlika unutar kitnjakovih fitocenoza nije znatnije izražena. Sigurno je da bi ti odnosi u pogledu biološkog spektra bili mnogo izraženiji između, na primjer, acidofilnih kitnjakovih i bukovo-jelovih šuma Medvednice.

Vrlo su zanimljive usporedbe zajednice istraživanog područja sa srodnim zajednicama u ostalim dijelovima Evrope. To se prvenstveno odnosi na acidofilne šume unutar reda *Quercetalia roboris-petraeae* gdje su razlike najveće, pa ih je bilo potrebno naglasiti odvajanjem od srodnih evropskih šuma na nivou sveza.

Zajednica *Quercu-Castaneetum* predstavlja tipičnu fitocenozu humidnijeg područja jugoistočnog dijela Evrope, s kestenom kao sociološki i edifikatorski glavnom vrstom tih sastojina. U radu opisana istraživanja i shvaćanje te zajednice i sveze odnose se prije svega na istraživano i bliža susjedna područja, dok ostale kestenove šume u Hrvatskoj (misli se na kvarnersko-istarske) pokazuju drugačiji karakter i tako ih treba i gledati. Njihova fizionomija, sastav i značenje te odnos prema kitnjaku posve su različiti. Cenoza *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* pokazuje najviše sličnosti (uz već spomenutu asocijaciju *Seslerio-Quercetum petraeae*) sa slovenskom asocijacijom *Melampyro vulgati-Quercetum petraeae* u kojoj je naglašeniji mezofilniji karakter i prisutnost nekih borealnih vrsta.

Izrazitu samostalnost i južnoevropski, djelomično i submediteranski karakter pokazuje na istraživanom području zajednica *Lathyro-Quercetum petraeae* s Kalnika. Dvije grupe vrsta (prva iz reda *Quercetalia pubescentis*, koja je veća i značajnija, i druga iz reda *Quercetalia roboris-petraeae*) daju joj osnovno lokalno obilježje (u biljnosociološkom smislu) prijelaza od termofilnih prema acidofilnim kitnjakovim šumama. Brojne vrste termofilnih međunčevih šuma stavljaju je izvan srednjoevropskih šuma, razvijenih sjeverno od Alpa, dok srodne zajednice nalazimo u panonskim gorama Jugoslavije i Mađarske.

Fitocenoze kitnjakovo-grabovih šuma pokazuju velike sličnosti s većim dijelom evropskih kitnjakovo-grabovih šuma, pogotovo onim iz Čehoslovačke i Mađarske. Temeljno obilježje im daju vrste *Carpinion*, koje predvodi obični grab, a koje su karakteristične gotovo za sve kitnjakovo-grabove šume u Evropi. Povijesno drugačiji razvoj naših šuma, njihov nastanak i sepcifičnosti naglašene su prisutnošću diferencijalnih vrsta, koje imaju jače ili manje izražen ilirski, balkanski ili južnoevropski karakter, a ovdje su oz-

načene kao diferencijalne vrste podsveze *Lonicero-Carpinenion*. Njihova prisutnost je pogotovo izražena u zajednici *Epimedio-Carpinetum*. Druga zajednica sveze *Carpinion betuli* bliža je po osnovnom obilježju bukovim šumama, koje čine temeljne ekosisteme u evropskom prostoru, pa je razumljivo i karakterom flore bliža srednjoevropskim zajednicama. Manja prisutnost ilirskog i južnoevropskog flornog elementa, neizražena slojevitost, monotona fizionomija, homogeni uvjeti i sastav na području pridolaska, relativno florno siromaštvo, mezofilniji utjecaj i edifikatorsko značenje bukve osnovne su karakteristike zajednice, koja promjenom geološke građe u smjeru nastupanja mekih i laporovitih vapnenaca i eutričnog kambisola na Kalniku ustupa mjesto klimatskozonalnoj zajednici *Epimedio-Carpinetum betuli*.

Kao rezultat shvaćanja navedenih u diskusiji, u ovom su radu prihvaćeni neki manje zastupani prijedlozi, ili su opisane nove jedinice. Mora se međutim izričito naglasiti da se svi prikazani odnosi temelje na istraživanjima Medvednice, Ivanščice i Kalnika, dakle jednog relativno malog, ali raznolikog prostora. Ne smijemo ispustiti iz vida činjenicu da se najljepše kestenove šume nalaze na području banijskih gora, da se najviše monodominantnih kitnjakovih sastojina nalazi na slavonskom gorju, da je centar kolinskih šuma kitnjaka i graba na prapornim zaravnima Bilogore i okolice te da su termofilne kitnjakove šume panonskoga gorja vrlo mozaično rasprostranjene. Nadalje, za potpun i definitivnan sud o sistematici i karakteru šumske vegetacije nakon područja treba istražiti i ostale, u prvom redu kontaktne šumske zajednice. Kada je u pitanju hrast kitnjak, potrebno je prije svega istražiti sinekološko-fitoceno-loške osobine bukovih i međunčevih sastojina.

E. ZAKLJUČCI-SCHLUSFOLGERUNGEN

Na temelju provedenih sinekološko-fitoceno-loških istraživanja šumskih ekosistema hrasta kitnjaka u društvenim šumama Medvednice, Ivanščice i Kalnika moguće je donijeti ove zaključke:

1. Istraživano područje zauzima približno 190 000 ha, od čega oko 60 000 ha ili 32% čine društvene i privatne šume. Društvene šume su u sastavu triju šumskih gospodarstava, deset šumarija i osamnaest gospodarskih jedinica. U njima ukupna drvna zaliha iznosi 6 984 000 m³, od čega 1 310 000 m³ ili približno 19% čini hrast kitnjak.

2. Raznolika litološko-pedološka građa ima presudan utjecaj na pridolazak i rasprostranjenost pojedinih vegetacijskih jedinica hrasta kitnjaka. U istočnom dijelu istraživanog područja prevladavaju praporni nanosi na kojima je formiran luvisol te plioleistocenski nekarbonatni pijesci, šljunci, gline i ilovine na kojima je pretežno formiran obronačni pseudoglej. U središnjem dijelu južnih obronaka Zagrebačke gore, a manjim dijelom na Ivanščici, prisutni su paleozojski pješčenjaci, škrljavci, brusilovci, kredni pješčenjaci i slični supstrati na kojima se najčešće nalazi distrični kambisol u različitim nižim pedogenetskim jedinicima. Vapnenci, litotamnijski, glineni, laporasti i dolomitizirani s luvisolima, kalkokambisolima ili eutričnim kambisolima pod šumom hrasta kitnjaka i običnoga graba nalaze se u većim ili manjim kompleksima i fragmentarno u središnjem i zapadnom dijelu istraživanog područja. Uski, sporedni grebeni Kalnika s kalkokambisolom obrasli su termofilnom kitnjakovom šumom.

3. Makroklima klimatogene zajednice ilirskih šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba je humidna, umjereno topla, tipa "Cfwbx". Prosječna godišnja temperatura na meteorološkim stanicama Kostel, Stubičke Toplice, Zelina i Križevci u razdoblju 1961-1985.

iznosila je između 9,2 i 10,7 st. C, a prosječna količina oborina između 800 i 1100 mm.

4. Fitocenološka istraživanja šumske vegetacije su pokazala da su na istraživanom području zastupljene ove asocijacije i niže jedinice:

- As. *Quercus-Castaneetum* Horv. 1938
- As. *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* Vukelić (1990) em.
 - Subas. *typicum* Vukelić 1990
 - poetosum nemoralis* Vukelić 1990
 - myrtilletosum* Vukelić 1990
- As. *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horv. 1938) Borh. 1963
 - Subas. *erythronietosum* Horv. 1938
 - cariceetosum pilosae* Horv. 1938
 - var. *Fraxinus ornus*
 - staphyletosum* Horv. 1938
- As. *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* Vukelić (1990) em.
 - Subas. *typicum nova*
 - castaneetosum sativae nova*
 - quercetosum roboris nova*
- As. *Lathyro-Quercetum petraeae* Horv. (1938) 1958
 - var. *Festuca drymeia*

5. Vegetacijske jedinice hrasta kitnjaka opisane su u pet asocijacija koje su raščlanjene na devet subasocijacija i više varijanti i facijesa, a svrstane su u tri sveze, tri reda i dva razreda.

6. Doprinos poznavanju šumske vegetacije Hrvatske i Jugoslavije očituje se između ostalog u utvrđivanju ili nadopunjavanju poznavanja jedne sveze, jedne podsveze, dvije asocijacije i šest njihovih subasocijacija. Pri tome su istaknute njihove svojstvene i diferencijalne vrste.

7. Treba istaći prijedloge sistematike čistih i mješovitih šuma hrasta kitnjaka te šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba. Acidofilne čiste šume hrasta kitnjaka i mješovite s kestenom odvojene su posebnom svezom *Castaneo-Quercion* od srodnih evropskih koje su obuhvaćene svezom *Quercion roboris-petraeae*. Šume hrasta kitnjaka i običnoga graba ujedinjene su sa srodnim evropskim u svezu *Carpinion betuli*, a arealnogeografski karakter i ilirsko obilježje označeni su podsvézom *Lonicero caprifoliae-Carpinionion*.

8. Acidofilne, monodominantne šume hrasta kitnjaka odvojene su od šuma hrasta kitnjaka i pitomoga kestena postavljanjem asocijacije *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*, a vrlo široko shvaćene šume hrasta kitnjaka i običnoga graba odijeljene su u ilirske šume hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Epimedio-Carpinetum betuli*) i u šume hrasta kitnjaka, običnoga graba i bukve (*Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*).

9. Fitocenoza *Epimedio-Carpinetum betuli* predstavlja klimatogenu zajednicu kolinskog pojasa, dok su ostale azonalne. Posebno je naglašen edafski utjecaj u zajednicama *Quercus-Castaneetum* i *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, a mikroklimatsko-edafski u fitocenozama *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* i *Lathyro-Quercetum petraeae* var. *Festuca drymeia*.

10. Biotski, posebno antropogeni utjecaji izraženi su u svim zajednicama, što se odrazilo na njihovu rasprostranjenost, sastav i vegetacijsku strukturu. Najugroženije zajednice su *Quercus-Castaneetum* zbog sušenja kestena i *Epimedio-Carpinetum* zbog krčenja u prošlosti. Gospodarski je najvažnija fitocenoza *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, dok je u zajednicama *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* i *Lathyro-Quercetum petraeae* naglašeniji zaštitni karakter.

11. Za definitivno usvajanje rezultata ovog rada potrebno je provesti sinekološko-fitocenološka istraživanja kontaktnih zajednica hrasta kitnjaka i njegovih sastojina u Baniji, slavonskom gorju, prapornim zaravnima Podravine i Slavonije te susjednih područja prema Sloveniji, Bosni i Srbiji.

LITERATURA - LITERATUR

- Acceto, M., i grupa autora, 1986: Karta prirodne potencijalne vegetacije Jugoslavije 1:1 000 000 s tumačem. Naučno veće Vegetacijske karte Jugoslavije.
- Anić, M., 1940: Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori. Glas. šum. pokuse 7:103-312.
- Anić, M., 1959: Šumarska fitocenologija II. Skripta, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Anić, M., 1963: Smjernice za uzgojni tretman šumskih sastojina Medvednice na bazi fitocenoloških elemenata. Studija, Zagreb.
- Bach, O., 1980: Geološka karta M 1:100 000 s tumačem, list Ivanić Grad. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Badovinac, Z., 1969: Medvednica - u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Priroda LVI (4):101-104.
- Barkman, J. J., J. Moravec & S. Rauscher, 1986: Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur. Vegetatio 67 (3):159-195.
- Bašić, F., 1985: Osnovna pedološka karta M 1:50 000 s tumačem. Projektni savjet za izradu pedološke karte SR Hrvatske.
- Bertović, S., 1968: Die klimatischen Verhältnisse im Gebiet Nord - Kroatiens. Feddes Rep. 78:97-107.
- Bertović, S., 1975: Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj. Acta biologica VII/2:89-215.
- Bertović, S., & A. Ž. Lovrić, 1987: Šumske zajednice Jugoslavije, SR Hrvatska. Šumarska enciklopedija, II izdanje (3):395-404.
- Bogunović, M., 1981: Osnovna pedološka karta M 1:50 000 s tumačem. Projektni savjet za izradu pedološke karte SR Hrvatske.
- Boehm, D., I. Bralić, J. Rajšić, R. Deželić, M. Kamenarović, Z. Mikulić, D. Oršić, M. Rukavina & A. Šobat, 1979: Park prirode Medvednica - studija zaštite prirode. Republički zavod za zaštitu prirode Zagreb.
- Borhidi, A., 1963: Die Zoologie des Verbandes *Fagion illyricum*. Acta bot. Acad. Scient. Hung. 9:259-297.
- Borhidi, A., 1965: Die Zoologie des Verbandes *Fagion illyricum*. Acta bot. Acad. Scient. Hung. 11:53-102.
- Borhidi, A., 1968: Die geobotanischen Verhältnisse der Eichen und Hainbuchenwälder Suedosteuropas. Feddes Rep. 78/1-3.
- Braun-Blanquet, J., 1932: Zur Kenntnis nordschweizerischer Waldgesellschaften. Beih. Botan. Cbl 49:7-42.
- Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensoziologie. Springer Verlag, Wien - New York.
- Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović & Z. Pelcer, 1979: Tipološke značajke šuma slavonskog gorja. Radovi 39, Šumarski institut Jastrebarsko.
- Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović & Z. Pelcer, 1981: Ekološko-gospodarski tipovi šuma na području Moslavačke gore. Radovi 41, Šumarski institut Jastrebarsko.
- Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović & Z. Pelcer, 1982: Ekološko-gospodarski tipovi šuma gorja Hrvatskog zagorja. Radovi 48, Šumarski institut Jastrebarsko.
- Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović & Z. Pelcer, 1983: Ekološko-gospodarski tipovi šuma područja Bilogore. Radovi 57, Šumarski institut Jastrebarsko.
- Cestar, D., M. Glavaš, M. Halambek, M. Harapin, V. Hren, J. Martinović & Z. Pelcer, 1986: Bukva i bukove šume Hrvatske. Radovi 69, Šumarski institut Jastrebarsko.
- Csapodi, I., 1968: Eichen-Hainbuchenwälder der Ungarns. Feddes Rep. 78/1-3:57-81.
- Cvjetičanin, R., 1988: Künjak na serpentinama Goča - rasprostranjenje i ekologija. Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu.
- Diersche, H., 1979: Laubwald-Gesellschaften im Bereich der unteren Aller und Leine (NW-Deutschland). Documentes phytosociologiques IV:235-252.
- Diersche, H., 1985: Pflanzensoziologische und oekologische Untersuchungen in Wäldern Sued-Niedersachsens. II. Syntaxonomische Uebersicht der Laubwald-Gesellschaften und Gliederung der Buchenwälder. Tuexenia 5:491-591.
- Diersche, H., 1986: Pflanzensoziologische und oekologische Untersuchungen in Wäldern Sued-Niedersachsens. III. Syntaxonomische Gliederung der Eichen-Hainbuchenwälder, zugleich eine Uebersicht der *Carpinion*-Gesellschaften Nordwest-Deutschlands. Tuexenia 6:299-323.
- Dražić, P., 1955: Problem razvitka i njege mladih sastojina bukve i hrasta kitnjaka u NR Hrvatskoj. Šum. list LXXIX/11-12:374-395.

- Dragišić, P., D. Hanzl, V. Hren, S. Bertović & M. Kalinić, 1959: Njega čistih i mješovitih mladika bukve i mladika hrasta kitnjaka. Institut za šumarska i lovna istraživanja NR Hrvatske, Obavijesti 3, Zagreb.
- Dragišić, P., D. Hanzl, V. Hren, S. Bertović & M. Kalinić, 1959a: Prvo proredno odabiranje stabala u nenjegovanim mješovitim sastojinama listača bukve, hrasta i graba. Institut za šumarska i lovna istraživanja NR Hrvatske, Obavijesti 6, Zagreb.
- Dragišić, P., D. Hanzl, V. Hren, S. Bertović & M. Kalinić, 1959b: Zakašnjelo čišćenje u nenjegovanim čistim i mješovitim sastojinama bukve, hrasta kitnjaka i graba. Institut za šumarska i lovna istraživanja NR Hrvatske, Obavijesti 4, Zagreb.
- Džekov, S., & R. Rizovski, 1987: Šumske zajednice Jugoslavije, SR Makedonija. Šumarska enciklopedija II izdanje (3): 404-410.
- Duričić, I., 1989: Šumskouzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokuse 25:161-234.
- Ehrendorfer, F., 1973: Liste der Gefaesspflanzen Mitteleuropas, G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Ellenberg, H., 1979: Zeigerwerte der Gefaesspflanzen Mitteleuropas. Verlag E. Goltze KG, Goettingen.
- Ellenberg, H., 1986: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 4. Auflage, Ulmer, Stuttgart.
- Ellenberg, H., & F. Klotzli, 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz, Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes, 48:587-930.
- Em, H., 1968: Traubeneichenwald und das Vorkommen der Hainbuche in Mazedonien. Feddes Rep. 78/1-3:83-95.
- Ettinger, J., 1886: Budućnost šuma Zagrebačke gore. Šum. list X/2:74-77.
- Ettinger, J., 1888: Šume Zagorske. Šum. list XII/4: 141-142.
- Fukarek, P., 1969: Prilog poznavanju biljnosciooloških odnosa šuma i šibljaka Nacionalnog parka "Sutjeska". Akad. nauka i umj. BiH, posebno izdanje, knj. XI/3: 189-291.
- Fukarek, P., 1979: Šumske biljne zajednice Jugoslavije. Drugi kongres ekologija Jugoslavije, 1:55-69.
- Gajić, M., 1970: Asocijacija *Querceto-Carpinetum* Rudski u svetlosti novih istraživanja u Srbiji. Šumarstvo (5-6): 35-42.
- Gajić, M., 1971: Biljnoscioološka razmatranja asocijacije *Quercetum montanum* Čer. et. Jov. u Srbiji. Glasnik prirodnjakog muzeja Beograd 26:159-168.
- Glavač, V., 1959: O šumi poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoieto-Fraxinetum angustifoliae* ass. nova). Šum. list LXXXIII/1-3:39-45.
- Glavač, V., 1968: Ueber Eichen-Hainbuchenwaelder Kroatiens. Feddes Rep. 79/1-2:115-138.
- Gračanin, M., 1942: Tipovi tala Hrvatskog zagorja. Polj. znan. sm. 6:71-122.
- Gračanin, M., 1948: Tipovi šumskih tala Hrvatske. Glas. šum. pokuse 9:95-119.
- Gruenwald, J., 1926: Male šumske općine u Hrvatskoj i Slavoniji. Pola stoljeća šumarstva 1876-1926, Zagreb, 268-278.
- Hartmann, F. K., 1968: Ueber die pflanzengeographisch-systematische Abgrenzung und synoekologische Stellung der Assoziationen und Subassoziationen der Eichen-Hainbuchenwaelder im westlichen und mittleren deutschen Berg- und Huegelland einschliesslich des frankischthueringischen Raumes. Feddes Rep. 79/1-2:87-97.
- Hartmann, F. K., & G. Jahn, 1967: Waldgesellschaften des mitteleuropaeischen Gebirgsraumes noerdlich der Alpen. Stuttgart.
- Hegi, G., 1906-1974: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, I-VII, Muenchen.
- Hilfiter, A., 1932: Bory na Horšovotynsku. Čas. nar. Mus., Praha, sect. natur., 106:1-12.
- Horvat, A. O., 1972: Die Vegetation des Mecsekgebirges und seiner Umgebung. Akademiai Kiado, Budapest.
- Horvat, I., 1938: Biljnoscioološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse 6:127-279.
- Horvat, I., 1949: Nauka o biljnim zajednicama. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb.
- Horvat, I., 1950: Šumske zajednice Jugoslavije. Inst. za šum. istraž. Zagreb.
- Horvat, I., 1959: Sistematski odnosi termofilnih hrastovih i borovih šuma jugoistočne Evrope. Biol. glas. 12:1-40.
- Horvat, I., 1962: Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Acta biol. 2., Jug. akad., Zagreb, 30:1-179.
- Horvat, I., 1962a: Die Grenze der mediterranen und mitteleuropaeischen Vegetation im Lichte neuer pflanzensoziologischer Forschungen. Ber. Deutsch. bot. Ges. 75:91-104.
- Horvat, I., 1963: Šumske zajednice Jugoslavije. Šumarska enciklopedija, I izdanje (2):560-590.
- Horvat, I., S. Horvatić, M. Gračanin, G. Tomazić, H. Em & B. Makšić, 1950: Priručnik za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije. Ministarstvo šumarstva FNRJ, Zagreb.
- Horvat, I., V. Glavač & H. Ellenberg, 1974: Vegetations Suedosteuropas, G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Horvatić, S., 1967: Fitogeografske značajke i razčlanjenje Jugoslavije. Analitička flora Jugoslavije I (1):23-61.
- Horvatić, S., Lj. Ilijanić & Lj. Marković-Gospodarić, 1970: O biljnom pokrovu Slavonije. Zbornik radova I. znanstvenog sabora Slavonije i Baranje, 287-318.

- Hren, V., 1964: Dinamika razvoja strukture kitnjakovih i bukovih sastojina. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
- Hruška-Dell'Uomo, K., 1974: Biljni pokrov Moslavačke gore. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
- Hruška-Dell'Uomo, K., 1975: Asocijacija *Festuco-Quercetum* (Jank. 1968 nom. nud.) na Moslavačkom gori u Hrvatskoj. Acta Bot. Croat. 34:91-102.
- Hršak, V., 1987: Istraživanje dinamike dušika u tlima nekih biljnih zajednica na Medvednici. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu.
- Huebl, E., 1959: Die Waelder des Leithagebirges. Eine vegetationskundliche Studie, Verh. zool.-bot. Ges. Wien 98-99:96-167.
- Janković, M. M., 1979: Fitoekologija s osnovama fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na zemlji. Naučna knjiga, Beograd.
- Janković, M. M., & V. Mišić, 1980: Šumska vegetacija i fitocenoze Fruške gore. Matica srpska, Novi Sad.
- Jovanović, B., 1980: Šumske fitocenoze i staništa Suve planine. Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, posebno izdanje 55:216 pp.
- Jovanović, B., 1987: Šumske zajednice Jugoslavije, SR Srbija i SAP Kosovo. Šumarska enciklopedija, II izdanje (3):418-428.
- Jovanović, B., R. Lakušić, R. Rizovski, I. Trinajstić & M. Zupančić, 1986: Prodnomus phytocoenosum Jugoslaviae ad mappam vegetationis m 1:2 000 000, Bribir-Ilok.
- Jovanović, B., & S. Parabuški, 1987: Šumske zajednice Jugoslavije, SAP Vojvodina. Šumarska enciklopedija, II izdanje (3):428-430.
- Jurko, A., 1975: Waldgesellschaften des zentralteiles der Ostslowakei und einige Fragen ihrer Syntaksonomie. Biologické práce XXI/3:1-81.
- Kalinić, M., 1975: Prilog klasifikaciji tala pod šumom bukve i jele (*Abieti-Fagetum pannonicum* prov.) na Medvednici. Šum. list XCIX/1-3:3-8.
- Kalinić, M., 1981: Tla Papuka kao ekološki faktor hrastovih i bukovih sastojina. Institut za šumarstvo i drvenu industriju Beograd, posebno izdanje 39:1-95.
- Kern, A., 1909: Gospodarstvena osnova za šumu kr. i slob. glavnoga grada Zagreba. Šum. list, XXXIII/5:161-175.
- Kišpatić, M., 1884: Zagrebačka gora. Spomenica HPD, Zagreb, 47pp.
- Klepac, D., 1957: Istraživanja o debljini kore u šumama hrasta lužnjaka i kitnjaka. Šum. list LXXXI/3-4:91-106.
- Klepac, D., 1964: Smjernice o estetskom i rekreativnom uređenju šuma Medvednice. Šum. list, LXXXVIII/1:1-9.
- Klika, J., 1942: Rostlinosociologicka studie krivoklatskych lesu. Praha, cl., ath.-natur 1941/3:1-46.
- Kloetzli, F., 1968: Ueber die soziologische und oekologische Abgrenzung schweizerischer *Carpinion* von den *Fagion*-Waeldern. Feddes Rep. 78/1-3:15-37.
- Knapp, R., 1948: Einfuehrung in die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. Stuttgart.
- Kovačević, P., M. Kalinić, V. Pavlić & M. Bogunović, 1972: Tla gornje Posavine. Institut za pedologiju i tehnologiju tla, Zagreb.
- Lakušić, R., 1987: Šumske zajednice Jugoslavije, SR Crna Gora. Šumarska enciklopedija, II izdanje (3):388-395.
- Landolt, E., 1977: Oekologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veroeff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rubel, 64: 1-208.
- Lončar, I., 1933: Privredni plan Kraljevske šumske uprave Sokolovac.
- Lončar, I., 1951: Njega šuma proredom. Institut za šumarska istraživanja ministarstva šumarstva NR Hrvatske, Zagreb.
- Lovrić, A. Ž., 1981: Neki rijetki i značajni poluzimzeleni hrastovi na primorskom kršu. Šum. list CV/3-4:119-132.
- Ljevak, S., 1979: Šume na Medvednici. Naše planine LXXI/5-6: 141-144.
- Majer, D., 1980: Šume Medvednice kao rekreacijsko područje grada Zagreba. Šum. list CIV/7-8:299-388.
- Martinis, Z., Ž. Lovašen-Eberhardt & M. Tuđa, 1987: Trihomografske i palinomorfološke karakteristike hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u odnosu na druge hrastove u Jugoslaviji. Glas. šum. pokuse, posebno izdanje 3:347-355.
- Martinović, J., K. Turk & B. Vrbeć, 1986-1988: Karte šumskih tala 1:10 000 za gospodarske jedinice "Sljeme-Medvedgradske šume", "Markuševačka gora" i "Bistranska gora". Šumarski institut Jastrebarsko, rukopis.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš & A. Vranković, 1979: Rezervati šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar - studija ekološko-uzgojnih osobina. Šumsko gospodarstvo Nova Gradiška, 131 pp.
- Mayer, H., 1974: Waelder des Ostalpenraumes. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Mayer, H., 1984: Waelder Europas, G. Fischer Verlag, Stuttgart - New York.
- Marinček, L., 1979: Der Vorlpinne Wald der Hainbuch in Slowenien (*Carpinetum praealpinum* ass. nova). Phytocoenologie 6:424-433.

- Marinček, L., 1980: Gozdne združbe na klastičnih sedimentih v jugovhodni Sloveniji. Razprave 4. razreda SAZU, 22/2:41-185.
- Marinček, L., L. Poldini & M. Zupančič, 1983: *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum* ass. nova v Sloveniji (Jugoslavija) in Julijsko - beneški pokrajini (Italija). Razprave 4. razreda SAZU, 25/5:259-328.
- Marinček, L., & M. Zupančič, 1984: *Carpinetum subpannonicum* ass. nova. Razprave 4. razreda SAZU, 25/3:133-160.
- Meusel, H., E. Jaeger & E. Weinart, 1965: Vergleichende Chorologie der Zentraleuropaischen Flora. Jena.
- Mraz, K., 1957: Waldkundliche Untersuchungen im Mittelboehemischen Bergland un Erfahrungen mit der Anwendung statistischer Maschinen bei der synthetischen Bearbeitung. Arch. Forstwesen, Berlin, 6, 2/3:109-191.
- Neuhäusel, R., & Z. Neuhäuslova - Novotna, 1967: Syntaxonomische Revision der azidophilen Eichen - und Eichenmischwaelder im westlichen Teile der Tschechoslowakei. Folia geobotanica et phytotaxonomica 2:1-40.
- Neuhäusel, R., & Z. Neuhäuslova - Novotna, 1968: Uebersicht der *Carpinion* - Gesellschaften der Tschechoslowakei. Feddes Rep. 78/1-2:39-56.
- Noirfalise, A., 1968: Le *Carpinion* dans l'Ouest de l'Europe. Feddes Rep. 79/1-2:69-85.
- Noirfalise, A., & N. Sougnez, 1956: Les Chenais de l'Ardenne varietoise. Pedologie VI:119-143.
- Oberdorfer, E., 1957: Sueddeutsche Pflanzengesellschaftten. Pflanzensoziologie, Jena, 10:564 pp.
- Oberdorfer, E., 1983: Pflanzensoziologische Exkursions-flora. 5. Auflage, Verlag E. Ulmer, Stuttgart.
- Passarge, H., 1953: Waldgesellschaften des mitteleutschen Trockengebietes. Arch. Forstwesen 2:182:208.
- Passarge, H., & G. Hofmann, 1968: Zur soziologischen Gliederung nordmitteleuropaeischer Hainbuchenwaelder. Feddes Rep. 78/1-3:1-13.
- Pelcer, Z., 1979: Lipove šume virovitičke Bilogore. Drugi kongres ekologe Jugoslavije, 1:863-875.
- Plavšić - Gojković, N., 1984: O zaštiti prirode Medvednice i značajkama njenog "Parka prirode". Kaj XVII/4:111-131.
- Poldini, L., 1988: Uebersicht des Verbandes *Ostryo-Carpinion orientalis* (*Quercetalia pubescentis*) in SO-Europa. Phytocoenologia 16/1:125-143.
- Poljak, Ž., 1981: Planine Hrvatske - planinarsko turistički vodič. Planinarski savez Hrvatske, Zagreb.
- Prpić, B., N. Komlenović & Z. Seletković, 1988: Propadanje šuma u SR Hrvatskoj. Šum. list CXII/5-6:195-217.
- Puncer, I., & M. Zupančič, 1979: Novi združbi gradna v Sloveniji (*Melampyro vulgati-Quercetum petraeae* ass.nova s. lat). Scopolia 2:1-47.
- Rauš, D., 1969: Šumska vegetacija za prostorni plan šire zagrebačke regije. Studija Instituta za urbanizam u Zagrebu.
- Rauš, D., 1973: Fitocenološke značajke i vegetacijska karta fakultetskih šuma Lubardenik i Opeke. Šum. list XCVII/5-6:199-220.
- Rauš, D., 1975: Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spačva. Glas. šum. pokuse 18:225-346.
- Rauš, D., 1976: Šumska vegetacija "Đakovštine". Zbornik Đakovštine JAZU Vinkovci, 115-146.
- Rauš, D., 1978: Šumske zajednice hrasta kitnjaka na Kalniku. Poroč. Vzhodnoalp.-dinar. dr. preuč. veget. 14:325-339.
- Rauš, D., & S. Matić, 1974. Prilog poznavanju fitocenoloških i gospodarskih odnosa šuma hrasta kitnjaka na Kalniku. Šum. list XCVIII/7-9:299-323.
- Rauš, D., & N. Šegulja, 1983: Flora Slavonije i Baranje. Glas. šum. pokuse 21:179-211.
- Rauš, D., N. Šegulja, & J. Topić, 1985. Vegetacija sjeveroistočne Hrvatske. Glas. šum. pokuse 23:225-355.
- Regula - Bevilacqua, L. J., 1978: Biljni pokrov Strahinšćice u Hrvatskom zagorju. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
- Regula - Bevilacqua, L. J., 1979: Acidofilne šume razreda *Quercetea roboris -petraeae* Br. - Bl. et Tx. 1943 na području Strahinšćice. Drugi kongres ekologe Jugoslavije, II:1019-1031.
- Rizovskii, R., 1969: Cenoze hrasta kitnjaka s običnim grabom i hrasta kitnjaka u centralnoj Makedoniji i centralnoj Hrvatskoj. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu.
- Rizovskii, R., 1970: Sporeduvanje na gorun - gaberovi šumi od severna Hrvatska i SR Makedonija. Godišen zbornik na zemjodjelsko - šumarskiot fakultet na Univerzitet vo Skopje 23:55-63.
- Rohr, P., 1926: Agrama reforma. Pola stoljeća šumarstva 1876-1926, Zagreb, 232-251.
- Schwartz, O., 1936: Monographie der Eichen Europas und des Mittelmeergebietes. Feddes Rep. Sonderbuch D, 1-200.
- Stefanović, V., 1964: Šumska vegetacija na verfenskim pješčarima i glincima istočne i jugoistočne Bosne. Radovi Šum. fak. i Inst. za šum. u Sarajevu 9(3):1-116.
- Stefanović, V., 1984: Cenohorološki odnosi kitnjakovih šuma (*Quercetum petraeae* sens. lat.) u Bosni i Hercegovini. Treći kongres ekologe Jugoslavije I:203-210.

- Stefanović, V., V. Beus, L. Manuševa, J. Pavlić, M. Petrović & I. Vukorep, 1977: Tipovi šuma hrasta kitnjaka u Bosni i Hercegovini. Radovi šum. fak. i Inst. za šum. u Sarajevu 20/1-2:1-90.
- Soó, R., 1962: Systematische Uebersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften III. Acta bot. Acad. Sci. Hung. 7:425-450.
- Šegulja, N., 1974: Biljni pokrov Vukomeričkih gorica. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
- Šegulja, N., 1979: Šumska vegetacija Vukomeričkih gorica. Drugi kongres ekologa Jugoslavije II:1115-1133.
- Šikić, K., O. Bach & A. Šimunić, 1972: Osnovna geološka karta M 1:100 000 s tumačem, list Zagreb. Savezni geološki zavod Beograd.
- Šimunić, A., M. Pikića & I. Hećimović, 1982: Osnovna geološka karta M 1:100 000 s tumačem, list Varaždin. Savezni geološki zavod Beograd.
- Šugar, I., 1972: Biljni svijet Samoborskog gorja. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
- Šugar, I., 1973: Dvije nove biljne zajednice u Samoborskom gorju. Acta Bot. Croat. 32:197-202.
- Traczyk, T., 1968: Grundriss der regionalen Differenzierung der Eichen-Hainbuchenwälder in Polen. Feddes Rep. 79/1-2:99-104.
- Trinajstić, I., 1974: Rod *Quercus* L. Analitička flora Jugoslavije. Svezak I (3):460-481.
- Trinajstić, I., 1987: Karta prirodne potencijalne vegetacije Jugoslavije 1:1 000 000. Glas. šum. pokuse, posebno izdanje 3:269-276.
- Trinajstić, I., 1987a: Contributo all'analisi fitogeografica dell'area sud-est Alpino-Dinarea. Biogeographia XIII:99-112.
- Trinajstić, I., 1988: Taksonomska problematika hrasta lužnjaka - *Quercus robur* L. u flori Jugoslavije. Glas. šum. pokuse 24:101-116.
- Vidaček, Ž., 1979: Osnovna pedološka karta SFRJ 1:50 000 s tumačem, sekcija Čakovec 4. Projektni savjet za izradu pedološke karte SR Hrvatske.
- Vidaček, Ž., 1981: Osnovna pedološka karta SFRJ 1:50 000 s tumačem, sekcija Ptuj 4. Projektni savjet za izradu pedološke karte SR Hrvatske.
- Vranković, A., 1973: Tla na kalcitnim i nekim silikatnim metamorfiziranim metamorfnog faciesa zelenog škriljca u Zagrebačkoj gori i Papuku. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu.
- Vukelić, J., 1990: Šumske zajednice i staništa hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) u gorju sjeverozapadne Hrvatske. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
- Vukotinović, L.j., 1868: O moslavačkom granitu i hrastovih u Hrvatskoj. Rad Jugosl. akad. 2:39-48.
- Vukotinović, L.j.: 1873. O hrastovih županije bjelovarske. Rad Jugosl. akad. 22:1-23.
- Vukotinović, L.j., 1880: Novi oblici hrvatskih hrastova te ini dodatci za floru Hrvatsku. Rad Jugosl. akad. 51:1-54.
- Wciner, E., 1968: Zur Chorologie der submerdionalen Eichen-Hainbuchenwälder des suedoestlichen Europa. Feddes Rep. 78/1-3:131-133.
- Wraber, M., 1960: Fitosociološka razčlanitev gozdne vegetacije v Sloveniji. Ad annum Horti Bot. Labacensis solemnem, 49-96.
- Wraber, M., 1961: Gozdna vegetacija Slovenskih goric. Biol. vestn. 9:35-57.
- Wraber, M., 1964: Vegetacija slovenskega bukovega gozda v luči ekologije i palinologije. Biol. vestn. 12:77-95.
- Wraber, M., 1969: Ueber die Verbreitung, Oekologie und Systematische Gliederung der Eichen-Hainbuchenwälder Slowenien. Feddes Rep. 79/6:373-389.
- Zimmermann, A., 1983: Naturnahe Traubeneichenwälder und ihre Kontaktgesellschaften im Rennfeldgebiet bei Bruck a. d. Mur (Steiermark). In: Mayer, H. (Hrsg.) Urwald-Symposium Wien, 1982.
- Zukrigl, K., 1984: Die Vegetation des Wiener Leopoldsbergs. Acta Bot. Croat. 43:285-290.
- Zupančić, M., 1987: Šumske zajednice Jugoslavije, SR Slovenija. Šumarska enciklopedija, II izdanje (3):411-418.

Adresa autora:
Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Katedra za uzgajanje šuma
41001 Zagreb, pp. 178

JOSO VUKELIĆ

WALDGESELLSCHAFTEN UND STANDORTE DER
TRAUBENEICHE (*Quercus petraea* Liebl.) IM GEBIRGE
NORDWESTKROATIENS

Zusammenfassung

Das untersuchte Gebiet Nordwestkroatiens (Bergmassive Medvednica, Ivanščica und Kalnik, Abb. 1) nimmt fast 190.000 ha ein, davon sind ungefähr 60.000 ha oder 32% staatliche oder private Wälder. Das Relief dieses Gebietes ist stark entwickelt, die Höhen über dem Meeresspiegel betragen zwischen 145 bis 1061 m.

Der lithologische Aufbau und die Bodenbeschaffenheit haben einen entscheidenden Einfluss auf das Formen und die Verbreitung einzelner Vegetationseinheiten der Traubeneiche. Im östlichen Teil des untersuchten Gebietes überwiegen Praporablagerungen, auf welchen sich Parabraunerde formierte, sowie pliopläistozöner nichtkarbonater Sand, Schotter mit Ton und Lehm, auf welchem man am häufigsten Abhangspseudogley findet. Im Mittelpunkt der südlichen Abhänge von Zagrebačka gora, finden wir verschiedene silikate Felsen vor, kleinere Teile auch auf Ivanščica, auf welchen sich saure Braunerde in verschiedenen niederen pedogenetischen Einheiten befindet. Verschiedene Arten weicher Kalkgesteine mit Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm oder Braunerde im Traubeneichen-Hainbuchenwald befinden sich im mittleren und westlichen Teil des untersuchten Gebietes. Schmale, seitliche Felsen Kalniks mit Kalksteinbraunlehm sind mit termophilen Traubeneichenwäldern bewachsen.

Das Makroklima der klimatogenen Gesellschaft illyrischer Wälder der Traubeneiche und Hainbuche ist humid, gemässigt warm, des Types "Cfwbx". Die durchschnittliche Jahrestemperatur in den meteorologischen Stationen Kostel, Stubičke Toplice, Zelina und Križevci im Zeitraum 1961-1985 betrug 9,9°C, die durchschnittliche Niederschlagsmenge 955,7 mm (Abb. 2).

Die untersuchten Traubeneichenwaldgesellschaften haben folgende systematische Lage:

- Klasse *Quercetea roboris-petraeae* Br.-Bl. et Tx. 1943
 - Ord. *Quercetalia roboris-petraeae* Tx. 1931
 - Verb. *Castaneo-Quercion petraeae* (Soo 1962) Vukelić 1990
 - Ass. *Quercio-Castaneetum* Horv. 1938
 - Ass. *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* Vukelić (1990) em.
 - Subass. *typicum* Vukelić 1990
 - Subass. *poetosum nemoralis* Vukelić 1990
 - Subass. *myrtilletosum* Vukelić 1990
- Klasse *Quercio-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937
 - Ord. *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928
 - Verb. *Carpinion betuli* (Isll. 1929) Oberd. 1953
 - Unterverb. *Lonicero caprifoliae-Carpinion betuli* (Horv. 1958) Vukelić 1990
 - Ass. *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horv. 1938) Borh. 1963

- Subass. *erythronietosum* Horv. 1938
- Subass. *caricetosum pilosae* Horv. 1938
 - Var. *Fraxinus ornus*
- Subass. *staphyletosum* Horv. 1938
- Ass. *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* Vukelić (1990) em.
 - Subass. *typicum* nova
 - Subass. *castaneetosum sativae* nova
 - Subass. *quercetosum roboris* nova
- Ord. *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. (1931) 1932
 - Verb. *Quercion pubescentis-petraeae* Br.-Bl. 1931
 - Ass. *Lathyro-Quercetum petraeae* Horv. (1938) 1958
 - Var. *Festuca drymeia*

Die Vegetationseinheiten der Traubeneiche sind in fünf Assoziationen, neun Subassoziationen und mehreren niedrigeren Einheiten beschrieben. Sie befinden sich innerhalb dreier Verbände, dreier Ordnungen und zweier Klassen.

Saure reine Traubeneichenwälder und Mischwälder der Traubeneiche und Edelkastanie sind zum Unterschied von der Mehrheit bis jetzt durchgeführter Untersuchungen, in den Verband *Castaneo-Quercion* eingefasst. Er gehört zu den gleichen systematischen Kategorien, wie auch der Verband *Quercion roboris-petraeae*, in welchen diese Wälder eingeordnet waren. Man sieht den Unterschied zwischen den Wäldern Nordwestkroatiens und anderer verwandter Wälder Europas, die zum Verband *Quercion roboris-petraeae* gehören. In unseren Wäldern dieses Types wächst keine Stieleiche, eine der Arten, nach welcher diese Kategorien benannt wurden. Es fehlen auch andere atlantische und subatlantische Arten, aber den Verband charakterisieren sehr gut Arten wie *Castanea sativa*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista germanica* f. *heteracantha*, *Hieracium racemosum*, *Festuca heterophylla* und differenzielle Arten *Fraxinus ornus*, *Serratula tinctoria*, *Cruciata glabra* und andere. Das war der wichtigste Grund für die Zustimmung zum Vorschlag von S o o (1962) über das Einordnen des Verbandes *Castaneo-Quercion* in das phytözölogische System.

Der Verband *Castaneo-Quercion* wurde auf dem untersuchten Gebiet mit zwei Assoziationen vorgestellt, eine von ihnen, *Querco-Castaneetum*, wurde bis jetzt mehrmals beschrieben und von allen Phytözölogen, die sie untersucht haben, angenommen. Die zweite Assoziation, *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* wurde neu beschrieben.

Der Traubeneichen-Edelkastanienwald (*Querco-Castaneetum*, Tab. I., Abb. 3) bildet die grössten Komplexe auf der südlichen Seite des Medvednica- und teilweise des Ivanščicagebirges. Diese Gesellschaft kommt in einer Höhe von 250 bis 550 m, auf Neigungen bis zu 20°, auf saurer Braunerde - typischer, mittelgründiger bis tiefgründiger, vor. Die geologische Unterlage bilden immer verschiedene sylikate Sedimente. Das sind in der Regel etwas wärmere Lokalitäten, Plateaus, milde Abhänge, welche die Entstehung tieferer Böden ermöglichen. Hier kann sich die Kastanienwurzel in der Tiefe bis zu 1 m verbreiten.

Die Baumschicht bilden Kastanie, Traubeneiche, Buche und Hainbuche. Die Kastanie dominiert in typisch entwickelten Beständen und gibt ihnen die Haupteigenschaft. Soziologisch gesehen sind die wichtigsten Arten neben der Kastanie *Melampyrum pratense*, *Hieracium sylvaticum*, sowie einige Moose, von welchen *Polytrichum commune* und *Hypnum cupressiforme* besonders hervortreten. Ausser diesen Arten sind folgende Arten des Verbandes, der Ordnung und Klasse bedeutend: *Genista tinctoria*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista germanica*, *Luzula luzuloides*, *Hieracium racemosum*, *Pteridium aquilinum*, seltener vertreten sind *Festuca heterophylla*, *Calamagrostis arundi-*

nacea, *Hieracium umbellatum*, *Lathyrus montanus*, *Luzula forsteri* und andere. *Fagetalia*- Arten haben, ausser der Buche und der Hainbuche, keine grosse Bedeutung, während wir von den thermophilen Elementen der Ordnung *Quercetalia pubescentis* bedeutendere Arten, wie *Fraxinus ornus*, *Sorbus torminalis*, *Serratula tinctoria* und *Potentilla micrantha*, vorfinden.

Das Bewirtschaften dieser Bestände wurde durch das Kastaniensterben, in letzter Zeit auch Traubeneichensterben, erschwert.

Die zweite Assoziation innerhalb der vorher beschriebenen systematischen Kategorien ist der acidophil-thermophile Traubiges Habichtskraut-Traubeneichenwald (*Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*, Tab. II., Abb. 4, 5 und 6). Das ist eine ausgesprochen monodominante Traubeneichenphytozönose, entwickelt auf einer Höhe von 300 bis 750 m ü.d.M. mit Hängen von durchschnittlich 25° bis 40°, in mehr oder weniger länglichen Beständen, die sich auf ausgelegten, trockenen und belichteten Felsen von Medvednica, weniger Ivanščica, verbreiten. Sie entwickelte sich auf saurer Braunerde, sowie auf Parabraunerde, der sich auf den unteren Hügeln von Markuševac bildete. Typische Arten der Assoziation sind *Quercus petraea*, *Festuca heterophylla*, *Chamaecytisus supinus*, differenzielle Arten in Bezug auf die Gesellschaft des Types *Luzulo-Quercetum* und der verwandten Gesellschaft sind *Galium sylvaticum*, *Tanacetum corymbosum*, *Campanula persicifolia*, *Sedum maximum*, *Dactylis polygama*, *Achillea distans* und *Chamaecytisus hirsutus*.

Von den anderen für den Verband, die Ordnung und Klasse charakteristische Arten, sind bedeutend: *Castanea sativa*, *Genista tinctoria*, *Hieracium racemosum*, *Melampyrum pratense*, *Hieracium sylvaticum*, *Hieracium sabaudum*, *Calamagrostis arundinacea* und besonders *Luzula luzuloides* mit der grössten Bodenbedeckung in der Krautschicht. *Fagetalia*- Arten sind nicht von Bedeutung, wichtig sind Arten der Ordnung *Quercetalia pubescentis*, die schon als differenzielle Arten der Assoziation aufgeführt wurden. Ausser ihnen ist die Bedeckung durch *Fraxinus ornus* auffallend, sowie der Anteil von *Lathyrus niger*.

Die Assoziation *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* wurde auf dem untersuchten Gebiet in drei Subassoziationen aufgeteilt: *typicum*, *poetosum nemoralis* und *myrtilletosum*, sie haben einen mehr lokalen Charakter.

Der acidothermophile Traubiges Habichtskraut-Traubeneichenwald ist hauptsächlich primär entstanden, er entwickelte sich als Paraklimaxgesellschaft. Die Kastanie kommt in den meisten Beständen vor, sie spielt aber eine nebensächliche Rolle. Die Böden dieser Phytozönose sind von solcher Struktur, und vor allem Tiefe, dass die Kastanie hier nicht ihre volle Entwicklung wie in der Phytozönose *Querco-Castaneetum* erreichen kann, und wird von der Traubeneiche verdrängt. Die meisten Bestände dienen zum Schutz, da sie ausgelegte und steile Gelände bewachsen.

Das Aufstellen der Assoziation wurde ausserhalb des Rahmens, in welchem die westlich-mitteuropäische Assoziation *Luzulo-Quercetum* und alle mit ihr verwandten eingfasst sind, durchgeführt. Die Bestände auf dem untersuchten Gebiet unterscheiden sich von ähnlichen in Europa, vor allem synökologisch und floristisch gesehen, so wurden sie als selbständige, neue Assoziation innerhalb des Verbandes *Castaneo-Quercion* dargestellt. Die wichtigsten differenziellen Arten im Vergleich auf andere weiter verbreitete verwandte Wälder wurden schon in der Beschreibung der Assoziation und des Verbandes aufgeführt. Andererseits gibt es in unseren Beständen dieses Types nicht: *Quercus robur*, *Lonicera periclymenum*, *Rubus plicatus*, *Teucrium scordonia*,

Galium saxatile, *Sarotamnus scoparius*, *Hieracium praeox* und andere. Mit der Benennung der Phytozönose und der Art *Hieracium racemosum* welche in unseren Beständen reichlich vorkommt, ist der thermophile, aber immer noch acidophile Charakter der Gesellschaft, bzw. ihrer Standorte, hervorgehoben.

Gebirgslaubwälder der Traubeneiche und Hainbuche waren in Kroatien bis jetzt in einer Assoziation (*Quercus-Carpinetum "illyricum"*) eingefasst, innerhalb des Verbandes *Carpinion betuli "illyricum"* und der Ordnung *Fagetalia*. Auf Grund der Untersuchungen in diesem Gebiet beschrieben wir zwei Assoziationen und schlugen eine andere Systematisierung der Berglaubwälder, in denen die wichtigste soziologische Eigenschaft die Hainbuche hat, vor.

Man nahm den Vorschlag von O b e r d o r f e r (1957) an, nach welchem alle verwandten Berghainbuchenwälder Europas zu dem Verband *Carpinion betuli* gehören. Innerhalb des Verbandes verzweigen sie sich auf verschiedene arealgeographische Unterverbände, die dann die synökologischen und floristischen Eigenarten der einzelnen Gebiete charakterisieren. Für Wälder, die bis jetzt zum Verband *Carpinion "illyricum"* (Illyrische Provinz) gehört haben, wurde jetzt der Unterverband *Lonicero caprifoliae-Carpinion betuli* vorgeschlagen. Diese Auffassung scheint aufrichtig zu sein, den die meisten collinen Eichen-Hainbuchenwälder in Europa sind verwandt und haben die gleichen Grundarten. Die Unterschiede zwischen ihnen sind nicht so gross, in erster Linie wegen dem Mangel an eigenen Arten, dass sie auf dem Niveau des Verbandes getrennt werden sollten. Die Unterverbände sind viel günstiger. Wichtig ist, dass diese Bestände auch weiterhin von den Buchenbeständen getrennt bleiben, da sie sich wirklich von ihnen unterscheiden. Arten des Verbandes *Carpinion betuli*, die in den meisten europäischen Eichen-Hainbuchenwäldern vorkommen sind *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Euonymus europaea*, *Rosa arvensis*, *Corylus avellana*, *Stellaria holostea*, *Vinca minor*, *Melampyrum nemorosum*, *Carex pilosa* und *Tilia cordata*. Charakteristische Arten des Unterverbandes *Lonicero-Carpinion betuli* sind *Lonicera caprifolium*, *Crosus naepoliitanus*, *Helleborus dumetorum*, *Helleborus odoratus*, *Knautia drymeia* und *Primula vulgaris*, differenzielle Arten sind *Epimedium alpinum*, *Vicia oroboides*, *Lamium orvala*, *Erythronium dens canis*, *Haquetia epipactis*, *Ruscus hypoglossum*, *Cruciata glabra*, *Cyclamen purpurascens*, teilweise *Aposeris foetida* und andere. Wir sehen, dass das hauptsächlich Arten sind, die für den Verband *Fagion "illyricum"* charakteristisch sind, so kommen sie in ähnlichen europäischen Wäldern nicht vor.

Von zwei Assoziationen, die diesen systematischen Kategorien zugehören, ist der illyrische Traubeneichen-Hainbuchenwald (*Epimedio-Carpinetum betuli* syn. *Quercus-Carpinetum "illyricum"*) (Tab. III., Abb. 7,8 und 9) vom vegetativen Standpunkt aus die interessantere. Diese Phytozönose bildet bedeutendere Komplexe an den Rändern von Medvednica, Ivanščica und Kalnik, weniger auf den Gebieten zwischen ihnen. Die Gesellschaft hat einen klimatogenen Charakter.

Bei der floristischen Struktur hat die edifikatorische Führung die Traubeneiche, die soziologische Führung übernehmen die *Carpinion*-Arten. Im Bezug auf die anderen europäischen *Carpinetum*-Assoziationen zeichnet sich diese illyrische durch differenzielle Arten, die wir schon aufgeführt haben, aus. Bei der Verzweigung zeigten sich die ersten Ansichten von H o r v a t (1938) als richtig und die Assoziation wurde in drei Subassoziationen eingeteilt: *staphyletosum*, *erythronietosum* und *caricetosum pilosae*.

Die zweite Gesellschaft des Verbandes *Carpinium betuli*, der Traubeneichen-Hainbuchenwald mit Rotbuche (*Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, Tab. IV., Abb. 10

und 11), vebreitete sich auf dem südlichen Teil des untersuchten Gebietes, im Dreieck zwischen Križevci, Ludbreg und Koprivnica. Das sind Bestände, die auf 150 bis 300 m ü.d.M., seltener bis 400 m, weniger ausgeprägte, breite Felsen ("Rippen"), sowie ihre sanften oberen Hänge in Richtung Gräben und breite Plateaus einnehmen. Die steilen Hänge und kälteren Expositionen dieses Gebietes nahmen submontane Buchenwälder ein. Im Durchschnitt betragen die Hänge des Traubeneichen-, Hainbuchen- und Rotbuchenwaldes zwischen 3 bis 5 Grad und fasst nie mehr als 10 Grad. Die geologische Grundlage bilden hauptsächlich Prapor und nicht-karbonater Schotter, Sand und Ton. Auf ihnen entwickelte sich am häufigsten Abhangspseudogley und Parabraunerde. Die Böden sind sehr tief, aus günstigen Bestandteilen bestehend, so sind das auch die produktiefsten Standorte, auf welchen die Traubeneiche gedeiht.

Die Assoziation *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* stellt hier die edaphysch bedingte Gesellschaft dar, die den wichtigsten Charakterzug eines Ueberganges von illyrischen Wäldern der Traubeneiche und Hainbuche (*Epimedio-Carpinetum*) zu submontanen, bzw. montanen Buchenwäldern hat. Neben der Traubeneiche gilt die Rotbuche auch als edifikatorische Art. Ihre Aufgabe ist hier bedeutender als in der Assoziation *Epimedio-Carpinetum*, sie ist konkurrenzfähiger und im grössten Teil des Bestandes tritt sie gleichberechtigt mit der Traubeneiche auf. Die Traubeneiche dominiert auf trockeneren, thermophilen Lokalitäten, die ihrer ökologisch-biologischen Konstitution entsprechen. Die Hainbuche ist, neben ihrer soziologischen Bedeutung, wichtig für die Entwicklung dieser Bestände, besonders durch die positive Wirkung ihrer Laubblätter auf chemischphysikale und biologische Bestandteile des Bodens. Bei waldbaulichen Eingriffen ist es notwendig, an die Erhaltung der Unterschicht von Hainbuche zu denken, denn nur mit ihr können wir sehr stabile, qualitätsvolle und produktive Bestände erhalten. Ohne diese Etage ist es nicht möglich, in die Bestandserneuerung einzugreifen, und zufriedenstellende Ergebnisse zu erhalten.

Von den Arten des Verbandes *Carpinium betuli* gedeihen im grössten Teil des Bestandes neben der Hainbuche die Arten *Prunus avium* und *Acer campestre*, besonders zahlreich in der Strauchschicht, danach *Corylus avellana*, *Stellaria holostea* und *Vinca minor*. Andere Arten, wie *Tilia cordata*, *Euonymus europaea* sind in einer geringeren Anzahl der Aufnahmen anwesend. Besonders hervorgehoben durch eine starke Bedeckung ist *Carex pilosa*. Das gilt auch für die Art *Dentaria bulbifera*. In dieser Phytozönose ist noch immer eine Sammlung von *Carpinion*- Arten vorhanden, obwohl sich die Gesellschaft an der Grenze der Verzweigung zu Buchengesellschaften befindet. Aber die *Carpinion*- Arten bestimmen ihr ihren Platz im *Carpinion*-Verband.

Gruppen thermophiler Arten der Ordnung *Quercetalia pubescentis* sind hier schwach entwickelt im Bezug auf die Phytozönose *Epimedium-Carpinetum*, aber in Büchenwäldern Nordwestkroatiens kommen sie noch seltener vor. Differenzielle Arten illyrischer Wälder sind in der Assoziation *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* nicht zahlreich, *Epimedium alpinum*, *Lonicera caprifolium*, *Erythronium dens canis* kommen überhaupt nicht vor. *Knautia drymeia*, *Vicia oroboides* und *Lamium orvala* sind mit der Anteilstufe II vertreten, während am häufigsten *Cruciata glabra* vorkommt, bei ihr ist der differenzielle Charakter weniger ausgeprägt. Das ist eine der wichtigsten Unterschiede zwischen dieser Gesellschaft und dem illyrischen Traubeneichen-Hainbuchenwald. Andererseits erreichen *Fagetalia*-Arten, wie *Dentaria bulbifera*, *Galium odoratum*, *Carex sylvatica*, *Circaea lutetiana*, *Sanicula europaea*, *Lamium galeobdolon*, *Pulmonaria officinalis*, *Viola reichenbachiana*, *Mycelis muralis* und andere hier eine grössere Anteilstu-

fe und Bedeckung, da die Phytozönose einen mezzophilen Charakter hat. Besonders hervorgehoben werden muss die Art *Festuca drymeia*, die neben der Art *Carex pilosa* an einigen Orten grosse Faziese bildet und den Beständen ein einheitliches Aussehen verleiht. Die Strauchschicht ist in der Phytozönose schwach entwickelt, dort, wo sie dichter ist, wird sie aus Hainbuche, Buche, Kirschbaum, Haselnuss und Feldahorn gebildet. Die Phytozönose teilen wir in drei Subassoziationen: *typicum*, *castaneetosum sativae* und *quercetosum roboris*.

Untersuchungen thermophiler Traubeneichenwälder zeigten, das wir innerhalb der Ordnung *Quercetalia pubescens* und des Verbandes *Quercion pubescentis-petraeae* sehr interessante Bestände im Gebiet des Kalnikmassivs finden, die hier als Paraklimaxgesellschaft *Lathyro-Quercetum petraeae* var. *Festuca drymeia* (Tab. V., Abb. 12) bezeichnet werden. Der Traubeneichenwald mit Schwarzwerdender Platterbse, Variante mit Bergschwingel entwickelte sich auf Hügeln und offenen, ausgelegten und sonnigen Lokalitäten, spezyphischer mikroklimatischer Bedingungen, er kommt auf niedrigem Kalksteinbraunlehm vor. Der Phytionomie, den soziologischen Eigenschaften und dem floristischen Aufbau nach, stellen diese Wälder einen Uebergang von typisch entwickelten thermophil-basiphilen Beständen der Gesellschaft *Lathyro-Quercetum petraeae* Nordwestkroatiens bis zu acidophilen Beständen der Gesellschaft *Festuco-Quercetum petraeae* auf Moslavačka gora dar. Die Phytozönose dient vorwiegend zum Schutz und hat einen bedeutenden Einfluss auf die Stabilität anderer Valdökosysteme Kalniks. Grundlegende Eigenschaften geben der Gesellschaft thermophile Arten: *Fraxinus ornus*, *Sorbus torminalis*, *Quercus cerris*, *Chamaecytisus hirsutus*, *Serratula tinctoria*, *Tanacetum corymbosum*, *Lathyrus niger*, *Achillea distans*, *Dactylis polygama*, *Digitalis grandiflora*, *Hypericum montanum* und andere. Allerdings sind neben dieser Artengruppierung noch zwei weitere vorhanden: mezzophile, in welchen *Festuca drymeia*, *Carex pilosa* und *Stellaria holostea* dominieren, und acidothermophile, in welchen *Festuca heterophylla* und *Hieracium racemosum* auffallen.

Der Vergleich biologischer Spektren einzelner Gesellschaften zeigt keine deutlichen Unterschiede zwischen ihnen: alle Gesellschaften haben einen *hemicryptophyta-phaerophyta* Charakter und diese zwei Formen betragen zwischen 65 und 72% des biologischen Spektrums.

Interessant ist der Vergleich von Gesellschaften des Untersuchungsgebietes mit ähnlichen Gesellschaften in den übrigen Teilen Europas. Das bezieht sich in erster Linie auf acidophile Wälder innerhalb der Ordnung *Quercetalia roboris-petraea*, in denen die Unterschiede am grössten sind, so war es notwendig, sie hervorzuheben, indem man sie von den ähnlichen europäischen Wäldern auf dem Niveau des Verbandes getrennt hat. Acidophile Wälder Nordwestkroatiens haben einen ausgeprägten thermophilen Charakter durch die Anwesenheit acidothermophiler Arten, aufgeführt als charakteristisch oder differenziell für den Verband *Castaneo-Quercion*. Diese Unterschiede wurden schon in den ersten phytözönologischen Untersuchungen von H o r v a t erkannt und später mehrmals bestätigt. Spezyphisch ist hier die Gesellschaft *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*.

Die Gesellschaft *Querco-Castaneetum* stellt eine typische Phytozönose des humiden Gebietes Südosteuropas mit der Kastanie als soziologisch und edifikatorisch wichtigste Art dieser Bestände dar.

Eine ausgesprochene Selbständigkeit und einen südeuropäischen, teilweise auch submediterranen Charakter zeigt im Untersuchungsgebiet die Gesellschaft *Lathyro-Quercetum petraeae* var. *Festuca drymeia* auf Kalnik. Aehnliche Bestände finden wir in Serbien und Ungarn.

Die Phytozönosen der Traubeneichen-Hainbuchenwälder sehen so ähnlich aus, wie die europäischen Traubeneichen-Hainbuchenwälder, besonders die in der Tschechoslowakei und Ungarn. Haupteigenschaften geben ihnen die *Carpinion*-Arten, welchen die Hainbuche voran geht, und welche für fast alle Traubeneichen-Hainbuchenwälder Europas charakteristisch sind. Die geschichtliche Entwicklung unserer Wälder, ihr Entstehen und ihre typischen Eigenschaften werden durch differenzielle Arten unterstrichen, die einen illyrischen, balkanischen oder südeuropäischen Charakter haben und hier als differenzielle Arten des Unterverbandes *Lonicero caprifoliae-Carpinionion* bezeichnet werden.

ZVONKO SELETKOVIĆ

UTJECAJ INDUSTRIJSKIH POLUTANATA NA
OBIČNU BUKVU (*Fagus sylvatica* L.)
U ŠUMSKIM EKOSISTEMIMA SLAVONSKOGA
GORJA

DER EINFLUSS VON INDUSTRIEPOLLUTANTEN
AUF DIE BUCHE (*Fagus sylvatica* L.)
IN WALDEKOSYSTEMEN DES SLAWONISCHEN
GEBIRGES

Primljeno 20. 07. 1990.

Prihvaćeno: 20. 01. 1991.

Istraživanje utjecaja industrijskih polutanata na šumske ekosisteme s naročitim osvrtom na običnu bukvu i hrast kitnjak provedena su na području Slavanskog gorja u masivima Psunja, Papuka, Krdije, Dilja i Požeške gore te u ostalom humlju i nizinama. U radu je prikazano zdravstveno stanje i vitalnost šumskih ekosistema nakon provedenih istraživanja po metodi Komisije Evropske zajednice. Sveukupna oštećenost stabala iznosi 26,1%. Najugroženija su stabla hrasta kitnjaka, oštećeno je 45,9% stabala, a zabrinjava relativno velika oštećenost obične bukve od 19,8%. Metodom mikrostaništa utvrđeno je prosječno povećanje zakiseljavanja, koje za cijelo područje iznosi 8,3%, te prisutnost olova, cinka, bakra i sumpora u gornjim slojevima ekološkog profila tala u različitim stanišnim i sastojinskim prilikama.

Ključne riječi: oštećenost šumskih sastojina, Slavonsko gorje, procjena acidifikacije, sadržaj teških metala u tlu i listincu, S-koncentracije, polutanti, propadanje šuma, stupnjevi oštećenja stabala, emisije i imisije štetnih industrijskih polutanata, pridanak, zdravstveno stanje, požutjelost, osutost, odumiranje, opterećenje staništa olovom, bakrom i cinkom

UVOD - EINLEITUNG

Biljni svijet spada u osnovno bogatstvo prirode. On se neprestano i uglavnom spontano obnavlja. Obična ili evropska bukva (*Fagus sylvatica* L.) pripada danas najvažnijim gospodarskim vrstama u šumarstvu Hrvatske. U čistim ili mješovitim sastojinama uspijeva na 47% šumske površine Hrvatske, a u drvnim zalihama sudjeluje s 45%.

U panonskom području Hrvatske obična bukva uz hrast lužnjak zauzima najveće površine. Vertikalni raspored bukavih sastojina počinje od savske odnosno dravske doline (90 m n.v.) do vrhova Papuka (953 m) i Psunja (984 m). U tom 900 m visokom pojasu rasprostranjenosti obična bukva uspijeva na različitim geološkim podlogama, tipovima tala i u različitim mikroklimatskim i makroklimatskim prilikama. Tako bogati sinekološki uvjeti omogućili su velike raznolikosti u flornoj strukturi i cjelokupnoj vegetacij-

skoj slici bukovih sastojina. U navedenom području bukove zajednice možemo grupirati na klimatskozonalne i azonalne zajednice, na zajednice na tlima bogatim i siromašnim bazama, a postoje i zajednice gdje je obična bukva dominantna ili tek samo sporadično prisutna.

Palinološka istraživanja (G i g o v, N i k o l i ć 1960, Š e r c e l j 1962) sa šire okolice tog područja pokazuju da se bukva u postglacijalnom periodu javila u preborealu u fazi Pinusa, oko 5000 godina prije nego što se javila sjeverno od Alpa. Potpuni razvoj i rasprostranjenost dostigla je u borealu, a traje još i danas. Na području slavonskoga gorja, za razliku od nekih susjednih i drugih područja srednje Evrope, cjelokupni bukov areal obrastao je prirodnim bukovim šumama. Nije došlo do masovnijeg uništavanja obične bukve i podizanja većih kompleksa raznih kultura alohtonih četinjača na staništima koja pripadaju običnoj bukvi. Zasluga pripada stručnom radu šumara, nepristupačnosti brdskog područja i prometnoj neotvorenosti te nepovoljnijim stanišnim prilikama za poljoprivredno-voćarsku proizvodnju i život ljudi. U nižem pojasu kitnjakovih šuma, u drugim stanišnim uvjetima, situacija je bitno drugačija.

Uvažavajući taj prirodni resurs koji ima veliko značenje za ekonomiju cjelokupnog društva i za cijeli kompleks šumarstva, drvne industrije i prometa, nameće se velika potreba da se što bolje upozna i održi u prirodnoj ravnoteži, sposobnog da optimalno funkcionira. Šume su veliko prirodno bogatstvo koje višenamjenski koriste društvu i vrlo bitno utječu na kvalitetu života.

U povijesti šumarstva poznate su pojave sušenja na manjim ili većim površinama, slabijeg ili jačeg intenziteta. Propadanje pojedinačnih stabala, grupa šumskog drveća ili čitavih sastojina, poprma, nažalost, velike razmjere u nas i u svijetu. To već prelazi okvire šumarske struke te postaje briga cjelokupnog stanovništva. Danas gotovo da nema vrste drveća koja nije ugrožena. Pojačano sušenje stabala ili grupa stabala izaziva lančanu reakciju problema koji su vrlo progresivni. Jedan problem postaje uzrokom drugog ili je izazvan od nekog trećeg. Znakovi sušenja šuma u nas slični su onima u Evropi i Sjevernoj Americi, gdje su pojačana sušenja toga karaktera uočena osamdesetih godina. Karakteristično je da se propadanje šuma vrlo brzo širi i sve više poprma katastrofalne razmjere.

Od oko 1 800 000 hektara šumskih površina u Hrvatskoj odabrali smo samo jedan dio: područje slavonskoga gorja s posebnim osvrtom na bukove sastojine. Naime, želimo utvrditi vitalnost i zdravstveno stanje pojedinačnih stabala i cijelih sastojina unutar istraživanog područja (slavonskoga gorja), na staništima gdje se obična bukva nalazi u većem omjeru ili gdje je dominantna po udjelu. Promatrajući oštećenost stabala izazvanu različitim uzrocima, prateći prisutnost kukaca, bolesti i lišaja u različitim stanišnim i sastojinskim prilikama te uspoređujući pojave ispadanja lišća, požutjelosti, odumiranja, sušenja debala i grana, pojave sekundarnih mladica, šibastih grana te cvjetanja i uroda sjemena na velikom broju dominantnih stabala, želimo utvrditi stupanj oštećenosti bukovih sastojina na području slavonskoga gorja.

Analizirajući biljni materijal dominantnih stabala te listinac i tlo ispod njih, odredit ćemo vrijednosti pH i prisutnost sumpora, olova, cinka i bakra te na taj način ustanoviti koliko su određena staništa opterećena zračnim polucijama. Nadalje, želimo utvrditi stanje pomlađivanja.

OPĆI PODACI O ISTRAŽIVANOM PODRUČJU'
ALGEMEINE ANGABEN ÜBER UNTERSUCHTE
GEBIET

Zemljopisni položaj - Geographische Lage

Slavonsko gorje jasno je ograničeno rijekom Dravom na sjeveru i Savom na jugu. Istočna granica postepeno prelazi u našičko humlje i đakovačku uleklinu, a zapadnu granicu čini cesta Okučani, Lipik, Daruvar. Većina brdskih masiva vrlo je razgranata s puno dolina i jaruga. Osnovne ekspoziције pretežno su sjeverne i južne, što to gorje priklanja dravskom i savskom slivu. Velika orografska razvedenost s puno različitih stanišnih prilika daje glavno obilježje tom području. Psunj, Papuk, Krndija, Dilj i Požeška gora ostatak su starog tzv. Istočnog kopna, čiji su vrhovi stršili iznad razina nekadašnjeg Panonskog mora, a sada se, izdignuti iznad savske i dravske nizine, vrlo kontrastno doimaju, iako im je visina ispod 1000 m (najviši vrh je Brezovo polje, 984 m).

Gora Psunj omeđena je s južne strane autocestom i željezničkom prugom Zagreb - Beograd, a sa zapadne cestom Okučani - Pakrac. Na istočnoj strani spušta se u Požešku kotlinu i spaja s Požeškom gorom, a prema sjeveru granicu čini dolina Pakre i Orljave, gdje prijevoj Bučje dijeli obronke Psunja i Papuka. Ta pitoma i šumovita gora, iako ne tako visoka, sa svojim hrptovima ostavlja snažan dojam. Iako se pruža u pravcu istok-zapad, karakteristične su brojne zvjezdaste kose koje se od najvišeg vrha (Brezovo polje 984 m) lepezasto pružaju u svim pravcima. Između kosa duboko su se usjekle mnogobrojne



Sl. - Abb. 1. Zemljopisni položaj istraživanog područja - Geographische Lage des untersuchten Gebietes

doline gorskih potoka, što Psnj čini raščlanjenim i razvedenim. Opća je karakteristika tog prostora da je sam visinski masiv puno pitomiji i pristupačniji od postojećih uskih gorskih dolina, vrlo nepristupačnih s visokim stranama. Psnj obiluje mnoštvom izvora kvalitete vode (Muški bunar, Brezovo polje, Dobra voda). U samom masivu nema naseља, a postojeće stanovništvo naselilo je niže položaje i obronke.

Gora Papuk čini razvodnicu Save i Drave. Za razliku od Psnja vrlo je strma i s uočljivim hrptom koji se pruža u smjeru jugoistok-sjeverozapad. Na sjevernu stranu nešto blaže spuštaju se šumom obrasle kose u Podravinu, a u smjeru juga strmo se obrušavaju mnogobrojne kose s usječenim potocima u Požešku kotlinu. Središnji dio omeđen je cestovnim krugom Voćin Sl. Drenovac, Orahovica, Kutjevo, Velika, Voćin, gdje dominiraju vrhovi Papuk 953 m, Ivačka glava 905 m, Točak 887 m, Lom 883 m i Češljakovački vis 820 m. Od središnjeg dijela možemo izdvojiti kao gorsku cjelinu zapadni dio Papuka sa skupinom karakterističnih oblika kao što su Petrov vrh 615 m, Vrani kamen, Javornik i Ravna gora 856 m. Na zapadnoj strani Papuk se spušta sve do Daruvara. Granica prema istočnoj strani nije potpuno jasna. Neprimjetno prelazi u Krndiju tako da s njom čini jedinstvenu morfološku cjelinu, iako ih geografi odvajaju. Tako predstavljen, Papuk je najveća slavonska gora.

Krndija je nešto niža gora s najvišom kotom Petrov vrh 697 m i jasno izraženim hrptom usmjerenim u pravcu sjeverozapad-jugoistok. U tom smjeru Krndija postepeno prelazi u našičko humlje. Velika otvorenost i blagost reljefa čini je vrlo pristupačnom.

Dilj je najniža gora vijenca oko Požeške kotline (Jurje brdo 471 m). Usmjerena kao i pretežni dio slavonskog gorja u pravcu zapad - istok, dijeli Posavinu od Požeške kotline. S izraženog bila blago se spuštaju gorske kose prema sjeveru i jugu. Brojne potoke na sjevernoj strani sakuplja Londica, koja čini i sjevernu granicu, a potoci južnih obronaka izravno se ulijevaju u rijeku Savu, južnu granicu te gore. Dilj je sa zapada omeđen rijekom Orljavom, a prema istoku postepeno prelazi u đakovačku uleklinu. Karakteristično je da se naselja prostiru gotovo do samog bila, tako da su antropogeni utjecaji ostavili vidljive tragove na šumskoj vegetaciji.

Od Pleternice pa do obronka Psnja prostire se prostrana i relativno niska Požeška gora koja zatvara Požešku kotlinu s južne strane. Prostor Požeške gore pod velikim je utjecajem ljudske djelatnosti, a vinogradi i naselja duboko zalaze u taj pitomi pejzaž.

Litološke karakteristike i pedološki pokrov
slavonskoga gorja i Požeške kotline –Lhytologische
Charakteristiken und Böden des Slawonischen
Gebirges und von Požeška kotlina

Velika složenost pedološkog pokrova gorja središnje Hrvatske, njegovih obronaka i Požeške kotline uvjetovana je, u prvom redu, složenom litološkom građom, a zatim geomorfološkom raščlanjenošću prostora. I pedogenetski činitelji bitno su utjecali na površinsku preraspodjelu oborinskih tvari i solarne energije te na transport i transformacije mineralne i organske komponente tla.

U dosadašnjim istraživanjima (Kalinčić 1965, 1970, 1974, 1981, Martinović i dr. 1977) utvrđeni su glavni tipovi tala i njihove niže jedinice, pravci razvoja i odvijanja pedogenetskih procesa. U većem dijelu istraživanja (Martinović i dr. 1977, Kalinčić 1981) proučavan je odnos između tla i pridolaska, razvoja i

uspijevanja šumske vegetacije. K a l i n i ć (1981) ističe da je na Papuku od svih čini-laca tvorbe tala utjecaj geološko-litološke građe dominantan u genezi tala. U vezi s tim autor navodi različite tipove i svojstva tala na silikatnim i karbonatnim stijenama. S obzirom na sastav stijenskih masa u istraživanom području uočava se vertikalna zonalnost koju na makroplanu prate karakteristične izmjene u strukturi zemljišnog pokriva.

Izdignute masive Papuka, Psunja i Krndije izgrađuju stare paleozojske stijene s gnajsima, granitima, kloritima, filitima i amfibolskim škrljalcima, na čijim trošinama dominiraju tipična i lesivirana distrična tla s rjeđom pojavom smeđih podzolastih tala. U mehaničkom sastavu pretežu lakše teksturne klase, kao što su ilovače, glianste ilovače ili lake gline, koje su često protkane skeletom. Zbog navedenog povećana je vodopropusnost do nepropusne stijene. To daje obilježje manje do srednje vododržnosti, što zavisi od dubine soluma. Zalihe vlage popunjavaju se iz povećane količine oborina koje prido-laze na taj gorski masiv.

Na osojnim padinama razvijene su vlažnije dublje i pedoklimatski hladnije varijante navedenih pedosistematskih jedinica. Na tim površinama uglavnom su rasprostranjene bukovo-jelove i submontanske bukove šume, a samo lokalno šume gorskog javora i ja-sena. Prisojne strane pokrivenne su plićim i sušim varijantama tala na kojima se razvijaju šume hrasta kitnjaka s povećanim udjelom hrasta cera.

Srodna pedosistematska i pedoekološka situacija javlja se u nižim pojasima Papuka i Krndije i na grebenu Požeške gore, gdje su dominirajuće stijene, škrljavci, pješčenjaci i kvarcni konglomerati, na kojima se masovno javljaju distrična smeđa tla, podtip tipična i lesivirana. Na tim bazama siromašnim, rastresitim ilovastim tlima veći je udio bukovih šuma na dubljim i vlažnijim varijantama tla osojnih padina, dok hrast kitnjak i grab s ce-rom zauzimaju ekološki suše prisojne nagibe, analogno s prethodno opisanim pojasom na silikatima.

Unutar područja sa starim paleozojskim stijenama Papuka i Krndije izdvajaju se manji rastrgani kompleksi tektonsko-erozijskih ostataka mezozojskih stijena karbonatnog razvoja (dolomiti, kristalični vapnenci, dolomitno-vapnene breče i laporasti vapnenci), koji leže površ starih kristaličnih stijena. Zbog prirode matičnih supstrata razvile su se rendzine na dolomitu ili na laporovitim vapnencima te smeđa tla, crnice i lesivirana tla na tvrdim vapnencima. Tu sukcesiju tala obrastaju bukove i kitnjakove submontanske šu-me. Pedogeneza, fiziografija, ekološka svojstva, proizvodnost i struktura zemljišnog po-krova odgovaraju istim sukcesijama na pokrivenom kršu nutarnjih Dinarida.

Na nižim topografskim položajima matične supstrate tvore mlađe rastresite ili slabo kompaktne stijene terciijara, koje u cijelosti izgrađuju Dilj goru, a u fragmentima okru-žuju Psunj, Papuk, Krndiju i Požešku goru. Najzastupljeniji su glinoviti, pjeskoviti i vapnenoviti lapori, koji u nižim dijelovima prelaze u pjeskovite gline, glinovite pijeske i sitnozrne pijeske. U tom litološkom slijedu najviše položaje zauzimaju lapori s najvećim sadržajem kalcijevog karbonata, a pogodovali su razvoju karbonatnih rendzina i regosola. Tla su glinaste texture, bogata bazama, dobre strukture i dobre vododržnosti, čemu pri-donosi i nepropusna laporna stijena. Veći je sadržaj vapna u plitkim rendzinama prisojnih strana, a manji na vlažnim osojnim gdje je i učestala pojava izluženih rendzina. Slabo karbonatni pijesci i gline pogoduju razvoju eutričnih smeđih i lesiviranih tala. Nagibi terena su blaži u odnosu na istaknute gorske hrptove. Te pedosistematske jedinice obra-staju bukove šume i šume hrasta kitnjaka i običnoga graba, a raspored korelira s pedološ-kim karakteristikama pojedinih pedosistematskih jedinica. Na južnim padinama, na plit-kim karbonatnim rendzinama učestala je šuma hrasta medunca i crnog jasena s većim

udjelom cera i sladuna. Litološki prijelaz u nizinu Podravine, Posavine, požeške kotline, bjelovarske zavale i đakovačko-našičke ravnice tvore pleistocenske ilovine, koje se dijele u obrončane i nekarbonatne, porijeklom iz transformiranih taložina prapora. Povrh obrončanih ilovina dominirajući tip tla je pseudoglej i pseudoglejna tla s periodičnim viškom vode u površinskim horizontima, na kojima alternira poljoprivredna proizvodnja s kompleksima šuma hrasta lužnjaka i graba, kitnjaka i graba i mjestimičnim fragmentima bukovih šuma. Lesivirana i lesivirana pseudoglejna tla na nekarbonatnom oglinjenom praporu zapunjuju centralni dio Požeške kotline, a pseudogleji i pseudoglejna tla na obrončanim ilovinama proširena su u voćinsko-slatinskom, diljsko-krndijskom, psunjskom i pakračko-daruvarskom terasastom pribrežju. Valja napomenuti da se fragmenti transformiranog eolskog nanosa, osobito kao lesivirana i lesivirana pseudoglejna tla, nalaze na mnogim višim položajima slavonskog gorja zaštićenim od erozivnih procesa.

Najmlađe kvartarne naslage dolaze posvuda uz doline rijeka i pritoka, a izgrađene su od šljunka, pijeska, glina, mulja i raznih minerogenih i organogenih detritusa, na kojima su se razvila hidromorfna močvarno glejna i koluvijalna tla povremeno plavljena. Površine obrastaju šume hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe ili su to travnjačke površine. Intenzivne hidromelioracije, koje se provode radi privođenja površina pod ratarske kulture, rezultiraju isušivanjem tala i nepovoljno utječu na stabilnost nizinskih šuma.

Analiza odnosa pedosistematskih jedinica i šumskih zajednica dokazuje da šumske zajednice imaju dominantni tip tala, iako se neke, u prvom redu zajednica hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Quercus-Carpinetum*), razvijaju na ekološki različitim tipovima tala. Ta činjenica upućuje na zaključak da su "šumske cenoze složeni ekosistemi s heterogenim asocijacijama tala" (M a r t i n o v i ć i dr. 1977). Također je karakteristično da u širim relacijama horizontalnu i vertikalnu zonalnost tala prati horizontalna i vertikalna zonalnost šumske vegetacije. Jasno je izražena pojava da se na tlima silikatnih stijena u odnosu na tla karbonatnih naslaga razvijaju različite šumske zajednice.

Određene acidofilne i bazofilne fitocenoze karakteristične su za plitke i inicijalne faze tla. Na dubljim tlima gubi se veza biljka tlo stijena. U vezi s tim na distričnim i eutričnim smeđim tlima, na levisiranim i na koluvijalnim tlima, gdje je ta veza biljka stijena zbog dubine tla "oslabljena", razvijene su različite mezofilne asocijacije u kojima dominiraju hrast kitnjak i obična bukva. Plitka i srednje duboka distrično smeđa tla staništa su acidofilnih kitnjakovih i bukovih šuma. Sve je to shematski prikazano u rezultatima istraživanja M. K a l i n i ć a (1981), gdje pedosistematske jedinice i bukove zajednice pokazuju ovaj odnos:

	Lesivirana tla, koluvijalna tla i obrončani pseudogleji		
Rankeri	Distrična smeđa tla plitka i srednje duboka	Kalkokambisoli i eutrična smeđa tla plitka i srednje duboka	Rendzine

Fitocenoze

acidofilne

mezofilne

bazofilne

Asperulo-Fagetum prov. Pelcer

Asperulo-Fagetum prov. var. *Quercus petraea*

Luzulo albidae-Fagetum Wrab.

Castaneo-Fagetum Horv.

Fago-Abietetum Fu. manuscr.

Staphyleo-Fagetum prov. Pelcer

Aceri-Fraxinetum illyricum Horv.

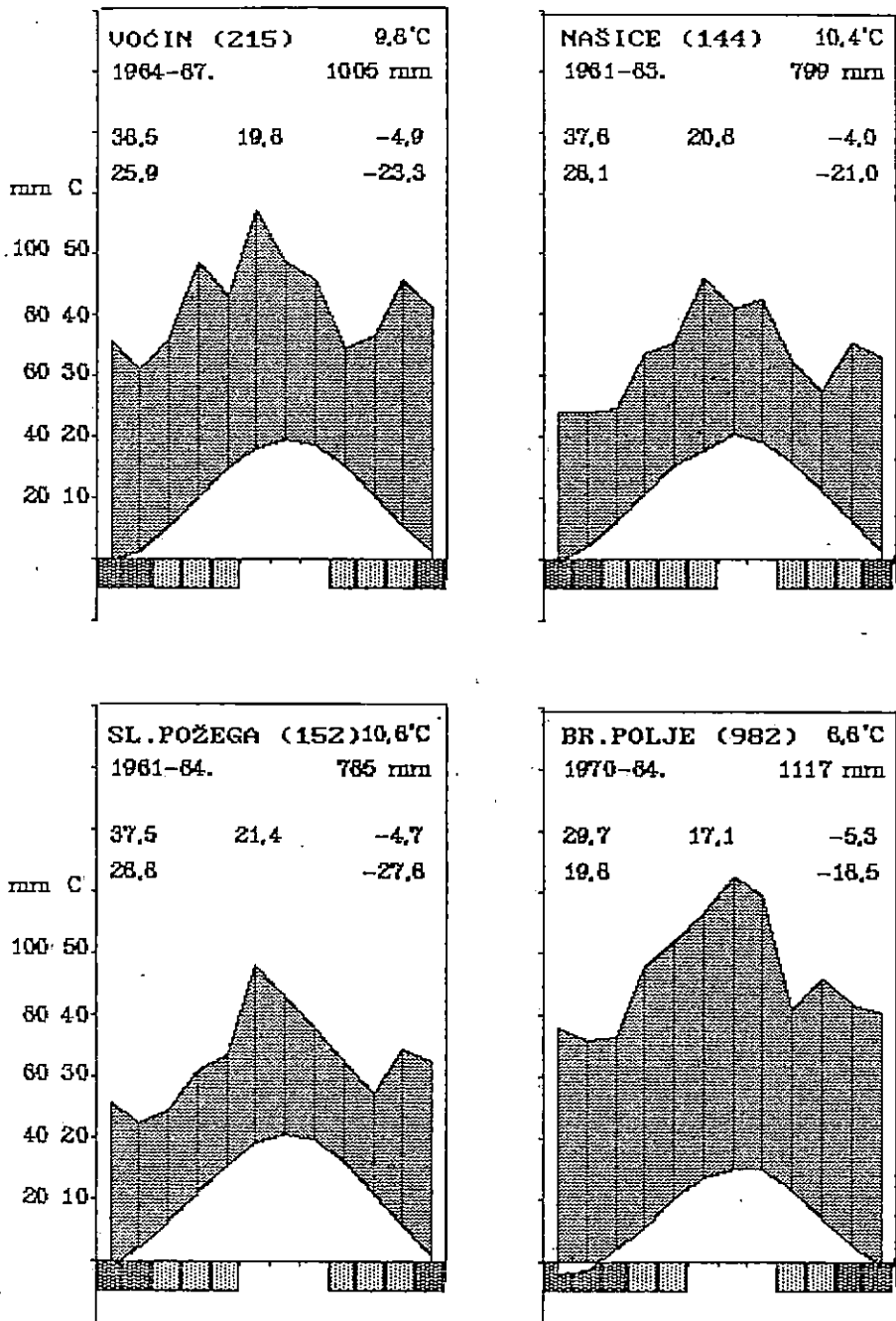
Klimatska obilježja - Klimatische Eigenschaften

Klima je relativno stabilan prirodni činilac čija svojstva čovjek još, barem svjesno, ne može bitnije mijenjati. O klimi smo ovisni pa prema njoj i drugim faktorima planiramo ili trebamo planirati djelatnost u prostoru. Prema Köppenu koji u statističkoj obradi podataka uzima u obzir i odnos klime i vegetacije, a općenito biljni svijet smatra indikatorom koji dobro reagira na klimu, u istraživanom području prevladava umjereno topla klima oznake "Cfwbx" i snježno šumska klima oznake "Dfwbx". Unutar cijelog područja nailazimo na više mikroklimatskih karakteristika koje su uglavnom uvjetovane reljefom.

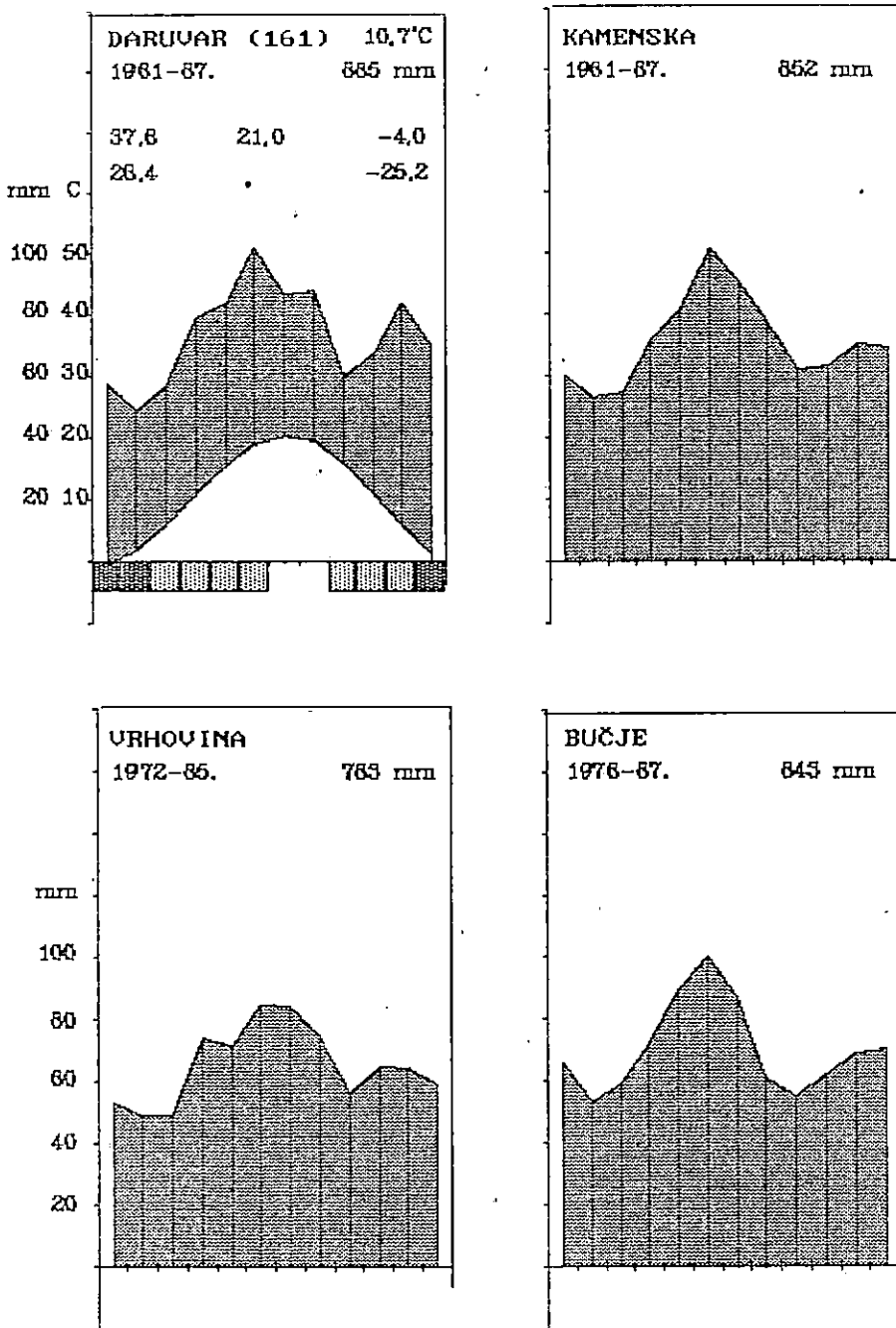
Ako klimatskozonalne zajednice poistovjetimo s pojmom fitobioklimata, onda istraživano područje pripada uglavnom nižem gorskom pojasu (fitobioklimat gorske bukve šume - panonsko potpodručje) koje se nastavlja na kontinentalno-brdski pojas (fitobioklimat hrasta kitnjaka i običnog graba), a završava višim gorskim pojasom (fitobioklimat bukve i jele - panonsko potpodručje). Unutar tih fitobioklimata obuhvaćeni su i mnogobrojni modificirani fitobioklimati u kojima su se razvile različite paraklimatske šumske zajednice.

Dakako da bi detaljna mikroklimatska mjerenja dala mnogo jasniju sliku klime istraživanog područja. Međutim, mi smo se koristili vrijednostima meteroloških elemenata i pojava u nizu od 1960. do 1987. god. s meteroloških stanica: Daruvar, Brezovo polje, Voćin, Našice i Slavonska Požega. Neke stanice nisu imale niz od 27 godina motrenja, što se vidi i iz tablica, a razlog je kasnije osnivanje ili prekid motrenja. S kišomjernih stanica Pakrac, Sirač, Kamensko, Velika, Slatinski Drenovac, Pleternica, Kutjevo i Čaglin obradili smo podatke o oborinama. S klimatskih dijagrama prema H. Walteru i prikazanim podacima iz tablica uočavaju se veličine pojedinih parametara i njihov raspored. Međutim, mi ćemo ih obraditi pojedinačno radi boljeg uočavanja glavnih karakteristika svakog od njih, a na kraju prokomentirati glavna obilježja klimatskih prilika i na pojedinim meterološkim stanicama i za cijelo istraživano područje.

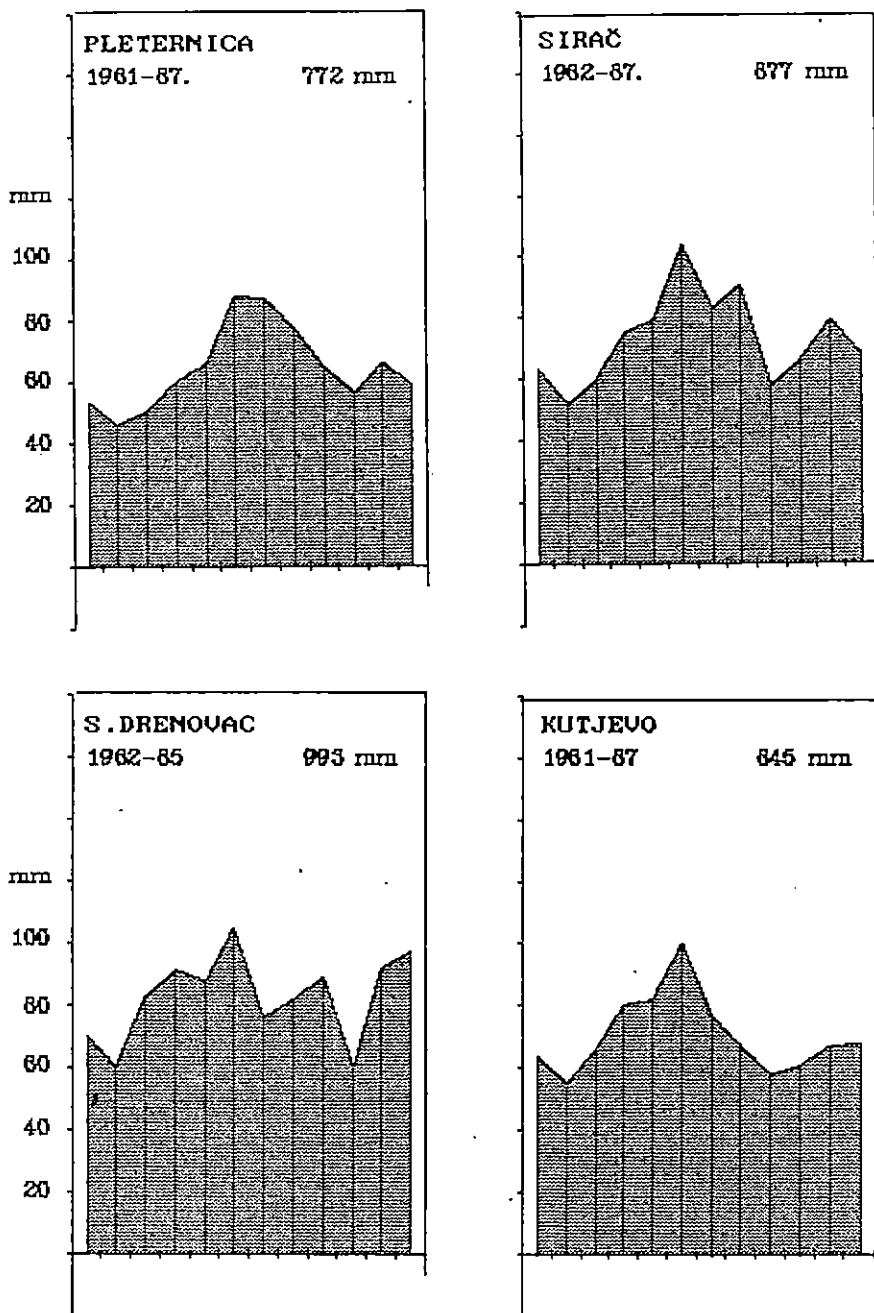
Oborine daju dobar pregled klimatskih karakteristika određenog područja. Iz prikazanih podataka (tablica 1.) vidimo da godišnje u prosjeku najviše oborina padne na meterološkoj stanici Brezovo polje (1117 mm), a najmanje u M. Miletincu (756 mm). Dakle uočljivo je da se količina oborina povećava s nadmorskom visinom, što govori da ih s obzirom na bioklimate najviše ima u pojasu šume bukve i jele, a najmanje u zoni hrasta kitnjaka. Za razvoj i raspored biljnog pokrova vrlo je važan raspored oborina, a naročito njihova količina u vegetacijskom razdoblju. Za istraživano područje karakteristično je da



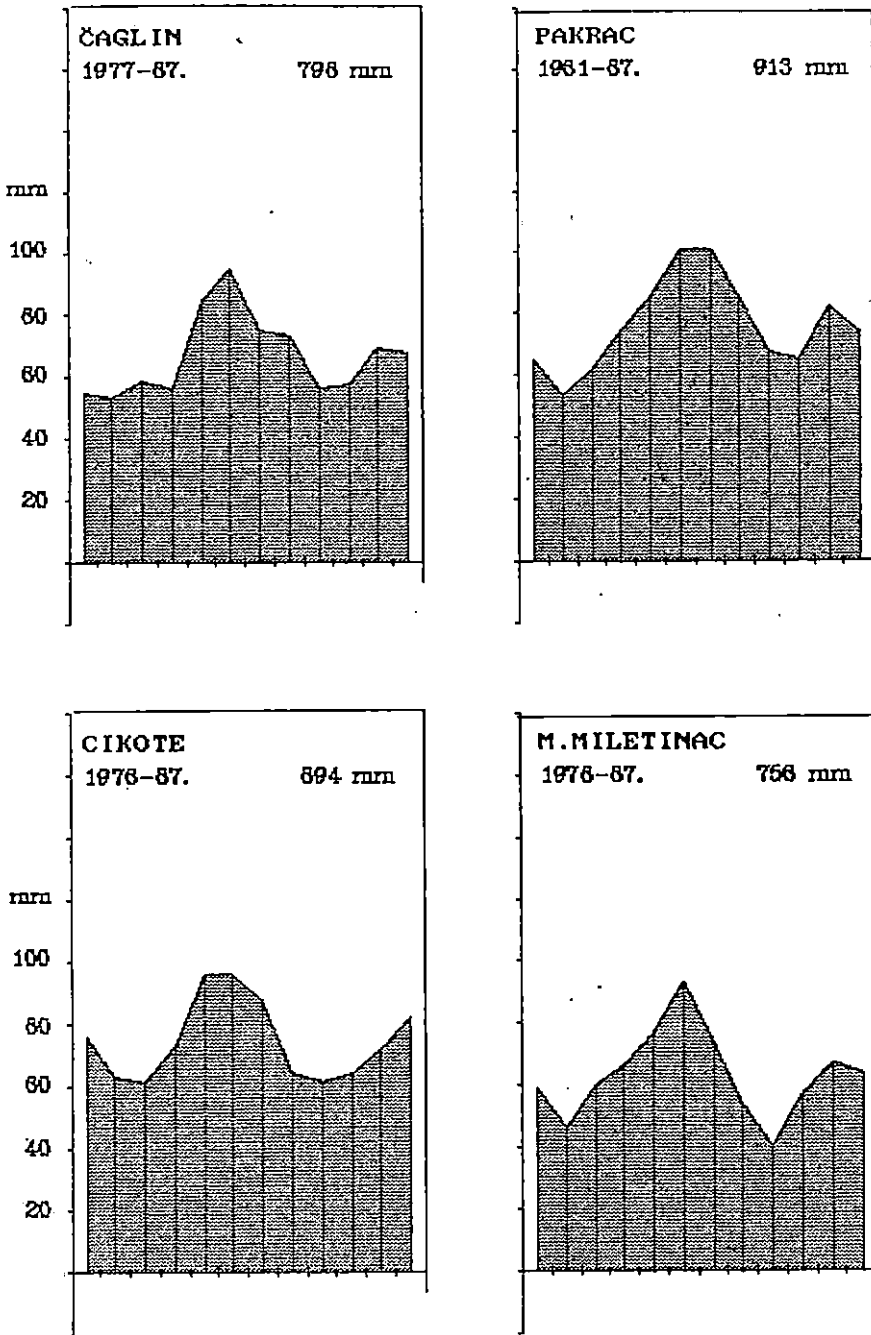
Sl. - Abb. 2.1. Klimatski dijagrami - Klimadiagramme



Sl. - Abb. 2.2. Klimatski dijagrami - Klimadiagramme



Sl. - Abb. 2.3. Klimatski dijagrami - Klimadiagramme

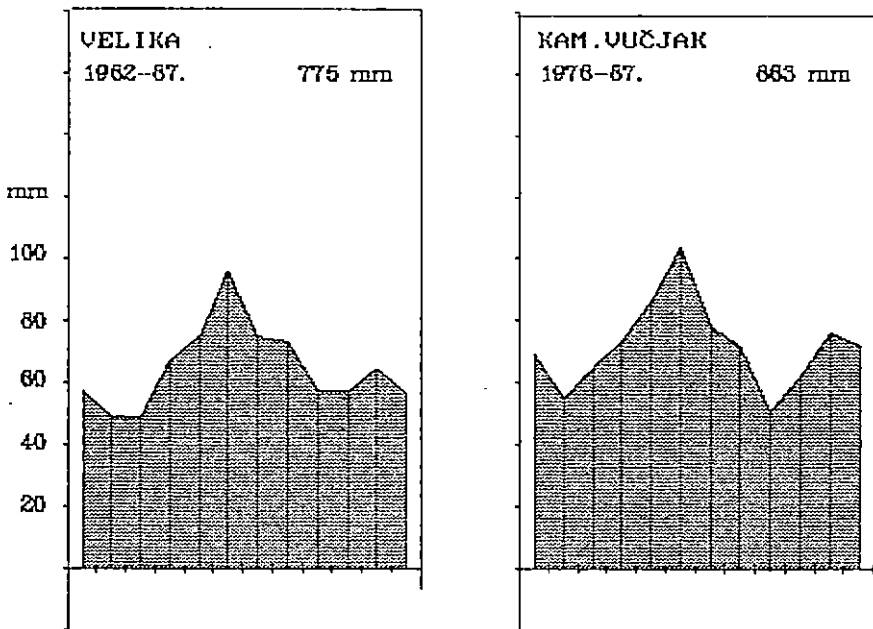


Sl. - Abb. 2.4. Klimatski dijagrami - Klimadiagramme

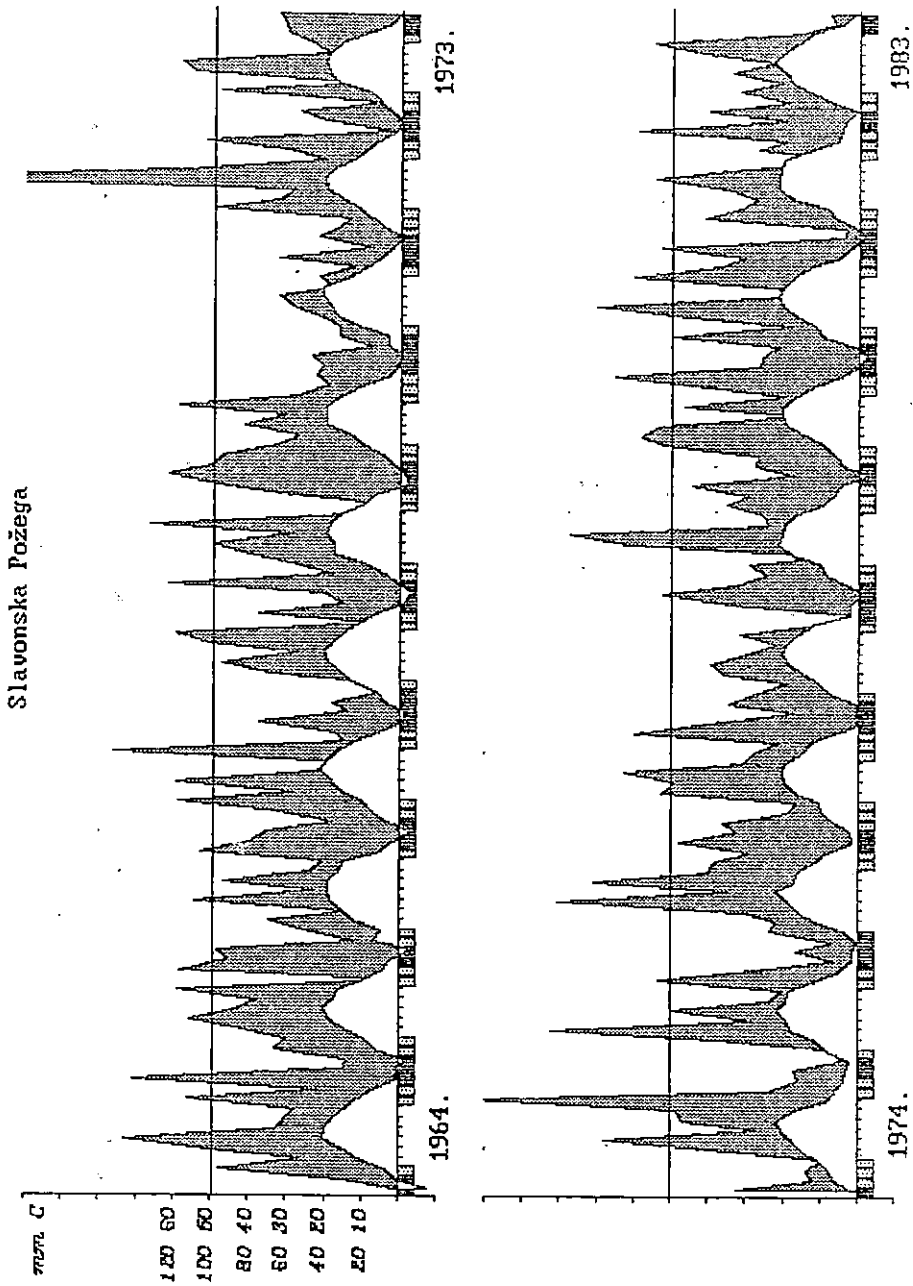
su oborine razvnomjerno raspoređene i da ih za vrijeme vegetacijskog razdoblja padne između 50-60%. U predjelima izloženim sjeverozapadu česti su pljusкови u svibnju i lipnju i tada se na svim meteorološkim stanicama pojavljuju mjesečni maksimumi. Sporedni maksimum pojavljuje se pred kraj godine u listopadu, a pretežno i u studenom. Minimumi oborina gotovo na svim meteorološkim stanicama pojavljuju se u siječnju, pretežno u veljači. Kišnih dana ima najmanje na Brezovu polju, a najviše u Daruvaru, što pokazuje da je intenzitet kiša jači na većim nadmorskim visinama. Najviše dana s padanjem i zadržavanjem snijega te pojavom tuče ima na Brezovu polju.

Stupanj naoblake je podjednak i kreće se od 5.3 na Brezovom polju do 5.6 u Našicama. Broj maglovitih dana kreće se od 25 u Daruvaru do 77 na Brezovu polju. Iz tih prikaza možemo uočiti da cijelo područje pripada kontinentalnom režimu oborina. Najveća relativna vlaga zraka pojavljuje se u Slavonskoj Požegi (82%), a najmanje u Našicama (73%). Porast relativne vlage zraka događa se na cijelom području od ljeta da bi u prosincu ili u siječnju postigla maksimum. Iz tablice 5. vidljivo je da su jesen i zima puno vlažniji od proljeća, a za istraživano područje možemo općenito reći da ima visoku relativnu vlagu zraka.

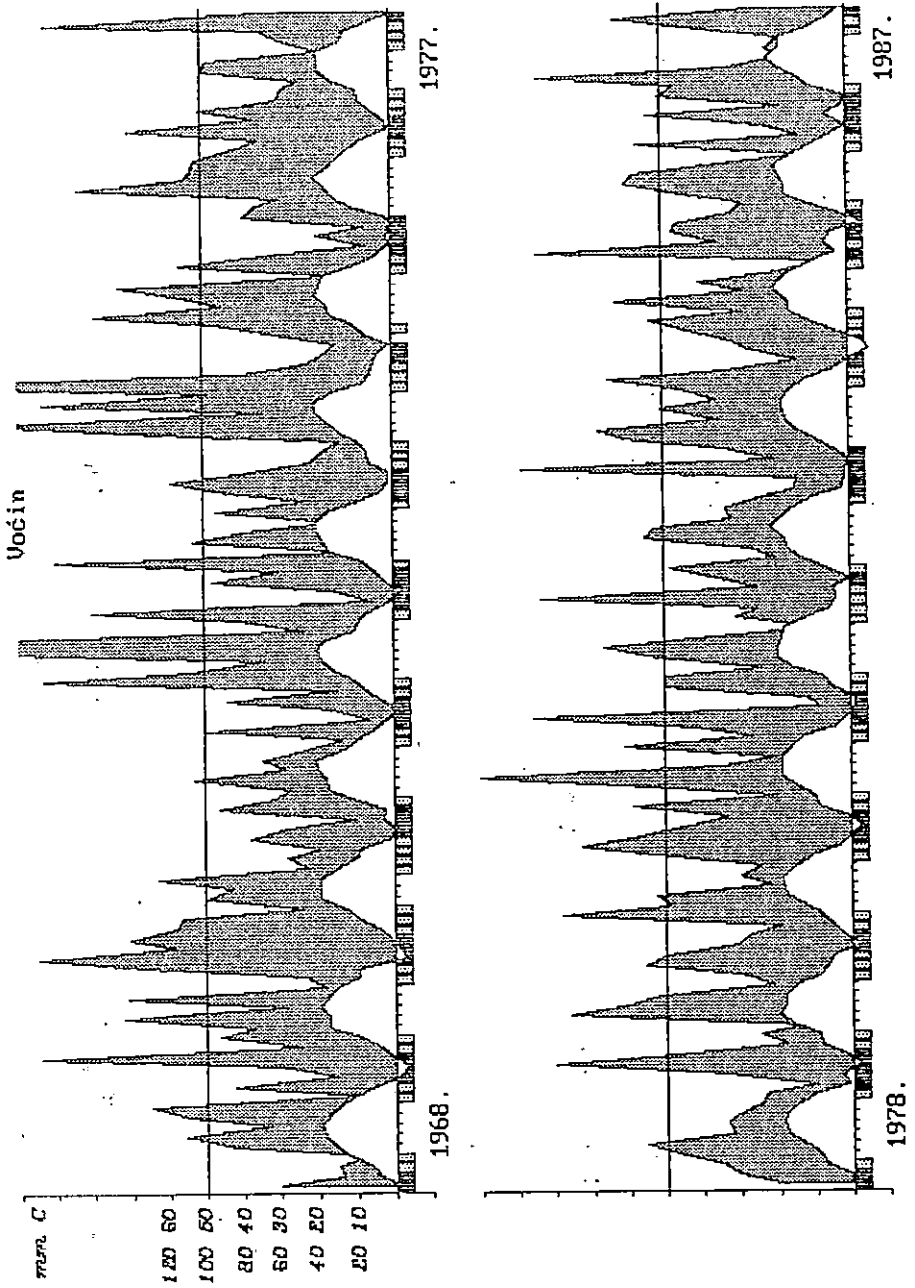
Temperatura zraka uz oborine i vlagu predstavlja najvažniji klimatski element, a rezultat je toplinskog stanja atmosfere. Osnovne karakteristike temperature za istraživano područje prikazane su u tablici 2. i na klimatskim dijagramima. Jesen je u pravilu toplija od proljeća. Zime su oštre, a negativne srednje mjesečne temperature zraka javljaju se samo u siječnju (izuzetak čini Brezovo polje). Godišnje kolebanje temperature zraka kreće se od 17.1 do 21.4°C što pokazuje da je osnovna klima toga područja kontinentalnog karaktera. Srednja godišnja temperatura opada s povećanjem nadmorske visine i kreće se od



Sl. - Abb. 2.5. Klimatski dijagrami - Klimadiagramme



SL - Abb. 3.1. Klimatogram - Klimatogramm



Sl. - Abb. 3.2. Klimatogram - Klimatogramm

Tab. 1. Srednje mjesečne i godišnje količine oborina u mm - Mittlere Monats und Jahresniederschlagsmenge in mm

Met. stanica Meteorologische Station	Razdoblje motrenja Zeitraum der Beobachtungen	M J E S E C I - M O N A T E												Godišnje Jährlich	Veget. razdoblje Veget. Zeitraum (4-9)	Proljeće Frühling (3-5)	Ljeto Sommer (6-8)	Jesen Herbst (9-11)	Zima Winter (12-1)
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.						
Daruvar	1961-87.	58	49	57	79	84	102	87	88	60	67	84	70	885	500	220	277	211	177
Voćin	1964-87.	71	62	72	97	86	114	97	91	69	73	91	82	1005	554	255	302	233	215
Nasice	1961-83.	48	48	49	67	71	92	82	85	65	55	71	66	799	462	187	259	191	162
Sl. Požega	1961-84.	51	45	49	62	67	96	86	76	65	54	69	65	785	452	178	258	188	161
Br. polje	1970-84.	76	72	73	96	104	113	125	119	82	92	84	81	1117	639	273	357	258	229
Vrhovina	1972-85.	53	49	49	74	71	85	84	74	56	65	64	59	783	444	194	243	185	161
Bučje	1976-87.	66	53	59	72	89	100	87	61	55	62	69	70	843	464	220	248	186	189
Pleternica	1961-87.	53	46	50	60	66	88	87	77	64	56	66	59	772	442	176	252	186	158
Sirač	1962-87.	63	52	60	75	79	104	83	90	58	66	79	68	877	489	214	277	203	183
S. Drenovac	1962-85.	70	60	83	91	88	105	76	82	89	60	92	97	993	531	262	263	241	227
Kutjevo	1961-87.	64	55	66	80	82	100	77	67	58	61	67	68	845	464	228	244	186	187
Čaglin	1977-87.	55	53	58	56	84	95	75	73	56	57	69	67	798	439	198	243	182	175
Pakrac	1961-87.	65	53	62	74	85	101	101	85	67	65	82	73	913	513	221	287	214	191
Cikote	1976-87.	76	63	61	73	96	96	87	64	61	64	71	82	894	477	230	247	196	221
H. Miletinac	1978-87.	59	46	60	66	77	93	73	54	40	57	67	64	756	403	203	220	164	169
Velika	1962-87.	57	49	49	67	75	96	75	73	57	57	64	56	775	443	191	244	178	162
Kam. Vučjak	1976-87.	69	55	65	73	86	104	78	72	51	62	76	72	863	464	224	254	189	196
Kamenska	1961-87.	60	53	55	71	81	101	90	77	62	63	70	69	852	482	207	268	195	182

Selković, Z.: Uprcaj industrijskih poljtanata na običnu bukvu (*Fagus sylvatica* L.) u šumskim ekosistemima slavonskoga gorja. Glas. šum. pokuse 27: 83-106, Zagreb, 1991.

Tab. 2. Srednja mjesečna temperatura zraka (u °C) - Mittlere monatliche Lufttemperatur (in °C)

Met. stanica - Meteorologische Station		DARUVAR	VOCIN	NASICE	SL. POZEGA	BREZOVO POLJE
Mjeseci	1.	- .6	- .4	- .5	- .9	-1.9
Monate	2.	1.7	1.2	2.0	2.1	-1.4
	3.	5.9	5.0	6.1	6.3	3.0
	4.	10.9	9.9	10.7	10.9	5.3
	5.	15.6	14.9	15.5	15.7	10.5
	6.	18.9	18.0	17.7	19.1	13.7
	7.	20.4	19.4	20.3	20.5	15.2
	8.	19.6	18.5	19.1	19.6	15.0
	9.	16.1	15.3	16.1	16.2	11.8
	10.	10.9	10.3	11.2	10.8	7.2
	11.	5.9	5.2	6.2	5.8	2.6
	12.	1.3	1.3	1.1	.9	- .6
Godišnje - Jährlich		10.7	9.8	10.4	10.6	6.6
Kolebanje - Schwankung		21.0	19.8	20.8	21.4	17.1
Proljeće - Frühling (3-5)		10.8	9.9	10.7	10.9	6.0
Ljeto - Sommer (6-8)		19.6	18.6	19.0	19.7	14.6
Jesen - Herbst (9-11)		11.0	10.2	11.1	10.9	7.2
Zima - Winter (12-1)		.8	.7	.8	.7	-1.3
Veg. razd. - Vegetations Zeitraum (4-9)		16.9	16.0	16.6	17.0	11.9

6.6 do 10.7°C. Najhladniji mjesec je siječanj, a najtopliji srpanj. Osjetni porast srednje mjesečne temperature zraka pojavljuje se između ožujka i travnja. Bez mraza su jedino lipanj, srpanj i kolovoz, čiji se broj dana u godini kreće od 23 do 70, što je vidljivo iz dijagrama i tablice br. 3.

Vjetar je u zajednici s ostalim meteorološkim elementima i pojavama također važan klimatski faktor jer su određene vremenske prilike povezane sa smjerom vjetra. Ružama vjetrova prikazana je učestalost horizontalnih zračnih strujanja koja su ovisna o glavnim strujanjima u višim slojevima atmosfere, a modificirana reljefom, tako da na istraživanom području nailazimo na različitosti po lokalitetima. Pojedina područja pod utjecajem su Panonske nizine, a na lokalitete, kao npr. Voćin, Kamensko i Brezovo polje, jako djeluju veliki šumski kompleksi.

Tab. 3. Srednji i apsolutni minimumi i maksimumi temperature zraka i broj dana s mrazom - Mittleres und absolutes Minimum und Maximum der Lufttemperatur und Anzahl der Frosttage

Met. stanica Met. Station	Vrsta opažanja - Art der Beobachtungen	MJESECI - MONATE												God. Jährlich
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
DARUVAR	Srednji maksimum temperature zraka Mittleres Maximum des Lufttemperatur	2.9	5.7	11.2	16.7	21.7	24.8	26.4	26.4	23.1	16.9	10.1	4.5	
	Srednji minimum temperature zraka Mittleres Minimum des Lufttemperatur	-4.0	-1.7	1.5	5.5	9.8	13.0	14.1	13.2	13.5	6.1	2.6	-1.6	
	Apsolutni max. i min. temp. zraka Absolutes Max. und Min. der Lufttemp.	-25.2												
	Broj dana s mrazom Anzahl der Tage mit Frost	37.6												
		6	6	7	2	+	+	-	-	+	5	7	8	41
VOČIŃ	Srednji maksimum temperature zraka Mittleres Maximum des Lufttemperatur	3.1	5.5	10.5	15.9	21.2	23.9	25.9	25.4	22.3	16.6	9.8	5.1	
	Srednji minimum temperature zraka Mittleres Minimum des Lufttemperatur	-4.9	-2.7	4	4.5	9.3	12.5	13.5	13.1	10.1	5.4	1.2	-1.6	
	Apsolutni max. i min. temp. zraka Absolutes Max. und Min. der Lufttemp.	-23.3												
	Broj dana s mrazom Anzahl der Tage mit Frost	38.5												
		12	9	7	2	+	-	-	-	+	5	8	11	54
NASICE	Srednji maksimum temperature zraka Mittleres Maximum des Lufttemperatur	2.6	5.7	10.9	16.2	21.0	24.2	26.1	25.5	22.3	16.5	10.2	4.0	
	Srednji minimum temperature zraka Mittleres Minimum des Lufttemperatur	-4.0	-2.7	4	4.5	9.3	12.5	13.5	13.1	10.1	5.4	1.2	-1.6	
	Apsolutni max. i min. temp. zraka Absolutes Max. und Min. der Lufttemp.	-21.0												
	Broj dana s mrazom Anzahl der Tage mit Frost	37.6												
		7	8	7	2	+	+	-	-	+	4	6	7	41
SLAVONSKA POZEGA	Srednji maksimum temperature zraka Mittleres Maximum des Lufttemperatur	2.7	6.3	11.9	16.9	21.8	25.1	26.8	26.4	23.1	17.3	10.1	4.1	
	Srednji minimum temperature zraka Mittleres Minimum des Lufttemperatur	-4.7	-2.0	8	4.6	9.0	12.6	13.6	13.0	9.4	5.1	1.6	-2.6	
	Apsolutni max. i min. temp. zraka Absolutes Max. und Min. der Lufttemp.	-27.6												
	Broj dana s mrazom Anzahl der Tage mit Frost	37.5												
		17	13	10	2	+	-	-	-	+	5	9	14	70
BREZOVO POLJE	Srednji maksimum temperature zraka Mittleres Maximum des Lufttemperatur	1.3	2.0	6.0	9.6	14.9	18.2	19.8	19.5	16.3	11.2	6.3	2.4	
	Srednji minimum temperature zraka Mittleres Minimum des Lufttemperatur	-5.3	-4.6	-1.5	1.3	6.2	9.6	10.8	11.2	8.1	3.8	-6	-3.8	
	Apsolutni max. i min. temp. zraka Absolutes Max. und Min. der Lufttemp.	-18.5												
	Broj dana s mrazom Anzahl der Tage mit Frost	29.7												
		1	2	1	2	+	-	-	-	1	5	7	4	23

+ događa se - kommt vor
- izostaje - bleibt aus

Tab. 4. Broj dana s oborinama i zadržavanje snijega na tlu - Anzahl der Tage mit Niederschlägen und Schneebedeckung des Bodens

Met. stanica Met. Station	Vrsta opažanja - Art der Beobachtungen	MJESECI - MONATE												God. Jährlich	
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.		
DARUVAR	Broj dana s kišom >0.1 mm														
	Anzahl der Tage mit Regen >0.1 mm	7	8	10	13	14	14	11	11	10	10	12	9	129	
	Broj dana s snijegom >0.1 mm														
	Anzahl der T. mit Schneefall >0.1 mm	8	6	5	1	+	-	-	-	+	+	3	6	29	
	Broj dana s tučom														
Anzahl der Tage mit Hagel	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+			
Zadržavanje snijega na tlu (dana)															
Schneebedeckung des Bodens (Tage)	17	10	4	+	+	-	-	-	-	-	2	10	43		
VOCIN	Broj dana s kišom >0.1 mm														
	Anzahl der Tage mit Regen >0.1 mm	7	7	10	13	14	13	10	11	9	8	11	9	121	
	Broj dana s snijegom >0.1 mm														
	Anzahl der T. mit Schneefall >0.1 mm	7	6	5	2	+	-	-	-	-	+	3	6	29	
	Broj dana s tučom														
Anzahl der Tage mit Hagel	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-			
Zadržavanje snijega na tlu (dana)															
Schneebedeckung des Bodens (Tage)	20	12	7	1	-	-	-	-	-	-	4	12	56		
NASICE	Broj dana s kišom >0.1 mm														
	Anzahl der Tage mit Regen >0.1 mm	7	6	8	11	12	11	9	9	8	8	10	8	108	
	Broj dana s snijegom >0.1 mm														
	Anzahl der T. mit Schneefall >0.1 mm	6	5	3	+	-	-	-	-	-	+	2	6	22	
	Broj dana s tučom														
Anzahl der Tage mit Hagel	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-			
Zadržavanje snijega na tlu (dana)															
Schneebedeckung des Bodens (Tage)	13	9	4	+	-	-	-	-	-	-	2	9	37		
SLAVONSKA POZEGA	Broj dana s kišom >0.1 mm														
	Anzahl der Tage mit Regen >0.1 mm	7	7	10	13	13	13	10	11	10	9	12	9	145	
	Broj dana s snijegom >0.1 mm														
	Anzahl der T. mit Schneefall >0.1 mm	6	5	3	+	-	-	-	-	-	-	2	5	21	
	Broj dana s tučom														
Anzahl der Tage mit Hagel	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-			
Zadržavanje snijega na tlu (dana)															
Schneebedeckung des Bodens (Tage)	12	7	3	+	-	-	-	-	-	-	1	8	31		
BREZOVO POLJE	Broj dana s kišom >0.1 mm														
	Anzahl der Tage mit Regen >0.1 mm	5	4	5	8	14	14	12	11	10	10	7	6	106	
	Broj dana s snijegom >0.1 mm														
	Anzahl der T. mit Schneefall >0.1 mm	9	10	8	6	1	-	-	-	+	2	6	8	50	
	Broj dana s tučom														
Anzahl der Tage mit Hagel	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+			
Zadržavanje snijega na tlu (dana)															
Schneebedeckung des Bodens (Tage)	27	24	18	10	1	-	-	-	-	2	10	21	111		

+ događa se - kommt vor
- izostaje - bleibt aus

Tab. 5. Relativna vlaga zraka, broj dana s maglom. i stupanj naoblake - Relative Luftfeuchtigkeit, Anzahl der Nebeltage und Bewölkungsstufe

Met. stanica Met. Station	Vrsta opažanja - Art der Beobachtungen	M J E S E C I - M O N A T E												God. Jährlich
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
DARUVAR	Relativna vlaga zraka u % Relative Luftfeuchtigkeit in %	83	76	73	68	70	71	71	75	78	81	83	85	76
	Broj dana s maglom Anzahl der Tage mit Nebel	4	3	1	1	1	+	+	+	1	3	5	6	25
	Srednjak stupnja naoblake Mittelwert der Bewölkung	7.10	6.70	6.10	5.70	5.30	.00	4.00	3.90	4.20	5.00	7.00	7.50	5.60
VOCIN	Relativna vlaga zraka u % Relative Luftfeuchtigkeit in %	81	79	73	68	69	71	71	75	79	81	82	83	76
	Broj dana s maglom Anzahl der Tage mit Nebel	6	5	4	1	2	1	1	2	4	6	9	8	49
	Srednjak stupnja naoblake Mittelwert der Bewölkung	6.80	6.60	5.80	5.50	5.00	4.90	3.80	3.90	4.00	4.80	6.50	7.20	5.40
NASICE	Relativna vlaga zraka u % Relative Luftfeuchtigkeit in %	80	73	74	70	71	64	63	68	77	76	78	82	73
	Broj dana s maglom Anzahl der Tage mit Nebel	6	4	2	1	+	+	1	1	2	5	5	6	33
	Srednjak stupnja naoblake Mittelwert der Bewölkung	7.20	6.50	6.20	5.90	5.40	5.20	4.10	3.80	4.20	4.70	6.50	7.20	5.60
SLAVONŠKA POZEGA	Relativna vlaga zraka u % Relative Luftfeuchtigkeit in %	87	86	82	79	78	77	77	79	81	84	86	87	82
	Broj dana s maglom Anzahl der Tage mit Nebel	12	7	6	4	2	1	1	2	5	10	12	13	75
	Srednjak stupnja naoblake Mittelwert der Bewölkung	6.60	6.20	5.70	5.80	5.30	4.90	4.30	3.90	4.40	5.20	6.90	7.30	5.50
BREZOVO POLJE	Relativna vlaga zraka u % Relative Luftfeuchtigkeit in %	85	79	80	78	78	79	78	81	83	83	82	84	81
	Broj dana s maglom Anzahl der Tage mit Nebel	7	8	5	6	6	5	4	4	6	8	9	9	77
	Srednjak stupnja naoblake Mittelwert der Bewölkung	6.40	6.40	5.30	5.60	5.20	4.90	4.50	4.40	4.50	4.90	5.80	6.20	5.30

+ Čegada se - kommt vor
- izostaje - bleibt aus

Nadmorska visina bitno utječe na klimatske prilike. Vertikalni termički gradijent od podnožja do vrhova na istraživanom području iznosi oko 4°C što početak i trajanje pojedinih fenofaza, tj. trajanje vegetacijskog razdoblja, čini različitim.

Izloženost pristranka bitno mijenja karakteristike klime, naročito u sferi mikroklimе. Tu dolazi do razlika u osunčanju, što se reflektira na toplinske prilike staništa i dužinu zadržavanja oborina u obliku snijega i snježnih nanosa.

Na stanišne prilike bitno utječu i meteorološke pojave, kao što su magla, tuča, kiša, mraz, snijeg i sl., čija se pojava, učestalost i trajanje najbolje uočavaju iz prikazanih tablica.

Nepobitna činjenica međuovisnosti klime i vegetacije upućuje nas da na klimatske prilike obratimo veliku pažnju. Iz tablica i dijagrama uočavamo sličnosti i razlike na lokalitetima istraživanog područja. Iz njih vidimo javljanje, veličinu i trajanje pojedinih klimatskih elemenata i pojava, koje moramo respektirati pri gospodarenju u postojećim ekosistemima prilikom njihove obnove ili osnivanja novih sastojina.

Vegetacijski pokrov-Vegetationsdecke

Cjelokupnu vegetaciju Hrvatske karakterizira izrazita horizontalna i vertikalna zonalnost. Iskonsku vegetaciju u Hrvatskoj dijelimo u regije i provincije koje se međusobno razlikuju po karakteristikama klime, tipovima i postanku tala, po svom izgledu, biljnom sastavu i razvoju. Unutar tih regija i provincija razvile su se dvije osnovne grupe biljnih zajednica: klimatogene i lokalno uvjetovane ili paraklimaksne biljne zajednice. Veliko značenje imaju klimatogene biljne zajednice koje su nastale dugotrajnim djelovanjem i utjecajem megareljefa i makroreljefa, regionalne klime i karakterističnih tipova tala. Za detaljnije poznavanje nekog krajolika od većeg značenja su i paraklimaksne zajednice jer su rezultat djelovanja mikroreljefa, mikroklimе i atipskih tala ili su odraz naglašenog utjecaja nekog ekološkog činioca.

Poznavajući vegetaciju istraživanog područja i prateći teren od savske ili dravske nizine do najisturenijih vrhova slavonskoga gorja, prolazeći kroz tzv. planarno, kolinsko i montansko područje, prema Raušu, nailazimo na ove klimatogene šumske zajednice u kojima se pojavljuje bukva:

1. *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969
2. *Quercu-Carpinetum croaticum* Horv. 1938
3. *Fagetum croaticum pannonicum* Horv. 1938
4. *Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969

Osim navedenih klimatogenih zajednica na istraživanom području pridolazi još puno više lokalno uvjetovanih šumskih zajednica.

U planarnom području susrećemo se s ovim zajednicama:

Ass.: *Populetum albo-nigrae* (Raj.) Slav. 1952

Ass.: *Galio-Salicetum albae* Rauš 1974

Ass.: *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968

Subass.: *Frangulo-Alnetum glutinosae typicum* Rauš 1968

- Subass.: *Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum leavis* Rauš 1968
Ass.: *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959.
Subass.: *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959.
Subass.: *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae glutinose* Glav. 1959
Ass.: *Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv. 1938
Subass.: *Genisto-Quercetum caricetosum brizoides* Horv. 1938
Subass.: *Genisto-Quercetum caricetosum remotae* Horv. 1938
Subass.: *Genisto-Quercetum aceretosum tatarici* Rauš 1971
Subass.: *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 1971
Subass.: *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* Rauš 1971

U kolinskom pojasu na posebnim lokalitetima razvijaju se:

- Subass.: *Querco-Carpinetum staphyletosum* Horv. 1938
Subass.: *Querco-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1938
Subass.: *Querco-Carpinetum erythronietosum* Horv. 1938
Ass.: *Betuletum pendulae* Anić 1959

Različite stanišne prilike uvjetovale su pojavu i ovih dviju zajednica unutar montanskog pojasa:

- Ass.: *Luzulo-Fagetum* Wrab. 1960
Ass.: *Aceri-Fraxinetum croaticum* Horv. 1938

U planarnom pojasu panonske Hrvatske na visini od 90 do 150 m prevladavaju ili su glavne gospodarske vrste: hrast lužnjak, obični grab, poljski jasen, crna joha, crna i bijela topola, bijela vrba, nizinski brijest, klen, žestilj, vez i voćkarice. Hidrološke prilike, a naročito nivo podzemne vode, odlučujući su faktori uspjevanja tih vrsta. Na mikro-uzvisinama "gredama" s prapornom matičnom podlogom na pseudogleju slabo kisele do neutralne reakcije, gdje ne dolazi poplavna voda, a u zoni hrasta lužnjaka, razvijena je zajednica hrasta lužnjaka i običnoga graba s bukvom (*Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* Rauš 1971). Na te lokalitete dospjela je obična bukva još u subborealu kada je zaposjela današnja staništa hrasta lužnjaka. U toj zajednici obična bukva pridolazi pojedinačno ili u manjim grupama, a prisutni su i mnogi drugi elementi iz višeg područja bukovih šuma kojih inače nema u ravnici. Na pojedinim lokalitetima (Stupnički lug, Repaš, Radiševo i sl.) pojedina stabla obične bukve imaju prsni promjer i do 90 cm, a visoka su preko 30 m. Udio obične bukve u ukupnoj drvnjoj zalih i iznosi ovdje i do 20%. Vitalnost stabala u zajednici je dobra. Iako zasada nije agresivna, treba obratiti pažnju na mogućnost njezine progresije u novonastala suša staništa uvjetovana odvodnjom i snižavanjem nivoa podzemnih voda.

Na obroncima i podnožju slavonskoga gorja ili na izdignutim ravničnim terasama u rasponu od 150 do 300 m nadmorske visine prostire se kolinski pojas. Klimatogena zajednica na tom području je šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Querco-Carpinetum* Horvat 1938). U cijeloj zoni šume hrasta kitnjaka i običnoga graba redovito je prisutna obična bukva. Njezin udio u omjeru smjese iznosi oko 20%, ali na pojedinim lokalitetima može se udjelom i izjednačiti s hrastom kitnjakom. Klima ili bolje reći mikroklimatske prilike sunčanih i suhih padina ne pogoduju optimalnom razvoju bukve i na tim

staništima apsolutno dominira hrast kitnjak. Međutim, jarci i sjeverne padine u tom pojasu već iznad 180 m nadmorske visine pogodni su za razvoj čistih bukovih sastojina, koje češće nalazimo na tom području. Riječ je o tipično lokalno uvjetovanim bukovim zajednicama u zoni hrasta kitnjaka i običnoga graba u kojima se intenzivno miješaju florin elementi kitnjakovo-grabovih i viših gorskih bukovih šuma. Obrončani pseudoglej na karbonatnim i nekarbonatnim supstratima prevladava u toj šumskoj zajednici. Tlo je u humusno akumulativnom horizontu kisele reakcije, slabo je do srednje humusno sa slabom do srednje dobrom opskrbljenošću fiziološki aktivnim fosforom i kalijem.

S ekološkog i sindinamičnog stajališta sastojine obične bukve u panonskom dijelu Hrvatske doživjele su svoj ekološki optimum u montanskom pojasu. Na sjevernim stranama i po jarcima taj pojas počinje već iznad 300 ili 400 m nadmorske visine, protežući se do samih vrhova slavonskoga gorja. Na temelju dosadašnjih istraživanja, u navedenom prostoru, jasno se luče tri makrovegetacijske jedinice bukovih šuma unutar dva potpojasa ovog montanskog pojasa. Nižim potpojasom dominira zajednica gorske bukove šume (*Fagetum croaticum boreale montanum* Horv. 1938) koja je razvijena kao klimatogena zajednica tog područja. Ta je šumska zajednica vrhunac razvoja, prirasta i gospodarske važnosti bukovih šuma u tom području. Obilježena je s puno "fagetalnih" vrsta koje se ističu svojom brojnošću i učestalošću. U njoj je obična bukva dominantna vrsta, a ostale vrste, kao što su hrast kitnjak, gorski javor, javor mliječ, obični grab i voćkarice, sudjeluju ukupno u omjeru smjese do 20%. Zajednica gorske bukove šume razvijena je uglavnom na platoima, blagim do srednje strmim nagibima svih izloženosti, gdje prevladavaju distrična smeđa tla, tipična i duboka, kao i na eutričnom smeđem tlu iznad mekih vapnena. U tom dijelu montanskog pojasa često na sjeveru izloženim vrlo strmim padinama pridolazi još jedna monodominantna zajednica obične bukve, a to je šuma bukve s bekićem (*Luzulo-Fagetum* Marisel 1936). U usporedbi s gorskom bukovom šumom floristički je siromašnija, a obilježena je acidofilnim vrstama. To je tipično lokalno uvjetovana zajednica koja se razvija na distrično smeđim tlima povrh metamorfnih i eruptivnih stijena. Vrlo je česta na području Psunja i Papuka, koji obiluju plitkim tlima izloženim jačoj eroziji.

U višem potpojasu gorskih bukovih šuma iznad 700 m pojavljuje se osim obične bukve i obična jela, koja uz gorski javor, gorski brijest, javor mliječ, obični jasen i druge primiješane vrste tvore zajednicu bukve i jela panonsku varijantu (*Abieti-Fagetum pannonicum*). Te mješovite sastojine, naročito gdje dominira jela, vezane su za silikatnu podlogu i acidofilna tla (distrično smeđa) na hladnijim, sjeveru izloženim padinama.

Pojava obične jela na tim prostorima nije još do kraja riješena i znanstveno utvrđena. Nismo sigurni da li je jela tu iskonska ili je davno prije unijeta pa se prirodno proširila u areal obične bukve. Zbog toga nije riješeno ni pitanje klimatske zonalnosti zajednice bukve i jela u tom pojasu slavonskoga gorja.

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA - BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN

Slavonsko gorje odavno je zaokupljalo pažnju raznih istraživača. To relativno nisko, ali nadasve zanimljivo gorje privlačilo je geografe, litologe i pedologe. Na prostorima s puno različitih šumskih ekosistema pomno je izučavana flora i fauna. Šumarstvo kao osnovna privredna djelatnost viših predjela istraživanog područja vijekovima su pratila razne nedaće. Životne potrebe stanovništva, različiti oblici vlasništva i mnoštvo povijesnih događaja utjecali su manje ili više negativno na stabilnost šuma.

Nizinske šume, snažno obilježene hrastom lužnjakom, predmet su dugotrajnih i iscrpnih istraživanja. Velike sječe izravno su utjecale na promjenu staništa. Promijenila se mikroklima i povećala se vlažnost. Intenzivni hidromelioracijski radovi u šumi i oko nje snizili su nivo podzemne vode i promijenili ritam plavljenja, a onečišćena poplavna voda bitno je oslabila te šume. Općenito možemo reći da su svi ekosistemi najviše pod antropogenim utjecajem. Ranija masovnija sušenja hrasta lužnjaka objašnjavana su gradacijom gubara i drugih insekata, koji su uglavnom izazivali golobrst. Veliko sušenje hrasta lužnjaka između 1909-1925. godine, koje je analizirao Spaić (1974) uzrokovala je prema König, Abramoviću i Manojloviću pepelnica (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.). Đorđević smatra da je glavni uzrok među njima (*Armillaria mellea* (Vahl-Kumm.)). Spaić (1974) upozorava na traheomikoze, naročito na gljivu *Ophiostoma merolinensis*, ali smatra presudnim poklapanje poplave i defolijacije. Prema Spaićevu tumačenju istraživači Anderka, Balić, Đurić, Langhofer, Markić, Petračić i Škorić smatraju da je uzrok sušenja posljedica zajedničkog djelovanja gusjenica i pepelnice. Jošovec i Kološec upozoravaju na opasnost od dugotrajnog zadržavanja vode na površini tla. Dekanić (1975) govori o istovremenom djelovanju više nepovoljnih stanišnih faktora i načinu gospodarenja. Vajda (1948) upozorava da su oscilacije klime uzrokom sušenja hrasta lužnjaka. Prpić (1975) govori o narušavanju biološke ravnoteže radi nestanka nizinskog brijesta što je promijenilo šumsku klimu. Stebut & Šenšin misle da su pogoršana kemijska i fizikalna svojstva tla uzrokovala sušenje. Prpić & Rauš smatraju da su pad razine podzemne vode, zamočvaranje, izmjena sušnih i vlažnih razdoblja, promjena šumske klime, nestanak nizinskog brijesta, veliki udio hrasta u sastojinama (monokulture), onečišćena poplavna voda i imisija štetnih plinova zajednički uzrokovali sušenje u tim ekosistima.

Utvrđivanje hidrature stabala obavlja Prpić (1975) mjerenjem snage usisavanja žive kore žilista. Vrijednosti snage usisavanja veće su kod stabala koja su više ugrožena napadom entomofaune, što se poklapa sa Walterovom tvrdnjom (1945) da je povećanje koncentracije staničnog soka znak smetnji u vodnoj bilanci biljke.

U pojasu kitnjakovih šuma također je naglašen utjecaj čovjeka. Iskrčene su velike površine pogodne za poljoprivredno-voćarsko-vinogradarsku djelatnost. Iz ostalih šuma bezobzirno je uziman materijal potreban za obavljanje navedenih djelatnosti ili je gospodarenje u tim šumama podređeno njihovim potrebama. Narušena struktura tih sastojina uvjetovala je promjenu stanišnih prilika, što je oslabilo cjelokupni ekosistem. Za sušenje hrasta kitnjaka u Mađarskoj Igmandy, u Slovačkoj Leontović i Čapek smatraju uzrokom traheomikozu. Istraživač Szontagh iz Mađarske govori o ulozi gradacije štetnika pri sušenju hrasta kitnjaka i cjelokupni kompleks šteta prikazuje ovim redoslijedom: abiotički faktori pojava štetnih kukaca na oslabljenim stablima pristanost gljivičnih bolesti ugibanje stabla.

Znanstvenik Mayer iz Beča prognozira lošu budućnost hrastova u Austriji. Upozorava na dugi niz sušnih godina, očekuje veću pojavu imele na oslabljenim stablima u Mađarskoj.

U pojasu bukovih šuma na istraživanom području događale su se velike promjene. Prije 200 godina obavljale su se velike sječe radi proizvodnje potaše (pepeljarenje). Mjesta na kojima se uvelike spaljivalo bukovo drvo nalazimo i sada na području Pakraca. U zadnjih 20-ak godina sušenja bukve poprimilo je veće razmjere. Velik problem izazvala je gljiva roda *Nectria* na području Bilogore i Kalnika. Prpić, Rauš, i Mاتیć sma-

traju da se bukva naselila na terene koji su pripadali kitnjaku, pa su zbog promjene ekoloških prilika stabla bukve fiziološki oslabila. U središnjem dijelu Hrvatske, osim Bilo-gore i Kalnika sušenje se pojavljuje i na Papuku i Petrovoj gori. V a j d a (1954) smatra da su intenzivna sječa, ispiranje površinskih horizonata tla (humusa), izloženost dijela korjenske mreže suncu, bijela trulež (*Fomes fomentarius*) i bukov krasnik (*Agrillus viridis*) slijed faktora koji uzrokuju sušenje bukve.

Masovnija sušenja u bukovo-jelovim šumama počela su još 1900. god. sušenjem jele nedaleko od Ogulina. U Sloveniji su utvrđena značajnija sušenja jele 1948. godine, a 1951. u Gorskom kotaru na pojedinim lokalitetima. Ubrzo, 1967. god. sušenje jele zahvaća cijelo područje Gorskog kotara. Kompleksna istraživanja navedenih godina upućuju na pojavu sušnih razdoblja koja su izraženije naglašena od 1935. god. i koja izazivaju klimatske promjene. Topli periodi sa smanjenom vlažnošću pogoduju razvoju štetnika. A n d r o i ć (1978) zaključuje da je razlog sušenja jele uzrokovan djelovanjem viših nepovoljnih faktora, a završava moljcem jelovih iglica (*Argyresthia fundella*). Velika vitalnost jele u optimumu njezina areala razlogom je brzog oporavka, smatra P r p i ć (1975). Problemi masovnog sušenja izazvani novom bolešću istovremeno se povećavaju. Na početku su to bila pojedinačna istraživanja, da bi se u zadnje vrijeme prišlo organiziranim istraživanju. Radi se internacionalno i interdisciplinarno, u timovima, s jedinstvenim kriterijima, jer su i simptomi i posljedice isti ili slični.

Inventura šuma u SR Njemačkoj organizira se od 1982. god., a od 1984. god. uvedena je jedinstvena metodologija bazirana na terestičkim opažanjima. Za razdoblje 1983-1987. detaljno je prikazan model inventarizacije oštećenja šumskih ekosistema primjenom infracrvenih koloraerosnimaka. Iz podataka možemo vidjeti da se oštećene površine povećavaju u razdoblju 1983-1984. Do 1987. pogoršano stanje kod listača, a stagnaciju ili poboljšanje kod četinjača objašnjavaju H i l d e b r a n d t & G r o s s (1989) povoljnim klimatskim prilikama. Oštećenost stabala u mladim ili srednjodobnim sastojinama manja je od onih u starim sastojinama. Slična istraživanja organiziraju se 1985. godine u Sloveniji, a 1987. obavljena je anketa o umiranju šuma u cijeloj Hrvatskoj (P r p i ć, K o m l e n o v i ć, S e l e t k o v i ć, 1988). K a l a f a d ž i ć (1987) prikazuje rezultate determinacije oslabljenih stabala pomoću infracrvenih koloraerosnimaka u šumskim ekosistemima Medvednice i dijela gradskog zelenila. Hipotezu jakog zakiseljavanja tla zbog dugotrajnog taloženja kiselih tvari i opterećenja kiselinama zastupaju U l r i c h, M a y e r i M a t z n e r. U l r i c h a zatim R o s t S i e b e r t (1983) i M u r a c h (1984) na laboratorijskim analizama i promatranjima u prirodi utvrdili su tzv. aluminijski stres. Ti su istraživači uvjereni da šume velikog dijela srednje Evrope pate od aluminijskog stresa i da je on uzrokovao tako velike štete. Istraživanja nizinskih ekosistema u Evropi pokazuju svu kompleksnost te problematike. R e h f u e s s (1988) smatra da još nismo u stanju obuhvatiti je i rastumačiti u potpunosti. Brojni eksperimenti, kako u kontroliranim uvjetima, tako i na terenu, upućuju na štetnost aeropolutanata za šumsko drveće. Zajednički zaključak je da se polucije stave pod kontrolu. Klima, a naročito temperatura bitno utječe na primanje polutanata. Povišena temperatura povećava osjetljivost biljaka na zračne polucije, smatraju G u d e r i a n (1977) te R i s t & D a v i s (1979). M e š t r o v i ć (1980) obrađuje ulogu i korisnu funkciju borovih kultura pri zadržavanju prašine i zaštite ostalog okoliša od onečišćenja nastalih radom tvornice cementa u Solinu. Autor utvrđuje da kultura alepskog bora svojim krošnjama i postojanjem zadržava 70% prispjele prašine, 50% SO₂ i 25% ukupne koncentracije dima koji prođe kroz kulturu. M e š t r o v i ć i dr. (1979) istražuju utjecaj fluorida na vegeta-

ciju u području Ražina u blizini tvornice lakih metala "B. Kidrič", te prema koncentracijama fluorida u biljnom materijalu preporučuju izbor vrsta. Listopadno drveće naročito je osjetljivo u najranijim razvojnim stadijima (klijancima) i za vrijeme otvaranja pupova, stvaranja novog lista. Četinjače imaju i dodatno opterećenje i zimi, zbog zadržavanja iglica. Dugo zadržavanje onečišćenih tvari negativno djeluje na asimilacijski aparat, tako da su oštećenja jače izražena na starijim iglicama. Koenies (1982) ustanovljuje prisutnost aeropolutanata u listincu i gornjim slojevima metodom mikrostaništa ispod starih bukovih stabala. Jochheim i dr. (1985) istom metodom također utvrđuju prisutnost štetnih tvari. Nastavak istraživanja imisione acidifikacije i propadanja šuma u nas upućuje na evidentnu vezu. Glavač, Koenies i Prpić (1985) obavljaju istraživanja u bukovo-jelovim šumama Dinarida. Rezultati ukazuju na jaču utjecajnost daljinskom aeropolucijom, koja je naglašena u blizini industrijsko-urbanih područja. Uočljiv je porast oštećenja s nadmorskom visinom, a smanjenje u uvalama i dubokim dolinama. Izloženost izvoru onečišćenja je očita. Komlenović i dr. (1988) dobivaju također najveće koncentracije teških metala na najvećim nadmorskim visinama u bukovoj šumi na Velebitu. Povećanje prisutnosti teških metala s porastom nadmorske visine utvrdili su Vetter & Ulken svojim istraživanjima 1985. god. Komlenović & Pezdirc (1987) određuju koncentracije sumpora u lišću i iglicama na različitim udaljenostima od izvora onečišćenja (TE Plomin). Ukupni sumpor u asimilacijskim organima pokazao se kao dobar indikator onečišćenja zraka sa SO₂. Komlenović (1989) iznosi podatke o značajnom utjecaju SO₂ i drugih polutanata na propadanje šuma u Hrvatskoj. Utjecaj onečišćenja na šumske ekosisteme istraživao je Prpić (1987) i Mayer (1987) u okolici Jasrebarskog te u centralnom dijelu Hrvatske Prpić i dr. (1987), Komlenović i dr. (1988) i Martinović & Vrбек (1988), Prpić i dr. (1988) istražuju utjecaj polutanata industrijskog porijekla na sušenje jele u Gorskom kotaru. Utjecaj cestovnog prometa na umiranje šuma u sjeverozapadnim Dinaridima Jugoslavije istražuje Prpić i dr. (1988). Grozdinska (1984), Pfeiffer (1985), Kalan & Šolar (1987) pokazuju svojim istraživanjima da veće koncentracije SO₂ u atmosferi utječu na povišen sadržaj sumpora u asimilacijskom aparatu. Ponekad veće koncentracije sumpora u lišću i iglicama ne uzrokuju vidljiva oštećenja, ako izvor nije SO₂.

Mikrobiološka aktivnost se smanjuje utjecajem kiselih kiša, dokazuju svojim istraživanjima Blaschke (1986), Agerer & Gronbach (1986) te Kreutzer & Zelles (1986). Rezultati Kreutzerovih istraživanja pokazuju da kisele kiše uzrokuju veće promjene u tlu. Ispiru se hraniva i koncentriraju aluminij u otopini tla. Glavač (1989) konstatira da se štete od polucija najprije pojavljuju na starim i jakim stablima bukve, na njihovim vrhovima i rubnim dijelovima. Prevladava mišljenje da su putevi od mjesta opskrbe korijena do mjesta potrošnje krošnje, kod ovako visokih stabala predugi. Autor predviđa da u budućnosti na području velikog zračnog onečišćenja neće biti stabala starijih od 50 godina. Na oslabljenim stablima uočavaju se redukcije broja listova i njihove veličine, češći urod sjemenja, intenzivno žučenje i rano opadanje lista, stvaranje većeg broja kratkih izbojaka i smanjenje visinskog prirasta.

Nagomilani problemi, vjekovni utjecaj na šume, onečišćenje zraka, tla i vode nusproizvodima industrije velika su opterećenja na funkcioniranje i vitalnost šumskih ekosistema. Ovim istraživanjima želimo prikazati prisutnost nekih aeropolutanata i njihov utjecaj na šumske ekosisteme.

VLASTITA ISTRAŽIVANJA-EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Metode rada- Arbeitsmethode

Nakon dogovora o uključenju SR Hrvatske i cijele SFRJ u "Anketu o umiranju šuma", koja se provodi u većem broju evropskih zemalja po metodi koju je izradila Komisija Evropske zajednice, Odjel za šume i uzgoj šuma, radi utvrđivanja intenziteta propadanja šuma, postavili smo osnovnu i bioindikacijsku mrežu točaka na terenu. Na presjecištu Gaus-Krügerova koordinatnog sustava u osnovnoj mreži (4 x 4 km) izabran je zadovoljavajući kvadrant, a zatim iskolčena pokusna ploha sa stranicama od 25 m i smjerom sjever - jug, istok - zapad. Na svakom uglu odabrali smo, prema uputama, 6 dominantnih i nuzgrednih stabala, što na jednoj plohi čini uzorak od 24 stabla. U mladim sastojinama (stabla ispod 10 cm prsnog promjera) također su iskolčene plohe i obilježena 24 najveća stabalca. Podatke s pokusnih ploha dobivene izmjerom ili motrenjem upisali smo u obrasce 1, 2, 3.

Na istraživanom je području na taj način obrađeno 178 pokusnih ploha (slika 5.).

Za utvrđivanje količine unesenih polutanata (Pb, Zn, Cu i S) te vrijednosti pH, odnosno osjetljivosti tala na utjecaj kiselina i akumuliranih polutanata u horizontu Of organskog pokrova tala i u horizontu Ah koristili smo se metodom "mikrostaništa".

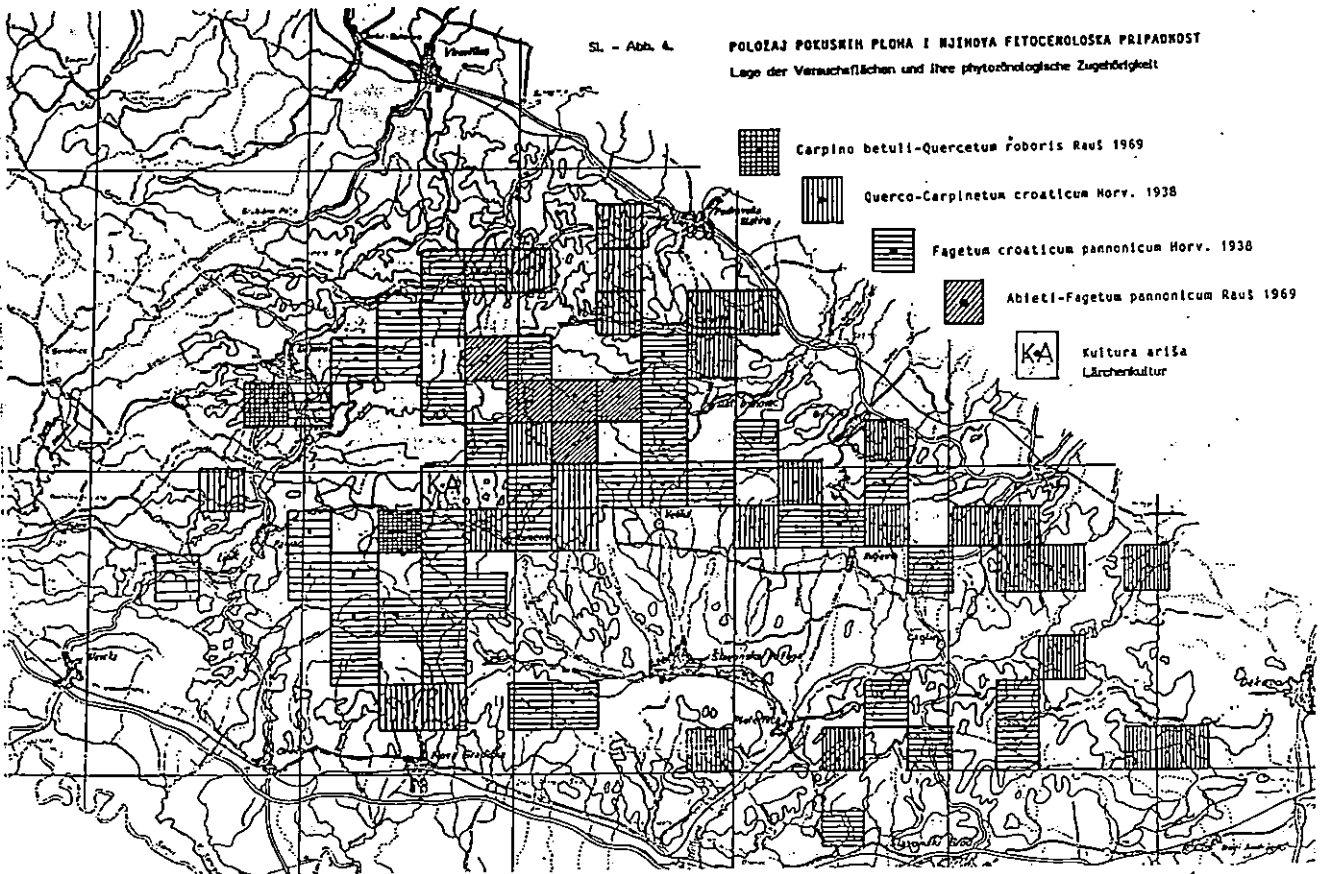
Ta metoda koju su opisali Gersper & Holowaychuk (1970, 1971), Glavač i dr. (1970), Koenies (1982), Glatzela i dr. (1983), Glavač & Koenies (1984), Jocheim (1985) i ostali, dobro indicira promjene u staništu koje su nastale utjecajem zračnih polutanata. Na svakoj pokusnoj površini u istraživanom području gdje se nalazilo dovoljno stabala obične bukve odabrano je po 10 bukovih stabala u dominantnoj etaži. Kod svakog stabla uzeli smo 4 uzorka (2 kod pridanka i 2 kontrolna - slika 6.). Kontrolne uzorke listinca i tla uzeli smo ispod najzaštićenijeg dijela od oborina, dakle ispod krošnje odabranog stabla 2 - 3 m udaljeno od pridanka. Uzorke pridanka uzeli smo s mjesta neposredno uz stablo gdje se slijevaju najveće količine oborina. Na taj način količine unesenih polutanata puno su veće u uzorcima pridanka, pa iz dobivenih razlika pH-vrijednosti možemo sa sigurnošću govoriti o prisutnosti "kiselih kiša" na određenom prostoru.

U otopini prosijanih i na zraku osušenih uzoraka izmjerene su vrijednosti pH u H₂O i n-KCl. Koncentracije olova, cinka i bakra, izražene u miligramima na 1 g uzorka izmjerene su atomabsorptionspektrometrom (PERKIN - ELMER 3030 S), u laboratoriju Šumarskog instituta - Jastrebarsko.

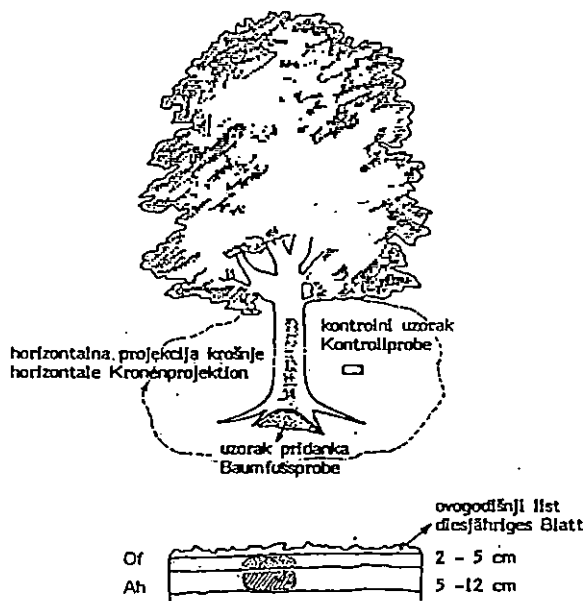
Kako nije bilo moguće metodu primijetiti na točkama na kojima bukva nije dovoljno zastupljena, uzorci su sakupljeni na 78 ploha od 178 spomenutih (slika 5.). Između tih 78 ploha izabrano je 12 pokusnih ploha različitih reljefnih karakteristika: jedna grupa pokusnih ploha odabrana je na grebenima i lokalitetima s najvećom nadmorskom visinom, a druge grupe nalaze se na glavnim sjevernim ili glavnim južnim ekspozicijama. Na njima su sakupljeni uzorci za kompletnu analizu tj. za mjerenje koncentracije polutanata.

Na tih 78 pokusnih površina prebrojeni su elementi pomlađivanja na iskolčenim plohama.

Rezultati popisa oštećenosti stabala nakon toga su obrađeni tako da je prvo utvrđivano stanje na cijelom području, a zatim su grupirane točke s obzirom na određene eko-



Seleković, Z.: Ujicaaj industrijskih poljanata na običnu bukvu (*Fagus sylvatica* L.) u šumskim ekosistemima slavonskoga gorja. Glas. šum. pokuse 27: 83-196, Zagreb, 1991.



SL - Abb. 6. Prikaz metode mikrostaništa - Darstellung der Methode des Microstandortes

loške i gospodarske faktore. Uzeti su u obzir ovi ekološki faktori: nadmorska visina, položaj (ekspozicija), biljna zajednica (asocijacija), vrsta geološke podloge i dubina tla. Pri grupiranju točaka po gospodarskim faktorima prvo su podijeljene sastojine na sastojine ispod i sastojine iznad taksacijske granice, a zatim s obzirom na uzgojni oblik, stupanj očuvanosti sastojine i način gospodarenja. Za sve te grupe točaka izračunate su relativne vrijednosti broja stabala u određenom stupnju oštećenja, i to za bukvu i hrast kitnjak kao najzastupljenije vrste na tom području te za ostale vrste šumskog drveća i na kraju ukupne vrijednosti.

Na analogan način je provedena i obrada rezultata mjerenja pH-vrijednosti. U obradu su uključene one plohe na kojima je mjerenje uspješno izvedeno na više od 6 stabala, tako da se ukupni podaci odnose na 74 plohe. Plohe su grupirane po istim principima kao i kod obrade popisa oštećenosti stabala, a izračunate su aritmetičke sredine i standardne devijacije vrijednosti pH za te grupe točaka. Testiranja razlika između pH-vrijednosti pridanaka i kontrola izvršena su t-testom.

Rezultate mjerenja koncentracija polutanata, s 12 ploha, grupirali smo s obzirom na glavnu ekspoziciju na južne, sjeverne te lokalitete na grebenima.

Pomlađivanje je obrađeno tako da su izračunate srednje vrijednosti broja elemenata pomlađivanja po hektaru s obzirom na biljnu zajednicu i gustinu sklopa, i to po vrstama drveća.

U statističkoj obradi rezultata za testiranje razlika u pH-vrijednostima koristili smo se uglavnom t-testom, a za testiranje razlika u broju oštećenih stabala na plohama testom proporcionalnosti.

Obrada podataka te statistička i grafička obrada obavljena je na kompjuteru Victor V286A, na Katedri za uzgajanje šuma.

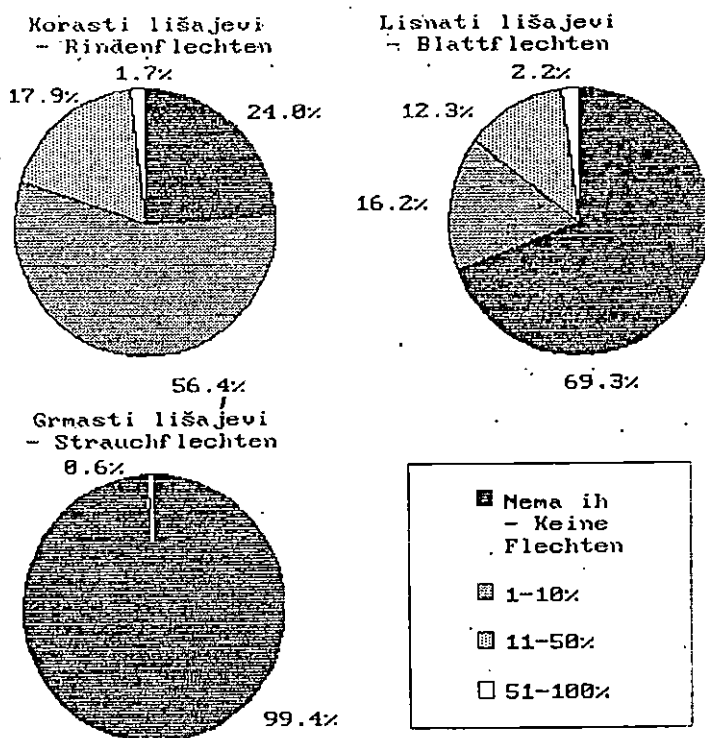
Rezultati istraživanja - Untersuchungsergebnisse

Zdravstveno stanje šumskih ekosistema - Gesundheitlicher Zustand von Waldökosystemen

Istraživano područje obuhvatili smo sa 178 točaka bioindikacijske, osnovne ili dopunske mreže Gauss-Krügerova koordinatnog sustava. Podatke s pokusnih ploha obradili smo prema četiri klimatogene šumske zajednice:

1. *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969
2. *Quercu-Carpinetum croaticum* Horv. 1938
3. *Fagetum croaticum pannonicum* Horv. 1938
4. *Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969

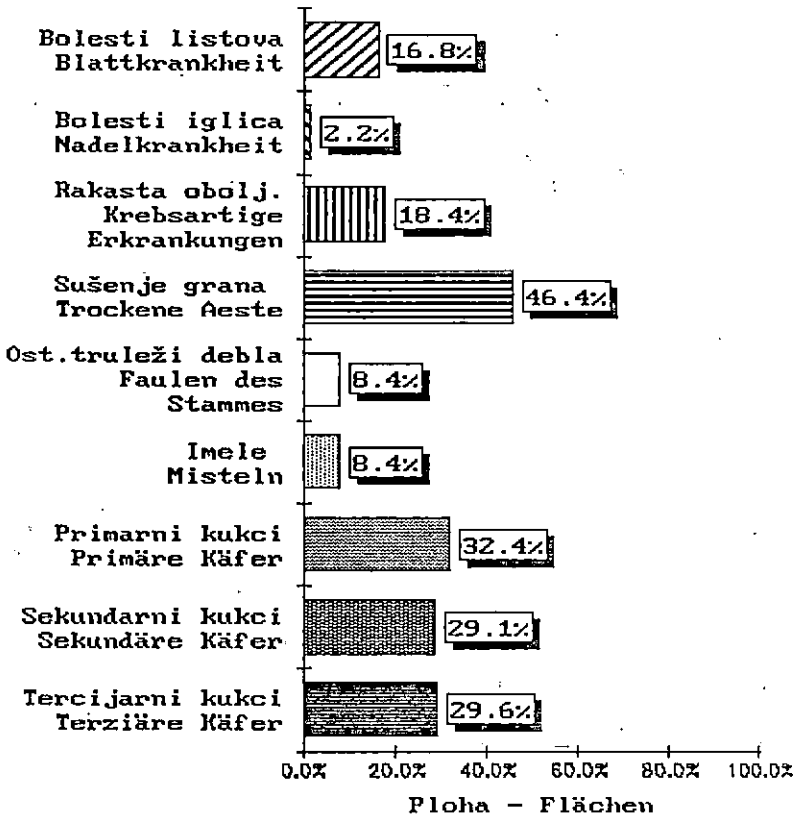
Iako su obična bukva i bukove sastojine, koje dominiraju istraživanim područjem, glavni objekt istraživanja, obradili smo i hrast kinjak, koji je dosta zastupljen i na kojemu se u zadnje vrijeme primjećuju veća oštećenja. Motrenja i mjerenja na oko 4000 stabala grupirana su po stupnjevima oštećenja s obzirom na različite faktore te su tablično i grafički prikazani.



Sl. - Abb. 7. Prisustvo lišajeva - pokrivenost debla - Anwesenheit von Flechten - Stammbedeckung

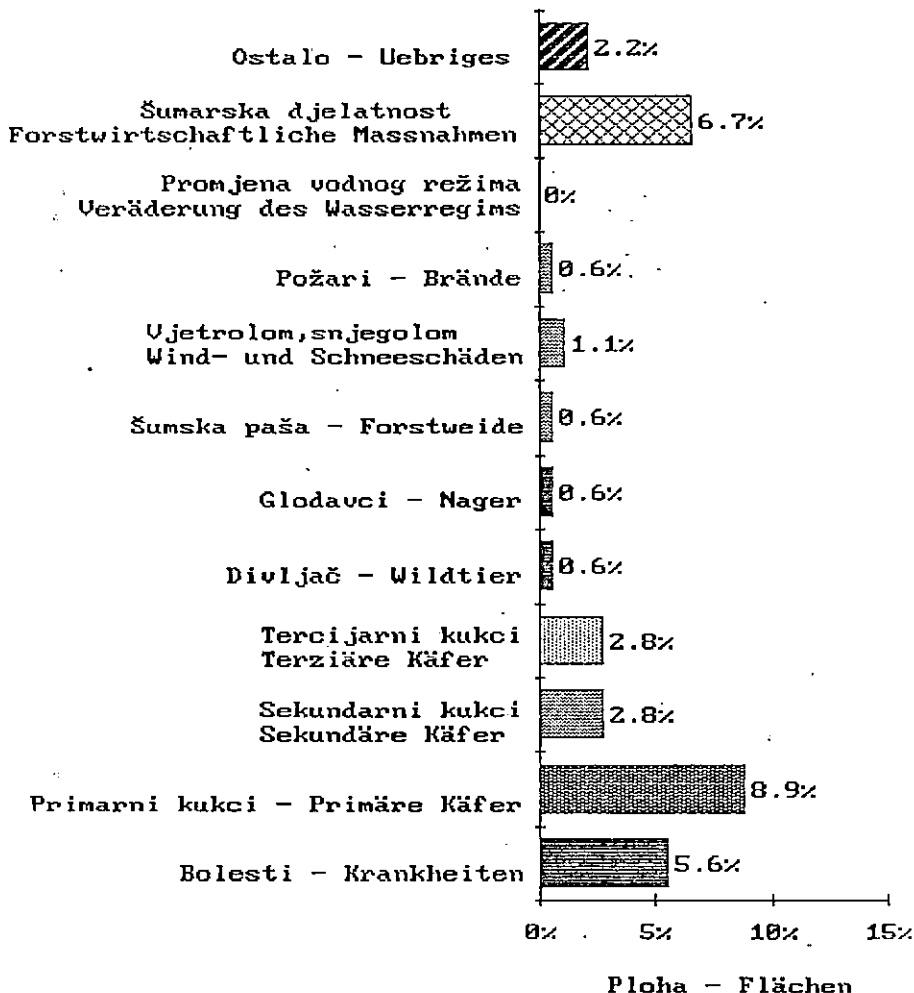
Anketom je obuhvaćeno praćenje prisutnosti korastih, lisnatih i grmastih lišajeva na taj način da smo registrirali njihovu visinu pojavljivanja, brojnost i pokrivanje. U slici 1. prikazujemo sve tri vrste lišajeva i njihovu pokrovnost na deblu. Analizom dobivenih rezultata vidimo da je prisutnost grmastih lišajeva zanemariva. Lisnatih lišajeva nalazimo nešto više (30.7%), a najčešće se pojavljuju korasti lišajevi (76%). Učestalija pojava korastih lišajeva karakterizirana je malom pokrovnošću, prevladavaju stabla s pokrovnošću do 10%, dok je stabla s pokrovnošću većom od 50% svega 1.7%. Smanjena prisutnost lišajeva upozorava na povećano onečišćenje zraka (B a r b a l i ć, 1979). Lišajaska flora, promatrana na vrstama drveća koje se nalaze u arealu svoje prirodne rasprostranjenosti, dobar je pokazatelj stupnja čistoće. Najveću dijagnostičku vrijednost imaju grmasti, a zatim lisnati lišajevi, njihovo izostajanje sa stabala upozorava na veći stupanj onečišćenja zraka.

Prisutnost značajnih bolesti šumskog drveća i štetnih kukaca na istraživanom području nije tako intenzivno obrađena. Registrirano je samo njihovo postojanje ili nepostojanje na stablima uže okoline pokusnih ploha. Rakasta oboljenja jače su zastupljena, a ona su još prije 20-ak godina bila naglašen problem u gospodarenju bukovim sastojina-



Sl. - Abb. 8. Prisustvo značajnih bolesti - Anwesenheit bedeutender Krankheiten

ma. Najveći dio te vrste oboljenja nalazi se na granama u krošnji. Tu nailazimo i na većinu suhih grana koje su karakteristične za velik broj stabala. Interesantno je da se grančice i grane suše na onim mjestima u krošnji gdje su svjetlosni uvjeti za njihov razvoj povoljni, što nas također upozorava na smanjenu vitalnost stabala. Veličine oštećenja sastojina različite su prema uzrocima oštećenja. Najveće štete izazvali su primarni kukci. Najmanje oštećenja nastaje od šumskih požara, paše, glodavaca i divljači, a nešto jače uočavamo štete od vjetra i snijega. Relativno velika oštećenja uzrokovana su raznim šumarskim djelatnostima. Najviše ozljeda nastalo je nesmotrenim rukovanjem strojevima pri iskorišćivanju šuma.



Sl. - Abb. 9. Veličina oštećenja sastojine prema uzrocima oštećenja (postotak ploha na kojima je ovim uzrocima oštećeno više od 10% površine sastojine) - Stärke der Bestandesschädigung nach Schadensursachen (Prozentanteil der Flächen, bei denen mehr als 10% des Bestandes von den aufgeführten Verursachern betroffen sind)

Rezultate istraživanja osutosti i požutjelosti lišća te odumiranja vitalnih dijelova stabala obične bukve, hrasta kitnjaka i ostalih vrsta drveća prikazujemo u tablicama i histogramima.

Promatrajući intenzitet požutjelosti s obzirom na nadmorsku visinu, uočavamo na slici 10. ovo:

Najviše požutjelih stabala obične bukve nalazimo na nadmorskoj visini između 200 i 300 metara. Tu je i najviše oštećenih stabala prvog stupnja, iako je njihova prisutnost registrirana u svim visinskim pojasima, osim onog iznad 700 m n.v. Požutjelih stabala drugog stupnja nalazimo na podnožju i između 500 i 600 m n.v. Intenzivno požutjela stabla obične bukve nisu registrirana ni u jednom pojasu. Mnogo veći postotak požutjelih stabala je kod hrasta kitnjaka. U pojasu gdje se masovno pojavljuje najugroženija područja su između 200 i 300 m n.v. Čak 24.4% stabala je prvog intenziteta požutjelosti, 4.4 % u drugom i značajnih 1.7% u najintenzivnijem stupnju požutjelosti. U višem pojasu 400 - 600 m vitalnost stabala hrasta kitnjaka što se tiče požutjelosti nešto je bolja, ali ipak nailazimo na stabla svih intenziteta požutjelosti. Interesantna je pojava velikog broja stabala ostalih vrsta u drugom stupnju požutjelosti na nadmorskoj visini 600 - 700 m.

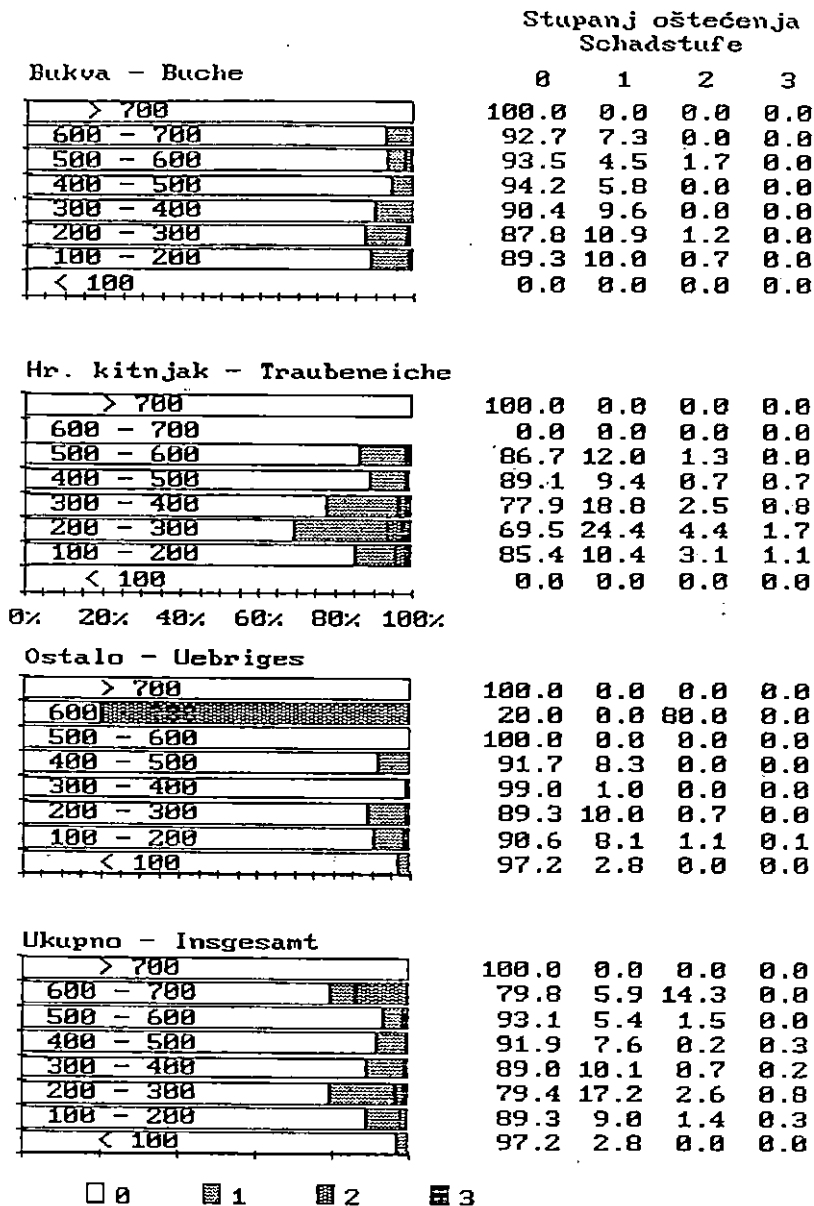
Najveća osutnost obične bukve prisutna je u pojasu 400 - 600 m n.v., gdje je na oko 21% stabala registrirano jače ili slabije opadanje lišća (slika 11). U pojasu između 500 - 600 m n.v. čak 9% stabala ima srednje prozirnju krošnju (gubitak lišća 26-60%).

Povećana prozirnost krošanja obične bukve prisutna je i u nižim pojasima gdje nailazimo na stabla najvećeg stupnja oštećenja. Najveću prozirnost krošanja hrasta kitnjaka susrećemo u pojasu između 200 - 300 m gdje je samo 66% stabala normalno guste krošnje.

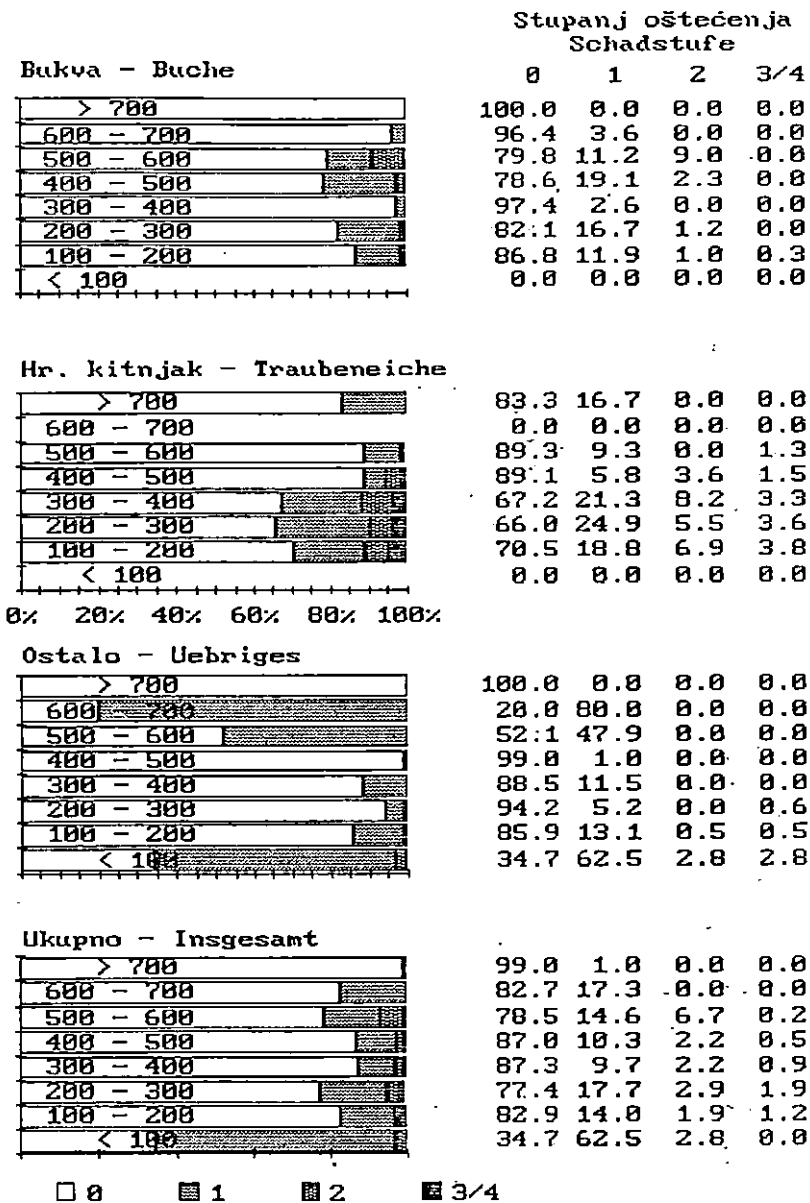
Odumiranje prisutnih vegetacijskih organa (slika 12) najizrazitije je u pojasu 200 - 300 m n.v. Čak na 32.8% stabala obične bukve primijećena je minimalna nekrotičnost. Izrazita nekrotičnost najintenzivnija je u pojasu 400 - 500 m n.v., a stabla s jakim ili vrlo jakim odumiranjem nalazimo najviše na nadmorskim visinama 300 - 400 m. Kod hrasta kitnjaka općenito pojavu nekrotičnosti najviše nalazimo u pojasu 200 - 300 m, a tu su registrirana i jača odumiranja u višim stupnjevima. Uspoređujući podatke odumiranja s obzirom na nadmorsku visinu, uočava se da su stabla hrast kitnjaka više ugrožena od stabala obične bukve.

Promatrajući požutjelost stabala hrasta kitnjaka i obične bukve u različitim šumskim zajednicama, vidimo da je bukva zdravija u bukovim zajednicama, a hrast kitnjak u kitnjakovim zajednicama (slika 13). Općenito primjećujemo značajniju požutjelost hrasta kitnjaka u odnosu na običnu bukvu. I kod osutosti s obzirom na šumske zajednice (slika 14) slična je situacija kao i kod požutjelosti. Vitalnija su stabla hrasta kitnjaka i obične bukve u "njihovim" staništima. Jače su prorijeđene krošnje hrasta kitnjaka, i to naročito u području gorske bukove šume, gdje nailazimo na 4.2% stabala s jako ili vrlo jako prozirnju krošnjom. Također je uočljiva jača osutost bukve u bukovo-jelovoj šumi. To se također odnosi i na odumiranje, (slika 15), ali je veliko odumiranje dijelova stabala bukve prisutno i u gorskoj bukovoj šumi, 10% više nego što se suše u šumi hrasta kitnjaka i običnoga graba. Iako je kod čak 50% stabala hrasta kitnjaka primijećena nekrotičnost ipak je njihovo zdravstveno stanje s obzirom na odumiranje bolje u šumi hrasta kitnjaka i običnoga graba.

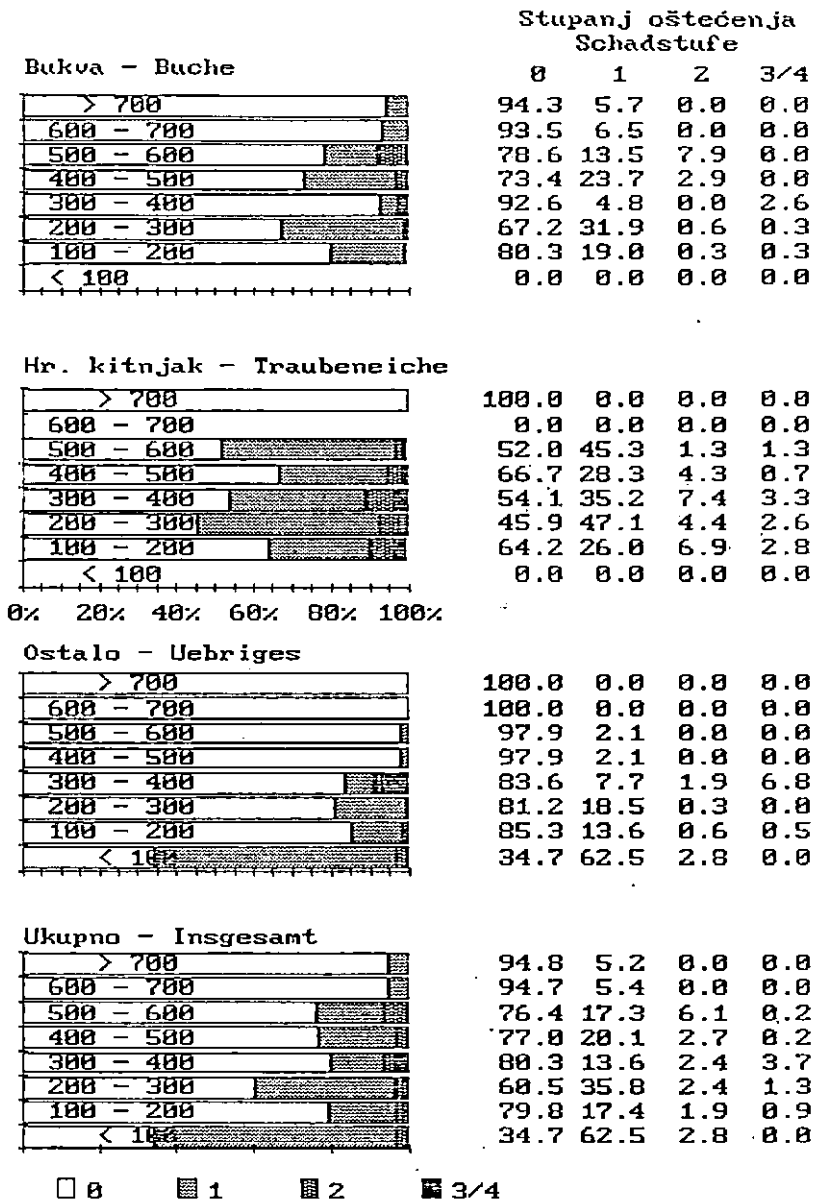
Požutjelost stabala obične bukve najintenzivnija je na ravnim položajima i istočnim ekspozicijama (slika 16). Stupanj požutjelosti, a i postotak požutjelih stabala je ma-



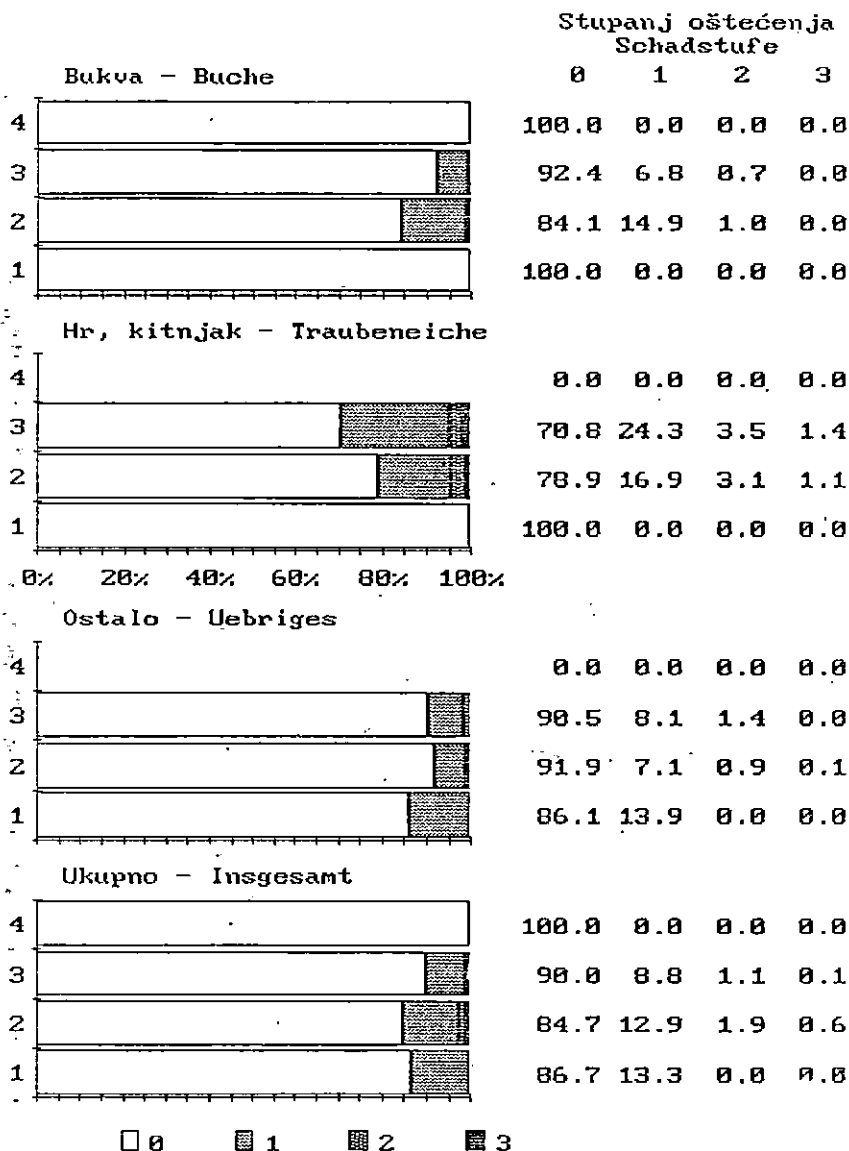
Sl. - Abb. 10. Požutjelost stabala po nadmorskim visinama - Gelbfärbung der Bäume je nach Höhe über dem Meeresspiegel



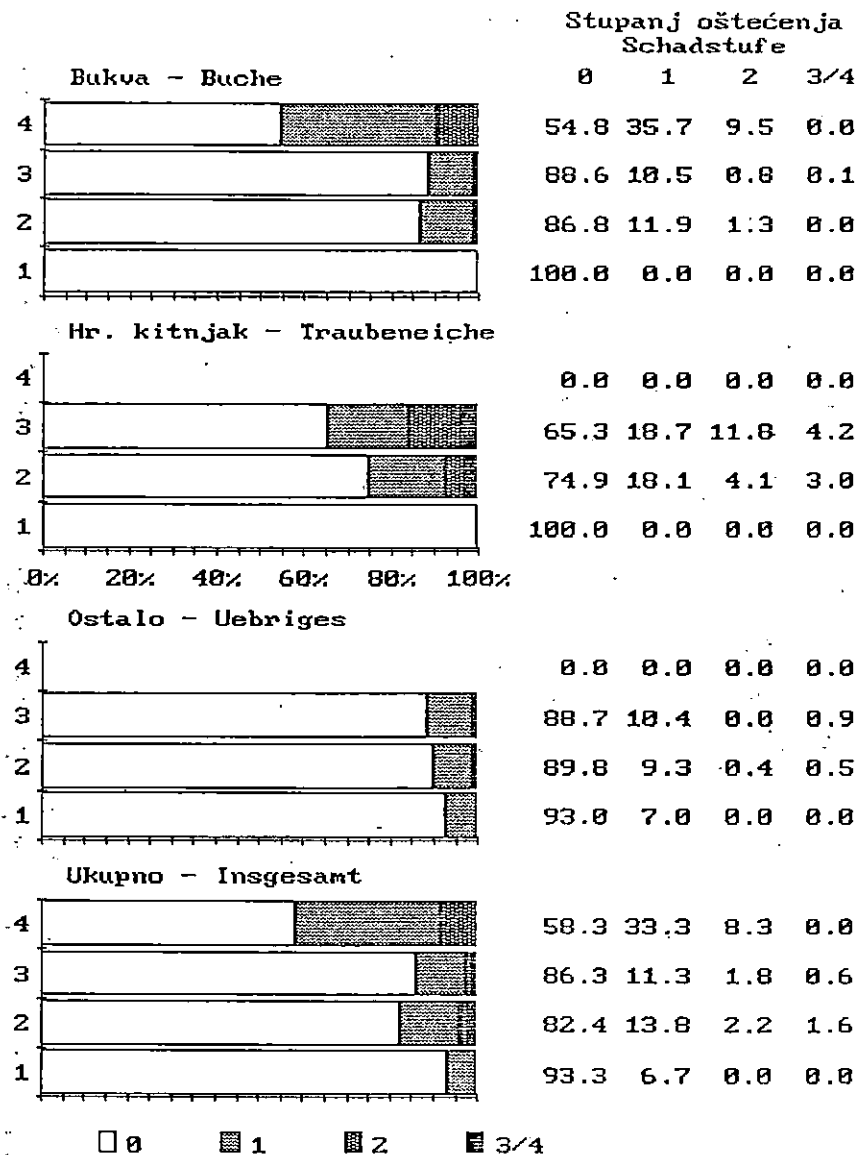
Sl. - Abb. 11. Osutost stabala po nadmorskim visinama - Schütte je nach Höhe über dem Meeresspiegel



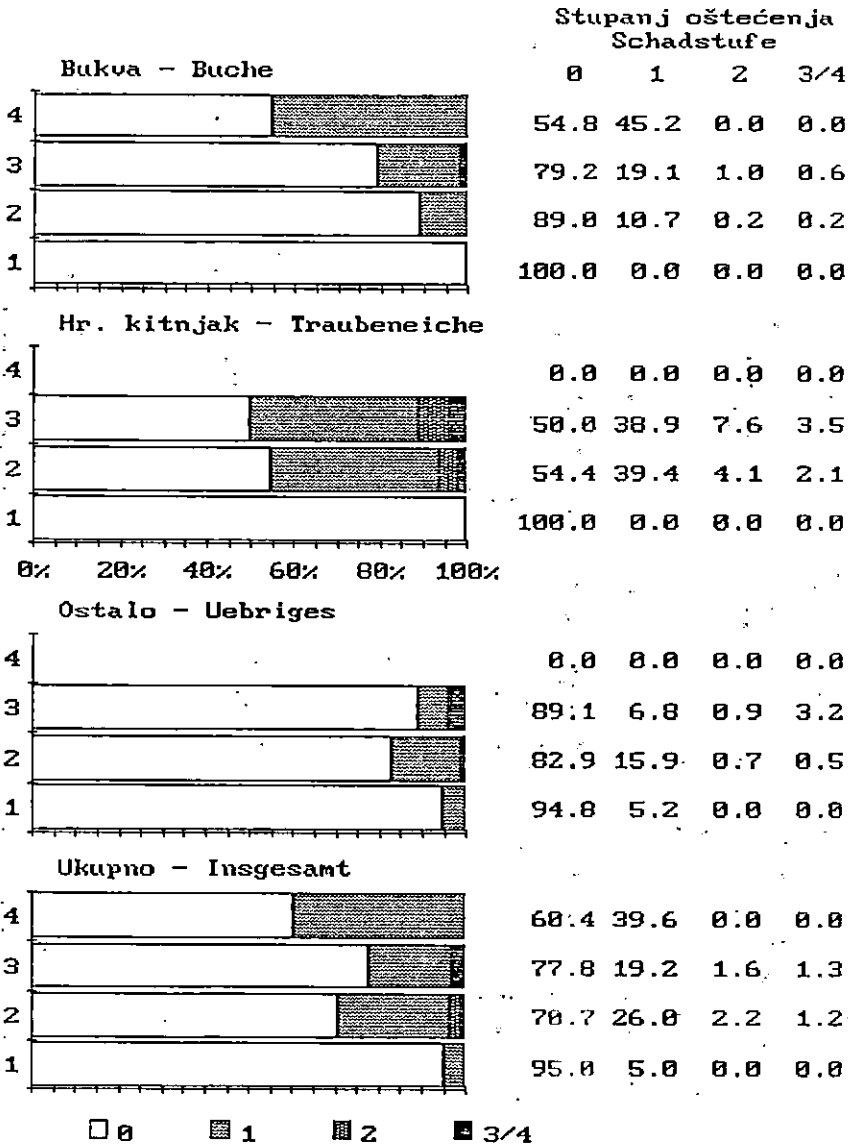
Sl. - Abb. 12. Odumiranje stabala po nadmorskim visinama - Baumsterben je nach Höhe über dem Meeresspiegel



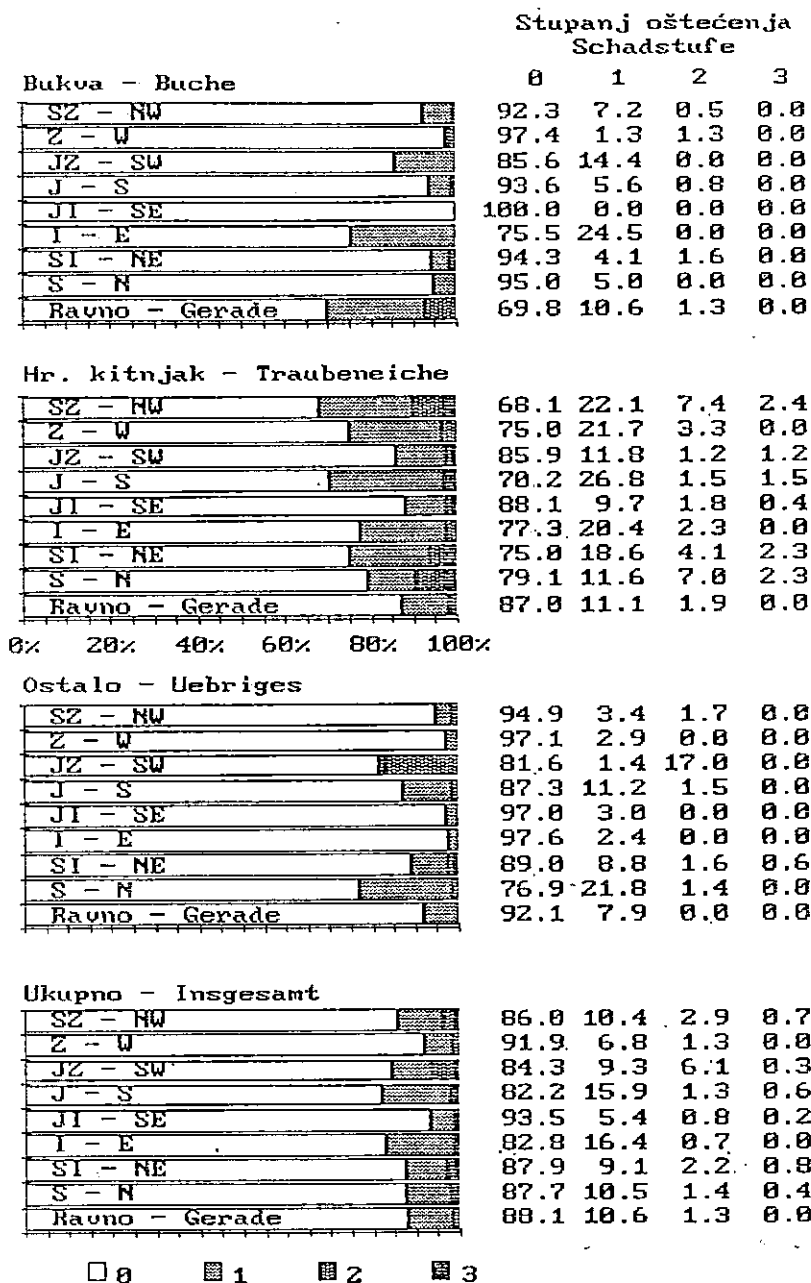
Sl. - Abb. 13. Požutjelost stabala po asocijacijama - Gelbfärbung der Bäume je nach Assoziation. 1 = *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969; 2 = *Quercu-Carpinetum croaticum* Horv. 1938; 3 = *Fagetum croaticum pannonicum* Horv. 1938; 4 = *Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969.



Sl. - Abb. 14. Osutost stabala po asociacijama - Schütte je nach Assoziation. 1 = *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969; 2 = *Quercu-Carpinetum croaticum* Horv. 1938; 3 = *Fagetum croaticum pannonicum* Horv. 1938; 4 = *Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969.



Sl. - Abb. 15. Odumiranje stabala po asocijacijama - Baumsterben je nach Assoziation. 1 = *Carpino betuli-Quercetum roboris* Rauš 1969; 2 = *Quercu-Carpinetum croaticum* Horv. 1938; 3 = *Fagetum croaticum pannonicum* Horv. 1938; 4 = *Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969.



SL - Abb. 16. Požutjelost stabala po ekspozicijama - Gelbfärbung je nach Exposition

len. Veću požutjelost uočavamo kod stabala hrasta kitnjaka, i to naročito na sjeverozapadnim i južnim ekspozicijama, gdje nalazimo stabla sa svim stupnjevima požutjelosti. Što se tiče osutosti krošnje bukovih stabala, ona je također najizrazitija na ravnim položajima, gdje nalazimo čak 5.5% stabala jako ili vrlo jako prozirne krošnje (slika 17). Još su veća osipanja na krošnjama hrasta kitnjaka s obzorm na ekspoziciju. Na sjeveroistočnim ekspozicijama utvrđeno je osipanje na najvećem broju stabala hrasta kitnjaka, dok je osipanje najvećeg intenziteta, drugog i trećeg stupnja oštećenja, utvrđeno na sjevernim i sjeverozapadnim ekspozicijama. Odumiranje pojedinih dijelova krošnje na stablima obične bukve najviše je izraženo na jugozapadnim ekspozicijama, a stabla s jačim intenzitetom nekrotičnosti najviše je na ravnim položajima (slika 18). I taj se oblik oštećenja uočava više na stablima hrasta kitnjaka. Na južnim ekspozicijama pojava nekroze zabilježena je na 74,6% stabala i zastupljeni su svi intenziteti odumiranja. Također je značajna pojava odumiranja i na ravnim položajima.

Klorotičnost asimilacijskih organa obične bukve najviše je prisutna na nekarbonatno-neutralnoj geološkoj podlozi, gdje je registrirano 16% stabala izrazite požutjelosti (slika 19). Na istim geološkim podlogama hrast kitnjak pokazuje veću požutjelost. Stabala s neizrazitom klorotičnošću ima 21.3%. Na karbonatnoj geološkoj podlozi požutjelost je zahvatila 31% stabala hrasta kitnjaka, a stabala s jačom požutjelošću nalazimo na karbonatnoj i nekarbonatno kiseloj geološkoj podlozi.

Oсутost bukovih stabala izrazita je na nekarbonatno-kiseloj geološkoj podlozi, a stabla kitnjaka izgubila su najviše lista na karbonatnoj podlozi (slika 20). Jako puno prozirnih stabala hrasta kitnjaka (5.9%) nalazimo na nekarbonatnoj geološkoj podlozi kisele reakcije.

Vrlo velika oštećenja bukovih stabala u smislu odumiranja postojećih vegetacijskih organa prisutna su također na nekarbonatno-neutralnoj podlozi (slika 21). Samo 21.8% stabala nije zahvaćeno ovom pojavom koja je u velikoj mjeri prisutna i na karbonatnoj podlozi. S obzirom na dubinu ekološkog profila tla oštećenja su manje naglašena (slika 22). Stabla obične bukve najviše su ugrožena u srednje dubokim tlima, a hrast kitnjak na dubokim tlima. Upravo na tim dubinama ekološkog profila tla pojačano je djelovanje kiselina zbog smanjenja organske tvari. Prateći osutost (slika 23) i odumiranje (slika 24) asimilacijskog dijela, ono je izrazitije s obzirom na dubinu tla nego požutjelost. Naročito se to odnosi na velik udio srednje ili jake nekrotičnosti stabala hrasta kitnjaka na dubokim tlima.

Promatrajući oštećenost stabala u različitim uzgojnim oblicima, možemo zaključiti da su s obzirom na požutjelost (slika 25) najviše ugrožene panjače hrasta kitnjaka, da je osutost (slika 26) najintenzivnija u starim panjačama hrasta kitnjaka, a odumiranje (slika 27) također je najviše prisutno u panjačama hrasta kitnjaka. Prosječno najviše nekrotičnih stabala ima u mladim panjačama, a stabala s jakim ili vrlo jakim intenzitetom nekrotičnosti u starim panjačama.

U pogledu očuvanosti sastojina najintenzivniju požutjelost stabala obične bukve nalazimo u izmijenjenim starim sastojinama, (slika 28), a to su sastojine djelomično narušene strukture. Hrast kitnjak također je najviše klorotičan u izmijenjenim starim sastojinama, i to u puno većem broju nego obična bukva. Naročito se zapaža relativno jača prisutnost stabala hrasta kitnjaka s velikom požutjelošću. Osutost bukovih stabala najveća je u očuvanim mladim sastojinama (slika 29), gdje nalazimo čak 27.5% stabala sa srednje prozirnomo krošnjom. Još je lošije stanje kod hrasta kitnjaka. U izmijenjenim, dakle jako narušenim starim sastojinama na 53.9% stabala hrasta kitnjaka pojavljuje se

Stupanj oštećenja

Schadstufe
0 1 2 3/4

Stupanj oštećenja	S2 - NW	Z - W	J2 - SW	J - S	J1 - SE	I - E	SI - NE	S - N	Ravno - Gerade
0	86.1	12.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	84.5	13.3	1.7	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0
2	88.1	11.1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0
3/4	99.2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0
	84.8	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	88.0	10.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	77.7	12.6	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	86.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Bukva - Buche

Hr. Kitnjak - Traubeneiche

0% 20% 40% 60% 80% 100%

Stupanj oštećenja	S2 - NW	Z - W	J2 - SW	J - S	J1 - SE	I - E	SI - NE	S - N	Ravno - Gerade
0	66.9	21.5	6.1	5.5	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	83.5	9.4	4.7	2.4	67.8	21.9	5.4	4.9	0.0
2	73.0	20.8	4.4	1.8	73.0	20.8	4.4	1.8	0.0
3/4	84.9	8.3	3.8	3.0	84.9	8.3	3.8	3.0	0.0
	62.2	29.7	5.8	2.3	62.2	29.7	5.8	2.3	0.0
	69.8	19.8	7.0	3.5	69.8	19.8	7.0	3.5	0.0
	81.5	13.0	0.0	5.5	81.5	13.0	0.0	5.5	0.0

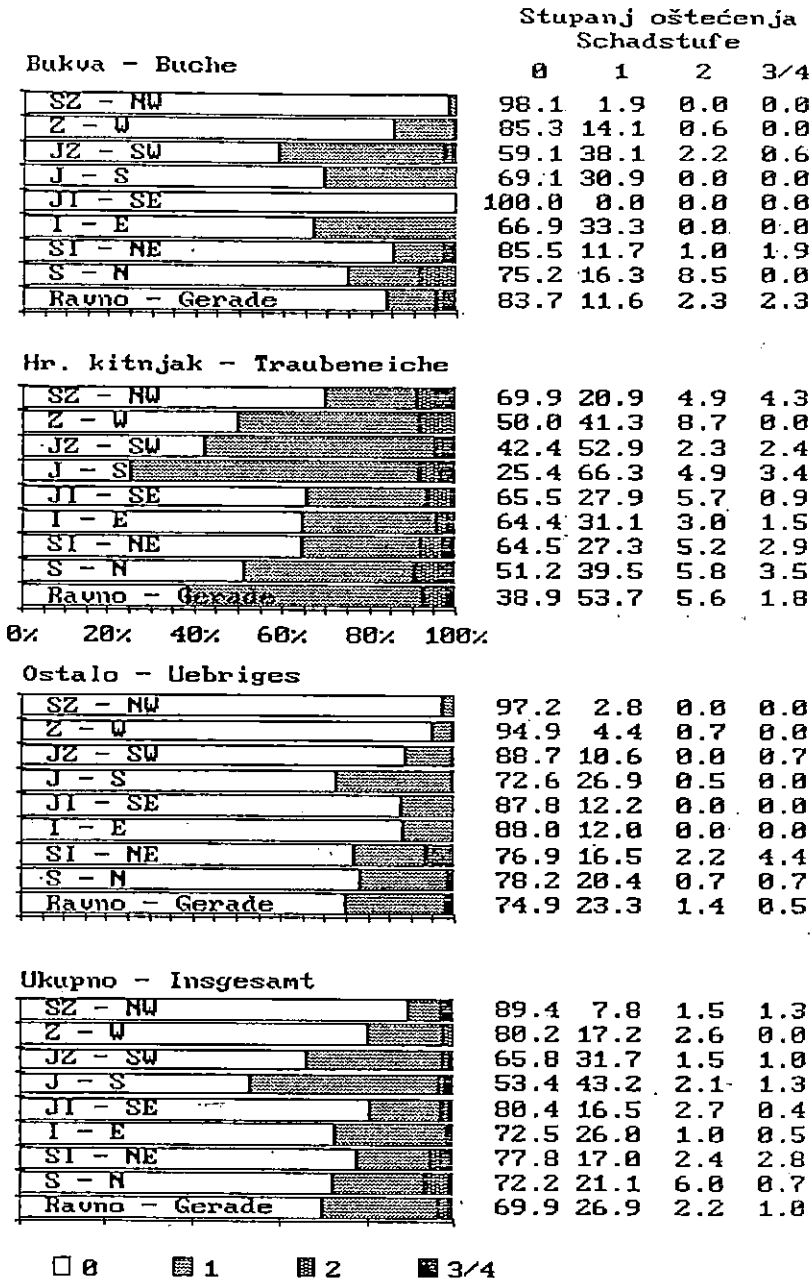
Ostalo - Uebriges

Stupanj oštećenja	S2 - NW	Z - W	J2 - SW	J - S	J1 - SE	I - E	SI - NE	S - N	Ravno - Gerade
0	98.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	94.1	5.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	78.7	20.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4	74.9	23.3	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	82.2	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	67.2	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	81.6	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	94.0	3.8	0.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	79.6	19.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	74.9	23.3	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

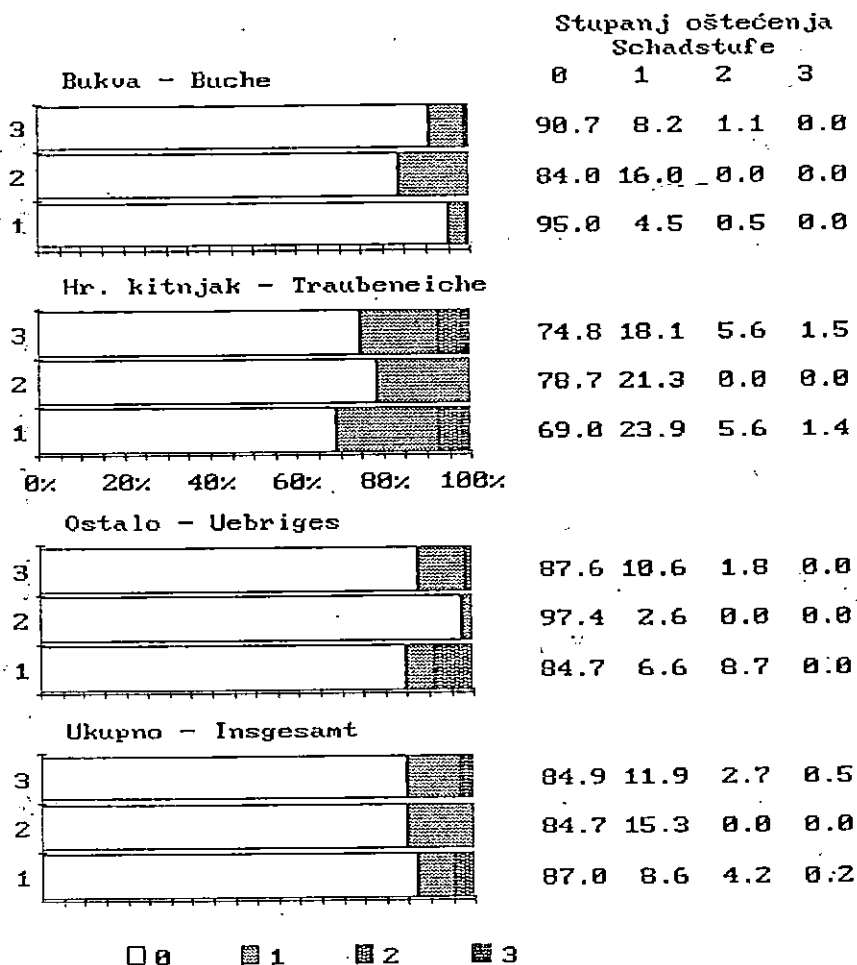
Ukupno - Insgesamt

Stupanj oštećenja	S2 - NW	Z - W	J2 - SW	J - S	J1 - SE	I - E	SI - NE	S - N	Ravno - Gerade
0	84.5	11.5	2.4	1.6	15.0	1.7	1.0	1.0	1.6
1	87.2	9.6	3.1	0.0	15.0	1.7	1.0	1.0	1.6
2	78.0	17.8	2.3	1.9	19.0	2.1	0.8	0.8	1.2
3/4	77.6	19.9	1.3	1.2	19.9	2.1	0.8	0.8	1.2
	83.0	14.0	1.2	1.0	14.0	1.2	1.0	1.0	1.1
	83.0	13.7	2.2	1.1	13.7	2.2	1.1	1.1	1.1
	77.0	15.5	6.3	0.7	15.5	6.3	0.7	0.7	0.7
	77.6	19.9	1.3	1.2	19.9	2.1	0.8	0.8	1.2

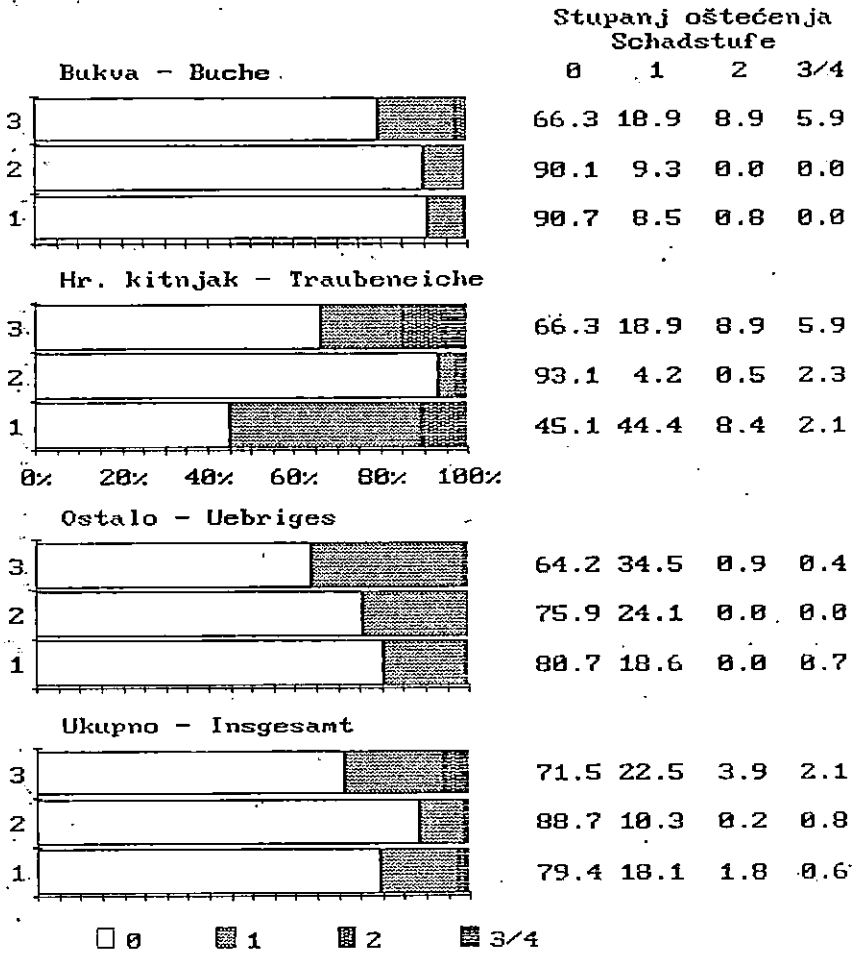
Sl. - Abb. 17. Osnovna tabala po ekspozičijama - Schütze je nach Exposition



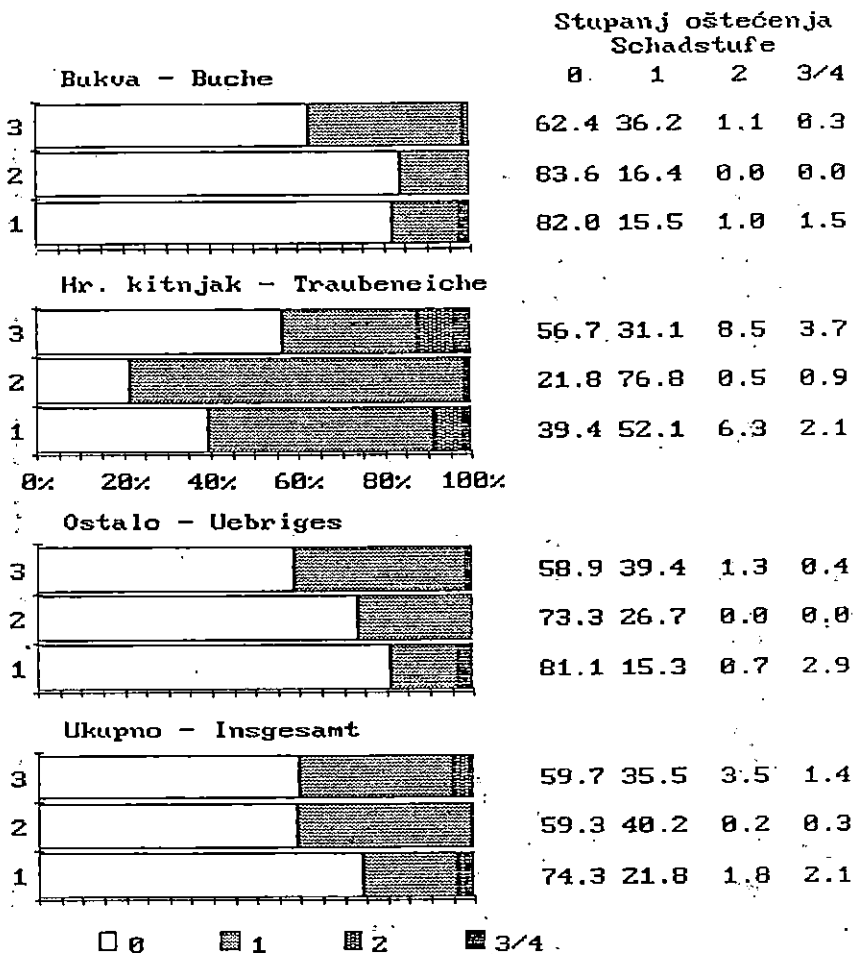
Sl. - Abb. 18. Odumiranje stabala po ekspozicijama - Baumsterben je nach Exposition



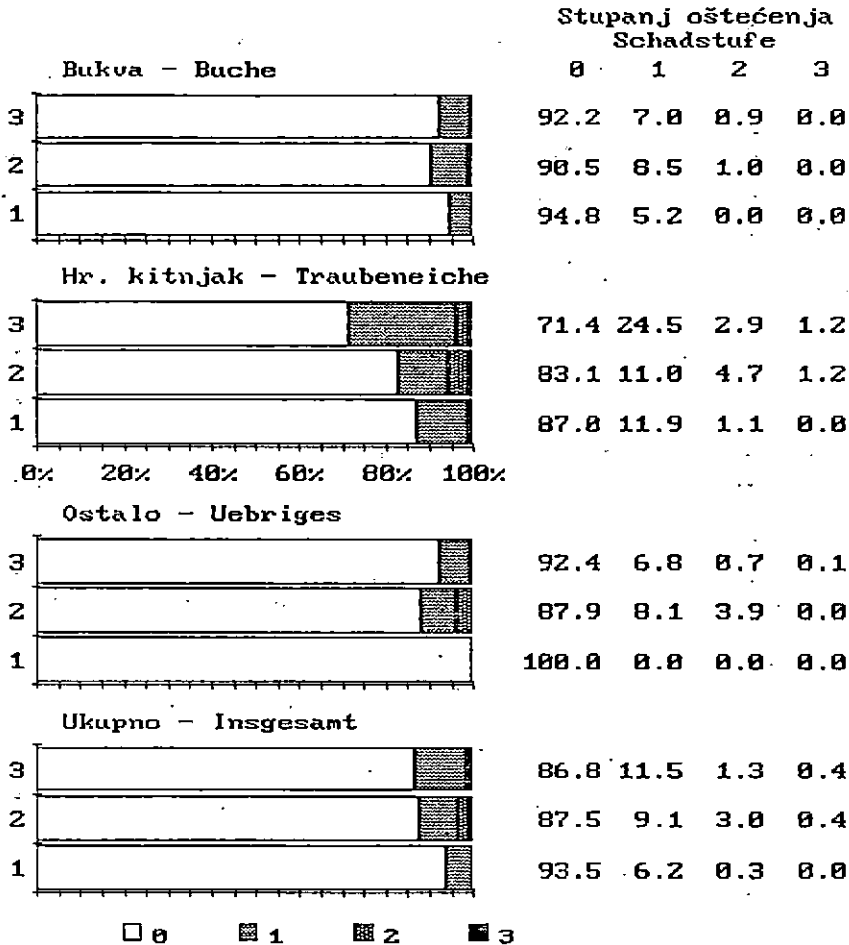
Sl. - Abb. 19. Požutjelost stabala po geološkoj podlozi - Gelbfärbung je nach geologischer Grundlage. 1 = Karbonatna - Karbonat; 2 = Nekarbonatno neutralna - Nichtkarbonat - neutral; 3 = Nekarbonatno kisela - Nichtkarbonat - sauer



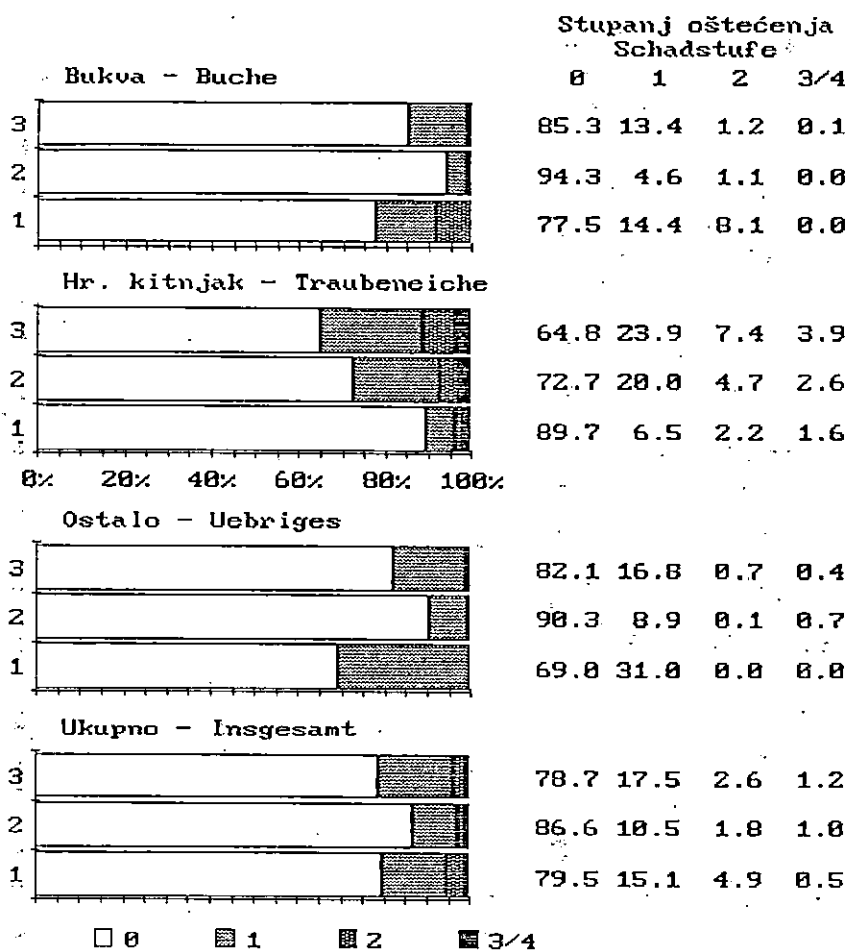
Sl. - Abb. 20. Osutost stabala po geološkoj podlozi - Schütte je nach geologischer Grundlage. 1 = Karbonatna - Karbonat; 2 = Nekarbonatno neutralna - Nichtkarbonat - neutral; 3 = Nekarbonatno kisela - Nichtkarbonat - sauer



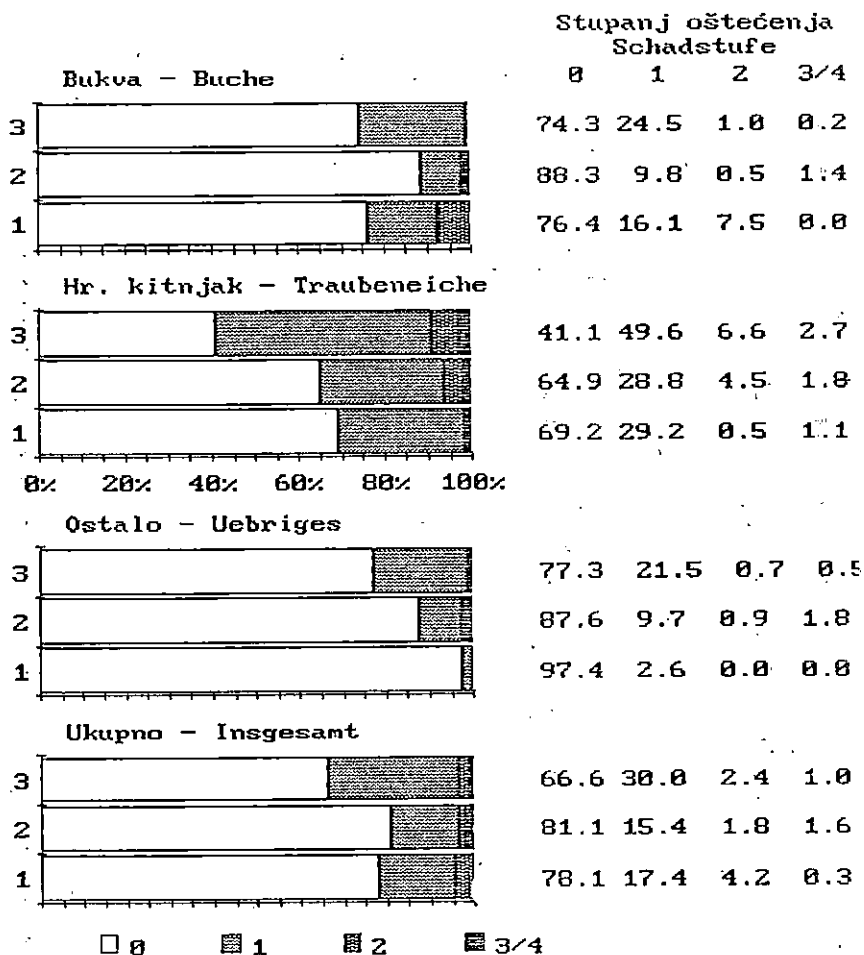
Sl. - Abb. 21. Odumiranje stabala po geološkoj podlozi - Baumsterben je nach geologischer Grundlage. 1 = Karbonatna - Karbonat; 2 = Nekarbonatno neutralna - Nichtkarbonat - neutral; 3 = Nekarbonatno kisela - Nichtkarbonat - sauer



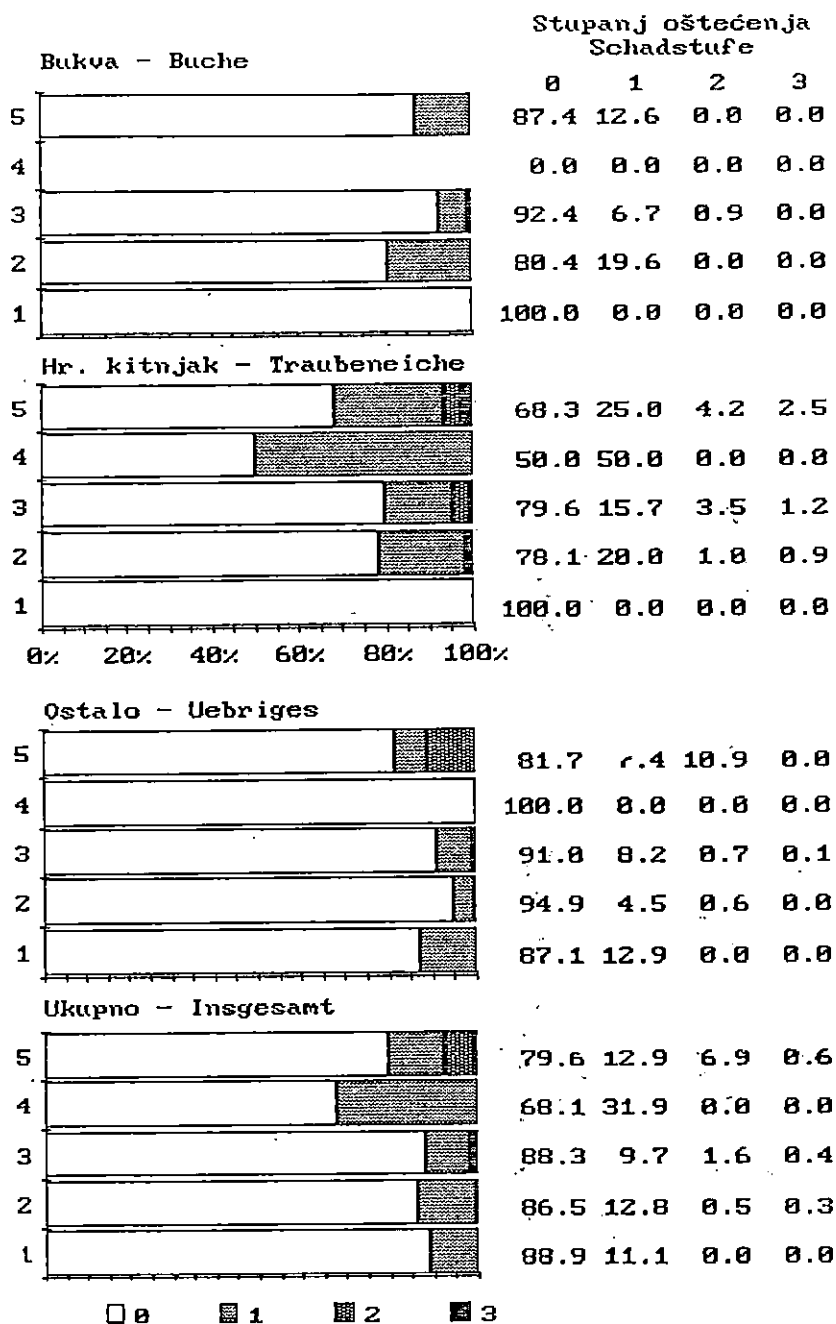
Sl. - Abb. 22. Požutjelost stabala po dubini tla - Gelbfärbung je nach Bodentiefe. 1 = Plitko - Seicht; 2 = srednje duboko - Mittelmässig tief; 3 = Duboko - Tief



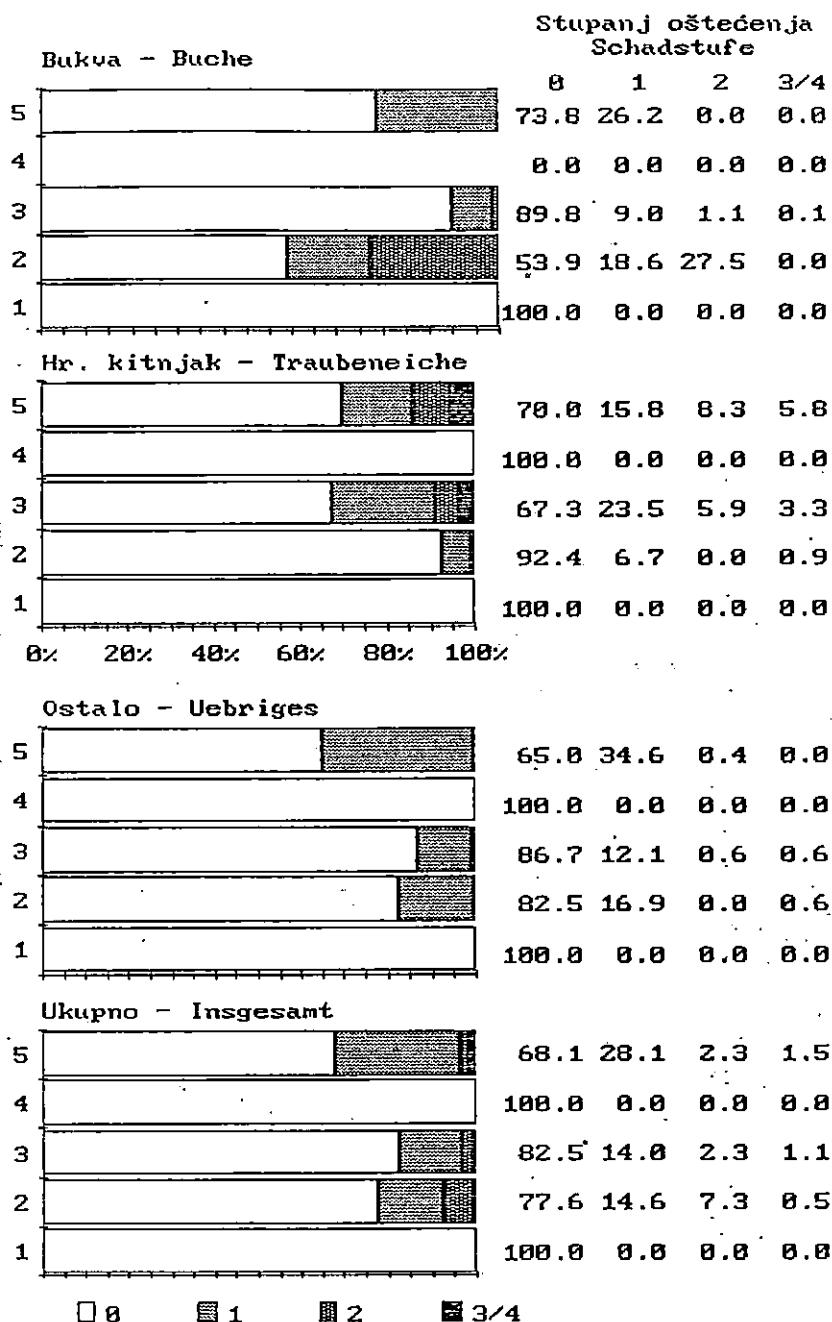
SL - Abb. 23. Osutost stabala po dubini tla - Schütte je nach Bodentiefe. 1 = Plitko - Seicht; 2 = srednje duboko - Mittelmässig tief; 3 = Duboko - Tief



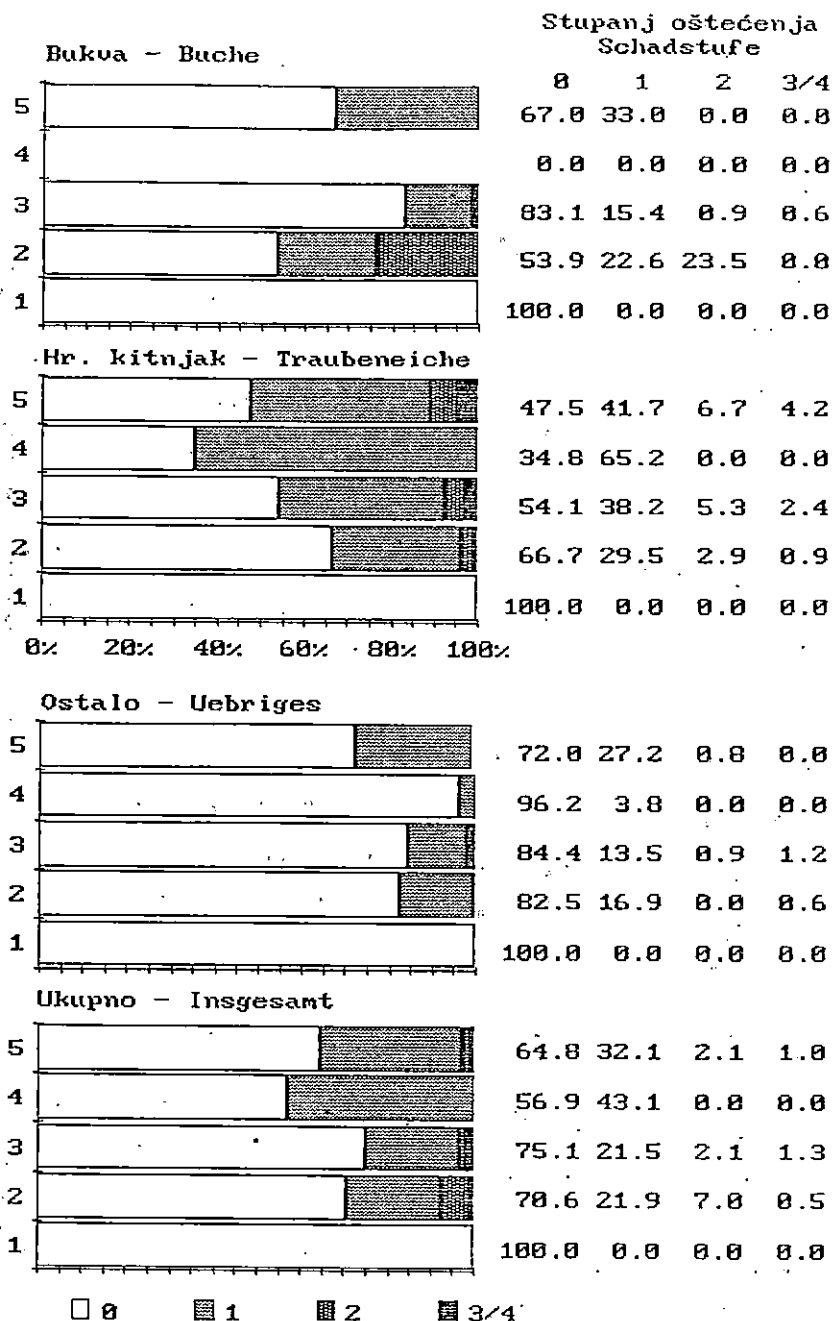
Sl. - Abb. 24. Odumiranje stabala po dubini tla - Baumsterben je nach Bodentiefe. 1 = Plitko - Seicht; 2 = Srednje duboko - Mittelmässig tief; 3 = Duboko - Tief



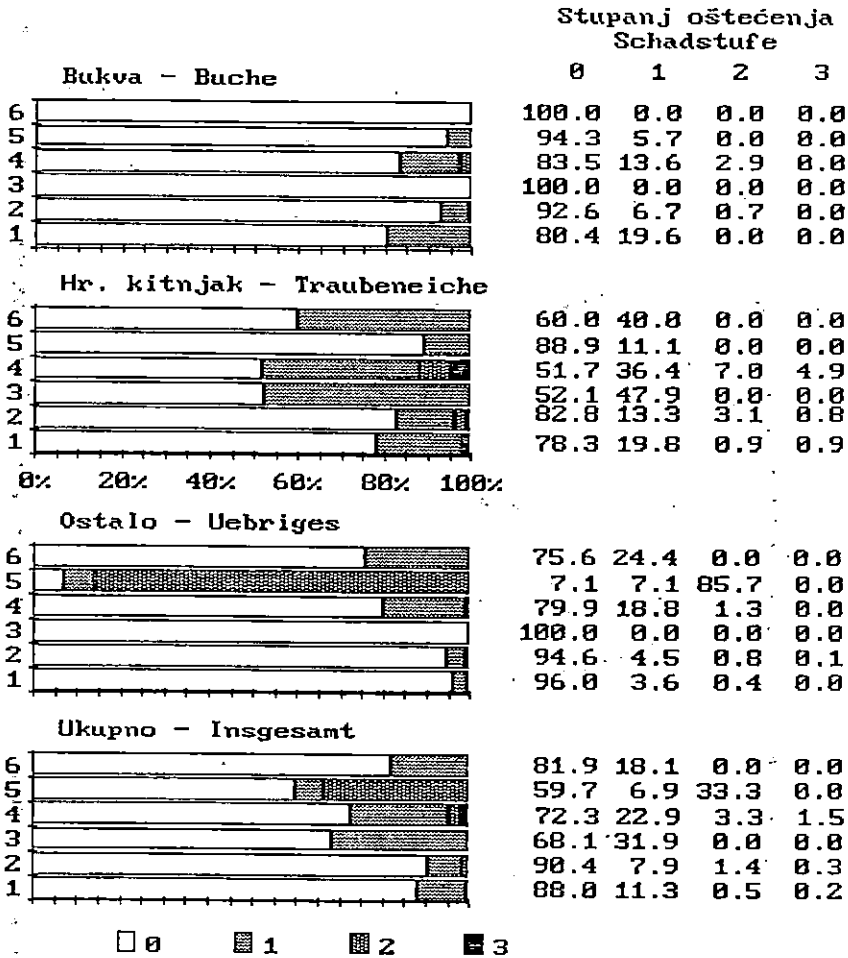
Sl. - Abb. 25. Požutjelost stabala po uzgojnim oblicima - Gelbfärbung je nach Waldbaumethode. 1 = Prašume, prebome i raznodobne šume - Urwälder, Plenterwälder und verschiedenaltrige Wälder; 2 = Jednodobne mlade šume - Gleichaltrige junge Wälder; 3 = Jednodobne stare šume - Gleichaltrige alter Wälder; 4 = Panjače mlade - Junge Ausschlagswälder; 5 = Panjače stare - Alte Ausschlagswälder



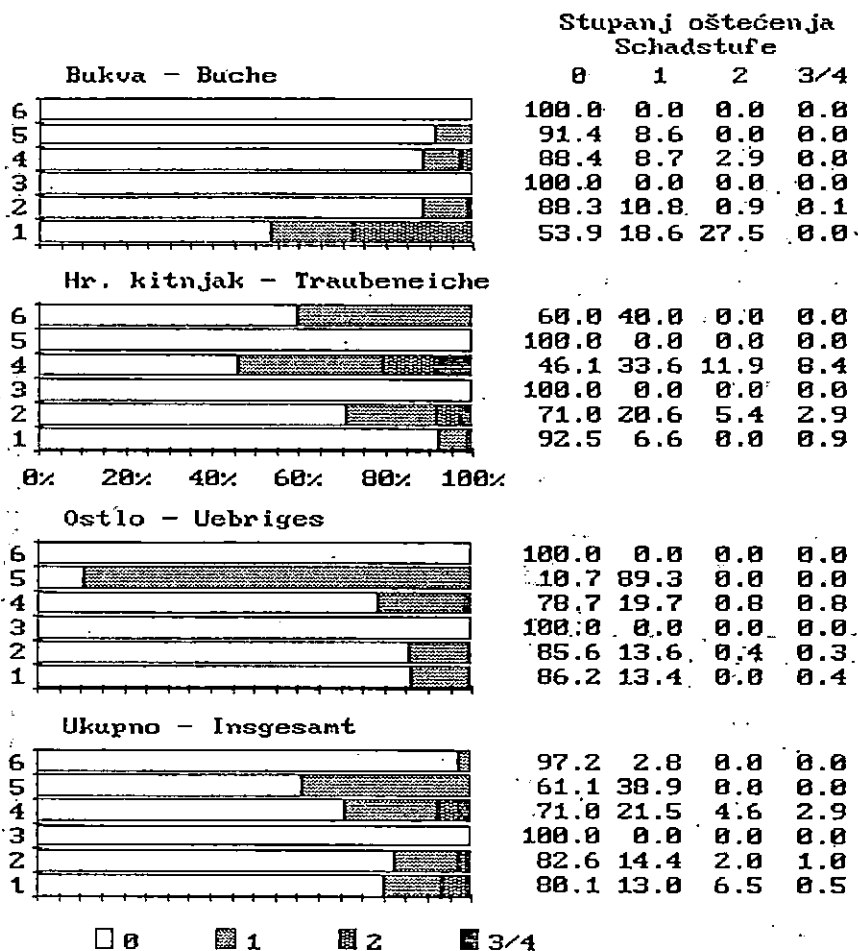
SL - Abb. 26. Osutost stabala po uzgojnim oblicima - Gelbfärbung je nach Waldbaumethode. 1 = Prašume, prebone i raznodobne šume - Urwälder, Plenterwälder und verschiedenaltige Wälder; 2 = Jednodobne mlade šume - Gleichaltrige junge Wälder; 3 = Jednodobne stare šume - Gleichaltrige alte Wälder; 4 = Panjača mlade - Junge Ausschlagswälder; 5 = Panjača stare - Alte Ausschlagswälder



Sl. - Abb. 27. Odumiranje stabala po uzgojnim oblicima - Baumsterben je nach Waldbaumethode. 1 = Prašume, prebome i raznodobne šume - Urwälder, Plenterwälder und verschiedenaltige Wälder; 2 = Jednodobne mlade šume - Gleichaltrige junge Wälder; 3 = Jednodobne stare šume - Gleichaltrige alte Wälder; 4 = Panjače mlade - junge Ausschlagswälder; 5 = Panjača stare - Alte Ausschlagswälder



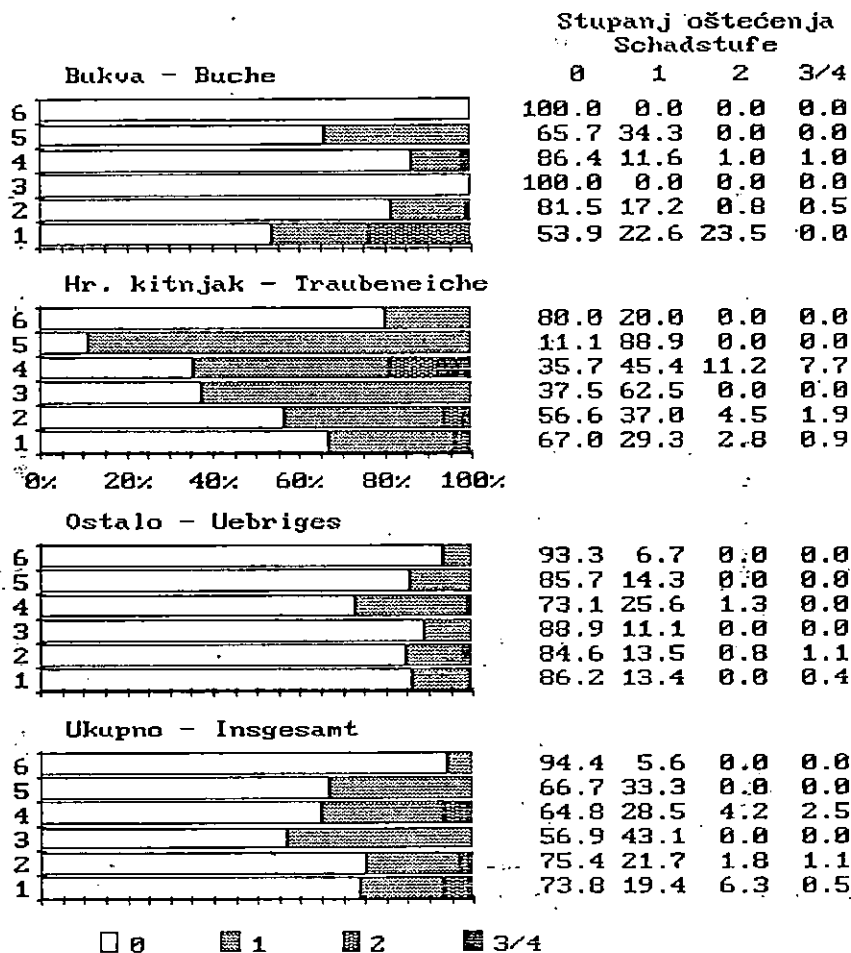
Sl. - Abb. 28. Požutjelost stabala po stupnju očuvanosti sastojine - Gelbfärbung nach Erhaltung des Bestandes. 1 = Očuvane mlade sastojine - Erhaltene junge Bestände; 2 = Očuvane stare sastojine - Erhaltene alte Bestände; 3 = Izmijenjene mlade sastojine - Geänderte junge Bestände; 4 = Izmijenjene stare sastojine - Geänderte alte Bestände; 5 = Snažno izmijenjene stare sastojine - Stark geänderte alte Bestände; 6 = Zamijenjene stare sastojine - Ersetzte alte Bestände



Sl. - Abb. 29. Osutost stabala po stupnju očuvanosti sastojine - Schütte nach Erhaltung des Bestandes. 1 = Očuvane mlade sastojine - Erhaltene junge Bestände; 2 = Očuvane stare sastojine - Erhaltene alte Bestände; 3 = Izmijenjene mlade sastojine - Geänderte junge Bestände; 4 = Izmijenjene stare sastojine - Geänderte alte Bestände; 5 = Snažno izmijenjene stare sastojine - Stark geänderte alte Bestände; 6 = Zamijenjene stare sastojine - Ersetzte alte Bestände

osutost svih stupnjeva. Odumiranje dijelova bukovih stabala ponovo je najintenzivnije u očuvanim mladim sastojinama (slika 30), a primjećuje se pojačana nekrotičnost i u snažno izmijenjenim, tj. jako narušenim starim sastojinama.

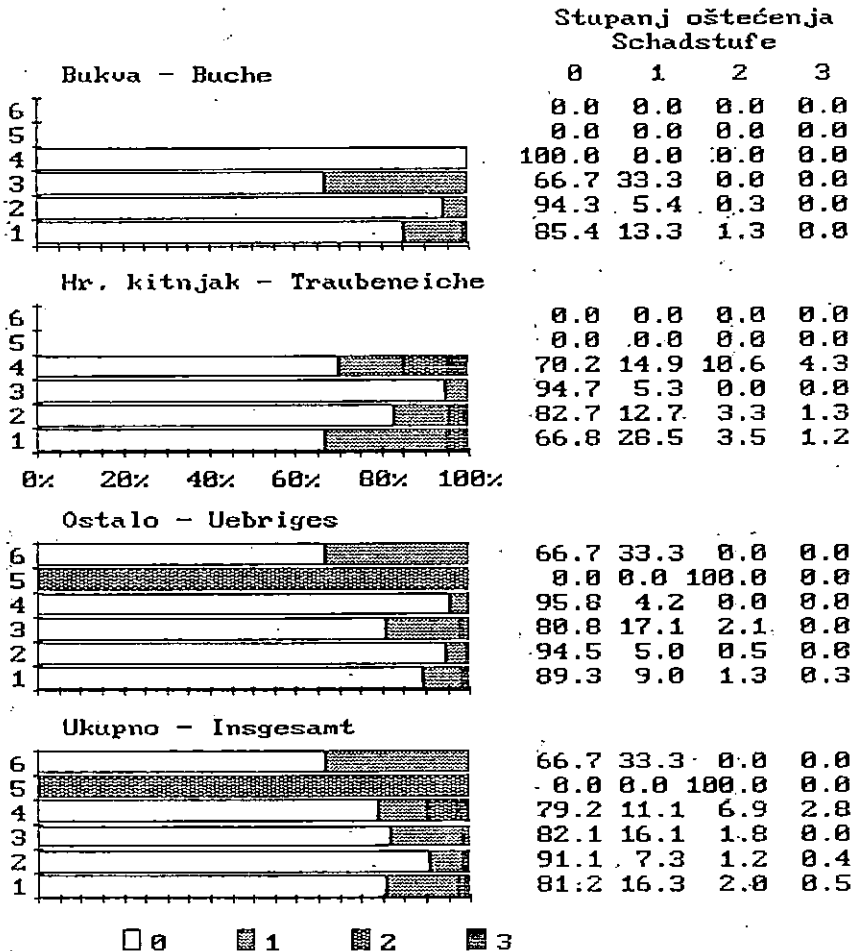
Velika je nekrotičnost stabala hrasta kitnjaka u sastojinama svih stupnjeva očuvanosti. Najviše ih je u snažno izmijenjenim starim sastojinama, a najintenzivnija nekrotičnost prisutna je u izmijenjenim starim sastojinama.



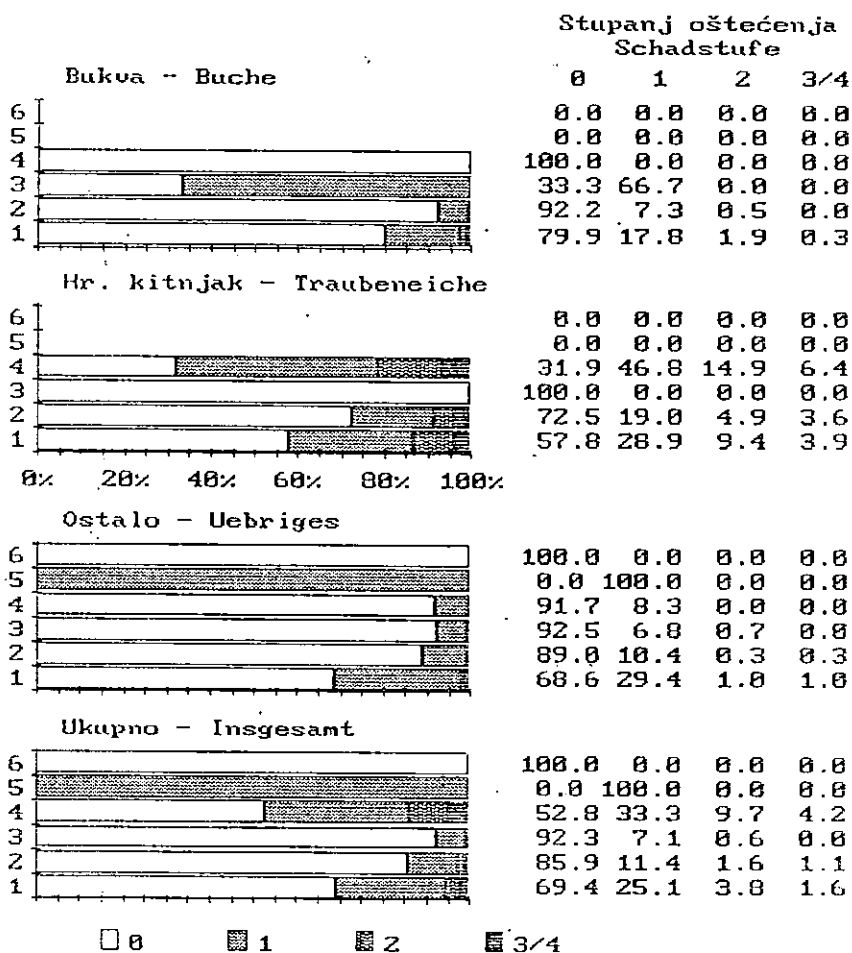
Sl. - Abb. 30. Odumiranje stabala po stupnju očuvanosti sastojine - Baumsterben nach Erhaltung des Bestandes. 1 = Očuvane mlade sastojine - Erhaltene junge Bestände; 2 = Očuvane stare sastojine - Erhaltene alte Bestände; 3 = Izmijenjene mlade sastojine - Geänderte junge Bestände; 4 = Izmijenjene stare sastojine - Geänderte alte Bestände; 5 = Snažno izmijenjene stare sastojine - Stark geänderte alte Bestände; 6 = Zamijenjene stare sastojine - Ersetzte alte Bestände

Po načinu gospodarenja osutost (slika 32) i požutjelost (slika 31) bukovih stabala u sastojinama starije dobi najveća je kod panjača. Hrast kitnjak najugroženiji je u šumama s posebnom namjenom i u panjačama.

Generalno gledano na pojavu žućenja na cijelom istraživanom području za sve vrste drveća i sve dobne razrede, 12.9% stabala je klorotično (slika 34). Kod obične bukve jača je pojava klorotičnosti u mladim sastojinama. Kod hrasta kitnjaka ukupna pužutjelost jače je izražena nego kod bukve jer je 22.5% stabala zahvaćeno žućenjem. Također su mlade sastojine klorotičnije od starih. Ukupna osutost po svim vrstama drveća i svim dobnim



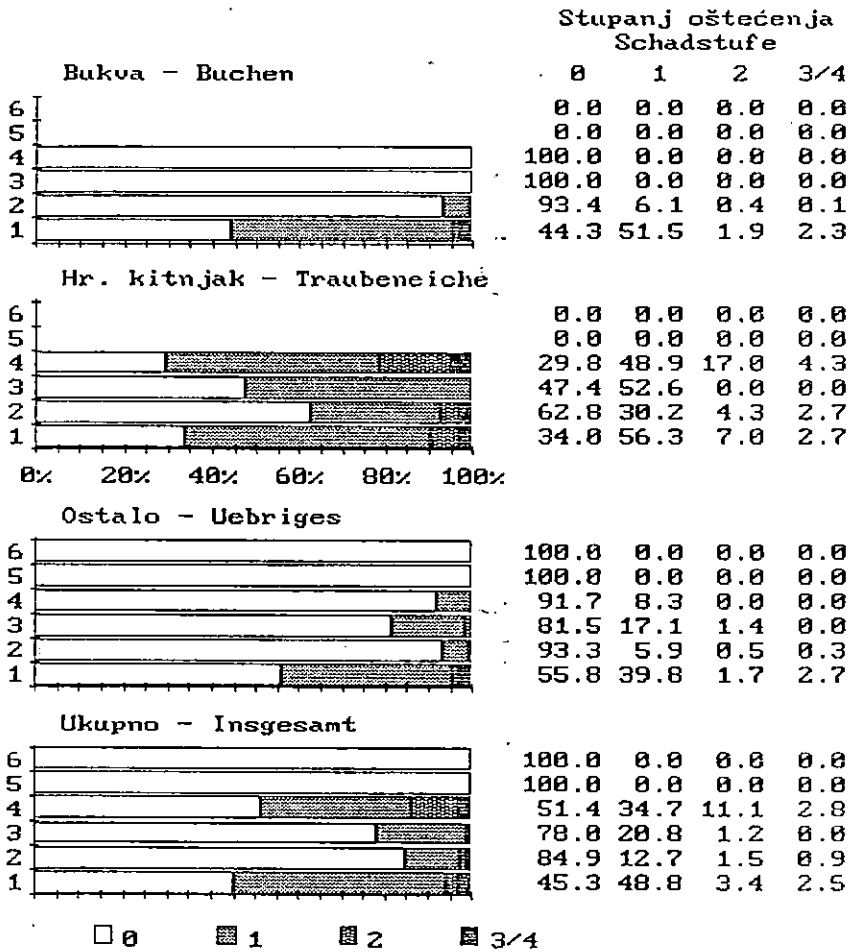
Sl. - Abb. 31. Požutjelost stabala po načinu gospodarenja - Gelbfärbung nach Wirtschaftsart. 1 = Prebiranje - Plenterung; 2 = Oplodne sječe - Verjüngungshiebe; 3 = Panjače - Ausschlagswälder; 4 = Posebne namjene - Besondere Anwendung; 5 = Konverzija posredno - Konversion umgänglich; 6 = Pošumljavanje-kulture - Waldpflanzung - Kulturen



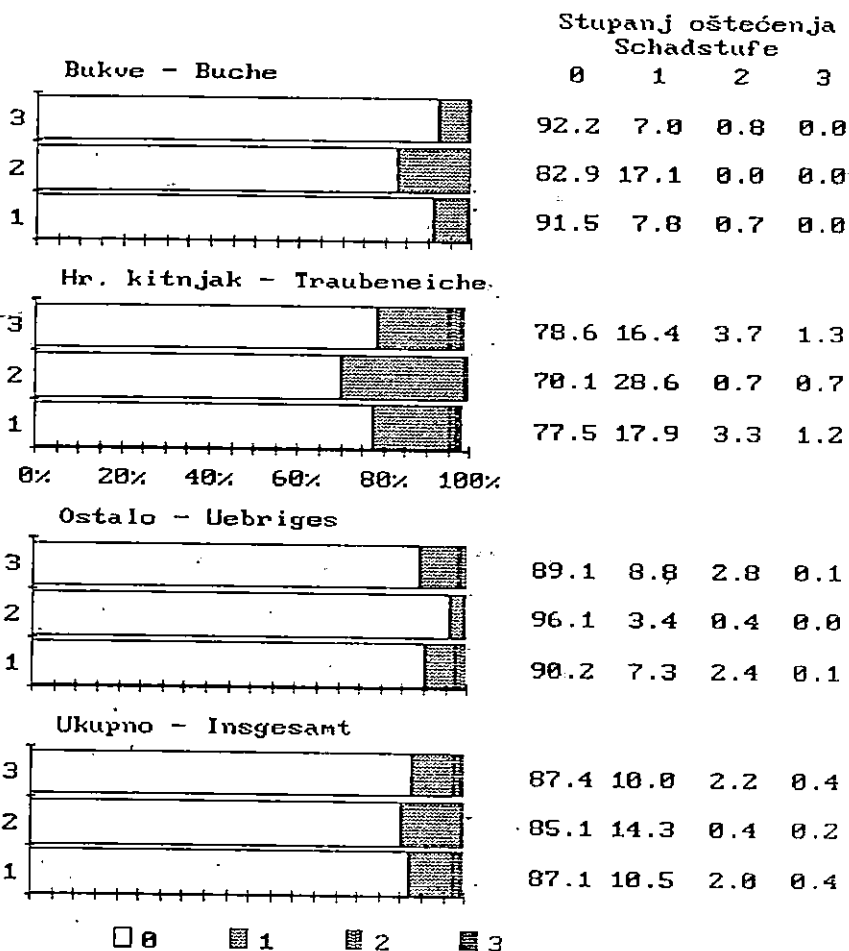
Sl. - Abb. 32. Osutost stabala po načinu gospodarenja - Schütte nach Wirtschaftsart. 1 = Prebiranje - Plente-rung; 2 = Oplodne sječe - Verjüngungshiebe; 3 = Panjače - Ausschlagswälder; 4 = Posebne namjene - Besondere Anwendung; 5 = Konverzija posredno - Konversion umgänglich, 6 = Pošumljavanje-kulture - Wald-pflanzung-Kulturen

razredima iznosi 18.7% za cijelo istraživano područje (slika 35). I tu su više oštećena kitnjakova stabla, samo što su kod obične bukve više osuta stabla u mladim sastojinama, a kod hrasta kitnjaka u starim sastojinama.

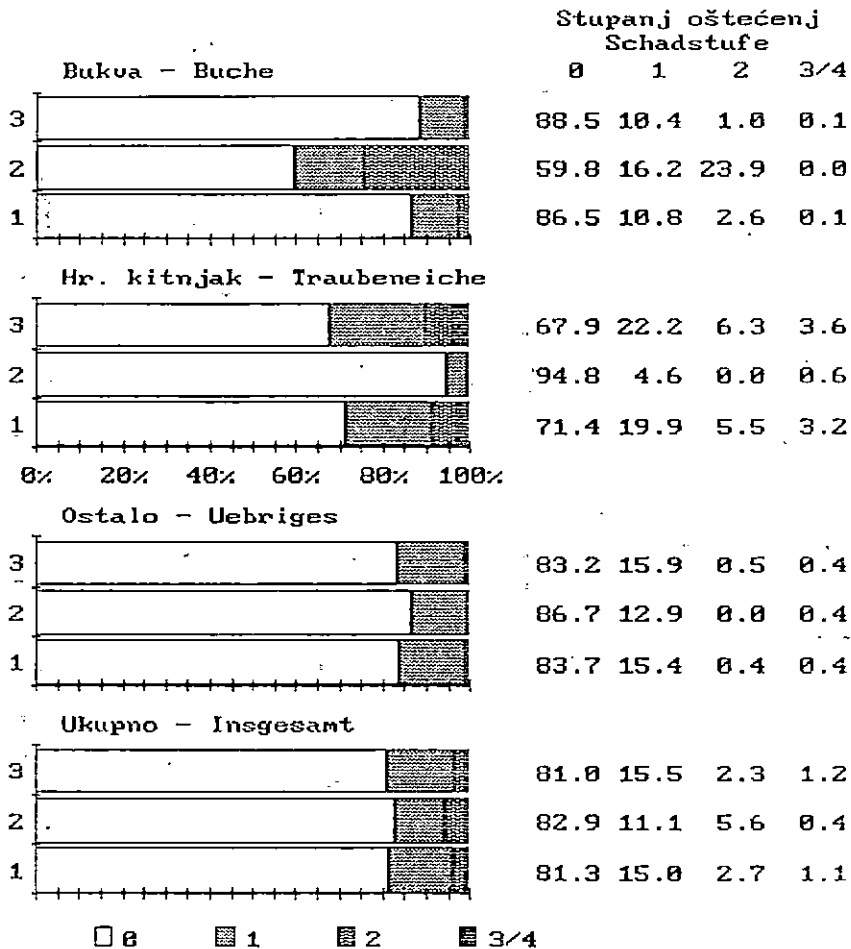
Najizrazitija je pojava odumiranja na istraživanom području. Od ukupnog broja stabala 26.1% su nekrotična (slika 36). Hrast kitnjak je više zahvaćen tom pojavom, gotovo svako drugo stablo je nekrotično. Stabala bukve sa znakovima odumiranja mnogo je više u mladim nego u starim sastojinama.



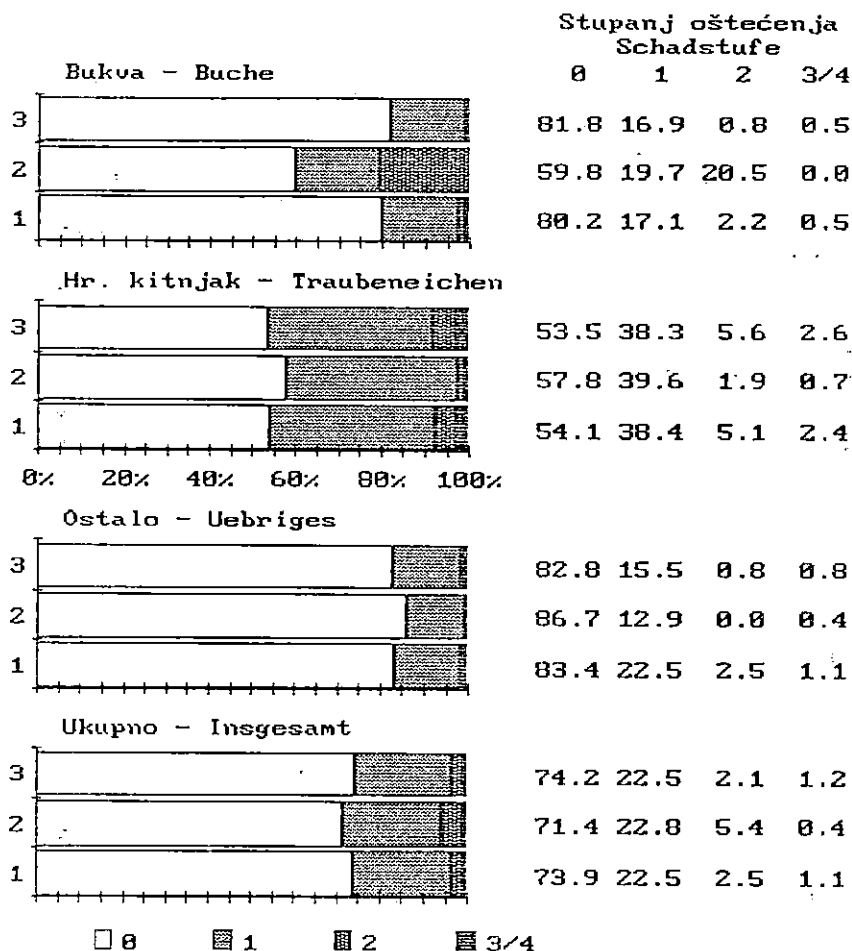
Sl. - Abb. 33. Odumiranje stabala po načinu gospodarenja - Baumsterben nach Wirtschaftsart. 1 = Prebiranje - Plenterung; 2 = Oplodne sječe - Verjüngungshiebe; 3 = Panjače - Ausschlagswälder; 4 = Posebne namjene - Besondere Anwendung; 5 = Konverzija posredno - Konversion umgänglich; 6 = Pošumljavanje-kulture - Waldpflanzung - Kulturen



Sl. - Abb. 34. Požutjelost stabala po dobnim razredima - Gelbfärbung je nach Altersklassen. 1 = Svi dobní razredi - Alle Altersklassen; 2 = Mlade sastojine - Junge Bestände; 3 = Stare sastojine - Alte Bestände



Sl. - Abb. 35. Osutost stabala po dobnim razredima - Gelbfärbung je nach Altersklassen. 1 = Svi dojni razredi - Alle Altersklassen; 2 = Mlade sastojine - Junge Bestände; 3 = Stare sastojine - Alte Bestände



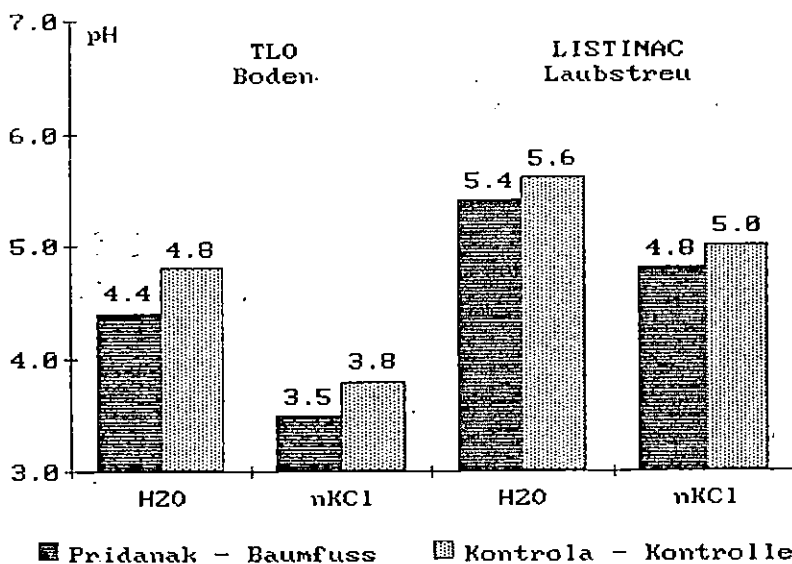
Sl. - Abb. 36. Odumiranje stabala po dobnim razredima - Baumsterben ja nach Altersklassen. 1 = Svi dobní razredi - Alle Altersklassen; 2 = Mlade sastojine - Junge Bestände; 3 = Stare sastojine - Alte Bestände

Promjene pH vrijednosti metodom mikrostaništa - Veränderung der pH-Werte mit der Methode des Mikrostandortes

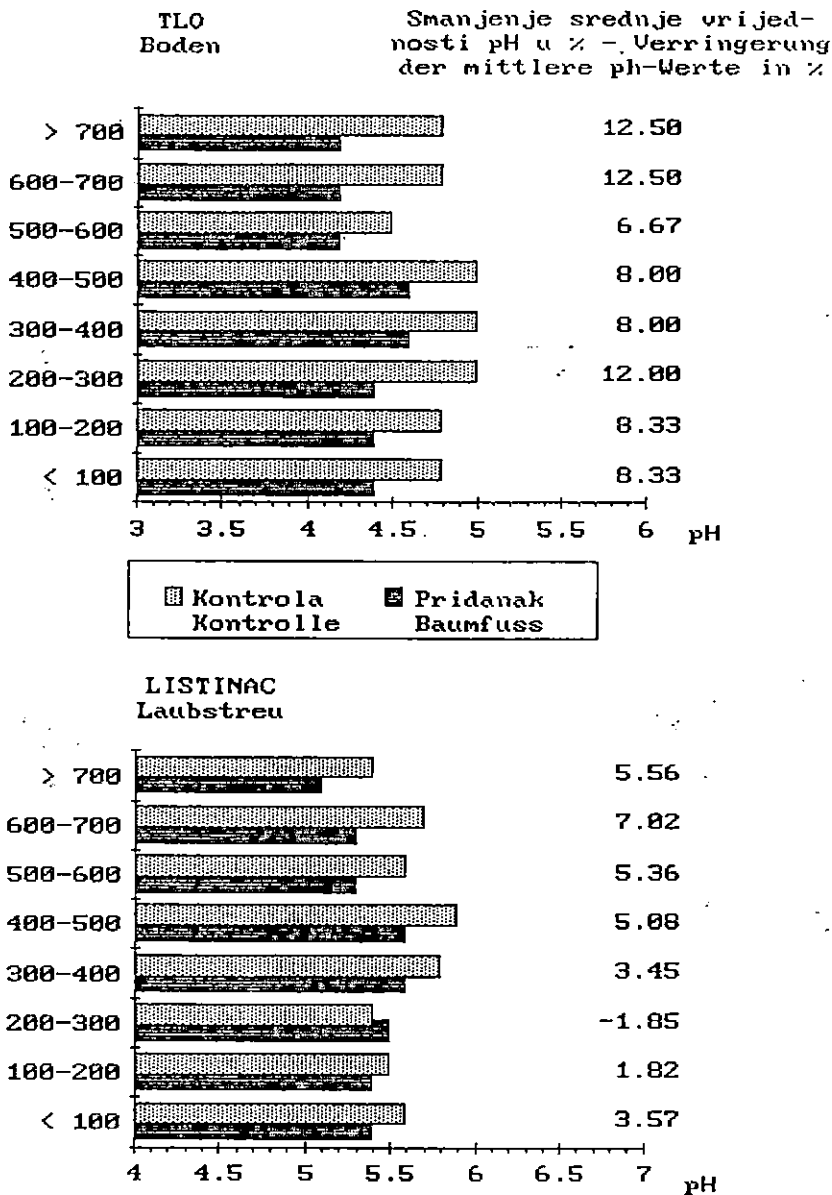
Iz rezultata istraživanja promjena reakcije tla uočavamo smanjenje srednjih vrijednosti pH na svim plohama u horizontima Of i Ah (slika 37). Uzorci za analize uzimani su kod stabala obične bukve po metodi mikrostaništa. Priljev oborina i unos tvari iz atmosfere višestruko se povećava u zoni pridanka. Na taj način ne dobivamo podatke o količini unesenih polutanata, ali imamo pregled opterećenosti pojedinih lokaliteta. Kod svakog stabla unos vode je višestruko veći uz pridanak nego na kontrolnom lokalitetu. Kod nekih stabala nisu se promijenile vrijednosti pH, što govori da ni vrlo velik unos vode ne može promijeniti reakciju tla ako se ne radi o "kiselim kišama". Pri razmatranju razlika pH moramo voditi računa osim o kvaliteti oborinske vode i o puferskim svojstvima tla. Nije isto dobiti jednaku razliku pH na tlu kisele i neutralne reakcije jer se radi o različitim puferskim područjima.

Promatrajući vrijednosti pH po nadmorskim visinama (slika 38), uočavamo najveće smanjenje od 12,5% na vrhovima. Najkiselija tla su u pojasu od 500 do 600 m n.v., njihova srednja pH-vrijednost uzorka tla s kontrolnog lokaliteta iznosi 4,5, da bi se u zoni pridanka smanjila za 6,7%. Promjena u listincu najjača je u području gorskih vrhova i iznosi 7%, a tu je i kiselost kontrolnih uzoraka najveća pH 5,4.

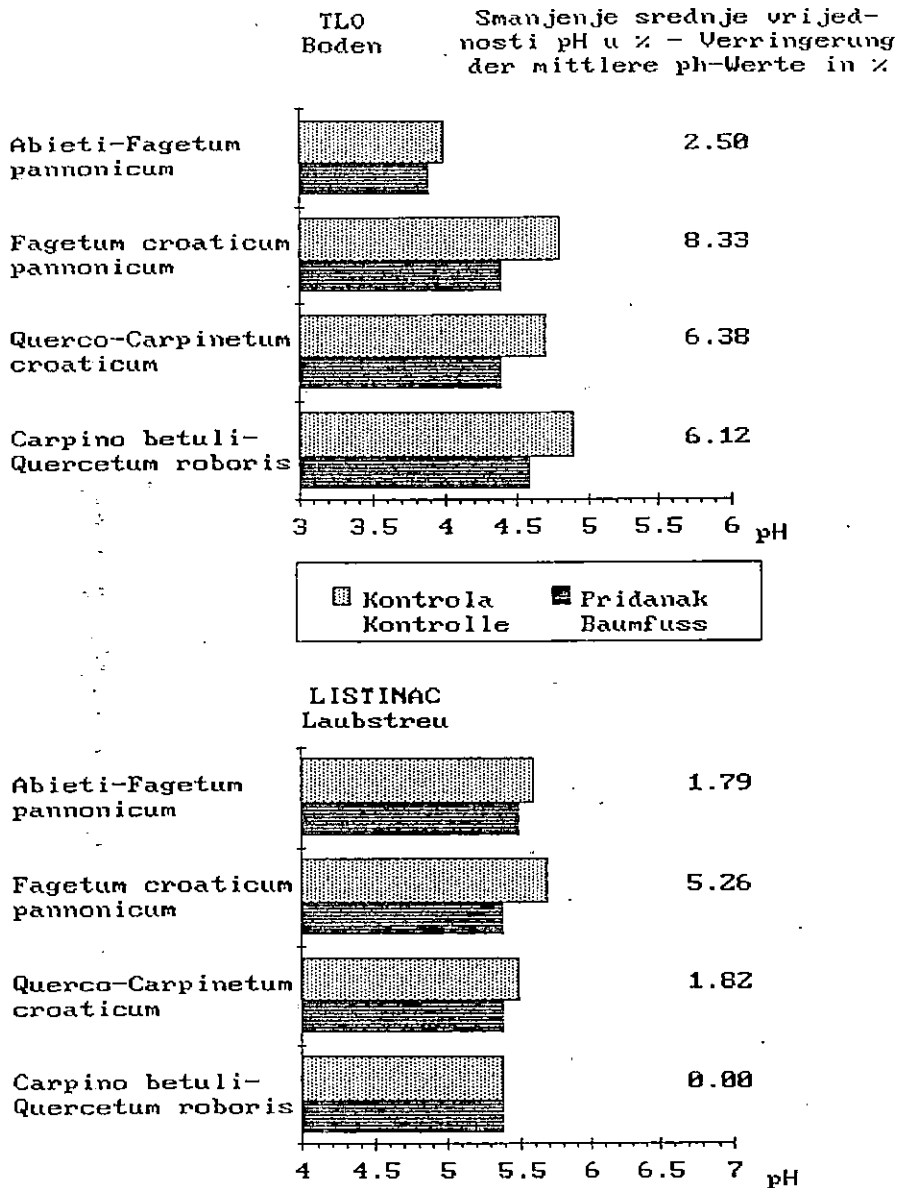
U zajednici bukve i jele srednja vrijednost pH tla na kontrolnim lokalitetima iznosi svega 4,0 (slika 39). U šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba vrijednost pH je 4,9. U svim šumskim zajednicama pojačava se zakiseljavanje, a najveće razlike pH utvrđene su u pojasu gorske bukove šume gdje su se vrijednosti pH smanjile za 8,3%. Najkiseliji listinac izmjeren je u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba (pH 5,4), gdje nismo ustanovili



Sl. - Abb. 37. Srednje pH-vrijednosti - sve pokusne plohe - Mittlere pH-Werte - alle Versuchsflächen



Sl. - Abb. 38. Srednje pH-vrijednosti po nadmorskim visinama - Mittlere pH-Werte je nach Höhe über dem Meeresspiegel



Sl. - Abb. 39. Srednje pH-vrijednosti po asocijacijama - Mittlere pH-Werte je nach Assoziation

promjene na uzorcima pridanka i kontrole, a najveće razlike utvrdili smo u gorskoj bukovoj šumi.

Najveće razlike pH-vrijednosti dobili smo na Z i SI ekspozicijama gdje se kiselost tla povećala za 10,4%, odnosno 10,3%. Kod listinca promjene pH vrijednosti najveće su na ravnim položajima te JZ i istočnim ekspozicijama (slika 40).

U uzorcima listinca, a naročito tla iznad nekarbonatno kisele geološke podloge utvrdili smo najveće razlike pH (slika 41). Tu je uzorak tla već na kontrolnom lokalitetu bio vrlo kiseo - pH 4,7, da bi tlo u zoni pridanka snizilo pH vrijednost za 10,6%. Zanimljivo je da su se s obzirom na uzorak horizonta Ah najveće promjene dogodile u dubokim tlima, a u horizontu Of najveće razlike pH utvrdili smo u srednje dubokim tlima (slika 42).

Obrađujući podatke istraživanog područja s obzirom na sastojinske prilike, dobivamo slijedeće rezultate: u niskim šumama (slika 43) iz uzoraka tla vidimo da ono ovdje ima najveće vrijednosti pH, ali i razlike pH između kontrole i pridanka su najveće -13,8%. U šumama ostalih uzgojnih oblika pH vrijednosti uzorka tla kreću se između 4,7 i 4,8 i također se vidi jače opterećenje u prebornim šumama. Uzorci listinca najopterećeniji su također u niskim šumama, a veliko je opterećenje i u srednjim šumama. Uopće ne postoje razlike pH u uzorcima listinca na području prebornih šuma gdje pH-vrijednost iznosi 5,9.

Što je sastojina manje očuvana to su i promjene veće (slika 44). Najveću razliku pH ustanovili smo u uzorcima tla kod vrlo jako narušenih sastojina i ona iznosi 15%. U uzorcima listinca situacija je dosta slična i tu su snažno izmijenjene sastojine najopterećenije.

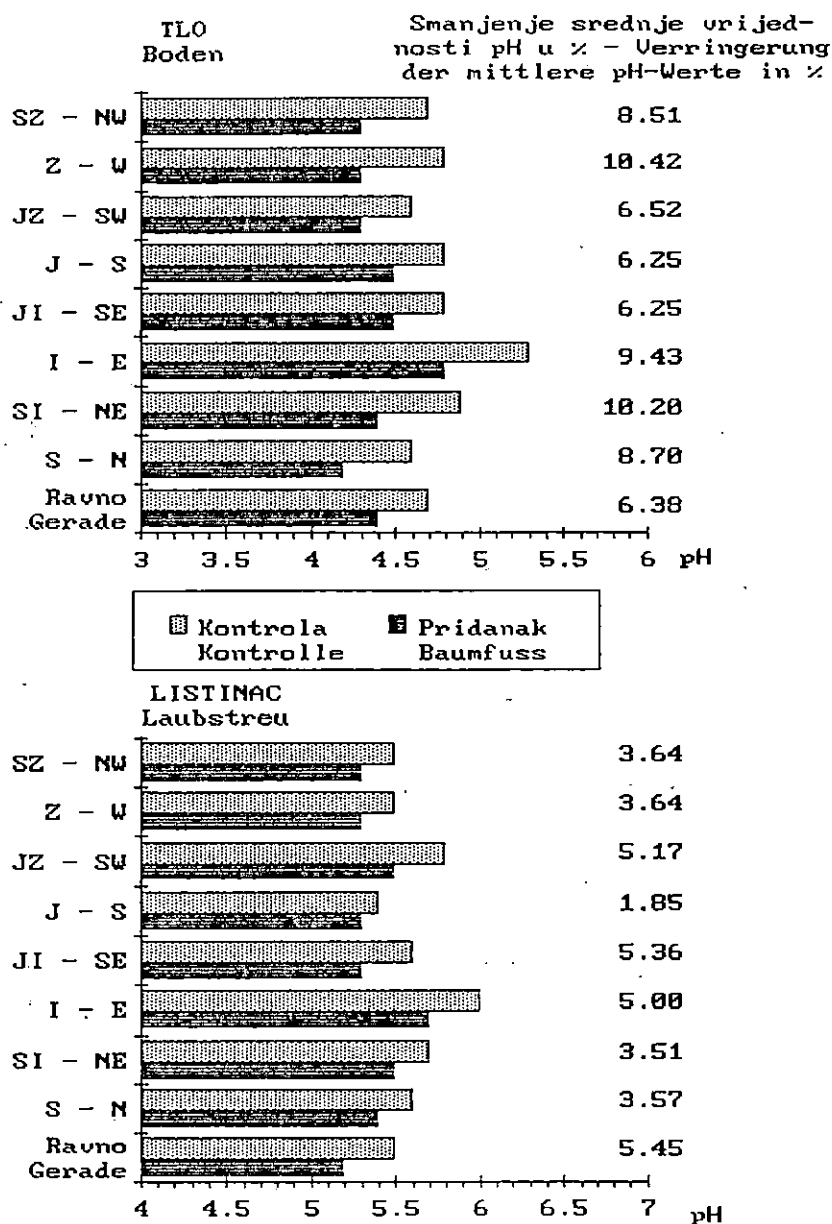
Na površinama gdje se obavljaju oplodne sječe pH vrijednosti uzoraka tla i listinca osjetno su niže nego u uzorcima tla i listinca gdje se prebire (slika 45). Međutim razlike pH između kontrolnih uzoraka i uzoraka u zoni pridanka duplo su veće na površinama gdje se prebire.

Analizirajući sumirane podatke za cijelo područje istraživanja, smanjenje pH-vrijednosti u zoni pridanka prisutno je u svim uzorcima listinca i tla, bilo da su analize obavljene u H₂O ili KCl.

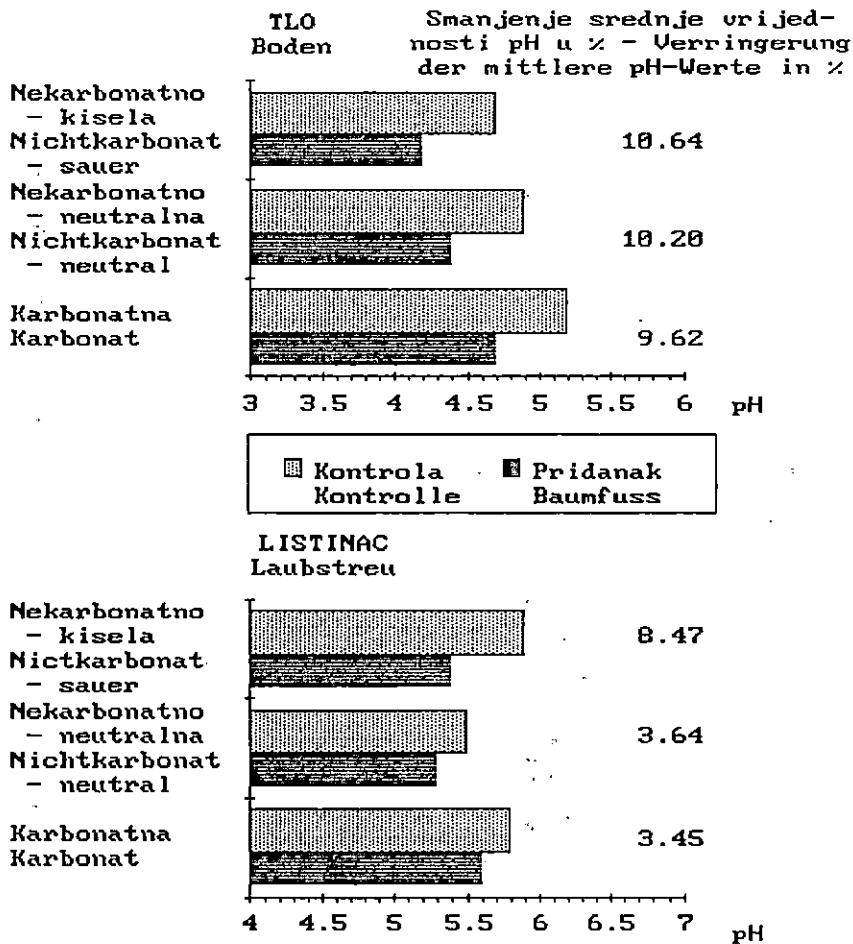
Kontrola vrijednosti pH uzoraka tla na svim je pokusnim ploham, osim na jednoj plohi pokazala povećano zakiseljavanje u zoni pridanka. U uzorcima listinca na pet ploha također nije utvrđeno povećano zakiseljavanje u zoni pridanka.

Testiranje vrijednosti pH uzoraka tla na 71% pokusnih ploha dokazalo je značajnost statistički. Prema tablicama u-testa dobivamo sljedeće rezultate. Za sveukupno analizirana stabla, tablica 6, slika 46, utvrđeno je da su požutjelost i odumiranje izrazitija pojava na lokalitetima s jačim zakiseljavanjem mikrostaništa. Značajnost je vrlo velika, 99% za sve tipove požutjelosti i odumiranja. Naime, na mjestima jakog zakiseljavanja staništa puno je veći broj jače ili slabije požutjelih ili nekrotičnih stabala nego na mjestima gdje zakiseljavanja nema ili je ono vrlo malo. Analizirajući pojavu osutosti prema jačini zakiseljavanja mikrostaništa, utvrdili smo da ni u jednog tipa osutosti nema značajnosti.

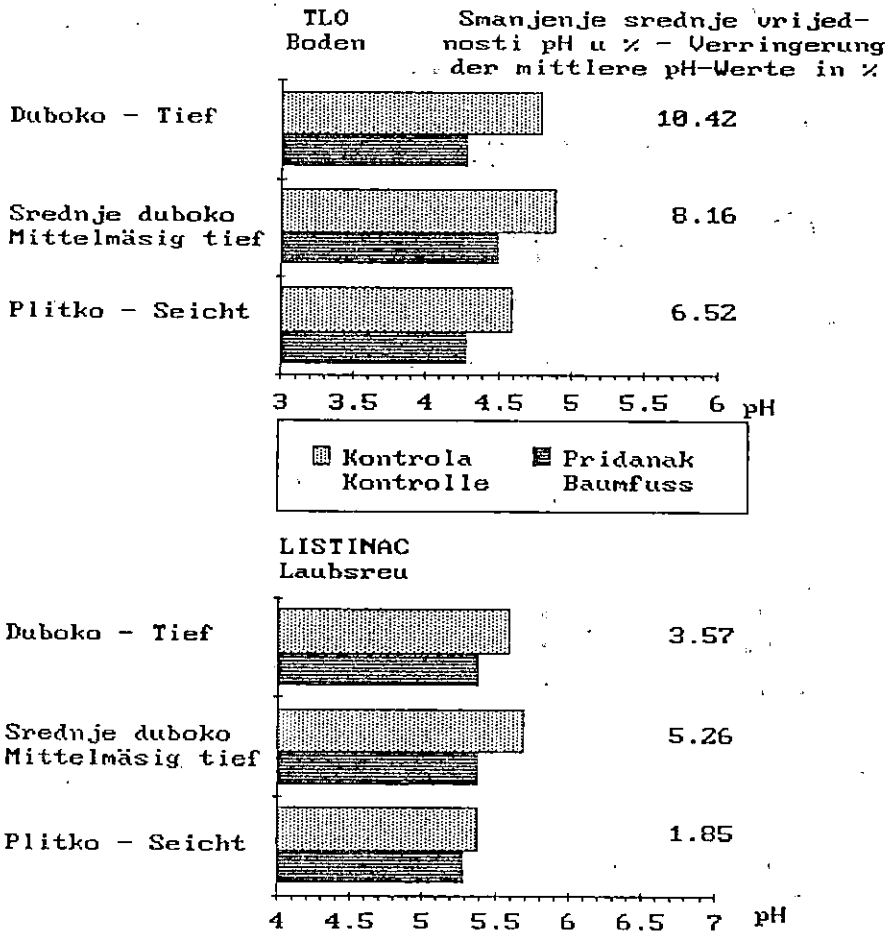
Uspoređujući podatke oštećenja samo bukovih stabala, tablica 6, slika 46, vidimo da je osutost, samo u najblažem obliku tipa oštećenosti u korelaciji s jačinom zakiseljavanja mikrostaništa, značajnost iznosi 95%. U drugim tipovima osutosti razlike postoje, ali nisu značajne.



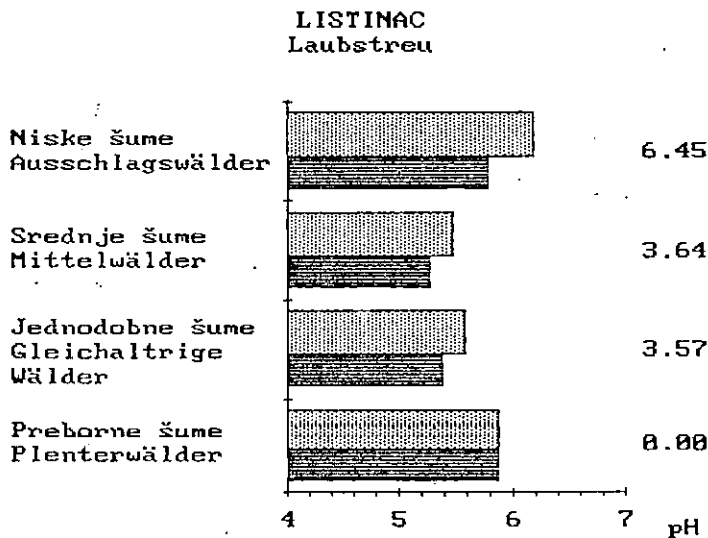
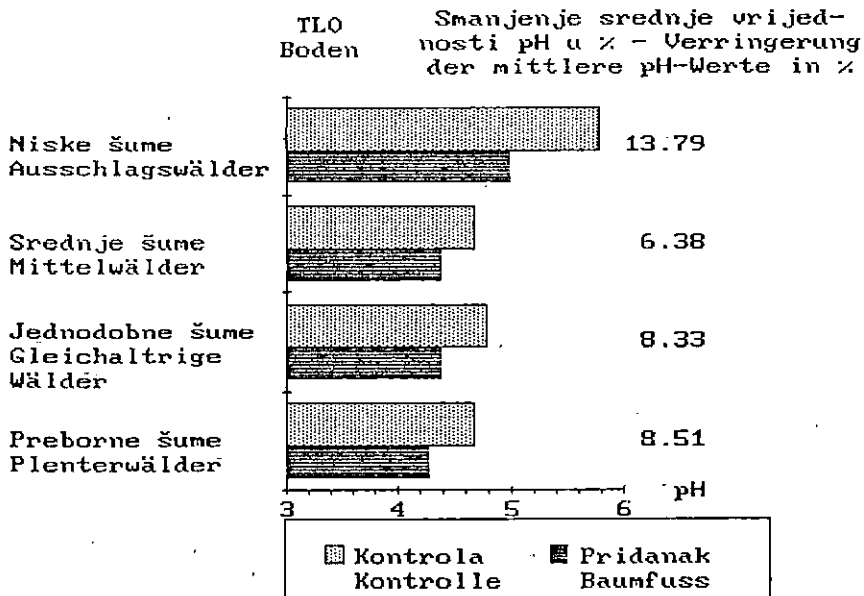
Sl. - Abb. 40. Srednje pH-vrijednosti po ekspozicijama - Mittlere pH-Werte je nach Exposition



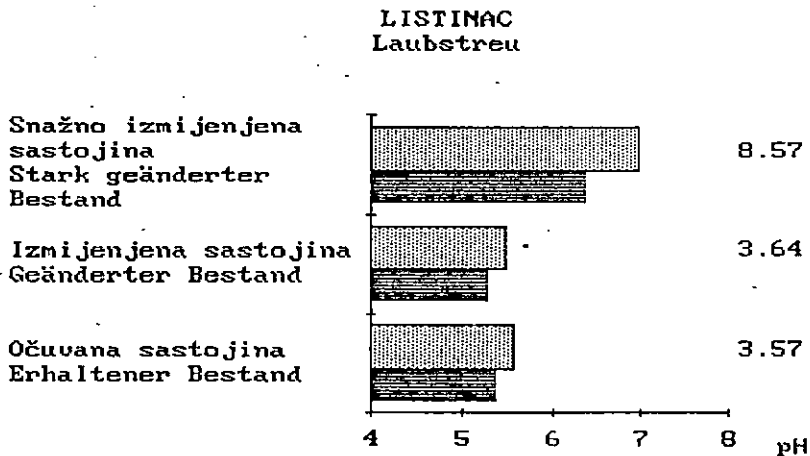
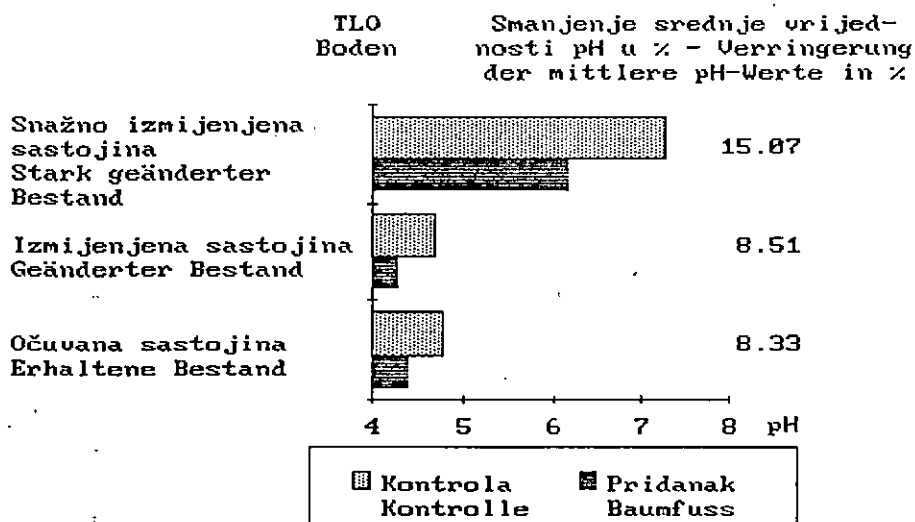
Sl. - Abb. 41. Srednje pH-vrijednosti po vrsti geološke podloge - Mittlere pH-Werte je nach geologischer Grundlage



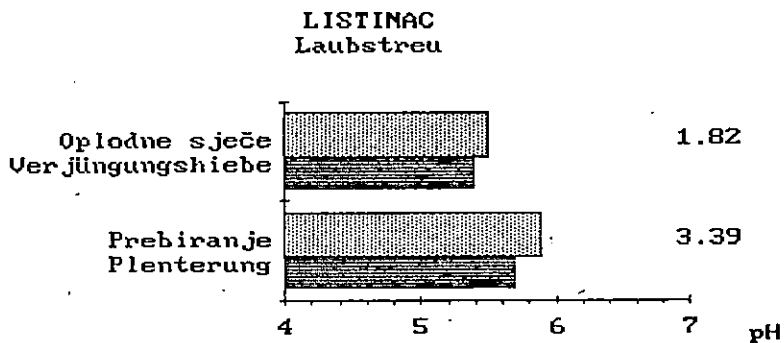
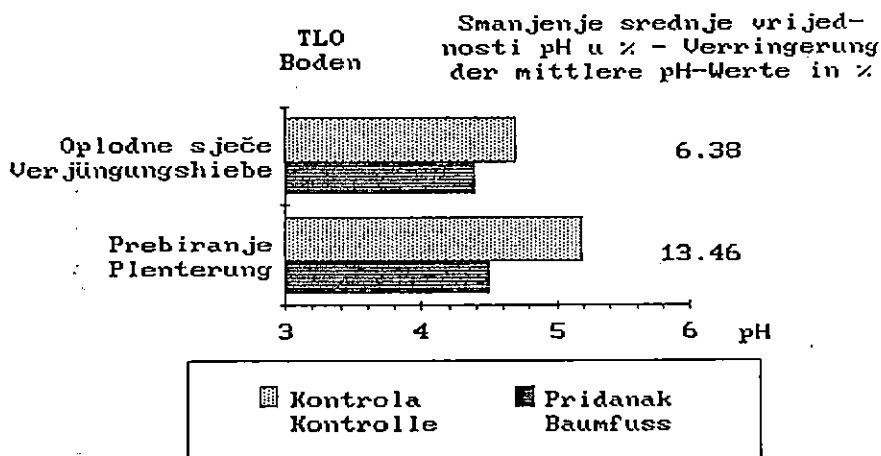
Sl. - Abb. 42. Srednje pH-vrijednosti po dubinama tla - Mittlere pH-Werte je nach Bodentiefe



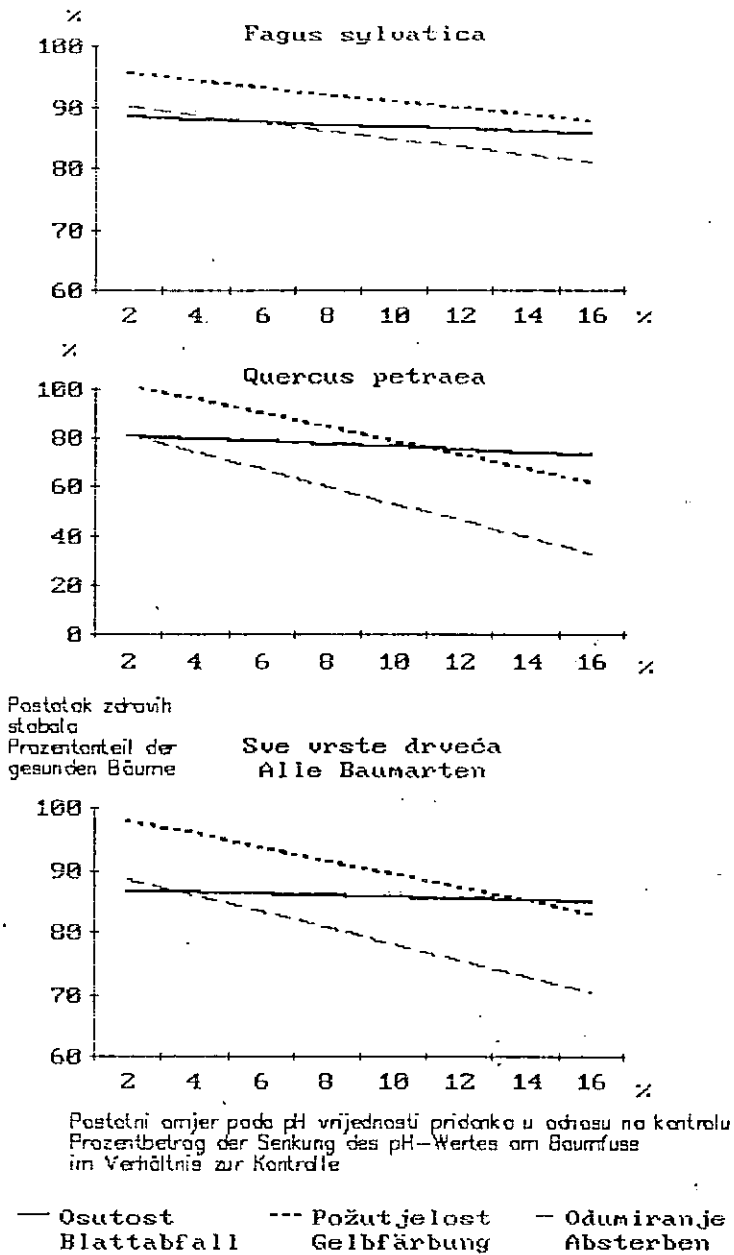
Sl. - Abb. 43. Srednje pH-vrijednosti po uzgojnim oblicima - Mittlere pH-Werte je nach Waldbauarten



Sl. - Abb. 44. Srednje pH-vrijednosti po stupnju očuvanosti sastojina - Mittlere pH-Werte je nach Erhaltung der Bestände



Sl. - Abb. 45. Srednje pH-vrijednosti po načinu gospodarenja - Mittlere pH-Werte je nach Wirtschaftsart



Sl. - Abb. 46. Odnos oštećenosti stabala i stupnja zakiseljavanja mikrostanista - Verhältnis der Baumschäden zur Säurestufe des Microstandortes

Tab. 6. Testiranje razlika u oštećenosti stabala s obzirom na stupanj zakiseljavanja mikro-staništa - t-test omjera oštećenih stabala na staništima bez zakiseljavanja i staništima sa jakim zakiseljavanjem - Testen der Unterschiede bei den Baumschäden mit Rücksicht auf die Säurestufe des Microstandortes - T-Test des Verhältnisses beschädigter Bäume auf nicht sauren Standorten und stark sauren Standorten

TIP OŠTEĆENJA SCHADTYP	P1	P2	U	Signifikantnost Signifikanz
UKUPNO - Sve vrste - INSGESAMT - Alle Arten (N1 = 432, N2 = 453)				
Zučenje - Gelbfarbung				
< 11%	0.868	0.989	7.044	99%
< 25%	0.968	0.998	3.479	99%
25-60%	0.032	0.002	3.479	99%
Osutost - Schütte				
< 11%	0.840	0.857	0.673	0
< 25%	0.979	0.982	0.344	0
25-60%	0.021	0.018	0.344	0
Nekroza - Baumsterben				
< 11%	0.713	0.901	7.101	99%
< 25%	0.975	0.998	2.990	99%
25-60%	0.025	0.002	2.990	99%
<i>Fagus sylvatica</i> L. (N1 = 322, N2 = 283)				
Zučenje - Gelbfarbung				
< 11%	0.904	0.989	4.565	99%
< 25%	0.988	0.996	1.205	0
25-60%	0.012	0.004	1.205	0
Osutost - Schütte				
< 11%	0.848	0.901	1.960	95%
< 25%	0.997	0.982	1.804	0
25-60%	0.003	0.018	1.804	0
Nekroza - Baumsterben				
< 11%	0.789	0.898	3.636	99%
< 25%	0.988	1.000	1.881	0
25-60%	0.012	0.000	1.881	0
<i>Quercus petraea</i> Liebl. (N1 = 76, N2 = 111)				
Zučenje - Gelbfarbung				
< 11%	0.684	0.982	5.781	99%
< 25%	0.868	1.000	3.928	99%
25-60%	0.132	0.000	3.928	99%
Osutost - Schütte				
< 11%	0.737	0.793	0.893	0
< 25%	0.895	0.973	2.233	95%
25-60%	0.105	0.027	2.233	95%
Nekroza - Baumsterben				
< 11%	0.342	0.928	8.506	99%
< 25%	0.921	0.991	2.475	95%
25-60%	0.079	0.009	2.475	95%

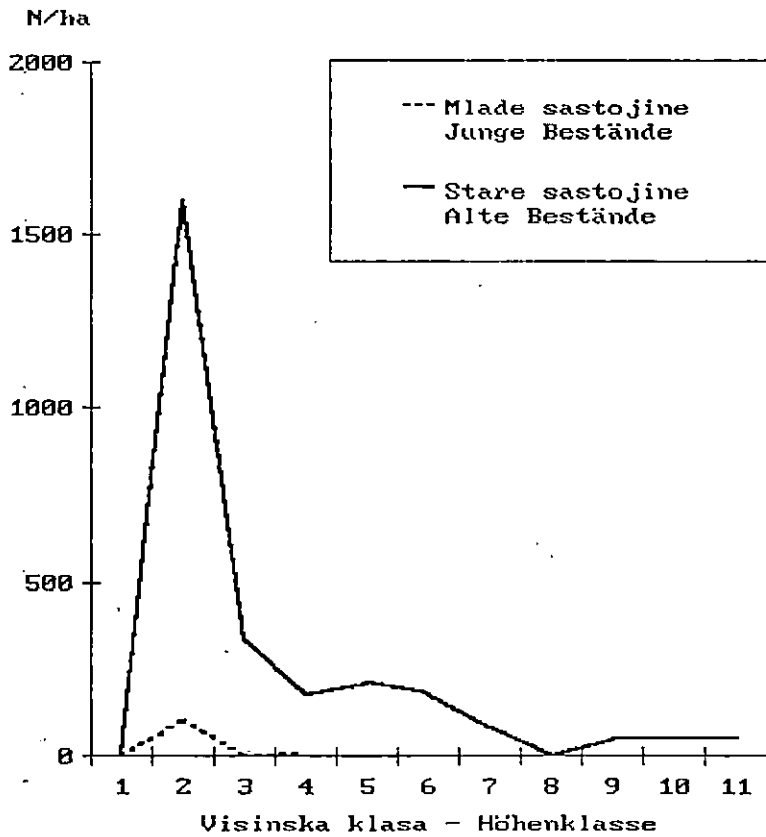
Slabije požutjela stabla obične bukve također su više izražena na lokalitetima s jačim zakiseljavanjem, signifikantnost iznosi 99%, dok stabla drugih tipova požutjelosti nisu signifikantna s obzirom na pH-vrijednosti. Što se tiče nekrotičnosti bukovih stabala i njihove korelacije sa zakiseljavanjem, situacija je ista kao i kod žučenja.

Stabla hrasta kitnjaka pokazuju najveće promjene vitalnosti s obzirom na smanjenje pH vrijednosti (tablica 6, slika 46). Osutost slabijeg intenziteta nije signifikantna s pojačanom kiselošću staništa, ali je 95% signifikantna kod jače osutih stabala hrasta kitnjaka. Žučenje i nekroza stabala hrasta kitnjaka u velikoj je korelaciji sa zakiseljavanjem i ovdje signifikantnost iznosi 99 odnosno 95%.

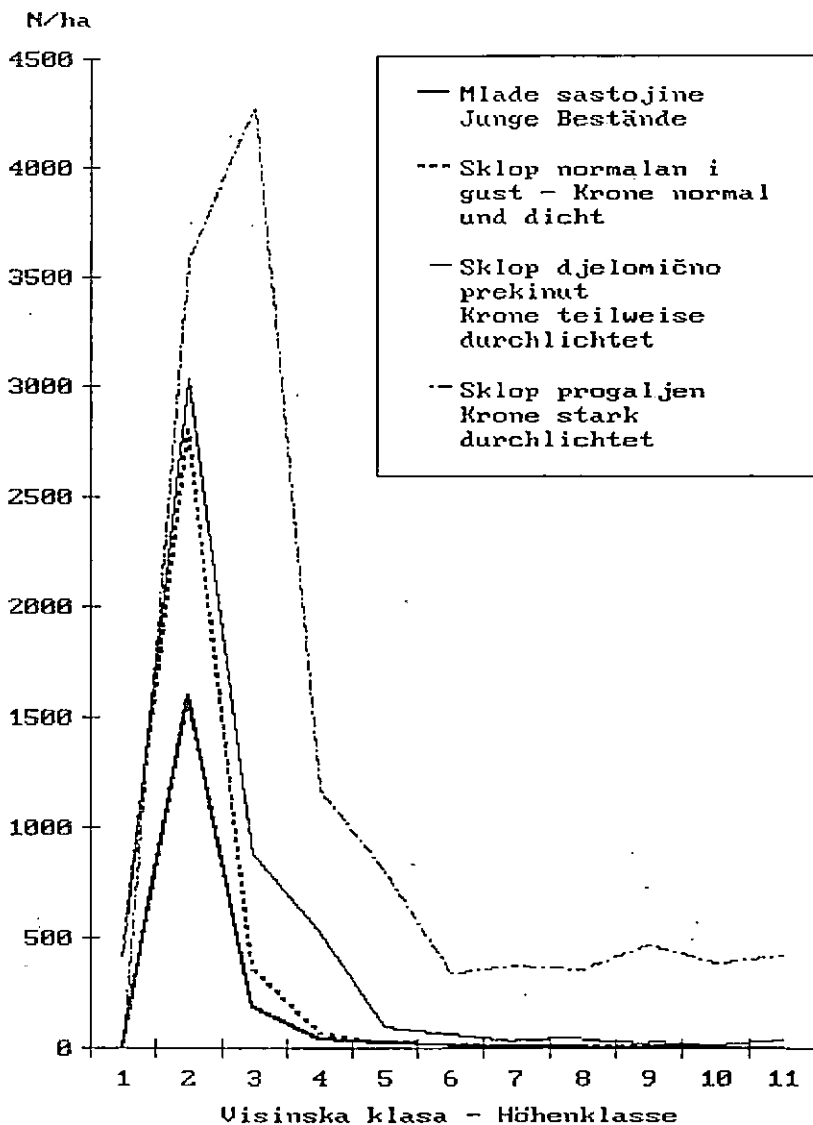
Stanje pomlađivanja - Verjüngungszustand

Na 78 pokusnih ploha unutar istraživanog područja obavljena su mjerenja prisutnosti ponika, pomlatka i mladika. Elemente pomlađivanja za svaku vrstu svrstali smo u 11 visinskih klasa, do 250 cm visine, i na taj način dobili strukturu pomlađivanja za svaku pokusnu plohu posebno. Na svim izmjerenim ploham izmjereno je i relativno užitno svjetlo, faktor koji bitno utječe na intenzitet pomlađivanja. Struktura pomlađivanja za svaku pokusnu plohu prikazana je tablično u prilogu, zbog velikog broja podataka. U tablicama 7 - 9. i slikama 47 - 50. prikazane su strukture pomlađivanja po biljnim zajednicama s obzirom na razvojnu fazu sastojina, sklop krošnji i svjetlosne prilike u sastojini. U mladim sastojinama hrasta lužnjaka i običnoga graba (tablica 7, slika 47), pristnost elemenata pomlađivanja je neznatna, svega 102 biljke po hektaru, i to uglavnom u drugoj klasi do 25 cm visine. U starim sastojinama hrasta lužnjaka i običnoga graba, djelomično prekinutog sklopa, s prosječnim relativnim užitim svjetlom do 20.5%, pomlađivanje je dobro. Najviše biljaka nalazimo u fazi pomlatka, a njihov se broj u višim klasama postepeno smanjuje. Broj pokusnih ploha u toj zajednici je malen kao i udio obične bukve u dominantnoj etaži, tako da taj pojas i nije predmet detaljnijeg istraživanja.

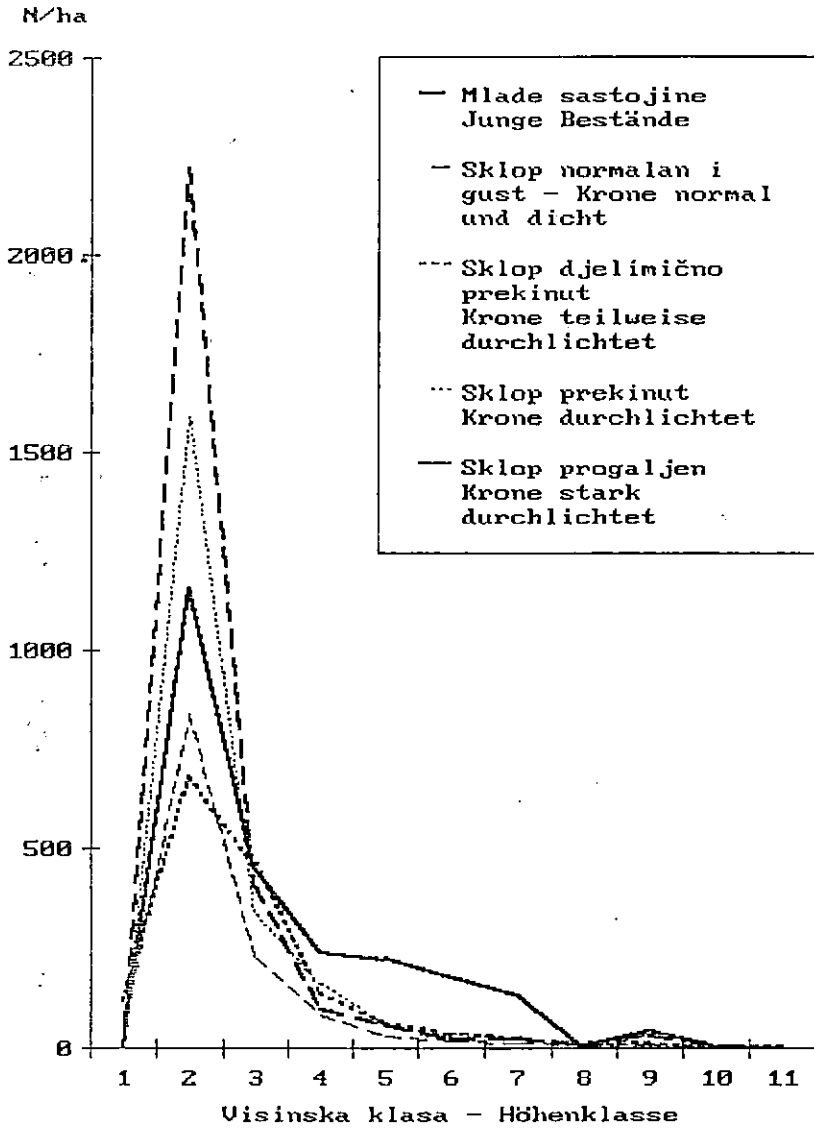
U pojasu šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba istraživanjima je obuhvaćeno 27 pokusnih ploha, a iz tablica 7. i 8. i slike 48. vidimo sljedeće: mlade sastojine normalno ili gusto sklopljene s prosječnim relativnim užitim svjetlom od 14,4% imaju 1847 biljaka po hektaru i najviše ih je 83% u klasi od 25 cm visine. Samo mali broj biljaka urašta u više klase, i to uglavnom vrste skromnijih zahtjeva na svjetlo, kao što su na primjer obična bukva i obični grab. U starijim sastojinama normalnog i gustog sklopa sa srednjim vrijednostima srednjeg užitnog svjetla od svega 12.2% nalazimo prosječno 3670 biljaka po hektaru. Najzastupljeniji je hrast kitnjak s 57% od čega najviše biljaka nalazimo od 25 cm visine. Pojačana je i prisutnost kitnjakova ponika, ali udio te vrste u višim klasama je neznatan. U odraslim sastojinama djelomično prekinutog sklopa, s povećanim priljevom svjetla, prosječno relativno užitno svjetlo iznosi 40.4% te se povećava i broj elemenata pomlađivanja. Ukupni broj biljaka po hektaru iznosi 5175, od čega 69% otpada na hrast kitnjak. U takvim sastojinama znatniji je udio i ostalih vrsta, a i ukupni raspored biljaka po visinskim klasama upućuje da veći priljev svjetla smanjuju mortalitet elemenata pomlađivanja u višim klasama. Na pokusnim ploham progaldjenog sklopa s velikim prosječnim relativnim užitim svjetlom od 61.3% broj pomlatka i mladika triput je veći od onog u normalnom i gustom sklopu i iznosi 12144 biljke. Hrast kitnjak sudjeluje sa 68%, obični grab je sve prisutniji s 23%, a ima i jasenovih biljaka 4%. Ukupno, jači udio u višim klasama pokazuje da prisutni elementi pomlađivanja imaju dovoljno prostora i dosta svjetla za svoj razvoj.



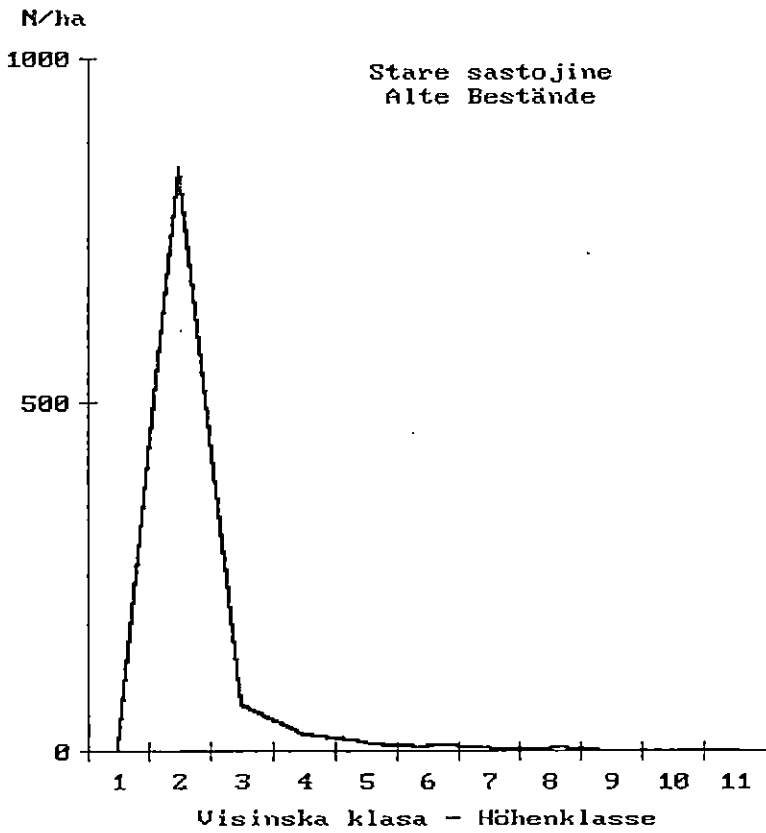
SL. - Abb. 47. Stanje pomlađivanja - Šuma hrasta lužnjaka i graba - Verjuengungszustand - Stieleichen-Hainbuchenwald



Sl. - Abb. 48. Stanje pomlađivanja - Šuma hrasta kitnjaka i graba - Verjuengungszustand - Traubeneichen-Hainbuchenwald



Sl. - Abb. 49. Stanje pomlađivanja - Bukova šuma - Verjüngungszustand - Buchenwald



Sl. - Abb. 50. Stanje pomlađivanja - Šuma bukve i jele - Verjuengungszustand - Buchen-Tannenwald

U tablicama 8 - 9. i slici 49. prikazana je struktura pomlađivanja u pojasu bukovih šuma gdje se nalazi 40 pokusnih ploha. U mladim bukovim sastojinama normalnog i gustog sklopa s relativno velikim priljevom svjetla (26%), pojavilo se dosta elemenata pomlađivanja. Od 2860 biljaka najviše je zastupan hrast kitnjak sa 61%, a u visinskim klasama dominiraju biljke do 25 cm visine. U odraslim bukovim sastojinama normalnog i gustog sklopa uz mali priljev svjetla, prosječno relativno užitno svjetlo iznosi svega 6.4%, mali je i broj mladih biljaka. Nailazimo na nešto bukova ponika, a većina elemenata pomlađivanja je u klasi do 25 cm visine, nakon čega ih rijetko nalazimo. Prekidanjem sklopa i većim priljevom svjetla u odraslim bukovim sastojinama postepeno se povećava i broj pomlatka i mladika. Na površinama djelomično prekinutog sklopa prosječno relativno užitno svjetlo iznosi 11.5%, a u tablici 8. vidimo strukturu pomlađivanja. Elementi pomlađivanja nešto su prisutniji, ali još uvijek u nižim klasama. Sastojine prekinutog sklopa, s prosječnim priljevom svjetla od 17.2%, bogatije su pomlatkom i mladikom. Osim obične bukve sve više su prisutne i ostale vrste koje sve češće uraštaju u više klase. U sastojinama progaldjenog sklopa, s velikim prosječnim relativnim užitnim svjetlom od 48.5%, ne nalazimo puno više elemenata pomlađivanja, međutim njihov se raspored po visinskim klasama bitno mijenja. Prevladava pomladak i mladik obične bukve, koji je ravnomjerno raspoređen do 150 cm visine. U pojasu bukovih šuma, cjelokupno uzevši, u odraslim sastojinama gustog, normalnog, pa i djelomično prekinutog sklopa elementi pomlađivanja prisutni su u očekivanoj mjeri i očekivano brojčano raspoređeni po visinskim klasama (M a t i ć, 1976).

Mali priljev svjetla bitno utječe na intenzitet uraštanja u više klase, a i sastojine su u takvoj razvojnoj fazi da se elementima pomlađivanja ne treba posvećivati posebna pažnja. U sastojinama prekinutog i progaldjenog sklopa, na manjim površinama, s više svjetla, osjetno se povećava broj pomlatka koji se zavisno od uzgojnih radova nesmetano provodi u gornje etaže.

U bukovo-jelovim šumama istraživanjima su obuhvaćene svega tri pokusne plohe na kojima je sklop normalan ili gust (tablica 9, slika 50). Mali priljev prosječnog relativnog užitnog svjetla od 7% uvjetovao je i mali broj elemenata pomlađivanja. Uglavnom su prisutne biljke od 25 cm visine koje su inače skromnijih zahtjeva na svjetlo. Sveukupno gledano, izlučivanje mladih biljaka u bukovim i bukovo-hrastovim sastojinama najintenzivnije je u prvoj godini poslije uroda sjemena. Puni urod ponavlja se svakih 5-7 godina i uglavnom se dobiva dosta ponika. Osim pomanjkanja prostora razloge jačeg izlučivanja biljaka treba tražiti u jačini zastora i kako je izložena ekstremnim staništima i u biološkim svojstvima vrste, u genetskoj konstituciji. Za odrasle bukove sastojine istraživanog područja karakteristične su sljedeće prilike. U sastojinama normalnog sklopa pojavljivanje ponika odvija se u ciklusima ovisno o urodu sjemena. Već u prvim godinama najintenzivnije odumire i u pravilu se njihov broj sa starošću bitno smanjuje. U sastojinama djelomično prekinutog i prekinutog sklopa javljaju se manje grupe pomlatka koje mogu i ne moraju preći u razvojnu fazu mladika. Na mjestima progaldjenog sklopa već formiran i čvrst pomladak obično prelazi u mladik i dalje u gustik. Ovisno o intenzitetu šumskouzgojnih radova, očuvanosti sastojina i drugim karakteristikama staništa različite su i kvalitete elemenata pomlađivanja. Na pojedinim ploham te grupe pomlatka i mladika sačinjene su od jednolikih individua, nastalih od uroda sjemena iste godine, gdje dolazi do izražaja ravnopravna konkurencija. Na određenom broju ploha nailazimo na grupe nejednolikih stabalaca mladika, koje nisu ni dobrog sklopa, gdje dominiraju stabla predrasta. Čest je slučaj grupa mladika s puno biljaka iz izbojaka i panjeva, koje obavezno treba posjeći prije naplodnih sijekova.

Tab. 7. Stanje pomladivanja po tipovima staništa - Verjüngungszustand nach Standortstypen

Suma hrasta lužnjaka i graba - Stieleichen-Hainbuchenwald Mlade sastojine - Junge Bestände							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer spp.</i>	<i>Fraxinus spp.</i>	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	0	0	0	0	0	0
< 25 cm	8	0	44	3	0	44	99
25-50	0	0	0	0	0	0	0
51-75	0	0	0	0	0	3	3
76-100	0	0	0	0	0	0	0
101-125	0	0	0	0	0	0	0
126-150	0	0	0	0	0	0	0
151-175	0	0	0	0	0	0	0
176-200	0	0	0	0	0	0	0
201-225	0	0	0	0	0	0	0
226-250	0	0	0	0	0	0	0
Σ	8	0	44	3	0	47	102

Suma hrasta lužnjaka i graba - Stieleichen-Hainbuchenwald Stare sastojine - Alte Bestände							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer spp.</i>	<i>Fraxinus spp.</i>	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	0	0	0	0	0	0
< 25 cm	208	608	240	224	144	176	1600
25-50	256	0	48	16	16	0	336
51-75	144	0	32	0	0	0	176
76-100	192	0	16	0	0	0	208
101-125	112	0	48	0	16	0	176
126-150	16	0	0	0	64	0	80
151-175	0	0	0	0	0	0	0
176-200	32	0	0	0	16	0	48
201-225	32	0	0	0	16	0	48
226-250	48	0	0	0	0	0	48
Σ	1040	608	384	240	272	176	2720

Suma hrasta kitnjaka i graba - Traubeneichen-Hainbuchenwald Mlade sastojine - Junge Bestände							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer spp.</i>	<i>Fraxinus spp.</i>	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	0	0	0	0	0	0
< 25 cm	103	398	452	279	180	183	1595
25-50	88	8	27	9	7	38	177
51-75	25	0	5	1	3	0	35
76-100	17	0	4	0	1	0	21
101-125	7	0	2	0	0	1	9
126-150	5	0	0	0	0	0	5
151-175	1	0	0	0	0	1	1
176-200	4	0	0	0	0	0	4
201-225	0	0	0	0	0	0	0
226-250	0	0	0	0	0	0	0
Σ	250	406	490	289	191	123	1847

Suma hrasta kitnjaka i graba - Traubeneichen-Hainbuchenwald Stare sastojine - Alte Bestände Sklop normalan i gust - Krone normal und dicht							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer spp.</i>	<i>Fraxinus spp.</i>	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	412	0	0	0	2	414
< 25 cm	319	1600	364	397	18	97	2801
25-50	36	74	25	149	34	30	348
51-75	1	1	8	26	1	27	65
76-100	3	0	9	4	1	7	24
101-125	4	0	0	0	0	8	12
126-150	0	0	2	0	0	0	2
151-175	0	0	1	0	0	2	3
176-200	0	0	1	0	0	0	1
201-225	0	0	0	0	0	0	0
226-250	0	0	0	0	0	0	0
Σ	363	2087	410	576	54	173	3670

Tab. 8. Stanje pomlađivanja po tipovima staništa - Verjüngungszustand nach Standortstypen

Suma hrasta kitnjaka i graba - Traubeneichen-Hainbuchenwald Stare sastojine - Alte Bestände Sklop djelomično prekinut - Krone teilweise durchlichtet							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer spp.</i>	<i>Fraxinus spp.</i>	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	325	5	0	0	99	429
< 25	262	2159	223	41	17	289	3031
25-50	46	54	67	7	7	202	871
51-75	31	398	30	1	6	58	525
76-100	38	29	8	3	7	24	97
101-125	14	26	9	1	3	11	63
126-150	12	8	7	1	0	0	34
151-175	3	19	10	0	1	8	41
176-200	3	11	2	0	4	8	27
201-225	3	0	10	0	1	1	15
226-250	5	13	13	0	1	9	42
Σ	407	3570	384	54	47	716	5175
Suma hrasta kitnjaka i graba - Traubeneichen-Hainbuchenwald Stare sastojine - Alte Bestände Sklop progoljen - Krone stark durchlichtet							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer spp.</i>	<i>Fraxinus spp.</i>	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	0	0	0	0	0	0
< 25	0	2576	816	160	32	0	3584
25-50	48	3680	464	48	32	0	4272
51-75	48	864	192	32	32	0	1168
76-100	64	416	144	32	144	0	800
101-125	0	80	160	80	16	0	336
126-150	0	64	224	0	80	0	368
151-175	0	96	208	0	48	0	352
176-200	80	160	192	0	32	0	464
201-225	0	144	192	0	48	0	384
226-250	0	192	192	0	0	32	416
Σ	240	8272	2784	352	464	32	12144
Bukova šuma - Buchenwald Mlade sastojine - Junge Bestände							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer spp.</i>	<i>Fraxinus spp.</i>	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	0	0	0	0	0	0
< 25	93	1601	121	26	359	20	2220
25-50	47	101	45	12	196	3	405
51-75	28	36	14	3	10	7	98
76-100	18	7	14	3	12	4	57
101-125	5	4	5	1	2	3	20
126-150	4	0	6	1	8	1	19
151-175	1	0	1	0	4	1	7
176-200	21	0	2	0	6	0	29
201-225	0	0	2	0	1	1	4
226-250	0	0	0	0	1	1	1
Σ	217	1749	210	46	599	41	2860
Bukova šuma - Buchenwald Mlade sastojine - Junge Bestände Sklop normalan i gust - Krone normal und dicht							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer spp.</i>	<i>Fraxinus spp.</i>	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	54	0	0	0	0	0	54
< 25	288	206	206	38	26	76	840
25-50	131	8	11	17	3	56	225
51-75	39	1	3	3	1	37	83
76-100	21	0	1	0	0	7	29
101-125	8	0	0	0	0	7	15
126-150	7	0	0	0	0	4	10
151-175	4	0	0	0	0	0	5
176-200	9	0	0	0	0	0	9
201-225	0	0	0	0	0	0	1
226-250	0	0	0	0	0	0	0
Σ	561	215	221	58	30	187	1271

Tab. 9. Stanje pomladivanja po tipovima staništa - Verjüngungszustand nach Standortstypen

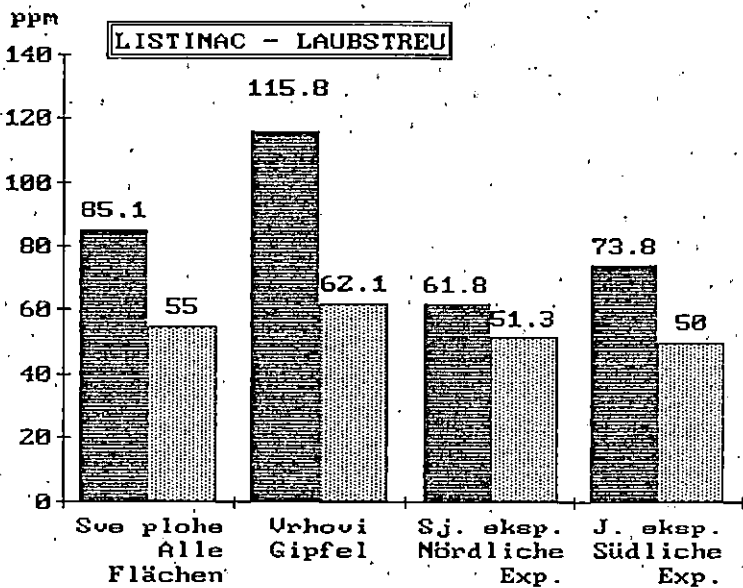
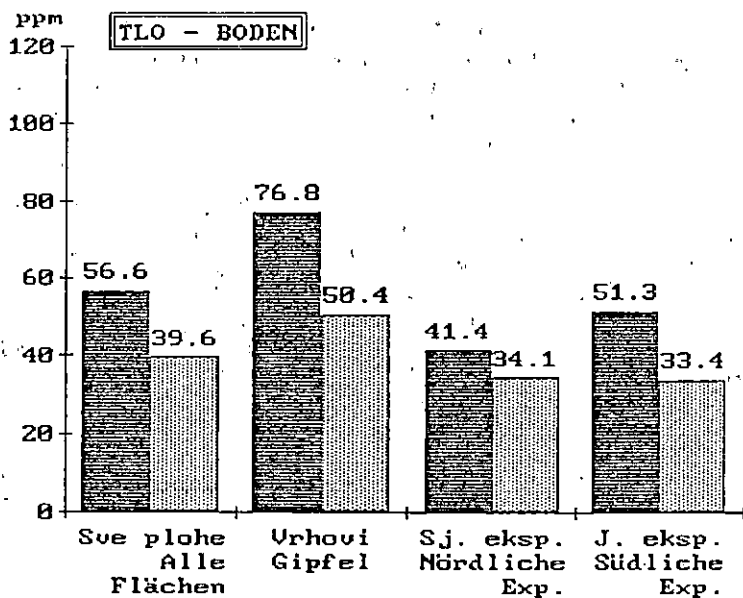
Bukova šuma - Buchenwald Stare sastojine - Alte Bestände Sklop djelomično prekinut - Krone teilweise durchlichtet							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer</i> spp.	<i>Fraxinus</i> spp.	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	114	0	2	0	0	0	116
< 25	343	123	38	31	70	74	680
25-50	321	16	18	32	4	69	461
51-75	91	11	6	3	1	22	135
76-100	40	2	8	3	0	10	62
101-125	23	0	2	1	1	8	35
126-150	11	1	3	3	2	4	25
151-175	2	0	3	0	1	0	6
176-200	5	0	1	0	0	2	8
201-225	2	0	1	0	0	0	3
226-250	4	0	1	0	0	0	5
Σ	956	153	83	73	79	189	1537
Bukova šuma - Buchenwald Stare sastojine - Alte Bestände Sklop prekinut - Krone durchlichtet							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer</i> spp.	<i>Fraxinus</i> spp.	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	0	0	0	0	0	0
< 25	267	820	60	161	126	160	1594
25-50	151	2	13	91	9	68	335
51-75	42	0	0	17	6	95	160
76-100	20	0	0	4	2	28	53
101-125	8	0	0	6	1	18	33
126-150	6	0	0	4	1	13	23
151-175	6	0	0	2	0	4	11
176-200	1	0	0	0	0	0	1
201-225	0	0	0	0	0	2	2
226-250	0	0	0	0	0	2	2
Σ	501	822	73	285	145	393	2217
Bukova šuma - Buchenwald Stare sastojine - Alte Bestände Sklop progoljen - Krone stark durchlichtet							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer</i> spp.	<i>Fraxinus</i> spp.	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	0	0	0	0	0	0
< 25	226	804	115	9	3	2	1157
25-50	380	11	35	7	3	16	451
51-75	208	0	13	3	0	16	239
76-100	211	0	10	0	2	0	222
101-125	170	0	4	0	0	2	175
126-150	124	0	0	0	0	8	132
151-175	2	0	0	0	0	2	3
176-200	2	0	0	0	0	40	42
201-225	0	0	0	0	0	0	0
226-250	0	0	0	0	0	0	0
Σ	1323	815	177	19	8	86	2421
Šuma bukve i jele - Buchen-Tannenwald Stare sastojine - Alte Bestände							
	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Ulmus glabra</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Acer</i> spp.	<i>Fraxinus</i> spp.	OSTALO UEBRIGES	UKUPNO INSGESAMT
Ponik - Sämlinge	0	0	1	0	0	0	1
< 25	65	37	336	198	12	68	838
25-50	7	0	11	2	0	3	64
51-75	3	0	1	0	0	0	21
76-100	4	0	0	0	0	0	10
101-125	3	0	0	0	0	0	6
126-150	1	0	0	0	0	0	3
151-175	2	0	0	0	0	0	4
176-200	0	0	0	0	0	0	0
201-225	0	0	0	0	0	0	0
226-250	1	0	0	0	0	0	1
Σ	86	37	349	200	12	71	948

Analizirajući navedene tablice s obzirom na kiselost i povećanje kiselosti, uočavamo neke zakonitosti. U najnižim područjima u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba razlike u zakiseljavanju postoje, a i broj elemenata pomlađivanja bitno se razlikuje. Naime ovdje je riječ o mladim i starim sastojinama koje je teško na ovaj način komparirati. U šumi hrasta kitnjaka i običnoga graba ispada da se zbog povećanja kiselosti povećava i broj elemenata pomlađivanja. Međutim, svjetlo kao najutjecajni faktor također se povećava, i to vrlo intenzivno. U starim sastojinama normalnog i gustog sklopa relativno užitno svjetlo iznosi 12,2%, a u sastojinama djelomično prekinutog sklopa relativno užitno je svjetlo 40,4%. U odraslim bukovim sastojinama situacija je nešto drugačija. Intenzitet svjetla kreće se u rasponu od 6,4% u sastojinama normalnog i gustog sklopa od 48,5% u progaljenim sastojinama. Zakiseljavanje u sastojinama normalnog i gustog sklopa iznosi 10.1%, kod djelomično prekinutog sklopa povećalo se na 11,3%, a onda se kod sastojina prekinutog sklopa smanjilo i na 9,6%. Iako je tu priljev svjetla povećan, možda je i manje zakiseljavanje utjecalo na povećanje broja elemenata pomlađivanja. Najbolje pomlađivanje utvrdili smo u odraslim bukovim sastojinama progaljenog sklopa, a tu su dobre svjetlosne prilike i postotak zakiseljavanja je najmanji. U pojasu šume bukve i jele relativno užitno svjetlo iznosi 7,0%, tla su inače vrlo kisele reakcije, a zakiseljavanje je 15,3%, što je uvjetovalo relativno mali broj elemenata pomlađivanja, naročito njihovo slabo uraštanje u više visinske klase.

Opterećenje staništa olovom - Belastung des Standortes durch Blei

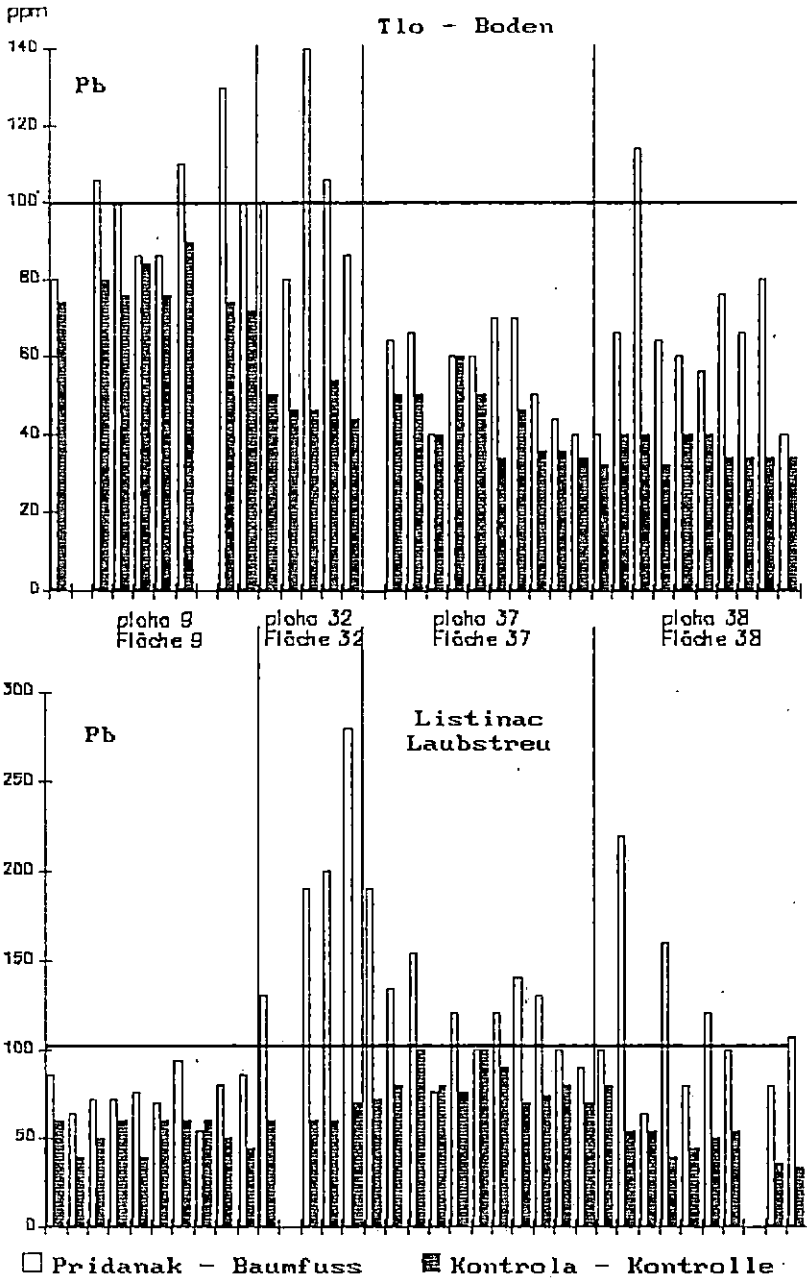
Analizirajući podatke o količinama olova u listincu i tlu na svim pokusnim plohamama te na različitim nadmorskim visinama i ekspozicijama, možemo zaključiti da je na svim lokacijama utvrđeno pojačano unošenje olova u ta dva horizonta (slike 51, 52, 53. i 54). Na svim istraživanim površinama srednje vrijednosti koncentracije olova iznose 56,6 ppm, a prosječno povećanje unosa olova u horizont Ah iznosi 43%. Koncentracija olova u horizontu Of za sve plohe puno je veća i u prosjeku iznosi 85,1 ppm. Akumulacija olova u uzorcima pridanka za 55% je veća od akumulacije kontrolnih uzoraka. Najveću prosječnu koncentraciju olova izmjerili smo u horizontu Of, tj. u listincu na najvišim kotama istraživanog područja i ona iznosi 115,8 ppm. Tu je također najveći i unos olova, u uzorcima pridanka utvrdili smo u prosjeku 86% veće koncentracije olova nego u kontrolnim uzorcima, razlike su 99% signifikantne. Ispod velikog broja stabala obične bukve koncentracije olova u horizontu Of prelaze granične vrijednosti (maksimalno dopuštene koncentracije) od 100 ppm. Najveća izmjerena koncentracija olova u horizontu Of iznosi 280 ppm, a povećanje unosa s obzirom na kontrolne uzorke veće je za 300%. Što se tiče koncentracija u uzorcima tla iz horizonta Ah, one su također uvjerljivo najveće na najvišim nadmorskim visinama. Prosječna vrijednost koncentracije za vršne položaje iznosi 76,8 ppm, a unos je povećan za 52%. Južne ekspozicije također su visoko opterećene. Prosječne koncentracije olova za uzorke listinca u zoni pridanka iznose 73,8 ppm i za 48% su veće od koncentracija u kontrolnim uzorcima. Samo ispod dva stabla obične bukve koncentracija olova u uzorku listinca prelazi granične vrijednosti, međutim puno je uzoraka čije su koncentracije blizu maksimalno dopuštenih vrijednosti.

U uzorcima tla koncentracije olova također su druge po veličini na južnim ekspozicijama. Prosječne vrijednosti koncentracije olova u uzorcima tla iznose 51,3 ppm i nešto su niže od koncentracija u uzorcima listinca, ali su još prilično visoke.

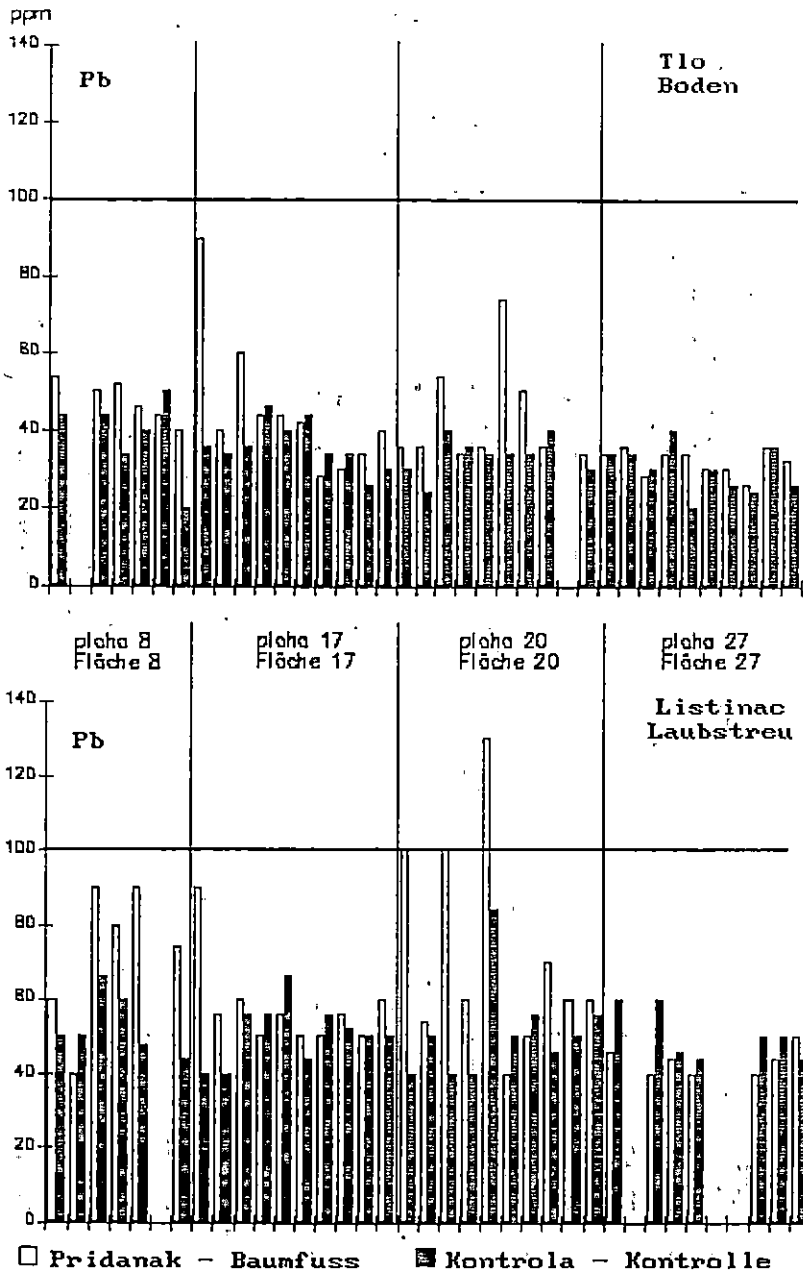


■ Pridanak - Baumfuss □ Kontrola - Kontrolle

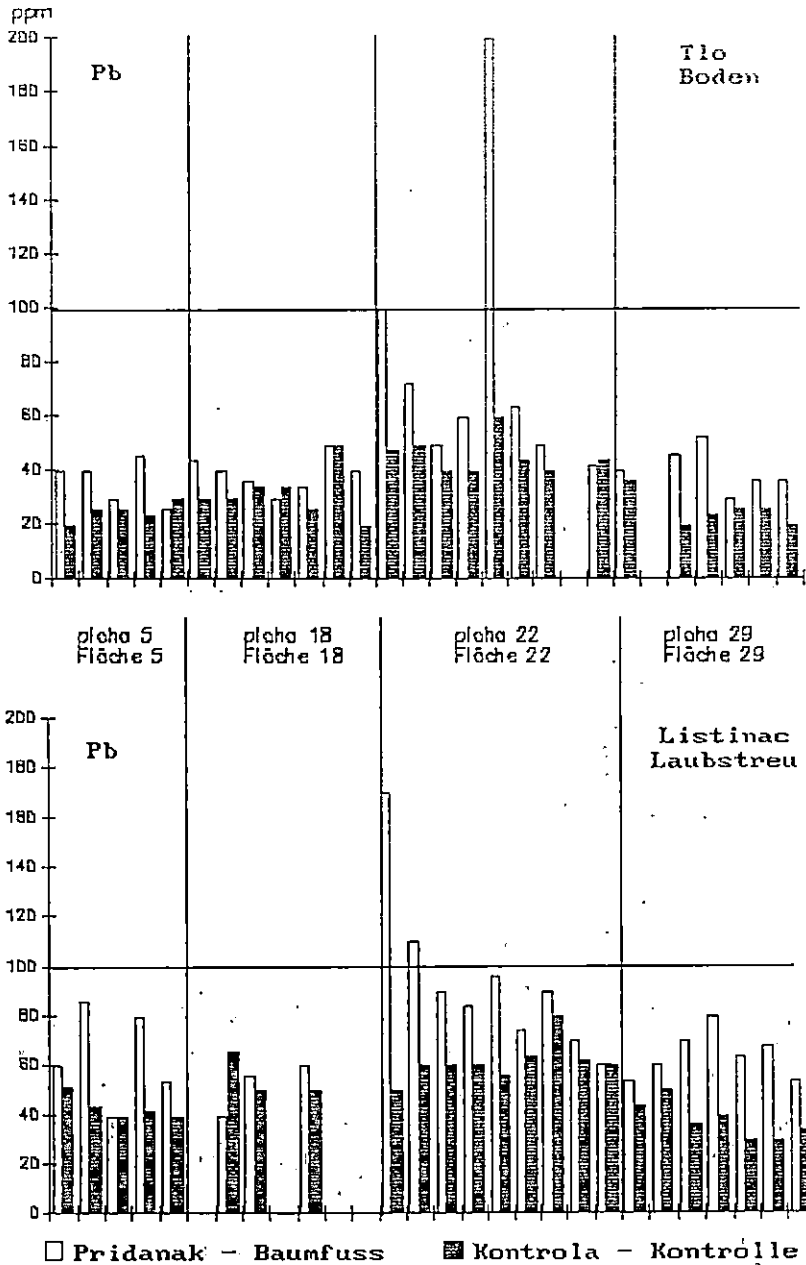
Sl. - Abb. 51. Prosječno opterećenje staništa olovom - Durchschnittliche Belastung des Standortes durch Blei



Sl. - Abb. 52. Opterećenje staništa olovom na vrhovima - Belastung des Standortes durch Blei auf Gipfeln



Sl. - Abb. 53. Opterećenje staništa olovom na sjevernim ekspozicijama - Belastung des Standortes durch Blei auf nördlicher Exposition



Sl. - Abb. 54. Opterećenje staništa olovom na južnim ekspozicijama - Belastung des Standortes durch Blei auf südlicher Exposition

Tab. 10. Postotna povećanja koncentracije polutanata u zoni mikrostaništa u odnosu na kontrolu - Prozentuelle Vergrößerung der Konzentration der Pollutanten in der Zone des Mikrostandortes im Verhältnis auf die Kontrolle

TLO - BODEN									
Broj plohe - Nummer der Versuchsfläche	Postotno povećanje koncentracije - Prozentuelle Vergrößerung der Konzentration				Signifikantnost - Signifikanz				
	Konzentration				Pb	Zn	Cu		
	Pb	Zn	Cu	S				Pb	Zn	Cu	S
5.	44,4	60,3	38,1		95%	95%			
8.	23,3	34,1	-25,5			99%			
9.	27,5	-14,2	26,8		99%				
17.	25,6	25,8	8,1						
18.	22,2	-1,7	5,8						
20.	28,9	23,2	10,5						
22.	74,2	9,4	84,2						95%
27.	6,7	13,5	0,0						
29.	58,1	-18,2	35,3		95%				
32.	113,3	-0,6	161,5		99%				99%
37.	29,4	5,3	28,1		95%				95%
38.	83,9	7,6	44,8		99%				95%
Vrhovi Gipfel	52,4	-3,3	47,2		99%				99%
J.eksp.-Süd.Exp.	53,6	7,6	48,0		95%				
S.eksp.-Nörd.Exp.	21,4	23,4	-2,9		99%	99%			
LISTINAC - LAUBSTREU									
Broj plohe - Nummer der Versuchsfläche	Postotno povećanje koncentracije - Prozentuelle Vergrößerung der Konzentration				Signifikantnost - Signifikanz				
	Konzentration				Pb	Zn	Cu	S	
	Pb	Zn	Cu	S					
5.	46,8	6,4	21,2	0,0					
8.	36,4	-5,3	9,5	9,9					
9.	43,9	4,7	27,0	18,5	99%		99%	99%	
17.	13,3	-5,8	3,2	3,1					
18.	-6,0	2,9	-1,2	0,0					
20.	41,4	13,2	20,0	16,8			95%	95%	
22.	53,0	8,5	27,4	17,1			95%	99%	
27.	-14,2	-7,2	5,3	4,6					
29.	70,6	-3,5	42,5	7,8	99%		99%		
32.	207,5	0,2	60,5	24,5	99%			99%	
37.	42,0	14,2	32,5	15,8	99%		99%	95%	
38.	130,6	0,1	33,8	19,0	99%		99%		
Vrhovi-Gipfel	86,5	5,5	35,0	18,6	99%		99%	99%	
J.eksp.-Süd.	47,6	4,4	29,7	14,3	99%		99%		
S.eksp.-Nörd.	20,5	-0,8	10,8	8,5	95%		95%	95%	

Najzaštićenije su sjeverne ekspozicije. Akumulacija je na njima u uzorcima listinca u zoni pridanka 61,8 ppm i gotovo je dvostruko manja od koncentracije na grebnima. Razlika između vrijednosti koncentracija u uzorcima iz zone pridanka i iz kontrolnih uzoraka je 20%.

Najmanja akumulacija olova utvrđena je u uzorcima tla na sjevernim ekspozicijama i iznosi 41,4 ppm, a povećana je u odnosu na kontroli uzorak za 21%.

Statistički obrađene vrijednosti koncentracija olova pokazuju signifikantne razlike na cijelom području (tablica 10).

Opterećenje staništa cinkom - Belastung des Standortes durch Zink

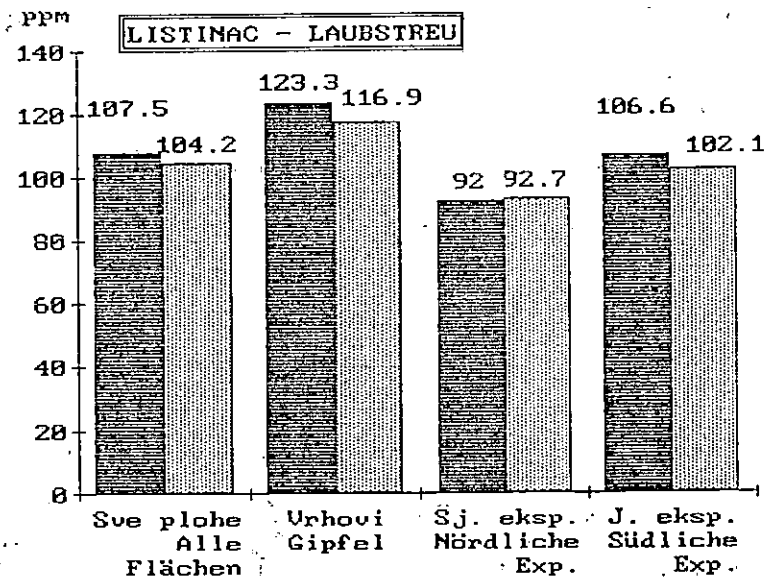
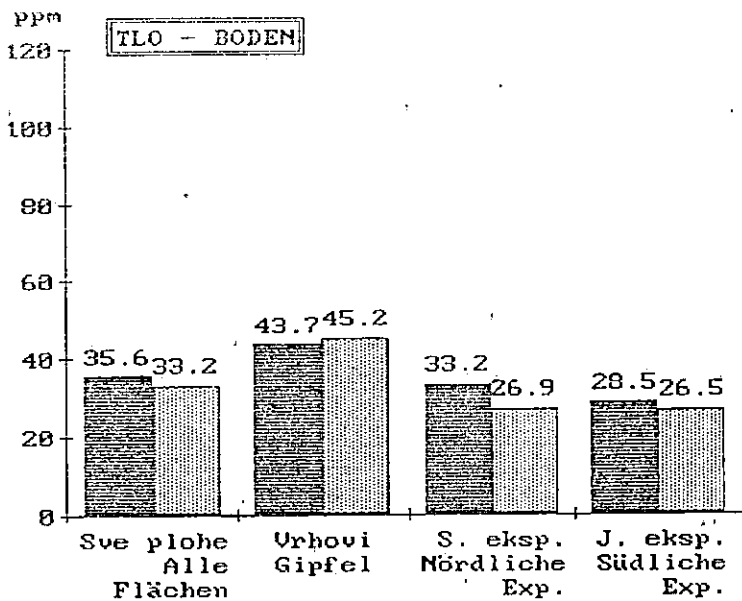
Utvrđivanje sadržaja cinka obavljeno je po Brüneovoj i Ellinghausovoj metodi (1981) koja omogućuje određivanje oko 30% od sveukupnog postojećeg cinka u uzorku tla. Analizirajući vrijednosti koncentracije cinka na istraživanom području, uočavamo sljedeće. Prosječne vrijednosti koncentracije cinka za sve plohe mnogo su veće u uzorcima listinca nego u uzorcima iz horizonta Ah, ali je povećanje unosa u zonu pridanka veće u horizontu Ah (slike 55, 56, 57. i 58). Vrijednosti koncentracija uzoraka listinca s grebena odnosno sjeverne i južne ekspozicije pokazuju također akumulaciju cinka veću u listincu nego horizontu Ah. Takvi podaci upućuju nas na pretpostavku da su opterećenja cinkom na cijelom istraživanom području novijeg datuma. Prosječne vrijednosti koncentracije cinka na svim ploham u uzorcima listinca vrlo su velike i ako uzmemo u obzir da je to samo 30% količine od sveukupno prisutnog cinka, vidimo da na svim lokacijama akumulacija cinka prelazi maksimalno dopuštene koncentracije koje ne bi trebale preći iznos od 250 ppm. Na svim lokalitetima, izuzev lokalitete na sjevernoj ekspoziciji, utvrđene su povećane koncentracije cinka u uzorcima listinca iz zone pridanka. Povećanje unosa cinka u zoni pridanka nije tako jako izraženo kao kod olova, ali rezultati upućuju na jaču opterećenost. S obzirom na položaj lokaliteta koji su ispitivani najveće koncentracije cinka u uzorcima listinca utvrđene su na grebenima (123,3 ppm), a zatim na južnim ekspozicijama (106,6 ppm), gdje povećanja unosa cinka s obzirom na uzorke pridanka i kontrolne uzorke iznose svega 5,5% odnosno 4,4%. Ni na jednoj lokaciji razlike prosječnih vrijednosti koncentracija cinka s obzirom na pridanak i kontrolu nakon testiranja ne pokazuju signifikantnost (tablica 10).

U uzorcima horizonta Ah ni jedna prosječna vrijednost koncentracije cinka ne prelazi graničnu vrijednost, međutim na pojedinim uzorcima, naročito na grebenima u pokusnoj plohi 9 (slika 56), vrijednosti akumuliranog cinka veće su od maksimalno dopuštenih. Najveća prosječna akumulacija cinka utvrđena je na grebenima 455,2 ppm, zatim na sjevernoj 32,2 ppm te na južnoj ekspoziciji 28,5 ppm. Zanimljivo je da su upravo na grebenima utvrđene veće koncentracije cinka u kontrolnim uzorcima nego u uzorcima tla iz zone pridanka. Na južnim ekspozicijama utvrdili smo povećanje unosa u zoni pridanka, ali statističkom obradom podataka veća signifikantnost dokazana je samo na sjevernim ekspozicijama.

Opterećenje staništa bakrom - Belastung des Standortes durch Kupfer

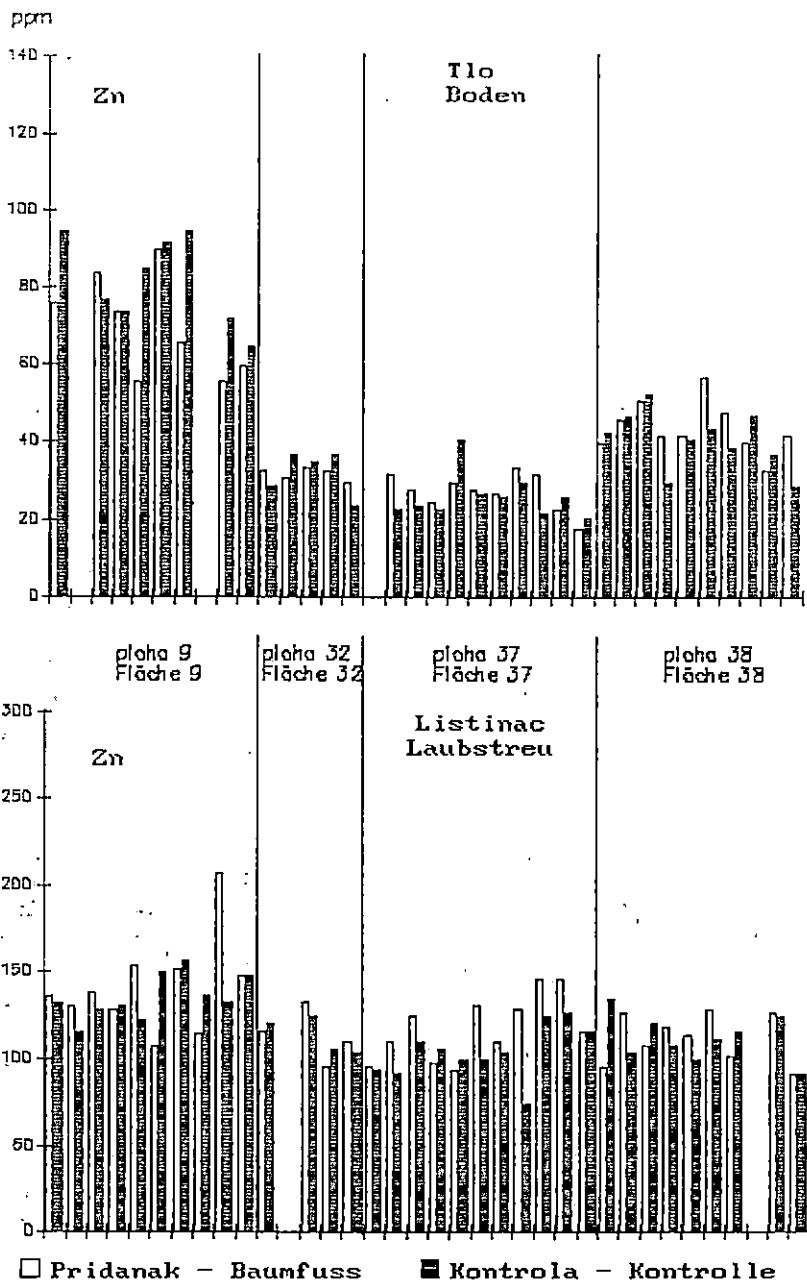
Istom metodom kao i kod cinka utvrđene koncentracije bakra iznose oko 75% od sveukupno postojećeg bakra u tlu. Izrazito veće koncentracije bakra nalazimo u uzorcima listinca 11,8 ppm (u uzorcima horizonta Ah 4,2 ppm), ali je povećanje koncentracije puno veće u uzorcima horizonta Ah (tablica 10). U uzorcima listinca najveće koncentracije su na grebenima 13,6 ppm i južnim ekspozicijama 13,1 ppm, gdje povećanja unosa iznose 35% odnosno 30%. Sjeverne ekspozicije su najzaštićenije, na njima je najmanja koncentracija bakra, 9,2 ppm, i najmanje povećanje u zoni pridanka, 11% (slika 59, 60, 61. i 62).

S obzirom na uzorke iz horizonta Ah koncentracije su najveće na grebenima, a povećana akumulacija bakra iznosi 47,2%. Na južnim ekspozicijama koncentracija bakra nije tako velika, iznosi 3,7 ppm, međutim povećanje unosa apsolutno je najveće, 48%. I

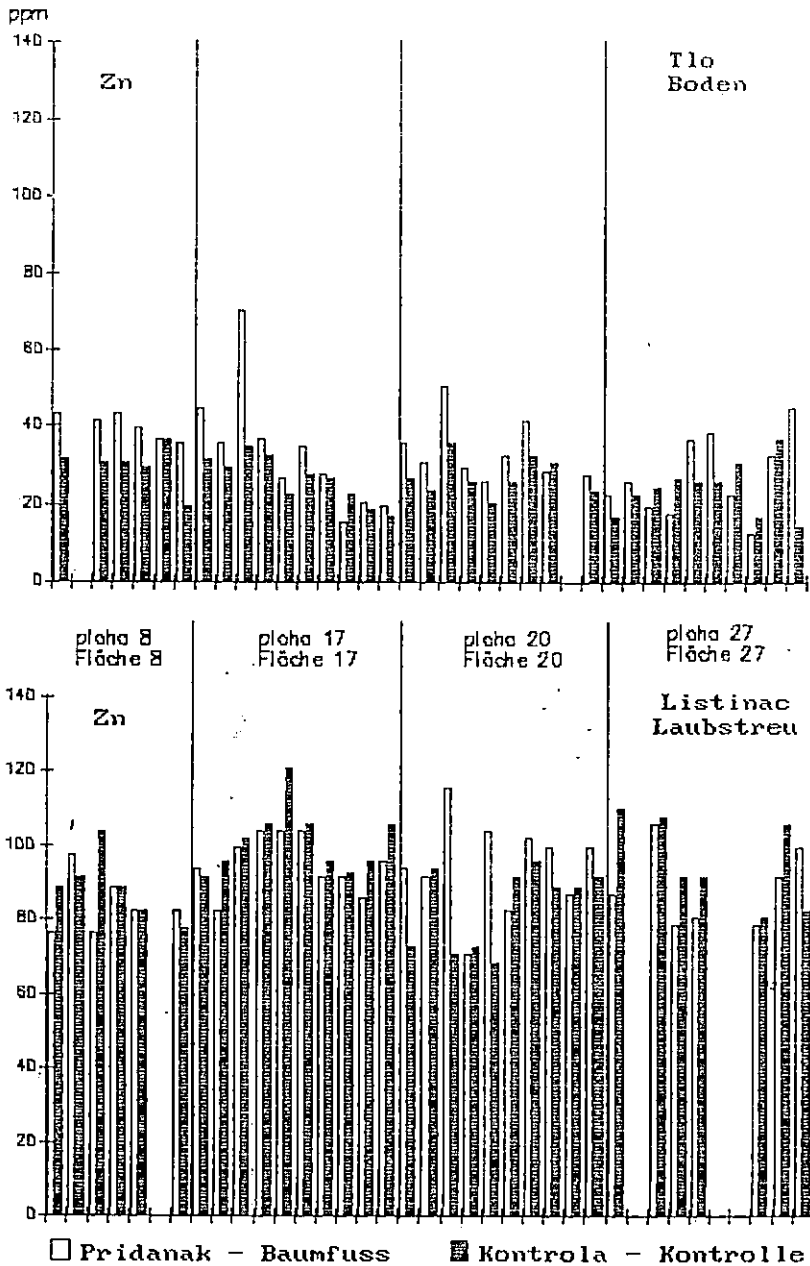


▨ Pridanak - Baumfuss ▤ Kontrola - Kontrolle

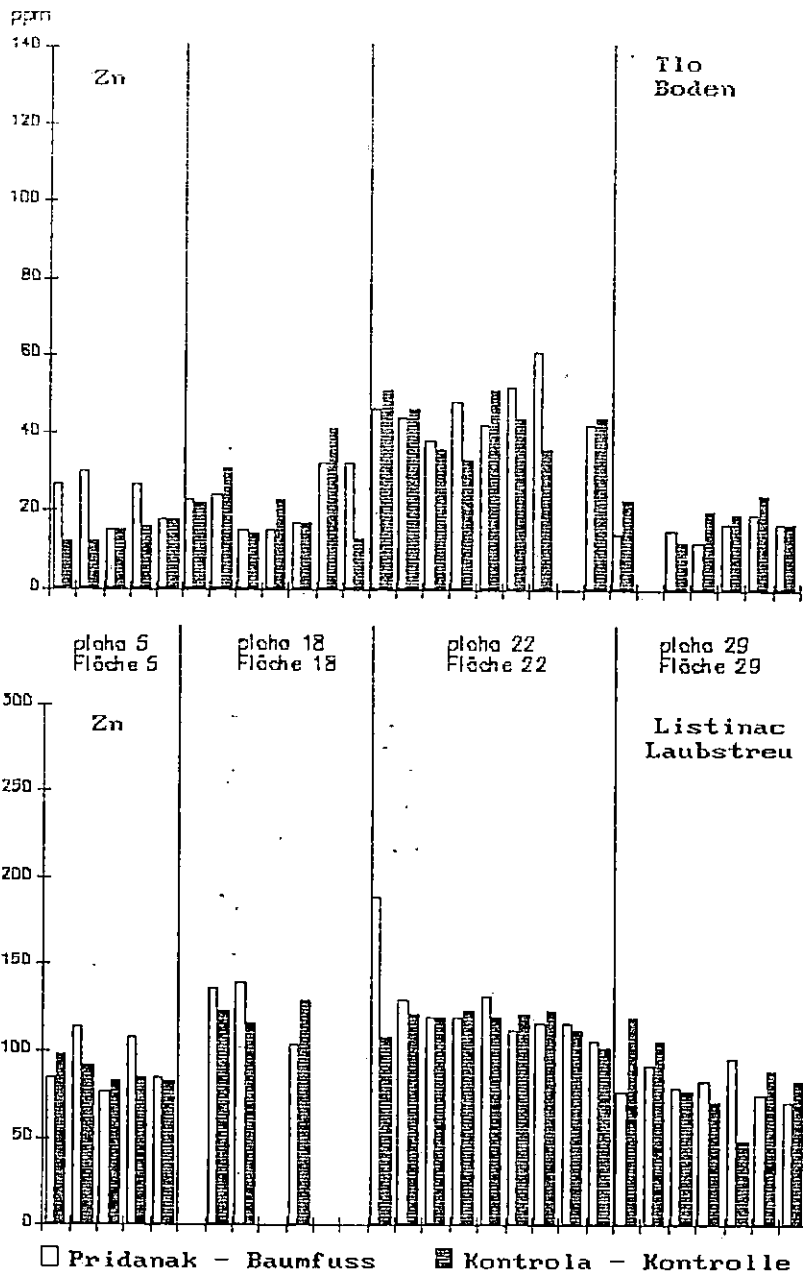
Sl. - Abb. 55. Prosječno opterećenje staništa cinkom - Durchschnittliche Belastung des Standortes durch Zink



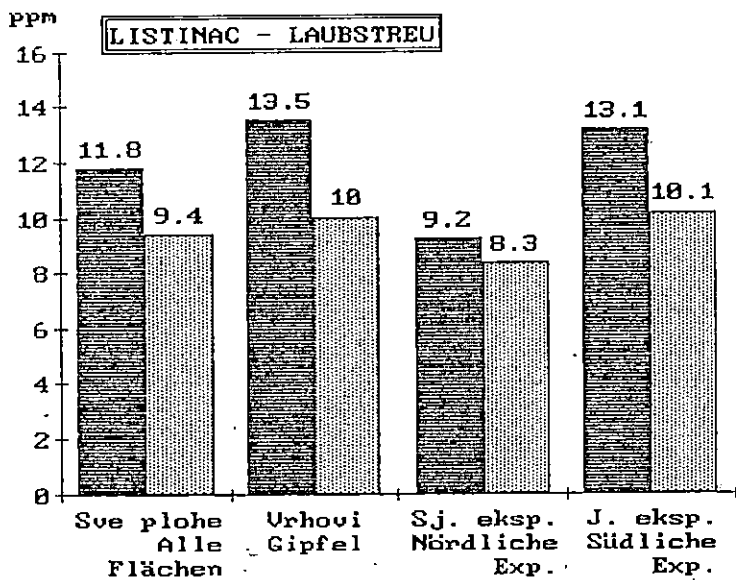
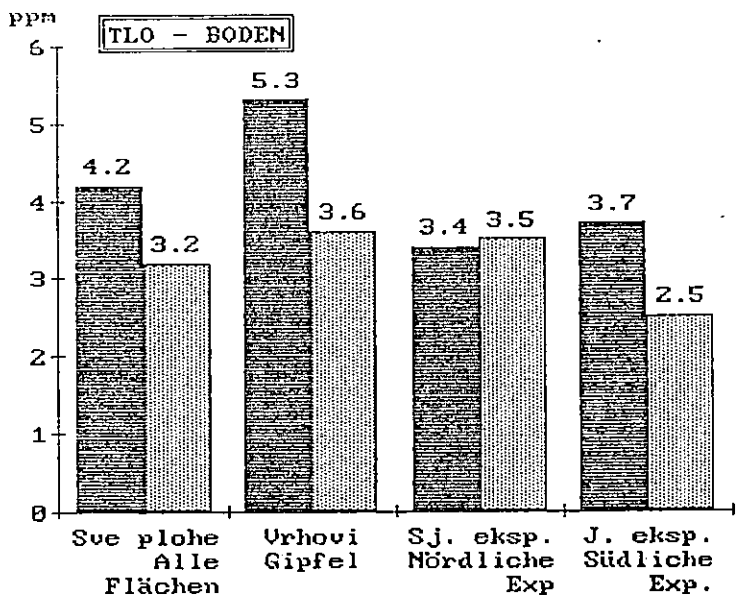
Sl. - Abb. 56. Opterećenje staništa cinkom na vrhovima - Belastung des Standortes durch Zink auf Gipfeln



Sl. - Abb. 57. Opterećenje staništa cinkom na sjevernim ekspozicijama - Belastung des Standortes durch Zink auf nördlicher Exposition

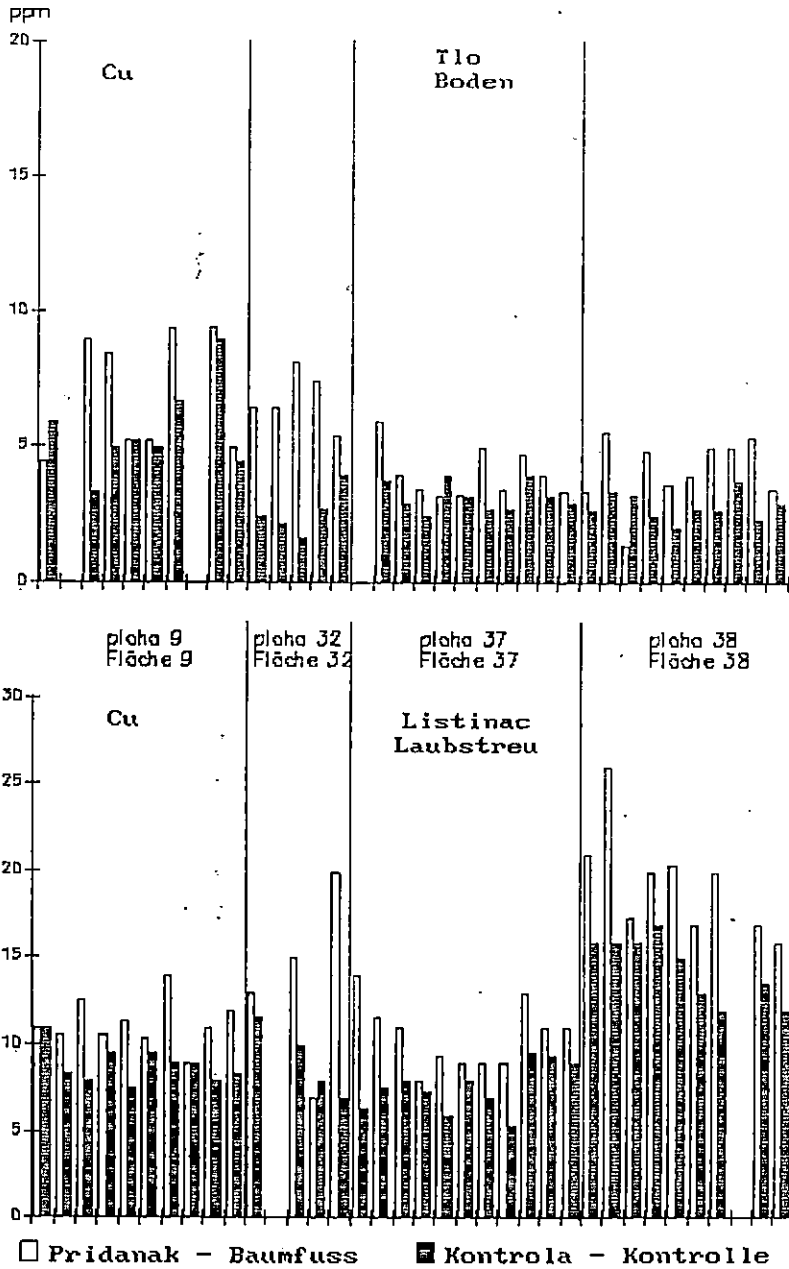


Sl. - Abb. 58. Opterećenje staništa cinkom na južnim ekspozicijama - Belastung des Standortes durch Zink auf südlicher Exposition

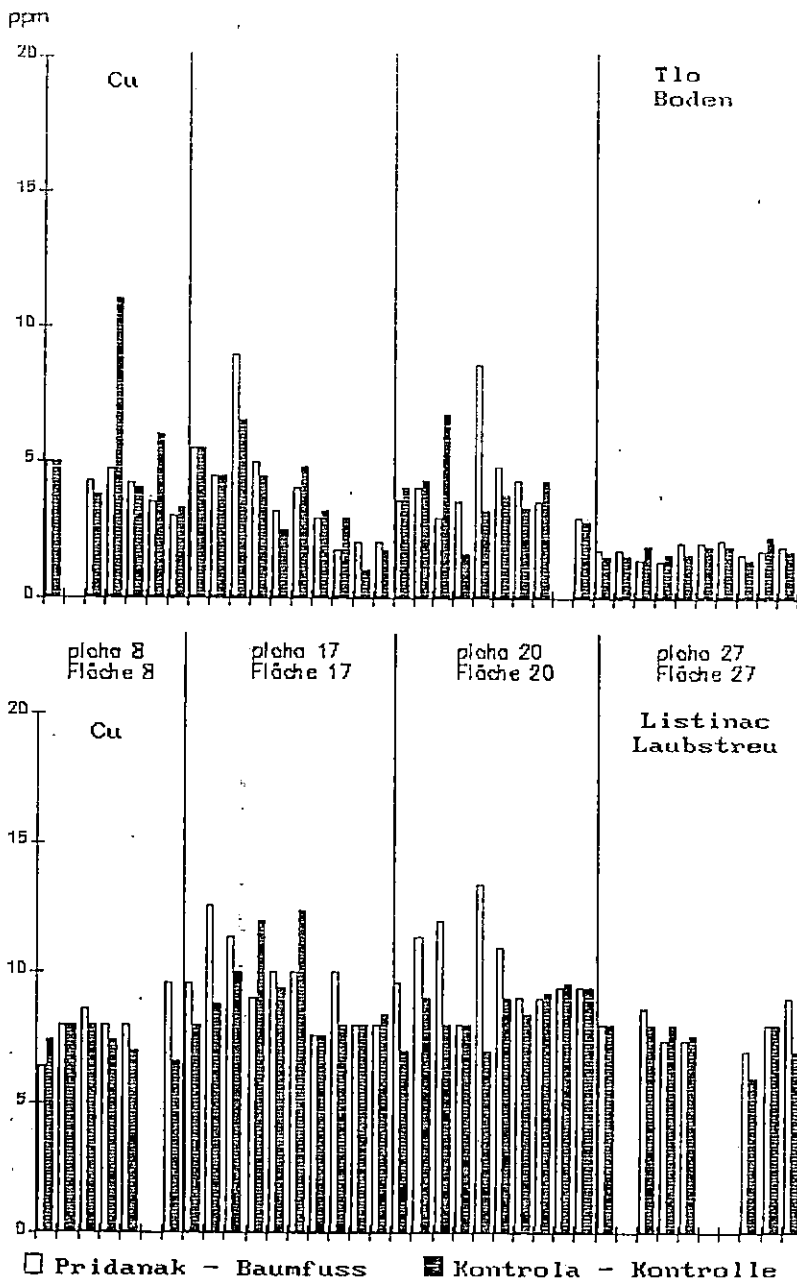


■ Pridanak - Baumfuss □ Kontrola - Kontrolle

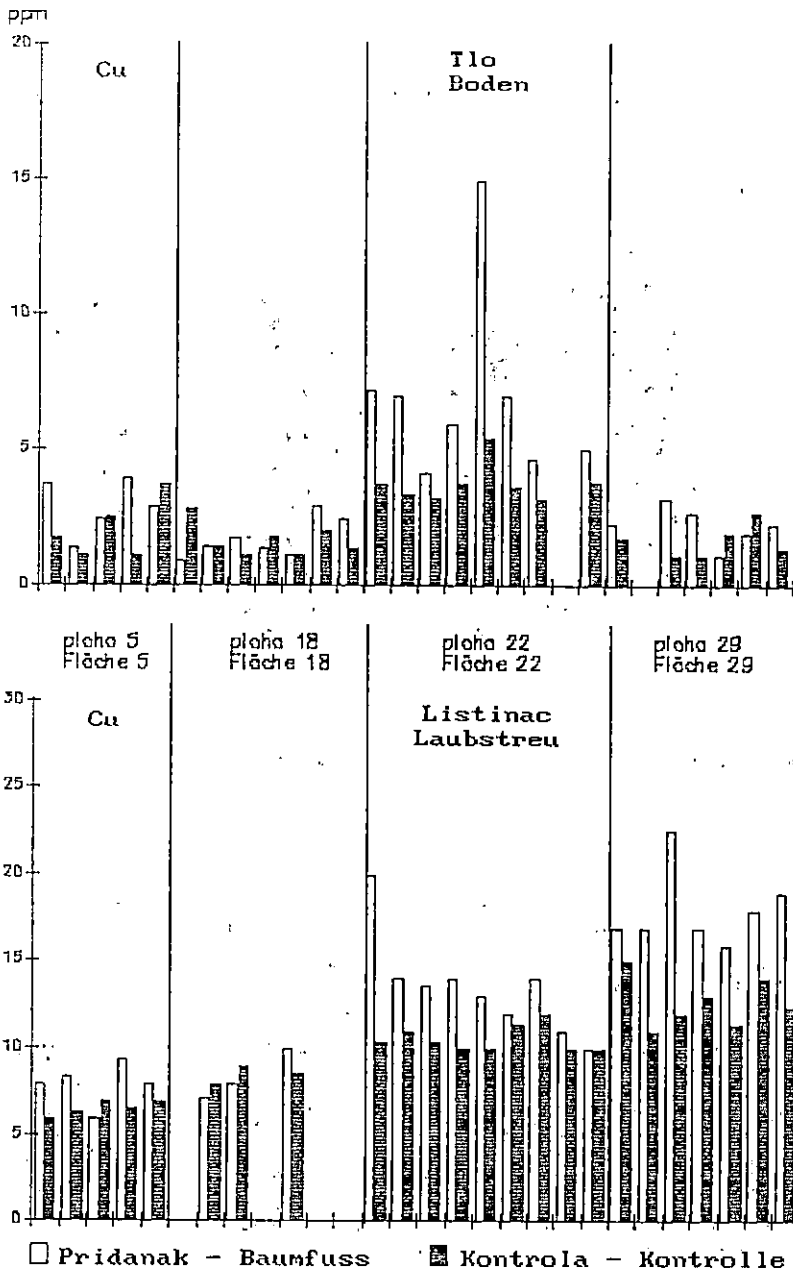
Sl. - Abb. 59. Prosječno opterećenje staništa bakrom - Durchschnittliche Belastung des Standortes durch Kupfer



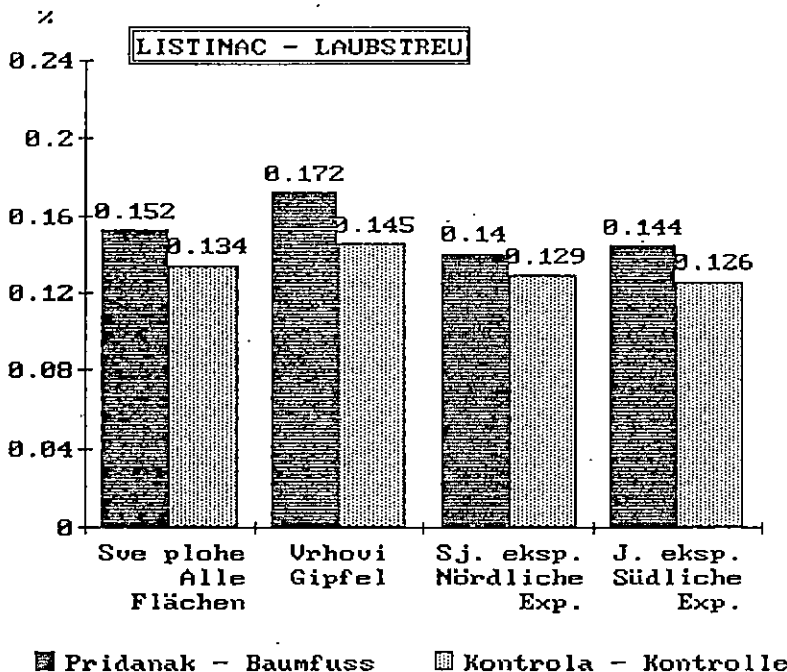
Sl. - Abb. 60. Opterećenje staništa bakrom na vrhovima - Belastung des Standortes durch Kupfer auf Gipfeln



Sl. - Abb. 61. Operereenje staništa bakrom na sjevernim ekspozicijama - Belastung des Standortes durch Kupfer auf nördlicher Exposition



Sl. - Abb. 62. Opterećenje staništa bakrom na južnim ekspozicijama - Belastung des Standortes durch Kupfer auf südlicher Exposition



Sl. - Abb. 63. Prosječno opterećenje staništa sumporom - Durchschnittliche Belastung des Standortes durch Schwefel

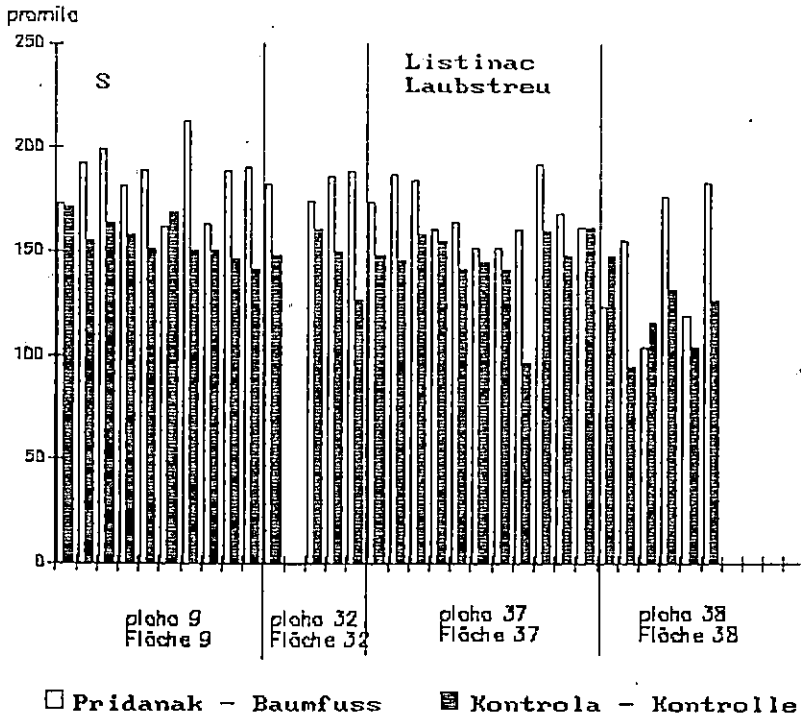
prema uzorcima iz horizonta Ah vidimo da su sjeverne ekspozicije najmanje opterećene bakrom, čak su i vrijednosti koncentracije veće u kontrolnim uzorcima.

Iz tablice 10. vidimo da je povećanje akumulacije bakra signifikantno na svim lokalitetima u uzorcima listinca, a što se tiče uzoraka iz horizonta Ah dokazana je signifikantnost samo na grebenima.

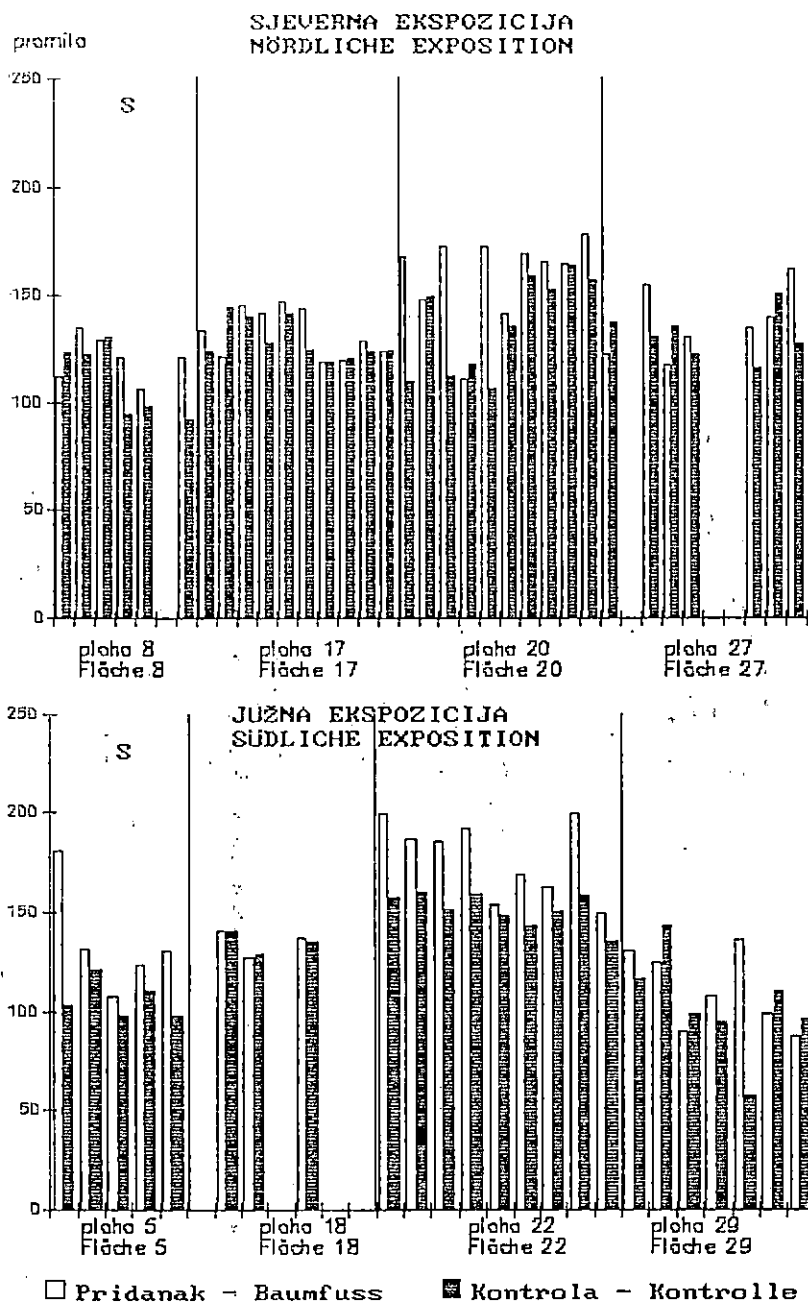
Opterećenost staništa sumporom - Belastung des Standortes durch Schwefel

Koncentraciju sumpora određivali smo samo iz uzoraka listinca horizonta Of. Analizirajući podatke sa svih pokusnih površina, utvrdili smo da je prosječno povećanje koncentracije sumpora u uzorcima iz zone pridanka veće za 13,4% (slike 63, 64. i 65). Najopterećeniji su grebeni, područja na najvećim nadmorskim visinama, a ondje je i najveće povećanje unosa sumpora u mikrostanište, 18,6%. Testirane razlike opterećenosti sumporom visoko su signifikantne, 99% (tablica 10).

Koncentracije sumpora u uzorcima s južne ekspozicije (0,144) samo su nešto veće od uzoraka listinca sa sjevernih ekspozicija (0,140). Promatrajući povećanje akumulacije u mikrostaništu, vidimo da je ono duplo veće na pokusnim plohamo koje su izložene jugu od onih na sjeveru.



Sl. - Abb. 64. Opterećenje staništa sumporom na vrhovima - Belastung des Standortes durch Schwefel auf Gipfeln



Sl. - Abb. 65. Opterećenje staništa sumporom na sjevernim i južnim ekspozicijama - Belastung des Standortes durch Schwefel auf nördlicher und südlicher Exposition

DISKUSIJA - DISKUSSION

Kao što vidimo, bolesti izazvane gljivama, kuccima ili bakterijama uvijek su bile prisutne u svim šumskim ekosistemima svijeta. Događale su se i masovnije štete uzrokovane nepažnjom - požarima, ili nekim vremenskim nepogodama. Međutim ova "nova" bolest nije obilježena samo bolešću pojedinih stabala ili vrsta, nego je riječ o ozbiljnoj ugroženosti cjelokupnih šumskih ekosistema. Problem sušenja šuma nije lokalnog karaktera, već ga karakterizira velika rasprostranjenost u kratkom vremenskom razdoblju. Ugrožene su šume crnogorice i bjelogorice u raznim klimatima, stradavaju i prirodno i umjetno osnovane šume.

Postepeno povećanje sušaca u etatu, sve više rijetkih, požutjelih i suhih grana i sve više osušenih stabala razvoj je događaja koji se pojavio prije desetak godina u industrijski najrazvijenijim zemljama i koji označavamo kao masovno sušenje šumskih ekosistema. Uspoređivana su dosadašnja istraživanja, analizirani svi poznati uzroci i traženi razlozi tako masovnom sušenju.

Ukupna oštećenost svih popisanih stabala na području Jugoslavije za 1987. godinu (S i s o j e v i ć 1988) iznosila je 32,2%. Četinjače su mnogo više oštećene (45,9%) od listača (27,9%). Najviše oštećenih stabala utvrđeno je kod hrasta kitnjaka -66,7%. Obična jela oštećena je 59,9%, a obična bukva 24,1%. U Sloveniji je intenzitet oštećenja najveći. Istraživanjima je utvrđeno 44% oštećenih stabala (Š o l a r 1987). P r p i ć i dr. (1988) na osnovi popisa oštećenosti šumskih ekosistema u Hrvatskoj 1987 god. prikazuju zdravstveno stanje. Prema rezultatima popisa četinjače su oštećene 55%, a listače 23%. Najoštećenija su stabla obične jele, 72%. Kod hrasta kitnjaka oštećeno je 28% stabala, a kod obične bukve 19% stabala. Prema procjenama (S c h ü t t 1989) smatra se da je na 30% površina u Evropi 50% ugroženo novom bolešću.

Obavljeni popis oštećenosti stabala i sastojina 1988. godine u području slavonskoga gorja pokazuje da je 26,1% stabala oštećeno. Analizirajući pojavu žućenja, osipanja i odumiranja, vidimo da se na najviše stabala pojavljuju znakovi odumiranja. Od sveukupno analiziranih stabala 73,9% je zdravo. Na 22,5% stabala utvrđena su oštećenja prvog stupnja, dakle stabla koja su zahvaćena pojavom nekrotičnosti do 25%. Srednje izrazito oštećenih stabala na istraživanom području imamo 2,5%, a vrlo jako oštećenih stabala utvrdili smo 1,1%.

Obrađujući pojavu odumiranja po vrstama drveća, vidimo da je hrast kitnjak najugroženiji. Samo je 54,1% stabala hrasta kitnjaka zdravo, 38,4% stabala ima oštećenje prvog stupnja, srednje oštećenih stabala (stupanj oštećenja do 60%) ima 5,1%, a vrlo jako nekrotičnih stabala hrasta kitnjaka 2,4%.

Nešto je bolja situacija sa stablima obične bukve s obzirom na odumiranje. 80,2% stabala je zdravo, 17,1% prvog stupnja oštećenja, 2,2% stabala srednje je oštećeno, a 0,5% stabala obične bukve jako je ili vrlo jako nekrotično.

S obzirom na velik udio obične bukve u drvnim zalihama, oko 45% u republičkom fondu, 20-ak posto oštećenih stabala zabrinjava. Pogotovo je to velik postotak oštećenja, barem nije bio očekivan, jer smatramo da su obična bukva i bukove sastojine dosta stabilne.

Promatrajući oštećenost bukovih stabala na istraživanom području s obzirom na požutjelost, osutost i odumiranje prema različitim stanišnim i sastojinskim prilikama, (tablica 11), vidimo sljedeće. Najviše oštećenih stabala obične bukve što se tiče požutjelosti i odumiranja utvrdili smo u pojasu 200-300 m n.v. Najveća osutost na stablima

Tab. II. Prisutnost najizraženijih oštećenja s obzirom na stanišne sastojinske prilike - Anwesenheit von am meisten ausgeprägten Schaeden mit Rucksicht auf Standorts und Bestandeszustand

	TIP OŠTEĆENJA - SCHADTYP		
	Požutjelost Gelbfärbung	Osutost Blattabfall	Odumiranje Baumsterben
<i>Fagus sylvatica</i> L.			
Nadmorska visina H. ü. d. M.	200-300 m	400-500 m	200-300 m
Biljna zajednica Assoziation	<i>Quercus-Carp. croaticum</i>	<i>Abieti-Faget. pannonicum</i>	<i>Abieti-Faget. pannonicum</i>
Ekspozicija Exposition	Ravno, I, JZ Gerade, E, SW	S, JZ N, SW	JZ, I, J SW, E, S
Geološka podloga Geologische Grundlage	Nekarbonatno- neutralna Nichtkarbonat -neutral	Nekarbonatno- kisela Nichtkarbonat -sauer	Nekarbonatno- kisela Nichtkarbonat -sauer
Dubina tla Bodentiefe	Sr. duboko Mittelm. Tief	Plitko Seicht	Duboko Tief
Uzgojni oblik Waldbaumethode	Jednodobne s. Gleichaltrige Wälder	Jednodobne s. Gleichaltrige Wälder	Jednodobne s. Gleichaltrige Wälder
Stupanj očuvanosti sastojina Erhaltung des Bestandes	Izmijenjene sastojine Geänderte Bestände	Očuvane i izmijenjene Erhaltene & Geänderte B.	Očuvane i snžno izmij. Erhaltene & stark geänderte
Način gospodarenja Wirtschaftsart	Panjače Ausschlagswälder	Panjače Ausschlagswälder	Prebiranje Plenterung
<i>Quercus petraea</i> Liebl.			
Nadmorska visina H. ü. d. M.	200-300 m	200-300 m	200-300 m
Biljna zajednica Assoziation	<i>Fagetum croat. pannonicum</i>	<i>Fagetum croat. pannonicum</i>	<i>Fagetum croat. pannonicum</i>
Ekspozicija Exposition	SZ, Z, J NW, W, S	SI NE	J S
Geološka podloga Geologische Grundlage	Karbonatna Karbonat	Nekarb.-kisela i karbonatna Nichtkarb.-sauer & Karbonat	Nekarbonatno- neutralna Nichtkarbonat -neutral
Dubina tla Bodentiefe	Duboko Tief	Duboko Tief	Duboko Tief
Uzgojni oblik Waldbaumethode	Panjače Ausschlags- wälder	Jednod.sast. i panjače & Gleichaltrige & Ausschlagswälder	Panjače Ausschlags- wälder
Stupanj očuvanosti sastojina Erhaltung des Bestandes	Izmijenjene sastojine Geänderte	Izmijenjene sastojine Bestände	Izmijenjene i snžno izmij. Geänderte & stark geänderte B.
Način gospodarenja Wirtschaftsart	Posebne namjene	Posebne namjene Besondere Anwendung	Posebne namjene

obične bukve registrirana je u pojasu 400-500 m n.v. S obzirom na biljne zajednice gdje se nalaze obrađivana stabla obične bukve vidimo da je pojava žućenja najviše prisutna na stablima obične bukve u zajednici *Quercus-Carpinetum croaticum* Horv. 1938, a jača osutost i odumiranje najveći su u zajednici *Abieti-Fagetum pannonicum* Rauš 1969. Obična je bukva najmanje ugrožena u zajednici *Fagetum-croaticum pannonicum* Horv. 1938, gdje su za nju općenito i najpovoljnije stanišne prilike.

Uspoređujući oštećenost stabala obične bukve na različitim ekspozicijama, vidimo da je na jugozapadnim ekspozicijama najviše požutjelih, osutih i nekrotičnih stabala. I u istraživanjima opterećenosti staništa aeropolutantima također smo utvrdili da su južne ekspozicije jače ugrožene. Osim na južnim ekspozicijama nešto više požutjelih stabala obične bukve nalazimo na istočnim ekspozicijama i ravnim položajima, a nešto jaču osutost zabilježili smo i na sjevernim ekspozicijama.

Općenito promatrano, za cijelo istraživano područje na nekarbonatnoj podlozi najizraženije su sve tri pojave oštećenosti stabala obične bukve. Požutjelih stabala obične bukve najviše nalazimo na nekarbonatno-neutralnoj podlozi, a osutih i nekrotičnih stabala obične bukve najviše ima na nekarbonatno-kiseloj podlozi. Požutjelost bukovih stabala najčešća je na srednje dubokim tlama, osutost na plitkim, a pojava odumiranja najprisutnija je na stablima obične bukve na dubokim tlama.

Najviše oštećenih stabala obične bukve po svim tipovima oštećenja utvrdili smo u jednodobnim mladim sastojinama. S obzirom na stupanj očuvanosti sastojina na istraživanom području najviše oštećenih stabala registrirali smo u starim sastojinama izmijenjenog oblika. Dosta oštećenja utvrdili smo i u očuvanim mladim sastojinama. U bukovim područjima najviše nailazimo na požutjela i osuta stabla, a u sastojinama gdje se prebire utvrđeno je najviše nekrotičnih stabala.

Oštećenost stabala hrasta kitnjaka za istraživano područje po tipovima oštećenja u različitim stanišnim i sastojinskim prilikama vidimo iz tablice 11. Najviše oštećenih stabala utvrdili smo u visinskom pojasu 200-300 m, i to u zajednici *Fagetum croaticum pannonicum* Horv. 1938. Na južnim ekspozicijama najviše je nekrotičnih i požutjelih stabala, iako se požutjelost češće javlja i na sjeverozapadnim ekspozicijama. Prema geološkoj podlozi nema neke zakonitosti. Oštećenih stabala ima na svim geološkim podlogama s tim da se veća požutjelost javlja na karbonatnoj podlozi, osutih stabala hrasta kitnjaka najviše nalazimo na karbonatnoj i nekarbonatno-kiseloj, a nekrotičnih stabala ima najviše na nekarbonatno-neutralnoj geološkoj podlozi. Stabla hrasta kitnjaka najslabije su vitalna na dubokim tlama.

S obzirom na uzgojni oblik u panjačama je situacija najnepovoljnija. Svi tipovi oštećenja na stablima hrasta kitnjaka najčešći su u panjačama. Što su sastojine očuvanije, to je i zdravstveno stanje bolje. U sastojinama djelomično narušene strukture najviše je požutjelih i osutih stabala, a u jako narušenim sastojinama jača je pojava nekroza. Šume s posebnom namjenom, a to su uglavnom zaštitne šume, najviše su oštećene. Kada znamo da su one vrlo nepovoljno smještene, rezultat nas ne iznenađuje. Naime, naročito kitnjakove sastojine nalazimo na strmim terenima ili grebenima s plitkim ekološkim profilom tla. Njihova izloženost uglavnom je južna ili jugozapadna, a iz tog pravca transportira se najviše aeropolutanata. Cjelokupno promatrajući rezultate istraživanja zanimljivo je konstatirati da su stabla obične bukve mnogo slabije vitalna u mladim sastojinama, a požutjelost, osutost i odumiranje stabala hrasta kitnjaka jača je u starim sastojinama.

Pretpostavlja se da u zraku iznad Evrope lebdi blizu 5000 tvari antropogenog porijekla (S c h ü t t 1989). Aerosoli su vrlo štetne tvari za šumske ekosisteme (S m i t h 1981). Ta masa sitnih čestica, nastala u različitim ljudskim djelatnostima, može biti raznošena kroz atmosferu na velike udaljenosti, što su između ostalih potvrdila i višegodišnja istraživanja međunarodnog programa na problemu arktičke izmaglice (S c h ü t t 1989). Odlaganje štetnih tvari obavlja se suhim taloženjem - vodoravnim kretanjem zračnih masa i mokrim taloženjem oborinama i maglom. Naravno da se uz izravno taloženje štetnih tvari u tlo dio tih taloženja privremeno zaustavlja na vegetaciji.

Na taj se način njihova štetnost povećava, odnosno dvaput negativno djeluju. Prvi put oštećuju i ometaju funkcioniranje asimilacijskog aparata, a drugi put utječu na tlo. Tako zemljišta nažalost postaju trajna odlagališta velikog broja štetnih tvari.

Iz rezultata istraživanja opterećenosti mikrostaništa vidimo da je unos kiselina ili spojeva koji ubrzavaju zakiseljavanje prisutan u manjoj ili većoj mjeri na svim pokusnim površinama osim jedne. Najveće zakiseljavanje utvrdili smo na grebenima - najvećim nadmorskim visinama. Naime, onečišćene mase zraka najčešće su na visini 800-900 m n.m. Tamo dolazi do iščešljanja, a i humidnost je veća na većim nadmorskim visinama. Slične rezultate dobili su G l a v a č, K o e n i e s, P r p i ć (1985) u Dinaridima sjeverozapadne Hrvatske. Najveće zakiseljavanje je u području gorske bukove šume. Velika opterećenost kiselinama sigurno je uvjetovala jača oštećenja na bukovim stablima koja ondje dominiraju. Naime, već smo spomenuli da smo na istraživanom području utvrdili intenzitet oštećenja bukovih stabala od 19,8%. Zanimljivo je da je bukva najviše oštećena izvan pojasa gorske bukove šume. Najviše je klorotična u zajednici *Quercus-Carpinetum croaticum*, a osipanje i nekrotičnost najizraženije je u zajednici *Abieti-Fagetum pannonicum*.

Uz prisutnost aeropolutanata i nepovoljne klimatske prilike mogu značajno utjecati na intenzitet oštećenja šumskog drveća. Veći broj izrazito sušnih godina (1968, 1971, 1973, 1975, 1977, 1978, 1982. i 1985), koji se pojavio na istraživanom području, a prikazan je klimatogramima, sigurno je štetno utjecao na te šumske ekosisteme. Klimatski stresovi uvjetovali su prema R e h f u e s s u (1988) znatnija oštećenja u šumama. Prema G u d e r i a n o v i m istraživanjima (1977) porastom temperature zraka povećava se osjetljivost biljke na aeroploutante, jer i pojedini klimatski elementi i pojave utječu na usvajanje i djelovanje aeropolutanata. Različita strujanja zraka prikazana ružom vjetrova najverovatnije su presudno utjecala na raznoliko opterećenja s obzirom na ekspozicije, što je također uočljivo i na slici 3 gdje je između ostalog prikazano i prosječno mjesečno strujanje zraka u Hrvatskoj. U uzorcima tla, u horizontu Ah zakiseljavanje je najizraženije na zapadnim i sjeveroistočnim ekspozicijama, uok najveće promjene pH-vrijednosti u uzorku listinca nalazimo na jugoistočnim i jugozapadnim ekspozicijama. Oštećenost stabala je također slična promjenama zakiseljavanja po ekspozicijama.

Ukupni podaci oštećenosti stabala s obzirom na geološku podlogu u korelaciji su s promjenom pH vrijednosti. Najviše se oštećenja pojavljuje na nekarbonatnoj podlozi kiselije reakcije. Tu su i utvrđena najveća oštećenja na bukovim stablima. Iz literature je poznato da su se prva veća sušenja događala upravo na kiselim staništima (Z ö t t l 1985), međutim kod hrasta kitnjaka ima slučajeva jače požutjelosti i na karbonatnoj podlozi, što također nije nepoznato, jer upravo na vapnencima u SR Njemačkoj postoje masovna oštećenja borova (K r e u t z e r 1978).

Vrlo je interesantno da su duboka tla naročito opterećena kiselinama, a tu je i oštećenje stabala najviše naglašeno. Jedino se stabla obične bukve najviše osipaju na plitkim tlima, a najviše klorotičnih stabala obične bukve ima na dubokim tlima. Ako uzmemo u obzir oblik korijenske mreže obične bukve, možemo tu pojavu povezati i s nepovoljnim edafskim prilikama. Obična bukva je uske ekološke valencije s obzirom na vodu. Ona nije velik potrošač vode, ali ako je ugrožen minimum, vrlo brzo reagira jačim intenzitetom sušenja. Pri pomanjkanju vode neke gljive (*Nectria*) počinju se jako razvijati. Nekrotičnost na bukovim stablima vrlo je opasna pojava. Treba biti oprezan, jer je pojava žućenja na stablima obične bukve u normalno kišnoj godini također znak opasnosti.

Stupnjevi oštećenja i zakiseljavanja u potpunoj su korelaciji s obzirom na loše sastojinske prilike. Najveći stupanj zakiseljavanja utvrđen je u panjačama ili niskim šumama, a tu je i najveći broj stabala slabe vitalnosti. Međutim, stabla obične bukve najviše su oštećena u jednodobnim šumama, gdje je zakiseljavanje nešto manje nego u panjačama. U slabo očuvanim sastojinama, u vrlo jako narušenim sastojinama, najveća je promjena pH-vrijednosti, a najviše je i oštećenih stabala. Panjače i snažno izmijenjene sastojine inače nisu stabilni šumski ekosistemi, tako da se moglo i očekivati da će sprega slabih sastojinskih prilika i opterećenost kiselinama utjecati na smanjenje vitalnosti.

Što se tiče utjecaja načina gospodarenja, veća opterećenost kiselinama utvrđena je u sastojinama gdje prebiremo. Lokacije tih sastojina uglavnom su na višim nadmorskim visinama, gdje dolazi i do jačeg "iščešljanja" aeropolutanata. Robinson (1984) objašnjava sakupljanje zračnih polutanata za vrijeme stabilnih vremenskih prilika u području Alpa. Nakon toga navedene zračne mase ciklonalnim, vodoravnim strujanjima povećavaju suhu, a oborinama i maglom mokru depoziciju upravo na takvim barijerama. Struktura tih sastojina, gušći vertikalni sklop i udio četinjača također su razlogom povećanog unosa. Inače stopa taloženja usko je povezana s vrstom vegetacije (Marznerr i dr. 1984). Marznerr utvrđuje u neposrednoj blizini Söllinga da je unos sumpora na površinu bez vegetacije 24 kg/ha godišnje, na površinu obraslu bukovom šumom 48 kg/ha/god., a u smrekovu šumu 85 kg/ha/god. U takvim sastojinama s velikim udjelom krošnji, odnosno brojnim asimilacijskim organima, vrlo je značajno plinovito i partikularno intercepcijsko taloženje.

Iz slika 46. i tablice 6, nakon statističke obrade, vidimo da je pojava požutjelosti i odumiranja u korelaciji sa zakiseljavanjem mikrostanja. Stupanj oštećenja što se tiče osutosti ne pokazuje razlike povećanjem pH-vrijednosti. Povećanje klorotičnosti stabala obične bukve signifikantno je s povećanjem razlika pH-vrijednosti. Ista je situacija i s pojavom nekroza na bukovim stablima. Naročito je izražena pojava povećanja požutjelih i nekrotičnih stabala hrasta kitnjaka u području jače zakiseljenosti.

Pri uspoređivanju i analizi stanja pomlađivanja moramo razlučiti mlade i stare sastojine jer se radi o bitno različitim razvojnim fazama. U odraslim sastojinama nalazimo dosta različitih stanišnih i sastojinskih prilika koje su presudne za prirodnu obnovu. Povećanje broja elemenata pomlađivanja u korelaciji je s priljevom svjetla.

Analizirajući odrasle šume hrasta kitnjaka i običnoga graba, vidimo da se povećanjem relativnog užitnog svjetla značajno povećava i broj elemenata pomlađivanja i po vrstama i po visinskim klasama. Posebno je izraženo bolje uraštanje u više visinske klase kada su svjetlosne prilike povoljnije. To je naročito izraženo u odraslim sastojinama hrasta kitnjaka i običnog graba djelomično prekinutog i progaldjenog sklopa.

Bukva je skiofilna vrsta i u starim bukovim sastojinama povećanje broja elemenata pomlađivanja nije toliko jako naglašeno s većim priljevom svjetla, ali je evidentno.

Uspoređujući stupnjeve zakiseljavanja sa stanjem pomlađivanja, nismo ustanovili signifikantne razlike. Naime puno veće razlike koje smo utvrdili kod svjetlosnih prilika odlučujuće su djelovale na količinu elemenata pomlađivanja. Vrlo često se događa da upravo osušena stabla stvore povoljnije uvjete, omogućući veći priljev svjetla, za masovniju pojavu ponika i pomlatka. Dalji razvoj individua unutar tako stvorenih manjih ili većih grupa ovisi o biološkim svojstvima pojedinih vrsta, vladajućih stanišnih prilika i postupanju s njima. Nastaju različite prilike u pojedinim dijelovima šumskog ekosistema, koje različito pogoduju ili štete, ubrzavaju ili usporavaju ciklus razgradnje organske tvari, što utječe na kvalitetu tla i prilika iznad i ispod njega. Ti su uvjeti neobično važni

za prirodnu obnovu sastojina, a ona je jedan od najsigurnijih pokazatelja stabilnosti prirodnih šumskih ekosistema (M a t i ć 1976).

Svi uzgojni radovi od osnutka sastojine do sječive zrelosti trebaju kontinuirano teći i činiti cjelovit tok u kojemu se zahvati nastavljaju jedan na drugi bez velikih stresova, što doprinosi cjelokupnoj stabilnosti šumskih ekosistema.

Velika opterećenost naših šuma daljinskim transportom svakako je povećana i našim izvorima onečišćenja, a naročito je jako izraženo suho taloženje u blizini izvora imisija (M e š t r o v i ć i dr. 1979, M e š t r o v i ć 1980). Količina imisije usko je povezana uz stopu depozicije. Opterećenje promjenom kemijske klime i jače nepovoljne klimatske prilike, kao npr. duga sušna razdoblja, izazivaju velike stresove u šumskim ekosistemima. Te nepogodnosti izazivaju najveća oštećenja u nestabilnim šumskim ekosistemima. Zato moramo nastojati da sastojine budu u što boljoj kondiciji, mješovite i autohtone.

Treba obratiti pažnju i uzeti u obzir da su oštećenja u nas i u svijetu masovnija na grebenima, jer tamo dolazi do iščešljavanja i pojačnog unosa aeropolutanata, i da su se na većim nadmorskim visinama počela sušiti i mlađa stabla. Pojedini istraživači smatraju da su više ugrožena starija visoka stabla, (G l a v a č 1989), koja su najviše izložena izravnom djelovanju onečišćenog atmosferskog zraka i gdje je transport tvari od korijena do lista vrlo dugačak. Glavač smatra da se na starijim stablima kumuliraju aeropolutanti, te navodi primjere jačeg sušenja u starijim bukovim sastojinama pokrajine Hessen. Također drži da mnoga opažanja upućuju na uzročnu vezu između poremaćaja unutarnjeg vodnog režima i pojačane aeropolucije.

Međutim, imisiona acidifikacija šumskih tala također štetno djeluje i na mlade biljke. Iz istraživanja vidimo da se ponekad na relativno malom prostoru pojavljuju različiti stupnjevi oštećenja. Vjerojatno su velika različitost stanišnih i sastojinskih prilika, genetska konstitucija, mogućnost stvaranja biogrupa sraščivanjem korijena i drugi faktori utjecali na tu pojavu. Na suprotnim ekspozicijama s obzirom na izvor onečišćenja i u udolinama kao zaštićenim položajima, oštećenja su mnogo manja. Utjecaj promjene "kemijske klime" je očit, a uzroci masovnijeg sušenja su višestruki. Ispitivanja oštećenosti stabala instruktivno pokazuju da stanišni faktori djeluju različito. Različitost stanišnih i sastojinskih prilika daje i različite rezultate. Svakako treba uzeti u obzir da svako bolesno stablo ne spada u taj lanac uzroka.

Za cijelo istraživano područje karakteristično je vrlo visoko opterećenje olovom. Iz slika 51, 52, 53. i 54. i tablice 10. vidimo da je prosječna koncentracija olova za cijelo područje visoka. Povećana opterećenost mikrostaništa iznosi 43%, a u horizontu O_f visokih 55%. Jače opterećenje olovom dokazano je i u drugim područjima. Srednje godišnje stope depozicije olova npr. za SR Njemačku iznose u prosjeku 130 350 g/ha (M a y e r 1989). Prisutnost olova se na području SR Njemačke u zadnje vrijeme smanjuje; što se tumači većom upotrebom bezolovnog benzina. Interesantan je način depozicije olova na istraživanom području. Najveće koncentracije olova utvrdili smo na grebenima u oba ispitivana horizonta. U uzorcima iz horizonta Ah prosječne vrijednosti opterećenja olovom za najviše položaje približuju se graničnim vrijednostima, a u uzorcima listinca prosjek opterećenosti prelazi maksimalno dopuštene vrijednosti. Veoma je izražen porast akumulacije olova s povećanjem nadmorske visine. Slične rezultate dobili su istraživači u USA, npr. Reiners, Marks i Vitousek (1975) te Friedland, Johnson i Siccama (1983), Vetter & Ulken (1985) u SR Njemačkoj, te Glavač, Koenies i Prpić (1985) i Komlenović i

dr. (1988) u Jugoslaviji. Depozicije olova vezane su za daljinski transport, ali se čini da i lokalni izvori bitno utječu na opterećenje olovom u istraživanom području. Naime, vrlo intenzivan automobilski promet koji se odvija autocestom Zagreb-Beograd vjerojatno je bitno utjecao na velike koncentracije olova utvrđene na južnim ekspozicijama slavonskoga gorja. Još puno veće koncentracije olova utvrdio je Tietz (1983) u smrekovim sastojinama neposredno uz autocestu Kassel Hannover.

Olovo se dugo zadržava na listu i nakon dugogasušnog razdoblja njegove su koncentracije vrlo velike. Usko je povezano sa suhom depozicijom. Iz istraživanja Godta, Schmidta i Mayera (1988), a prema Mayeru (1989), uočavamo vrlo pojačano ispiranje olova, cinka i kadmija nakon duljega sušnog razdoblja. Ista istraživanja pokazala su pojačano ispiranje olova na rubovima sastojina, što govori o atmosferskom porijeklu ispranih tvari. Pokus s biljkama bukve i smreke koje su izložene atmosferskom i filtriranom zraku nakon analize bukova lista također upućuju na to da su najveći dijelovi olova i kadmija iz atmosfere, a da nisu preuzeti preko korijena. S listom, odnosno preko asimilacijskih organa puno ga dolazi u tlo, što također pokazuju navedena ispitivanja u različitim šumskim sastojinama SR Njemačke. Najnovija istraživanja (Schultz & Mayer 1988, prema Mayeru 1989) utvrđuju obogaćivanje olova u tlu i biljkama na svim istraživanim šumskim površinama. Durman (1983) utvrđuje koncentracije olova do 20 cm dubine tla u okolici Zagreba, a vrijednosti se kreću u rasponu od 18 do 44 mg/kg. Burlica & Martinović (1985) u unsko-savskoj regiji, blizu industrijskih zona, utvrđuju sadržaj olova u tlu do dubine od 7 cm u rasponu od 75 do 202 mg/kg, a Glavač i dr. (1985) i Jochein i dr. (1985) u Gorskom kotaru i Lici, gdje najveće koncentracije postižu vrijednosti od 668 i 537 mg/kg. Međutim, po raznim teorijama olovo se čvrsto veže za koloidne glinice i na taj je način slabo pristupačno korijenu biljke, što ohrabruje. Olovo nije biogeni element, te je štetan i u najmanjim količinama. Ono je fiziološki štetno i kad god se u raznim pokusima dodavalo u otopinu, ometalo je primanje drugih hraniva, otežavalo prehranu i djelovalo toksično. Njegovu prisutnost u tlu određujemo ukupno i ono koje je biljci pristupačno.

Pristnost cinka na istraživanom području također je vrlo veliko. Opterećenost mikrostaništa cinkom izrazitija je u uzorcima listinca, što možemo protumačiti opterećenijima novijeg datuma. Koncentracije u listincu prelaze maksimalno dopuštene količine cinka, a najopterećeniji su grebeni i južne ekspozicije. U uzorcima u horizontu Ah koncentracije su manje nego u uzorcima listinca, a i opterećenost je drugačije raspoređena s obzirom na nadmorske visine i ekspozicije. Na grebenima su čak vrijednosti koncentracije u kontrolnim uzorcima veće od vrijednosti u uzorcima zone pridanka. Tlo na sjevernim ekspozicijama najviše je opterećeno cinkom i tu su razlike signifikantne. Slične rezultate dobili su Glavač, Koenies i Prpić (1985) istraživanjima u šumama dinarskoga gorja, te Mayer (1981) u bukovim šumama Sollingena.

U SR Njemačkoj godišnje stope depozicije cinka kreću se od 300 do 900 g/ha. Za bakar te vrijednosti u SR Njemačkoj iznose 50 do 100 g/ha. Puno manje količine bakra utvrđene su i našim istraživanjima. U uzorcima listinca i ovdje su utvrđene mnogo veće koncentracije od koncentracija u horizontu Ah. Grebeni i južne ekspozicije najopterećenija su područja, gdje je dokazana i velika signifikantnost. Na sjevernim ekspozicijama najniže su koncentracije bakra, a u uzorcima tla nije uopće utvrđeno povećanje unosa u mikrostanište.

Sumpor inače u tlu nalazimo u velikim količinama. Njegovu prisutnost, i ukupnu količinu nismo uzeli u razmatranje, već stopu opterećenosti mikrostanista tim elementom u uzorcima listinca. Analizirajući histograme, vidimo da je unos sumpora prisutan na cijelom istraživanom području. Grebeni su ponovo kao i kod svih polutanata najopterećeniji depozicijom. Sumpor se lako ispire, pa bi normalno bilo da se on pojačanim oborinama još više ispire, međutim upravo vrijednosti postotka opterećenosti mikrostanista upućuju na to da je udio SO_2 u atmosferi toga područja prešao granične vrijednosti.

Općenito u svijetu opterećenost sulfatima se smanjuje, a nitratna se opterećenja povećavaju. Najopasnije je sinergetsko djelovanje polutanata, a mogućnost za to je veća što je više spojeva u atmosferi. Opterećen je asimilacijski aparat, koji je sve više oštećen i reduciran kako po masi tako i po veličini, a bitno se remeti otvaranje i zatvaranje puči. Imisiona acidifikacija uzrokovala je velike promjene u šumskim tlima gdje dolazi do otežanog funkcioniranja korijenskog sustava, smetnji u prehrani, oštećenja korijenskih vršaka i odumiranja pojedinih dijelova. Probleme zakiseljavanja tla u zoni korijena detaljno je istražio U Irich & Matzner (1984) i drugi istraživači.

Pokušaji unošenja vapna i Mg-sulfata u tla dali su dobre rezultate (Kreutzer & Bittersohl 1986). Oni mogu samo smanjiti nepovoljno djelovanje, ali ne mogu ukloniti uzroke. Kada bi se smanjile štetne polucije ili potpuno iščezle, šume bi se i dalje jedno vrijeme sušile zbog već nastalih velikih promjena u ekološkom profilu tla, ali je to jedini izlaz da se spriječe masovna sušenja šuma u cijelom svijetu.

Postavlja se pitanje kako sada planirati i uređivati šume. U svakom slučaju, intenzivna obrada ovih parametara te brz i točan uvid u sve promjene pravovremeno će nas upozoriti kako da donosimo odluke o novim zahvatima.

ZAKLJUČCI-SCHLUSSFOLGERUNGEN

Istraživanjima koja smo obavili na području slavonskoga gorja utvrdili smo sljedeće:

1. Sušenje šuma na istraživanom području poprimilo je veće razmjere. Prosjek oštećenih stabala iznosi 26,1%. Najugroženiji je hrast kitnjak, kod kojeg smo ustanovili 45,9% oštećenih stabala. Zabrinjava sušenje stabala obične bukve, čiji intenzitet sušenja iznosi 19,8%. Stupnjevi oštećenja i postoci sušenja različiti su s obzirom na reljefne oblike i nadmorsku visinu. Najmanja oštećenja utvrdili smo u sastojinama zaštićenih položaja. Na grebenima i južnim ekspozicijama registrirali smo najviše oštećenih stabala.

2. Šumski sistemi na području slavonskoga gorja značajno su opterećeni kiselinama. Imisiona acidifikacija utvrđena je na cijelom području istraživanja, a prosječno povećanje zakiseljavanja iznosi 8,33%.

Najopterećeniji su grebeni i južne ekspozicije. Stupanj zakiseljavanja je u uskoj korelaciji s požutjelošću i odumiranjem. Na površinama s jačom acidifikacijom utvrdili smo mnogo veći broj klorotičnih i nekrotičnih stabala. Osutost ne pokazuje ovisnost o stupnju zakiseljavanja. U panjačama, zaštitnim šumama i sastojinama jače narušene strukture utvrdili smo značajnija oštećenja.

3. Metodom mikrostanista utvrđeno je značajno unošenje teških metala (olovo, cink, bakar) u šume istraživanog područja. Najznačajnije su koncentracije olova, čija prosječna vrijednost za cijelo područje iznosi 56,6 ppm, a na najopterećenijim lokalitetima iznosi i preko 250 ppm. Povećanje akumulacije najizraženije je na grebenima i južnim

ekspozicijama, gdje je opterećenost mikrostanista u horizontu Ah uvećana za 43%, a u horizontu Of za 55%. Reljefno zaštićeniji položaji, kao i kod koncentracije vodikovih iona, najmanje su opterećeni teškim metalima. Utvrdili smo i značajnije unošenje sumpora u listinac istraživanih šumskih ekosistema.

4. Rezultati istraživanja upućuju na značajnu prisutnost aeropolutanata i njihovu vezu s oštećenjima u tim šumskim ekosistemima. Utjecaj kemijske klime je očit, uzroci masovnog sušenja višestruki, a oštećenja različita na različitim stanišnim i sastojinskim prilikama.

5. Potrebno je napraviti registar zagađivača te smanjiti i spriječiti emisije štetnih tvari iz svih izvora onečišćenja u nas i u svijetu.

6. Istraživanje uzroka oštećenja treba obavljati multidisciplinarno i intenzivno jer djeluju kompleksno i brzo.

7. Potrebno je organizirano i stručno obnoviti oštećene sastojine formiranjem prirodnih mješovitih sastojina stabilne strukture, u kojima ćemo prema prognozama o budućim oštećenjima prilagoditi ciljeve gospodarenja.

LITERATURA - LITERATUR

- Abramović, N., 1925: Referat u Zapisniku šumarske ankete o sušenju hrastika. Vinkovci. (Rukopis).
- Anderka, J., 1925: Referat u Zapisniku šumarske ankete o sušenju hrastika. Vinkovci. (Rukopis).
- Androić, M., 1978: Entomološki faktor u lancu uzroka koji dovode do poremetnje ekološke ravnoteže u šumskim ekosistemima. Šum. list 102: 458 - 464.
- Balić, I., 1925: Referat u Zapisniku šumarske ankete o sušenju hrastika. Vinkovci. (Rukopis).
- Barbalić, Lj., 1979: Epifitski lišaji u centru grada Zagreba. Agriculture conspectus Scientificus: 41 - 45.
- Barbalić, Lj., 1979: Epifitski lišaji u sjevernom dijelu užeg područja grada Zagreba. Agriculture conspectus Scientificus: 47 - 53.
- Blaschke, H., 1986: Einfluß von saurer Beregnung und Kalkung auf die Biomasse und Mykorrhizierung der Feinwurzeln von Fische. Forstw. Cbl. 105: 324-329.
- Durman, P., 1983: Kontaminacija tla i biljnog materijala olovom. Peti jug. simpozij: Oštećenje zemljišta i problemi njegove zaštite. 11-12, Varaždin.
- Đorđević, P., 1926: *Armillaria mellea* (Vahl) Quel als Verderber der Eichenwälder Slawoniens (Jugoslawien). Biologia generalis II, Wien.
- Durđić, T., 1932: Uzroci sušenja hrastovih sastojina i preduzete mjere u području direkcije šuma Vinkovci. Šum. list 56: 438-459.
- Friedland, A.J., A. H. Johnson & Th. G. Siccamo, 1983: Trace metal content of the forest floor in the Green Mountains of Vermont: Spatial and temporal patterns. Water, Air, and Soil Pollution, 21: 161-170.
- Gersper, P. L. & N. Holowaychuk, 1970: Effect of stemflow water on a Miami soil under beech trees:
1. Morphological and physical properties.
2. Chemical properties. Soil Sci. Amer. Proc. 779-794.
- Gigov, A. & V. Nikolić, 1960: Analiza polena u Hrvatskoj. Glasnik prim. muz. Beograd 15: 3-26.
- Glatzel, G., E. Sonderegger, & M. Kazda, 1983: Der Einfluss des sauren Niederschlages auf den Waldboden. Allg. Forstzeitung 944: 111-113.
- Glavač, V., & H. Koenies, 1984: Kleinräumige Konfiguration bodenchemischer Messgrößen in dem vom Stammablaufwasser beeinflussten Bodenbereich alter Buchen. Vehr. Ges. f. Ökologie, 13, Jahrestagung Stuttgart, im Druck.
- Glavač, V., H. Koenies & B. Prpić, 1985: Zur Immissionsbelastung der industriefernen Buchen und Buchentannenwälder in den Dinarischen Gebirgen Nordwestjugoslawiens. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band XV, Graz (Göttingen 87) 237-247.
- Glavač, V., H. Joehheim, H. Koenies, R. Rheinstädter & H. Schäfer, 1985: Bodenchemische Zustände der stammablaufwasserbeeinflussten Altbuchenflussbereiche in den von Immissionen unbelasteten Gebieten. Das problem der Nullflächen. Ber. das Forschungszentrum Waldökosysteme / Waldsterben, Göttingen, im Druck.
- Glavač, V., 1989: Zbog čega se štete od zračnih polucija prvo pojavljuju na starijima a ne na mladim stablima, gmlju ili prizemnom račču. Zagreb, Šumarski list 113 (6-8): 315-327.

- Gronbach, E. & R. Agerer, 1986: Charakterisierung und Inventur der Fichten-Mykorrhizen im Höglwald und deren Reaktionen auf saure Beregnung. Forstw. Cbl. 105: 329-335.
- Grozdinska, K., 1984: Bioindication of Environmental Deterioration. Forest Ecosystems in Industrial Regions, Ecological Studies 49: 6-11.
- Guderian, R., 1977: Air Pollution. Ecological Studies 2: 18-22. Springer Berlin, Heidelberg, New York.
- Hildebrant, G., & K. P. Gross, 1989: Invertarizacija i opažanje sadašnjih oštećenja šuma u SR Njemačkoj, Zagreb, Šumarski list 113 (6-8): 279-298.
- Igmandy, Z., 1987: Die Welkeepidemie von *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. in Ungarn (1978 bis 1986). Österreichische Forstzeitung 3: 48-50.
- Jochheim, H., 1985: Der Einfluss des Stammablaufwassers auf den chemischen Bodenzustand und die Vegetationsdecke in Altbuchenbeständen verschiedener Waldgesellschaften, Ber. der Forschungszentrums Waldökosysteme Waldsterben, Göttingen, 13: 225 S.
- Jošovec, A., 1924: Sušenje hrastovih sastojina šumske uprave u Dragancu. Šum. list 48: 639-642.
- Kalafadžić, Z., 1987: Primjena infracrvenih kolonih aerosnimaka u šumarstvu, Šumarski list 111 (1-2): 61-67.
- Kalan, J. & M. Šolar, 1987: Obremenjenost gozdov z žveplom. Črna knjiga o propadanju gozdov v Sloveniji, Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana: 28-31.
- Kalinić, M., 1965: Tla Papuka kao ekološki faktor hrastovih i bukovih šuma. Institut za šumarstvo i drvenu industriju Beograd, posebno izdanje: 39-97.
- Kalinić, M., 1970: Karakteristike tala bukovih i hrastovih sastojina Pšunja. Zagreb, Šumarski list 94 (11-12): 391-408.
- Kalinić, M., 1974: Klasifikacija tala slavonskog sredogorja. Zagreb, Šumarski list 98 (1-2): 21-23.
- Koenies, H., 1982: Über die Eigenart der Mikrostandorte im Fussbereich der Altbuchen unter besonderer Berücksichtigung der Schwermetallgehalte in der organischen Auflage und im Oberboden. Ber. des. Forschungszentrums Waldökosysteme / Waldsterben, Göttingen, 9: 288 S; Nachdruck 1985.
- Komlenović, N., & N. Pezdirc, 1987: Koncentracija sumpora u lišću nekih vrsta drveća u Istri i Hrvatskom Primorju. Šumarski list 111 (1-2): 5-17.
- Komlenović, N., J. Gračan, N. Pezdirc & P. Rastovski, 1988: Utjecaj polutanata na bukove šume i kulture smreke u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Šumarski list 112 (5-6): 217-230.
- Komlenović, N., 1989: Utjecaj SO₂ i nekih drugih polutanata na šumsko drveće s posebnim osvrtom na SR Hrvatsku. Šumarski list 113 (6-8): 243-260.
- Korošec, M., 1925: Referat u Zapisniku šumarske ankete o sušenju hrastika. Vinkovci. (Rukopis).
- König, I., 1911: Sušenje hrastika. Šum. list 35: 385-422.
- Kreutzer, K., 1978: Bodenkundliche und ernährungsphysiologische Untersuchungen zum Kiefernsterben im Raum Ingolstadt-Kelheim. Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege, H. 9, 45-54.
- Kreutzer, K. & I. Bittersohl, 1986: Stoffauswaschung aus Fichtenkronen (*Picea abies* (L.) Karst.) durch saure Bergnung. Forstw. Cbl. 105: 357-363.
- Kreutzer, K. & L. Zelles, 1986: Die Auswirkungen von saurer Beregnung und Kalkung auf die mikrobielle Aktivität im Boden. Forstw. Cbl. 105: 314-317.
- Kreutzer, K., 1989: Hypoteze i rezultati ispitivanja uloge tla u "novim šumskim štetama". Šum. list 113 (6-8): 261-278.
- Langhoffer, A., 1926: Gubar i sušenje naših hrastovih šuma. Glasnik za šum. pokuse, 1: 149-234.
- Leontovyc, R. & M. Čapek, 1987: Eichenwelken in der Slowacki. Österreichische Forstzeitung 3: 51-52.
- Manojlović, P., 1926: Sadašnje stanje hrastovih šuma u Slavoniji. Pola stoljeća šumarstva. Zagreb.
- Markić, M., 1925: Glavni referat u Zapisniku šumarske ankete o sušenju hrastika. Vinkovci. (Rukopis).
- Martinović, J., D. Cestar & Z. Pelcer, 1977: Tla šumskih ekosistema Slavonije i Baranje, Projektni savjet pedološke karte SR Hrvatske. Zagreb, posebno izdanje, br. 1.
- Martinović, J. & Č. Burlica, 1985: Zagađenost tla teškim metalima u Unsko-sanskoj regiji. Zbornik zavoda za agropedologiju: 39-41. Sarajevo.
- Martinović, J., & B. Vrbeč, 1988: Istraživanja imisijske adifikacije tala u Hrvatskoj. Šumarski institut Jastrebarsko, Radovi 75: 177-181.
- Matić, S., 1976: Neke ekološke i strukturne karakteristike prebornih šuma bukve i jele u Hrvatskoj s posebnim osvrtom na njihovu prirodnu regeneraciju. Oslo, XVI. IUFRO svjetski kongres.
- Mayer, B., 1987: Rezultati prvih istraživanja sadržaja olova, kadmija, sumpora i fluora u tlu nizinskih šuma bazena Kupčine. Šumarski list 111 (1-2): 19-27.
- Mayer, R., 1983: Interaction of forest canopies with atmospheric constituents: Aluminium and Heavy Metals. In: Ulrich, B., Pankrath I. (eds.): Effects of Accumulation of Air pollutants in Forest Ecosystems. Dordrecht (Reid) 47-55.
- Mayer, R., 1981: Natürliche und antropogene Komponenten des Schwermetall Haushalts von Waldökosystemen. Habil. Schr. Univ. Göttingen: 292 s.
- Mayer, R., 1989: Antropogeni i prirodni protoci tvari u šumskom ekosistemu. Šum. list 113 (6-8): 299-314.
- Meštrović, S., T. Filipan, Z. Leles & I. Eškinja, 1979: Prilog poznavanju utjecaja fluorida (kao industrijskog zagađivača) na vegetaciju. Referat na Drugom kongresu ekologija Jugoslavije, Zadar - Plitvice 1-7. 10. 1979.

- Meštrović, Š., 1980: Utjecaj borovih kultura na čistoću zraka u Kliškosolinskom bazenu. Zagreb 1976, Glasnik za šumske pokuse 20: 231-293.
- Murach, D., 1984: Die Reaktion der Feinwurzeln von Fichten (*Picea abies* Karst.) auf zunehmende Bodenversauerung. Diss. Universität Göttingen.
- Petračić, A., 1926: O uzrocima sušenja hrastovih šuma u Hrvatskoj i Slavoniji. Glasnik za šum. pokuse, 1: 119-128.
- Pfeiffer, K., 1985: Pflanzen als Bioindikatoren. Feststellung und weitergehende Untersuchungen von Immissionwirkungen unter besonderer Berücksichtigung der Waldschäden. "Bioindikation", Umweltbundesamt: 179-199.
- Prpić, B., 1975: Posljedice promjene šumske fitoklime u ekosustavu poplavne šume hrasta lužnjaka. Centar JAZU za znanstveni rad Vinkovci, knjiga II: 87-100, lit. 5, Zusammenfassung.
- Prpić, B., 1975: Zakorjenjivanje i hidratacija obične jele. Šumarski institut Jastrebarsko, Radovi 23: 41-53. Zusammenfassung.
- Prpić, B., J. Martinović, A. Vranković & F. Bašić, 1987: Waldschäden und Belasung der Waldböden in der SR Kroatien, Kongres Bodenschutz, Arge Alp i Alpe-Jadran, München.
- Prpić, B., 1988: Obim propadanja šuma u Jugoslaviji stanje i prognoza. Simpozij Ekološki i gospodarski aspekt umiranja šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Kulturno informativni centar SR Njemačke, Zagreb.
- Prpić, B., & Z. Seletković, 1988: Šume Hrvatske u svjetlu utjecaja industrijske civilizacije na kopnenu ekosferu. Savjetovanje Šume Hrvatske u današnjim ekološkim i gospodarskim uvjetima, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb Drvenik.
- Prpić, B., Z. Seletković & P. Prebježić, 1988: Der Einfluss des Strassenverkens auf des Waldsterben in den nordwestlichen Dinariden Jugoslawies. Internationales Symposium Verteilung und Wirkung von Photooxiantien in Alpenraum, Garmisch Partenkirchen, 551-557.
- Prpić, B., 1988: O budućnosti šuma u Hrvatskoj. Šumarski list 112 (3-4): 101-103.
- Prpić, B., 1988: Umiranje šuma uzroci i posljedice, Šumarski list 112 (5-6): 193-194.
- Prpić, B., N. Komlenović & Z. Seletković, 1988: Propadanje šuma u SR Hrvatskoj. Šumarski list 112 (5-6): 195-215.
- Rauš, D., 1987: Šumarska fitocenologija. Kniga, Liber, Zagreb.
- Rehfuess, K. E., 1988: Übersicht über die bodenkundliche Forschung im Zusammenhang mit den nenartigen Waldschäden. In: Wilhelm Munker Stiftung. Beiträge zur Lebensqualität, Walderhaltung und Umweltschutz, Volksgesundheit, Wandern und Heimatschutz, Heft 20.
- Reiners, W. A., R. H. Marks & P. M. Vitousek, 1975: Heavy metals in subalpine and alpine soils of New Hampshire. Oikos, 26: 264-275.
- Rist, D. L. & D. D. Davis, 1979: The influence of exposure temperature and relative humidity on the response of pinto bean foliage to sulfur dioxide. The American Phytopathological Society 69 (3): 231-235.
- Robinson, E., 1984: Dispersion and Fate of Atmospheric Pollutants. In: Treshow M.(ed.): Air pollution and Plant Life. Chichester (J. Wiley): 15-37.
- Rost Siebert, K., 1983: Aluminium-Toxizität und -Toleranz an Keimpflanzen von Fichten (*Picea abies* Karst.) und Buche (*Fagus sylvatica* L.). Allg. Forst Zeitschrift 38: 686-689.
- Schütt, P., 1989: Međunarodni aspekt problematike umiranja šuma. Šumarski list 113 (6-8): 329-333.
- Sisojević, M., 1988: Zdravstveno stanje šuma Jugoslavije. Igman SITŠIPD Jugoslavije.
- Smith, W. H., 1981: Air pollution and Forest. New York.
- Stebut, A., 1925: Jedan prilog ispitivanju uzroka sušenja slavonskog hrasta sa pedološkog gledišta. Beograd.
- Stebut, A., 1925: Još o uzrocima sušenja hrasta u Slavoniji. Beograd.
- Szontagh, P., 1987: Die Rolle der Insektengradation im Verlauf der Kraukheiten von Traubeneichenbeständen. Österreichische Forstzeitung 3: 65-66.
- Šenšin, A., 1925: Jedan prilog ispitivanja uzroka sušenja slavonskog hrasta sa šumarskog gledišta. Glasnik min. polj. i v. Beograd.
- Šercelj, A., 1962: O kvartami vegetaciji na Slovenskem. Geologija, razprave in poročila 7: 25-34.
- Škorić, V., 1926: Uzroci sušenja naših hrastovih šuma. Glasnik za šum. pokuse, 1: 234-247.
- Šolar, M., 1987: Razsežnosti propadanja gozdov v slovenskom prostoru. Črna knjiga o propadanju gozdov v Sloveniji leta 1987, Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana.
- Tietz, U., 1983: Über die Bleikonzentrationen in den organischen Auflagenhorizonten der Fichtenforste entlang einer alten und einer neuen Autobahnstrecke. Staatsexamensarbeit Ghk, Kassel: 54 S. mit Anhang.
- Ulrich, B., 1983: Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems, Reidel, Dordecht, 33-45.
- Ulrich, B. & E. Matzner 1983: Abiotische Folgewirkungen der Weiträumigen Ausbreitung von Luftverunreinigungen, Luftreinhalung. Forschungsbericht 104 02 615, Herausgeber: Umweltbundesamt Berlin.
- Vajda, Z., 1948: Utjecaj klimatskih kolbanja na sušenje hrastovih posavskih i donjopodravskih nizinskih šuma. Zagreb.

- V a j d a, Z., 1954: Uloga pojave ekstremnih klimatskih stanja u sušenju bukovih sastojina na Učki. Zagreb, Glasnik za šumske pokuse 14: 5-34.
- V e t t e r, H., & R. U l k e n, 1985: Bleiakкумуляtionen in exponierten Weidegraskulturen im Wald. "Bioindikation", Umweltbundesamt, 202-211.
- W i t t i g, R., & H. N e i t e, 1983: Sind Säuerzeiger im Stammfussbereich der Buche Indikatoren für immisionbelastete Kalk-Buchenwälder? Allg. Forst Zeitschrift. 38: 1232-1233.
- Z ö t t l, H. V., 1985: Waldschäden und Nährelementversorgung. Düsseldorf Geobot. Kolloq. Heft 2.

Adresa autora:
Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Katedra za uzgajanje šuma
41001 Zagreb, pp. 178

ZVONKO SELETKOVIĆ

DER EINFLUSS VON INDUSTRIEPOLLUTANTEN
AUF DIE ROTBUCHEN (*Fagus sylvatica* L.) IN DEN
WALDÖKOSYSTEMEN DES SLAWONISCHEN
GEBIRGES

Zusammenfassung

Untersuchungen des Einflusses von Industriepollutanten auf Waldökosysteme, mit Rücksicht auf die Buche und die Traubeneiche, wurden auf dem Gebiet des Slawonischen Gebirges, in den Massiven Psunj, Papuk, Krndija, Dilj und Požeška gora, sowie auf anderen Hügeln und in Niederungen durchgeführt. Der zusammengesetzte lithologische Aufbau und die bedeutende geomorphologische Verzweigung beeinflussten das Formen einer grösseren Anzahl pedosystematischer Einheiten. Starke Reliefunterschiede mit vielen verschiedenen Standorten sind für dieses Gebiet charakteristisch.

Auf dem untersuchten Gebiet kommen viele verschiedene Waldgesellschaften vor. Besonders wichtig sind vier klimatogene Gesellschaften:

- *Carpino betuli - Quercetum roboris typicum* Rauš 1969
- *Quercus Carpinetum croaticum* Horv. 1938
- *Fagetum croaticum pannonicum* Horv. 1938
- *Abieti - Fagetum pannonicum* Rauš 1969

Innerhalb des mässig warmen und schneefälligen Waldklimas charakterisieren das untersuchte Gebiet, abhängig vom Relief, viele verschiedene mikroklimatische Bedingungen. Einzelne meteorologische Elemente spielen eine entscheidende Rolle beim Transport und bei der Ablagerung von Schadstoffen aus der verschmutzten Atmosphäre.

Wir erstellen eine Liste über Waldschäden auf dem untersuchten Gebiet nach der Methode der Kommission Europäische Gesellschaft, welche auf 178 Versuchspunkten, den Kreuzpunkten des Gauss-Krüger-Koordinatensystems, durchgeführt wurde. Strauchflechten sind hier unbedeutend. Das Fehlen von Strauchflechten bei Baumarten, die sich im Areal ihrer natürlichen Verbreitung befinden, deutet auf starke Luftverschmutzung. Es kommt häufiger zu Krebserkrankungen und Aststerben im gut belichteten Kronenteil. Eine grosse Anzahl von Bäumen wurde durch rücksichtslose Waldnutzung (Maschinen) beschädigt. Die Baumschäden im untersuchten Gebiet betragen 26,1 %. Am meisten ist die Traubeneiche davon bedroht, bei ihr betragen die Schäden 45,9%. Bedrohend sind auch die Schäden bei der Buche mit 19,8%.

Mit Rücksicht auf die Standortbedingungen haben wir an südlichen Expositionen und nichtkarbonaten sauren Böden stärkere Waldschäden bemerkt. In schlecht erhaltenen Beständen und in Ausschlagswäldern kommt es ebenfalls häufiger zum Baumsterben.

Mit der Methode des "Mikrostandortes" haben wir 78 Versuchsflächen umfasst und die Säurestufen bestimmt. Im Durchschnitt vergrössert sich der Säurewert um 8,3%. Die grössten Veränderungen der pH-Werte (12,5%) bemerkten wir auf Felsen im Gebiet des Bergbuchenwaldes, auf nichtkarbonaten sauren Böden, sowie tiefen und mitteltiefen Böden. Sehr hohe Säurewerte erhielten wir in Ausschlagswäldern, sowie in veränderten und schlecht erhaltenen Beständen. Bei der Analyse von Gelbfärbung, Blattabfall und Baum-

sterben stellten wir fest, dass Gelbfärbung und Baumsterben auf sauren Lokalitäten häufiger vorkommen, während Blattabfall nicht in Korrelation zur Säurestufe steht. Auf 78 Versuchsf lächen haben wir festgestellt, dass hohe Säurewerte in den Ökosystemen die natürliche Verjüngung der Waldbestände nicht bedingen.

Untersuchungsergebnisse deuten auf starke Belastung des Ökosystems durch Blei, Zink und Kupfer. Die Belastung durch Kupfer überschreitet oft den maximal erlaubten Wert von 100 ppm.

Im Durchschnitt ist der Schwefelgehalt in den Blattproben am Baumfuss um 13,4% höher als in der Kontrollprobe.

Proben, die auf den höchsten Berglokalitäten, auf Felsen, genommen wurden, deuten auf eine starke Belastung durch die aufgeführten Schwermetalle und durch Schwefel.

Die neuauftretenden Schäden in den Waldökosystemen des untersuchten Gebietes kann man kaum mit den schon bekannten Verursachern in Verbindung bringen. Wir finden hier einen Zusammenhang zwischen dem weitverbreitenden Waldsterben, der Veränderung des chemischen Klimas und in erster Linie dem Auftreten von Industriepollutanten in der Atmosphäre.

STJEPAN BERTOVIĆ

GLAVNA OBILJEŽJA VISOKOGORSKOG
BIOKLIMATA U OKOLIŠU KLIMATOLOŠKE
POSTAJE I NPŠO-a ZALESINA
(GORSKI KOTAR-HRVATSKA)

MAIN CHARACTERISTICS OF THE ALTIMONTANE
BIOCLIMATE IN THE SURROUNDINGS OF
THE CLIMATOLOGICAL STATION OF THE
EXPERIMENTAL AND EDUCATIONAL AREA OF
ZALESINA (GORSKI KOTAR, CROATIA)

Prispjelo 26. 07. 1990.

Prihvaćeno 20. 01. 1991.

U članku se opisuje historijat osnutka silvometeoroloških stanica u Hrvatskoj, među kojima je i obična klimatološka postaja Zalesina. Ona se nalazi na 750 m nadmorske visine, u visokogorskom (altimontanom) orografskom pojasu i bioklimatu, koje obilježava klimatsko-zonska bukovo-jelova šuma, as. *Calamintho-Abieti-Fagetum* (Horv. 1938) Borh. 1963. Na osnovi podataka iz 30-godišnjeg razdoblja mjerenja (1952-1981) opisuju se glavna obilježja podneblja u okolišu Zalesine i uspoređuje s meteorološkim postajama iz susjednih i ostalih bioklimata i vegetacijskih područja u Hrvatskoj. Od klimatskih elemenata obrađuju se: vjetar, naoblaka, globalna radijacija, temperatura zraka, relativna vlaga zraka i oborine, a od klimatskih pojava: kiša, snijeg, tuča, grmljavina, magla i snježni pokrivač. Klimatska pripadnost Zalesine obrađena je po Köppenu, Thornthwaiteu, Walteru i bioklimatološkoj klasifikaciji Bertovića. Preporučuje se nastavak i proširenje meteoroloških mjerenja i motrenja, fenoloških opažanja i poredbenih mikroklimatoloških istraživanja na postaji Zalesina i u njezinu okolišu.

Ključne riječi: Hrvatska, visokogorski bioklimat, klimatološka postaja Zalesina, klimatski elementi, pojave i klasifikacije

UVOD-INTRODUCTION

Od početka organiziranoga šumarstva u nas mnogi su autori pisali o podneblju ili o pojedinim klimatskim faktorima te o potrebi organizacije meteorološke službe za različite potrebe našega šumarstva (Wessely 1877, 1878, Seckendorf 1879, Vajda 1933, Ugrenović 1937, 1953, M. Wraber 1949, 1951, Obuljen 1955, Bertović 1960, 1975, 1976).

U duhu tih nastojanja, počevši od 1956, uspostavljena je trajna i zapažena znanstvena i stručno-tehnička suradnja između različitih šumarskih ustanova i Republičkoga hidrometeorološkoga zavoda (RHMZ) u Hrvatskoj. Ističe se aktivnost Odjela za fitocenologiju u Institutu za šumarska i lovna istraživanja NRH i kasnijeg Odjela za ekologiju i tipologiju šuma u Institutu za šumarska istraživanja Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, odnosno Šumarskog instituta u Jastrebarskom te Katedre za uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta. U toj suradnji - unutar fitocenoloških, tipoloških i ostalih ekoloških istraživanja, koje je inicirao, organizirao i u suradnji s RHMZ-om proveo Bertović - nastojalo se, uz ostalo, što bolje utvrditi regionalne i lokalne karakteristike i pravilnosti u korelaciji podneblja i raslinstva te što podrobnije klimatološki istražiti i opisati pojedina klimatskozonska vegetacijska područja, odnosno bioklimata (fitobioklimata, fitoklimata)* na teritoriju Hrvatske. Tako su za šumarske teorijske, nastavne i praktične potrebe s RHMZ-om odabrani, sređeni, interpretirani i objavljeni Pregledi klimatoloških podataka (Bertović 1960, 1975, B. Kirigin, Šinik, Bertović 1971) i Pregledi meteoroloških podataka (RHMZ SRH 1958, 1975, 1983) mnogobrojnih meteoroloških postaja iz različitih razdoblja mjerenja, razvrstanih prema pripadnosti pojedinim klimatskim vegetacijskim područjima i potpodručjima u Hrvatskoj.

Neka su šumska gospodarstva, Šumarski fakultet i dr. osigurali novac za meteorološke instrumente i troškove mjerenja, pa su na prijedlog Bertovića, osnovane naše prve dopunske silvometeorološke postaje (Botanički vrt "Fran Kušan", Čorkova uvala, Jankovac, Japetić, Kamenjača, Novi magazin, Spačva, Velika poljana i Zvečevo), od kojih su neke (Brezovo polje-Psunj, Jastrebarsko, lička Plješevica, Opeke, Plitvice, Voćin, Vrh Učke i Zalesina) svojevremeno bile uključene ili su to još i sada, među običnim klimatološkim stanicama Hrvatske (Bertović 1960, 1978, J. Kirigin & Bratanić 1983, Katusin 1988, 1990, SHMZ-1990).

Istovremeno je nabavljeno i šest garnitura instrumenata pa su, tijekom nekoliko godina, provedena naša prva poredbena sezonska mikroklimatološka istraživanja u tipičnim šumskim i livadnim fitocenoza Zavižana, Istre, Nacionalnog parka "Plitvička jezera", Papuka i Like. Dosad, nažalost, i uza svu važnost nisu uspjeli pokušaji organizacije fitofenoloških motrenja u šumarstvu Hrvatske (Bertović 1976, 1980).

Rad obične klimatološke postaje Zalesina, obračun njezinih podataka, sastav Pregleda klimatoloških podataka (1975, 1983) i izradu ove studije moralno i materijalno stalno je podržavao upravitelj NPŠO-a Zalesina Dr. Ivo Knežević. Dugogodišnji motritelji na stanici bili su Antun Pleše i Matija Maohar. Prijepis i revizije klimatoloških podataka te izračunavanje srednjaka u Pregledima uglavnom su obavili viši meteorološki tehničari Darinka Stopnišek i Ivan Zubović. U pripremi podataka za ovu studiju i za demonstracijske izložke sudjelovao je inž. Boris Hrašovec, a sve crteže dijagrama i drugih priloga te ostale tehničke poslove obavio je Božidar Špoljarić.

* Za klimatološke opise i karte naših krajeva Bertović (1975-1990) uvodi pojam *bioklimat*, pod kojim podrazumijeva prostorno definiran pojas (područje, potpodručje) ili lokalitet s izraženim osobitostima podneblja (klimatskim tipom) i s određenim toj klimi prilagođenim vegetacijskim tipom (biljnom zajednicom, fitocenozaom).

OBIČNA KLIMATOLOŠKA POSTAJA ZALESINA I
PRIRODNE KARAKTERISTIKE NJEZINA OKOLIŠA U
ODNOSU NA HRVATSKU - COMMON
CLIMATOLOGICAL STATION OF ZALESINA AND
NATURAL CHARACTERISTICS OF ITS
SURROUNDINGS WITHIN CROATIA

Obična klimatološka postaja Zalesina (sl. 1) jedina je meteorološka postaja u istom imenom zaseoku i u Nastavno-pokusnom šumskom objektu (NPŠO), koji obuhvaća lokalitete Kupjački vrh, Belevine i Dedinski vrh (I. K n e ž e v i ć 1981, K r i ž a n e c 1986). Podignuta je u ljetu 1951. uz cestu Karlovac - Rijeka, u zračnoj udaljenosti oko 6 km jugozapadno od Skrada i oko 27 km sjeveroistočno od morske obale kod Kraljevice. Na nadmorskoj je visini (H_s) 750 m, zemljopisnoj širini (φ°) $45^\circ 23' N$ i zemljopisnoj dužini (λ°) $14^\circ 53' E$ Gr. Kamenu podlogu okoliša izgrađuju mezozoički vapnenci, dolomiti i škrljavci te konglomerati paleozoika (V. Š i k i ć 1963). Reljef je krški, a orografski* pojas i bioklimat u kojem se postaja nalazi je visokogorski (altimontani) primorski. Vegetaciju okoliša postaje, pojasa i bioklimata obilježava klimatskozonska bukovo-jelova šuma, *Calamintho-Abieti-Fagetum* (Horv. 1938) Borh. 1963 (sinonimi:



Sl. 1. - Fig. 1. Obična klimatološka postaja Zalesina ispred zgrade i šumskih sastojina NPŠO-a (snimio B. Hrašovec) - Common climatological station of Zalesina in front of the main building and forest stands of the educational and experimental area (Photo by B. Hrašovec).

* po Bertoviću (1983-1990.) orografski pojasi i potpojasi su takve reljefne cjeline, unutar kojih su obuhvaćeni izjednačeni utjecaji i promjene, koje proizvode svi reljefni faktori na podneblje i vegetacijski pokrivač nekog područja.

Fagetum croaticum abietetosum Horv., *Abieti-Fagetum illyricum* Horv. i dr., *A.-F. illyricum* dinarska varijanta Bert.).

Monografska obrada jedne klimatološke postaje ili bioklimata mnogo je realnija, predočljivija i svrsishodnija ako se istovremeno osvijetli prema relevantnim stanicama iz istoga, susjednih ili graničnih orografskih i vegetacijskih pojasa odnosno bioklimata. Zbog takve, u daljem tekstu spominjane, šire klimatološke karakterizacije Zalesine i njezina položaja među bioklimatima Gorskog kotara i Hrvatske treba istaknuti i imati na umu ovo: u istom orografskom pojasu i bioklimatu također su meteorološke stanice Delnice, Fužine, Mrzla Vodica, Ravna Gora (Stara Sušica), Stipanov grič i u panonskom području Sljeme (na Medvednici); iz niskogorskoga (submontanog) pojasa i bioklimata su postaje Skrad, Parg i Plitvički Ljeskovac (područje gorske bukove šume, *Lamio orvalae-Fagetum* Horv. 1938) i Gornje Jelenje (vegetacijsko područje bukove šume s jesenskom šašikom, *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Horv. 1950) M. Wrab. 1957). U pretplaninskom (subalpinskom) nižem pojasu su Platak, Veliki Bukovac i Zavižan (zonalna fitocenoza pretplaninske bukove šume, *Homogyno alpinae-Fagetum* /Horv. 1938 / Borh. 1963), a iz višega pretplaninskog pojasa i bioklimata su Veliki Risnjak i Snježnik (klimaksna zajednica klekovine bora krivulja, *Lonicero-Pinetum mughi* Horv. 1938).** Brdski (kolinski) orografski pojas i bioklimat obilježavaju: u graničnom kontinentsko-primorskom dijelu (postaje Karlovac, Ogulin, Gračac) šuma hrasta bjeloduba, običnog graba i lipe, *Tilio-Quercetum dalechampii* Fuk. 1969, a u kontinentskom dijelu (stanice Čakovec, Orehovec, Lipik) zonalne šume pravog kitnjaka i običnog graba, *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horv. 1938) Borh. 1963. U kontinentskom ravničnom (planarnom) pojasu su postaje Zagreb-Maksimir (edafski klimaks lužnjakovih šuma, *Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv. 1938) i Brestovac-Belje (šumostepa, *Aceri tatarici-Quercetum pubescenti-roboris* Zol. 1957). U brdskom submediteranskom pojasu i bioklimatu, koji obilježava klimatogena šuma hrasta medunca i bjelograba, *Quercu-Carpinetum orientalis* Hić (1939) 1971, nalaze se stanice Rijeka i Kraljevica. Postaje Split-Marjan, Makarska i Korčula u brdskom su eumediteranskom bioklimatu, koji karakterizira vazdazelena šuma hrasta crnike, *Orno-Quercetum ilicis* Hić (1934) 1939, a u inframediteranskom potpojasu i fitoklimatu restinga *Thymeleion hirsutae* Tadr. (1952) 1954 nalazi se Palagruža (Bertović 1975, 1983, 1986, 1987, Bertović & Lovrić 1987).

ANALIZA GLAVNIH KLIMATSKIH ELEMENATA I
POJAVA NA KLIMATOLOŠKOJ POSTAJI ZALESINA -
THE ANALYSIS OF MAIN CLIMATOLOGICAL
FEATURES AND PHENOMENA IN THE ZALESINA
STATION

Meteorološka stanica Zalesina počela je raditi u kolovozu 1951. godine, pa - uz interpolirane vrijednosti zbog prekida 1962/63. - ima do danas kontinuiran 37-godišnji period mjerenja, koji se s uspjehom nastavlja. U Pregledu meteoroloških podataka stanice Zalesina (RHMZ SRH 1983) navedeni su - po pojedinim mjesecima i godinama iz 30-

** U gorju cijele Hrvatske najistaknutiji vrhunci dosežu u viši pretplaninski pojas klekovine. Stoga se u Hrvatskoj, strogo uzevši, ne može govoriti o planinskom orografskom pojasu, o planinskoj klimi i o planinskom vegetacijskom pojasu, jer oni stvarno postoje samo u Sloveniji, Crnoj Gori, Kosovu i Makedoniji.

godišnjeg razdoblja mjerenja (1952-1981) - na ukupno 46 tablica brojčani podaci za ove najvažnije klimatske elemente:

vjetar (3 parametra),
naoblaka (3 parametra),
globalna radijacija,
temperatura zraka (20 parametara),
relativna vlaga zraka i
oborine (7 parametara)

i klimatske pojave: kiša, snijeg, tuča, grmljavina, magla, mraz i snježni pokrivač (s ukupno 14 različitih parametara).

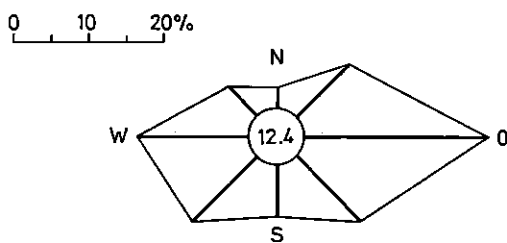
Ti su podaci polazište i osnova za sažet opis glavnih karakteristika podneblja u visokogorskom bioklimatu okoliša Zalesine.

Vjetar - Wind je za poznavanje podneblja bitan jer djeluje na ostale klimatske elemente i pojave, mijenja ih, pa određene vremenske i klimatske prilike redovno ovise i povezane su s određenim smjerom vjetra - u Zalesini prije svega s burom i jugom. Postaja Zalesina na granici je navjetrine i zavjetrine prema glavnim kišonosnim strujanjima i o njezinim lokalnim reljefnim oblicima mnogo ovise smjer i brzina tamošnjih vjetrova. Ne manju važnost u obilježju podneblja imaju i tišine, tj. razdoblja bez vjetra, zbog izmjene topline između podloge i atmosfere, za postanak inverzije, pojavu mraza itd. Poznata je zakonitost da su tišine češće u kontinentskim krajevima nego bliže moru (O b u l j e n, apud Š k r e b i dr. 1942, Š e g o t a 1976).

Tab. 1. Čestina smjerova vjetra i trajanje tišine (%) u Zalesini: granične vrijednosti iz različitih mjeseci i godina u periodu 1952-1981 (a) i njihove srednje vrijednosti (A) za 30-godišnje razdoblje motrenja. - Frequency of wind directions and periods of stillness (%) in Zalesina: extreme values of different months and years between 1952 and 1981 (a) and their mean values (A) for the period of thirty-year-survey.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
a	9.1	15.7	32.7	27.2	25.0	24.9	25.3	24.3	42.9
A	3.1	5.3	24.8	12.1	6.8	12.0	13.9	9.6	12.4
a	1.4	1.5	5.4	3.1	1.7	5.7	5.1	1.6	0.4

U Zalesini najčešće pušu vjetrovi s istoka (E 24.8 %) pa sa zapada (W 13.9 %) i jugoistoka (SE 12.1 %), a tišina (Calma - C) traje 12.4 % vremena godišnje (tab. 1). Po broju dana s jakim vjetrom (≥ 6 bofora, tj. brzine > 36 km/sat), u cijelom 30-godišnjem razdoblju, ističu se mjeseci veljača s ukupno 17 dana, siječanj i prosinac s po 9 dana i studeni s 8 dana. U svibnju i kolovozu jakih vjetrova uopće nije bilo. Godišnja suma (Σ 1952-1981) broja dana s jakim vjetrom iznosi u Zalesini 56 dana, a godišnji srednjak promatranog razdoblja je 1.9 dana. U svih 30 godina motrenja olujnog vjetra (≥ 8 bofora, tj. brzine > 65 km/sat) bilo je u veljači 1957. i 1962. po 1 dan, u siječnju 1962, studenom 1956. i prosincu 1952. po 1 dan, a u ostalim mjesecima nije ih bilo. Godišnja suma (Σ 1952-1981) broja dana s olujnim vjetrom u Zalesini iznosila je dakle svega 5 dana. Iz kojega smjera (kvadranta) vjetrovi pušu, kolika je čestina pojedinih vjetrova i tišine vidi se iz godišnje ruže vjetrova (sl. 2), uz pripomenu da još bolji pregled režima vjetrova daju ruže vjetrova u pojedinim godišnjim dobama (sezonama) i ekstremnim mjesecima (M a k j a n i ć 1958).



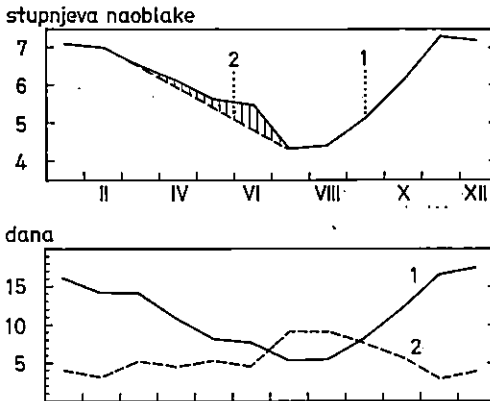
Sl. 2. - Fig. 2. Godišnja ruža vjetrova klimatološke postaje Zalesina: srednja čestina smjerova vjetra i tišine (%) za razdoblje motrenja 1952-1981. - Annual wind rose of the climatological station of Zalesina: average distribution of wind directions and stillness (%) for the surveyed period 1952-1981.

Naoblaka (oblačnost) - Cloudiness djeluje na količinu primljene i odane radijacije, što se odražava u prometu topline u zraku, u hodu i raspodjeli temperature, a preko nje u utjecaju i na sve druge klimatske elemente i pojave. Označuje količinu oblaka koji zastiru nebo i izražava se u postocima ili u stupnjevima naoblake 0-10, gdje potpunu vedrinu označuje nula, a potpunu oblačnost neba deset stupnjeva. Naoblaka je u prvom redu genetski vezana uz ciklone, a manje za lokalne nepogode. Zbog uzroka njezina nastanka u cijeloj našoj zemlji postoji u biti isti godišnji hod naoblake, tj. topliji dio godine je razmjerno vedar, a hladniji dio oblačan (Letnik, apud Škreb i dr. 1942). U nas je naoblaka najmanja na jadranskim otocima, raste prema unutrašnjosti, a većinom je najveća u gorskom i preplaninskom bioklimatu. Granične srednje godišnje vrijednosti naoblake bile su na 79 meteoroloških postaja u Hrvatskoj, u razdoblju 1948-1960. (Bertović 1975, B. Kirigin, Šinik, Bertović 1971) između 6.6 (Delnice, Lipik) i 3.7 (Makarska), a u Zalesini 5.9 stupnjeva naoblake. Prema novijim podacima (tab. 2) u zalesinskom okolišu granične vrijednosti oblačnosti variraju između 6.8 (1972) i 5.1 stupnjeva naoblake (u 1961. godini), a dugogodišnji srednjak iznosi 6.0 stupnjeva naoblake. Od toga srednjaka (zabilježenog 4 puta) vrijednosti su bile niže (tj. bilo je vedrije) u 11, a više (bilo je oblačnije) u 15 godina promatranog razdoblja. Najoblačniji su mjeseci studeni (7.3), prosinac (7.2) i siječanj (7.1), a redovito je najvedrije u srpnju (4.3) i kolovozu (4.4). Godišnja amplituda naoblake, tj. razlika između najoblačnijeg i najvedrijeg mjeseca, jest 3.0. Srednji broj oblačnih dana (srednja dnevna naoblaka > 8.0) varirao je u različitim godinama od 95 (1952) do 168 dana

Tab. 2. Naoblaka (0-10 stupnjeva) u Zalesini: granične vrijednosti iz različitih mjeseci i godina u periodu 1952-1981. (b); srednje vrijednosti naoblake (B), srednji broj oblačnih dana (B_1) i srednji broj vedrih dana (B_2) za 30-godišnje razdoblje motrenja - Cloudiness (0-10 degrees) in Zalesina: extreme values from different months and years between 1952 and 1981 (b); mean values for cloudiness (B), mean number of cloudy days (B_1) and of bright days (B_2) for the period of thirty-year-survey.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
b	9.4	8.6	8.8	7.3	8.4	6.9	6.8	6.0	6.7	7.9	9.3	8.7	6.8
B	7.1	7.0	6.5	6.1	5.6	5.5	4.3	4.4	5.1	6.1	7.3	7.2	6.0
b	4.5	4.8	2.5	4.4	3.5	4.2	2.4	2.1	1.7	3.4	4.8	4.8	5.1
B_1	16.3	14.2	14.2	11.1	8.3	7.8	5.3	5.4	8.2	12.0	16.6	17.5	136.9
B_2	4.0	3.3	5.1	4.5	5.3	4.6	9.3	9.4	7.9	5.7	3.0	4.0	66.1

(1960), a njihov 30-godišnji srednjak iznosi 136.9 dana. Mnogo su rjeđi vedri dani (srednja dnevna naoblaka < 2.0) pa je, u granicama između 44 dana (1972) i 104 dana (1961), njihov dugogodišnji srednjak 66.1. Zalesina ima dinamički tip godišnjeg hoda naoblake, gdje pojačanu zimsku naoblaku prati povećanje padalina (sl. 3. i 8). Zbog utjecaja mora i u okolišu Zalesine je, od ožujka do lipnja, nakon već započetog opadanja naoblake izražena tendencija njezina ponovnog porasta ("sredozemni učinak").



Sl. 3. - Fig. 3. Naoblaka (0-10 stupnjeva) u Zalesini za razdoblje 1952-1981. Gore: godišnji hod srednje naoblake (1) i njegovo odstupanje zbog "sredozemnog učinka" (2); dolje: godišnji hod srednjeg broja oblačnih dana (1) i vedrih dana (2). - Cloudeness (0-10 degrees) in Zalesina for the period 1952-1981. Up: annual average cloudiness (1) and its aberration due to the "Mediterranean effect" (2); down: annual average number of cloudy days (1) and bright days (2).

Globalna radijacija (zračenje) - Global radiation zbroj je direktne i difuzne radijacijske energije koja doprije na horizontalnu površinu Zemlje. Ta se energija izražava u kalorijama, a u novije vrijeme u džulima ($1 \text{ cal} = 4.18685 \text{ J}$) na određeno vrijeme (minuta, sat, dan, mjesec, godina). Zračenje ovisi o trajanju insolacije, naoblaci i mutnoći atmosfere, može se znatno mijenjati iz dana u dan, najveće količine su u srpnju, a najmanje u prosincu. Zna se da maksimalne vrijednosti ne dolaze kad je potpuno vedro vrijeme, nego onda kada su konvektivni oblaci raspoređeni na nebu tako da direktno zračenje nesmetano dolazi, a difuzno je jako povećano od zraka reflektiranih na oblacima. Radijacija se smanjuje od manjih prema većim zemljopisnim širinama i od obale mora prema unutrašnjosti, ali pritom važnu ulogu ima i reljef. Poznavanje globalne radijacije od velike je znanstvene i praktične važnosti, jer o količini primljene radijacijske energije ovisi zagrijavanje podloge i zraka, isparavanje, bilanca energije itd. Ona je osnovni faktor koji upravlja svim vremenskim procesima, a osim toga ima i veliko biološko značenje (B. i I. P e n z a r 1960, 1963).

U rasponu graničnih vrijednosti srednjih dnevnih količina globalne radijacije na 79 postaja u Hrvatskoj između Makarske (382) i Lipika (252), u periodu 1948-1960, u Zalesini je bilo zabilježeno $288 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$, s tim da je najmanja radijacija bila u prosincu (80) i u studenom (101), a najviša u lipnju (475) i srpnju ($524 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$).

I u novijem razdoblju mjerenja (tab. 3) uočljive su spomenute opće pravilnosti u raspodjeli, mjesečnim vrijednostima i godišnjem hodu globalne radijacije na meteorološ-

Tab. 3. Srednje dnevne količine globalne radijacije ($J\text{ cm}^{-2}\text{ dan}^{-1}$) u Zalesini: granične mjesečne i godišnje vrijednosti iz različitih godina u periodu 1952-1981 (c) i dugogodišnji srednjak (C) za 30-godišnje razdoblje mjerenja. - Mean daily values of global radiation ($J\text{ cm}^{-2}\text{ day}^{-1}$) in Zalesina: extreme monthly and annual values from different years in the period 1952-1981 (c) and a long-period mean value (C) for the period of thirty-year-survey.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
c	592	919	1628	1795	2303	2288	2591	2334	1917	1230	725	565	16408
C	421	625	978	1410	1768	1944	2173	1909	1406	869	453	361	14317
c	164	377	489	1093	898	1502	1490	1536	986	475	200	221	12700

koj postaji Zalesina. Po godišnjem zbroju ona je bila najveća (16408 J) 1961, najmanja (12700 J) 1972. godine, a 30-godišnji srednjak je 14317 J. Od toga srednjaka zabilježene su veće vrijednosti radijacije u 14, a manje u 16 godina promatranog razdoblja.

Temperatura zraka - Air temperature. Razdioba toplinske energije u atmosferi glavni je povod za nastanak promjena u tlaku zraka, zračnih strujanja, zgušćivanja vodene pare i ostalih vremenskih zbivanja, a odlučujuća je i za sveukupan život na Zemlji. Zato je proučavanje temperature i njezinih mnogobrojnih parametara jedan od najvažnijih zadataka klimatologije (M. K o v a č e v i ć, apud Š k r e b i dr. 1942. L u k š i ć 1969).

Temperatura zraka u pravilu postupno opada od nižih prema višim položajima, a to sniženje (vertikalni temperaturni gradijent) kreće se od 0.54° do 0.66°C (S l i e p č e v i ć 1959). To se dobro uočava i u podacima o temperaturama zraka na prerezu od meteoroloških stanica u primorskim i kontinentnim brdskim predjelima, preko Skrada, prema Zalesini i obližnjim vrhuncima Gorskog kotara (tab. 4). U svim mjesecima i godinama temperaturne vrijednosti visokogorske klimatološke postaje Zalesina pravilno se uklapaju između podataka iz susjednoga niskogorskog i nižega pretplaninskog orografskog pojasa i bioklimata te vegetacije koja ih obilježava (v. str. 200).

Osobito su zanimljive i važne ekstremne temperature zraka, tj. stvarne (ne srednje ili prosječne) granične vrijednosti najviših i najnižih apsolutnih temperatura zraka. Na 79 meteoroloških stanica u Hrvatskoj, u razdoblju 1948-1960, bili su granični godišnji apsolutni maksimumi između 42.4° (Karlovac) i 26.3° (Zavižan), a u Zalesini 31.3°C (28. 8. 1960); apsolutni minimumi između -34.2° (Gračac) i -4.3° (Palagruža), a u Zalesini je zabilježeno -33.1°C (15. 2. 1956). Međutim je dana 13. 1. 1968. u Zalesini izmjereno -35.2°C , što je iza Čakovca (-35.5°C , 3. 2. 1929) druga najniža izmjerena temperatura zraka u Hrvatskoj. U promatranom 30-godišnjem razdoblju apsolutne godišnje amplitude temperature zraka bile su u Zalesini između 46.9° (1974) i 66.4°C (1968).

U Zalesini su srednje godišnje maksimalne temperature zraka (aritmetičke sredine dnevnih maksimuma) u granicama od 13.0° do 10.8°C , a dugogodišnji srednjak 11.9°C ; srednje godišnje minimalne temperature (aritmetičke sredine dnevnih minimuma) između 3.1° i -0.5° , sa srednjakom razdoblja 0.8°C , a godišnje vrijednosti srednje mjesečne amplitude od 12.6° do 8.8° i sa srednjakom od 11.0°C .

Srednje (poprečne, prosječne) godišnje temperature zraka u Zalesini su između 7.8° (1960) i 5.6° (1956), a dugogodišnji srednjak (prosjeak) iznosi 6.7°C . U promatranom 30-godišnjem razdoblju taj je srednjak zabilježen samo 4 puta, u 14 godina mjerenja bio je viši, a u 12 godina niži. Najhladniji mjeseci bili su siječanj (u 19 godina), veljača (u 8 godina) i ožujak (u 3 godine), a najtopliji srpanj (18 puta) te lipanj i kolovoz s po 6 puta (tab. 5, sl. 4).

Tab. 4. Srednje temperature zraka (°C) na klimatološkoj postaji Zalesina i na postajama u različitim bioklimatima Gorskog kotara i Hrvatskog primorja iz razdoblja 1948-1960. godine. *) Srednjaci su izračunati prema podacima meteoroloških postaja Skrad i Parg. - Mean air temperatures (°C) in the climatological station of Zalesina and the stations in different bioclimates of Gorski Kotar and Croatian Littoral from the period of 1948-1960. *) Mean values have been calculated according to the data of the meteorological stations of Skrad and Parg.

Meteor. postaja ili lokalitet Meteor. Station or Locality	Nadm. visina Altitude m													God. Yearly	God. ampl. Yearly Amplitude	Orografski pojas i bioklimat Orographic Belt and Bioclimat
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Veliki Risanjak	1528	-3.3	-3.6	-2.6	1.5	6.3	9.7	12.6	12.0	9.3	4.5	-1.2	-2.2	3.6	15.9	viši preplaninski Upper Subalpine
Veliki Bukovac	1259	-2.5	-2.5	-1.0	3.4	8.2	11.6	14.2	13.6	10.6	5.8	0.4	-1.1	5.1	16.7	nizi preplanin. Lower Subalpine
Zalesina	750	-2.0	-1.8	1.3	6.3	11.2	14.9	16.6	16.1	12.4	7.9	3.3	0.7	7.2	18.6	visokogorski Altimontane
Skrad	668	-0.5	-0.2	2.8	7.6	12.3	15.9	17.9	17.5	14.0	9.1	4.0	1.5	8.5	18.4	niskogorski Submontane
Ogulin	325	0.3	1.1	4.7	9.9	14.5	18.1	19.9	19.3	15.5	10.6	5.8	2.8	10.2	19.6	brdski (granični) Upland (Limit)
Rijeka	104	6.1	6.1	8.7	12.8	17.2	20.8	23.4	22.9	19.7	14.5	10.2	7.8	14.2	17.3	brdski submediteranski Upland Submediterr.

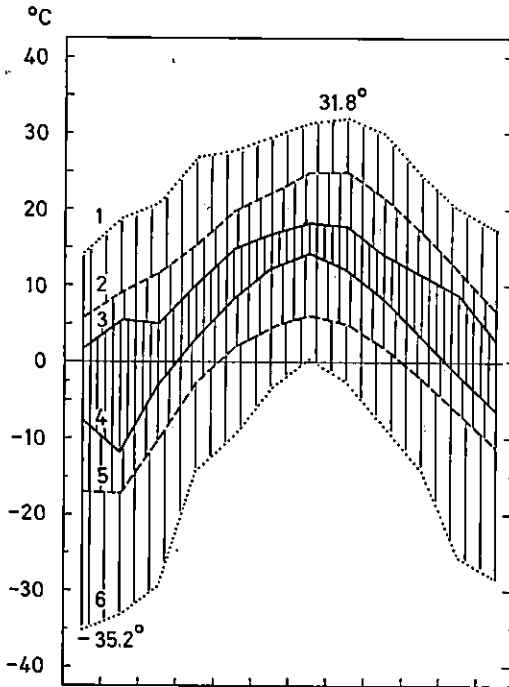
Tab. 5. Temperature zraka (°C) na klimatološkoj postaji Zalesina: granične vrijednosti apsolutne maksimalne (d), srednje maksimalne (d₁), poprečne (d₂), srednje minimalne (d₃) i apsolutne minimalne (d₄) temperature iz različitih mjeseci i godina u periodu 1952-1981. Apsolutne maksimalne (D) i apsolutne minimalne (D₄) te dugogodišnji srednjaci srednje maksimalne (D₁), poprečne (D₂) i srednje minimalne (D₃) temperature zraka za 30-godišnje razdoblje mjerenja. - Air temperatures (°C) in the climatological station of Zalesina: extreme values of the absolute maximum (d), mean maximum (d₁), average (d₂), mean minimum (d₃) and absolute minimum (d₄) temperatures from the different months and years of the period 1952-1981. Absolute maximums (D) and absolute minimums (D₄), and the long-period mean maximums (D₁), average (D₂) and mean minimum (D₃) air temperatures for the period of thirty-year-survey.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
D d	16.6	18.8	20.8	26.6	27.5	29.5	31.2	31.8	30.0	24.5	20.0	17.2	31.8
d	5.7	7.8	10.1	13.2	18.5	22.8	24.8	23.2	20.7	12.1	10.9	5.5	24.8
d ₁	5.8	8.9	11.5	15.1	19.6	21.9	25.1	24.9	21.5	17.1	11.9	6.8	13.0
D ₁	1.6	3.2	6.4	10.9	16.0	19.6	22.0	21.5	18.0	12.8	7.2	3.3	11.9
d ₁	-3.4	-6.3	1.8	7.5	12.6	17.8	20.1	18.3	14.0	7.4	3.0	-2.2	10.8
d ₂	1.9	5.5	4.9	9.9	14.8	16.8	18.2	17.7	14.1	11.7	8.8	2.8	7.8
D ₂	-2.9	-1.5	1.5	5.7	10.8	14.3	15.9	15.0	11.8	7.5	3.1	-0.9	6.7
d ₂	-7.6	-11.8	-2.9	2.9	8.1	12.1	14.1	12.3	8.3	3.1	-1.7	-6.2	5.6
d ₃	-2.9	1.0	1.1	4.3	8.5	11.1	10.8	10.5	8.0	7.6	4.7	-0.3	3.1
D ₃	-8.3	-6.9	-3.9	0.0	4.1	7.6	8.5	8.1	5.6	2.4	-1.5	-5.7	0.8
d ₃	-16.9	-17.1	-10.1	-2.6	1.8	4.4	6.0	5.0	2.0	-1.9	-6.6	-10.8	-0.5
d ₄	-10.6	-6.0	-3.5	-2.1	1.0	5.3	6.2	5.3	2.5	-0.4	-3.8	-8.1	-17.2
D ₄ d ₄	-35.2	-33.1	-29.4	-14.3	-9.7	-3.6	0.2	-2.5	-8.4	-14.4	-25.6	-28.5	-35.2

Dobar uvid i usporedbe o poprečnim godišnjim temperaturama zraka u Zalesini i ostalim postajama u visokogorskom orografskom pojasu i bioklimatu bukovo-jelovih šuma Hrvatske omogućuju ovi podaci:

Meteorološka postaja	Razdoblja mjerenja i godišnji srednjaci temperature zraka (°C)			
	1925-1940.	1931-1960.	1948-1960.	1952-1981.
Stipanov grič (1200 m)	•	6.0	•	•
Sljeme (999 m)	•	6.4	6.5	•
Ravna Gora (793 m)	6.9	6.8	•	•
Mrzla Vodica (771 m)	6.8	6.9	•	•
Zalesina (750 m)	•	7.1	7.2	6.7
Stara Sušica (742 m)	•	7.3	•	•
Delnice (698 m)	•	7.3	7.7	•

Srednja godišnja (periodična) kolebanja temperature zraka u Zalesini kretala su se od 16.5° (1974) do 28.6° (1956) s dugogodišnjim srednjakom amplitude 20.6°C, od kojega su vrijednosti kolebanja bile veće u 15, a manje u isto toliko godina promatranog razdoblja.



Sl. 4. - Fig. 4. Rasponi i hod graničnih vrijednosti nekih temperatura zraka (°C) u Zalesini iz različitih mjeseci i godina u periodu 1952-1981: najviše apsolutne maksimalne (1), srednje maksimalne (2) i poprečne (3); najniže poprečne (4), srednje minimalne (5) i apsolutne minimalne (6). Apsolutni maksimum (31.3°C) i apsolutni minimum (-35.2°C) u 30-godišnjem razdoblju mjerenja. - Range and distribution of extreme values of some air temperatures (°C) in Zalesina in different months and years in the period 1952-1981: highest absolute maximum (1), mean maximum (2) and average (3); lowest average (4), mean minimum (5) and absolute minimum (6). Absolute maximum (31.3°C) and absolute minimum (-35.2°C) in the period of 30-year-survey.

Poprečne sezonske temperature zraka u Zalesini (1952-1981.) bile su ove:

sezona:	proljeće (III-V)	ljetno (VI-VIII)	jesen (IX-XI)	zima (XII-II)
rasponi:	4.2° do 7.9°	13.6° do 17.1°	5.0° do 9.5°	-4.5° do 1.2°C
srednjaci:	6.0°C	15.1°C	7.5°C	-1.7°C

U 30-godišnjem nizu mjerenja prosječne temperature zraka u toplijoj polovici godine (IV-IX) kretale su se u granicama od 5.7° do 15.9° sa srednjakom 12.3°C, a u hladnijoj polovici godine (X-III) bile su u rasponu od -2.9° do 7.5° sa srednjakom od 1.1°C.

Nažalost ne postoje, inače višestruko zanimljivi, podaci o temperaturama tla, a od terminskih temperatura zraka (u 07, 14 i 21 sat) navodimo onu biološki najvažniju iz ranijeg razdoblja mjerenja 1948-1960 g.: u Zalesini, u toplijoj polovici godine, terminska srednja temperatura zraka u 14.0 sati bila je: za travanj 9.8°, za svibanj 14.8°, za lipanj 18.5°, za srpanj i kolovoz 21.1° i za rujanj 17.2°C.

Za poblizu predodžbu o temperaturnom režimu Zalesine također su zanimljivi karakteristični dani i dani s karakterističnim temperaturama zraka (tab. 6, sl. 5).

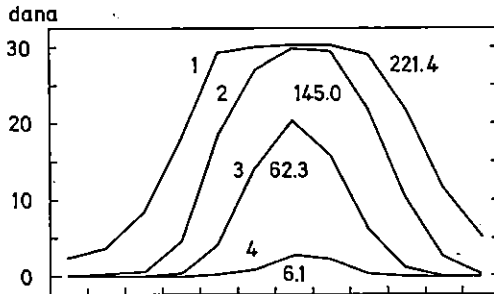
Tab. 6. Karakteristični dani i karakteristične temperature zraka (°C) na klimatološkoj postaji Zalesina. Dugo-godišnji srednjaci broja: ledenih dana (D₅), studenih dana (D₆), hladnih dana (D₇), toplih dana (D₈) i vrućih dana (D₉) te broja dana sa srednjom dnevnom temperaturom zraka $\geq 5.0^\circ\text{C}$ (D₁₀), $\geq 10.0^\circ\text{C}$ (D₁₁), $\geq 15.0^\circ\text{C}$ (D₁₂) i $\geq 20.0^\circ\text{C}$ (D₁₃) za 30-godišnje razdoblje mjerenja 1952-1981. - Characteristic days and characteristic air temperatures (°C) in the climatological station of Zalesina. Long-term mean values of the number of icy days (D₅), cold days (D₆), chilly days (D₇), warm days (D₈) and hot days (D₉), and of the number of days with mean daily air temperature $\geq 5.0^\circ\text{C}$ (D₁₀), $\geq 10.0^\circ\text{C}$ (D₁₁) $\geq 15.0^\circ\text{C}$ (D₁₂) and $\geq 20.0^\circ\text{C}$ (D₁₃) for the period of thirty-year-survey 1952-1981.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
D ₅	11.5	8.7	4.4	0.4	.	.	.	.	.	0.2	2.4	7.0	34.6
D ₆	11.3	7.8	4.2	0.1	.	.	.	.	.	.	2.3	8.3	34.0
D ₇	27.1	23.2	22.9	15.5	5.0	0.7	.	0.4	3.6	10.2	17.7	24.9	151.2
D ₈	.	.	.	.	0.4	2.5	6.2	6.1	1.2	.	.	.	16.4
D ₉	.	.	.	.	.	.	0.2	0.4	.	.	.	.	0.6
D ₁₀	2.4	3.8	8.5	18.2	29.1	30.0	31.0	31.0	29.1	21.9	11.3	5.1	221.4
D ₁₁	.	0.1	0.4	4.6	18.7	26.9	30.2	29.5	21.8	10.0	2.6	0.2	145.0
D ₁₂	.	.	.	0.2	4.3	14.4	20.2	15.8	6.3	1.1	.	.	62.3
D ₁₃	.	.	.	.	0.1	1.0	2.7	2.2	0.1	.	.	.	6.1

U Zalesini je raspon poprečnog broja karakterističnih dana u godinama 30-godišnjeg razdoblja mjerenja bio ovakav:

- ledeni dani (min. temperatura zraka $\leq -10.0^\circ\text{C}$) u granicama od 13
(1974) do 50 (1981) dana,
- studenih dana (maks. temperatura zraka $< 0.0^\circ\text{C}$) u granicama od 14
(1975) do 56 (1956) dana,
- hladni dani (min. temperatura zraka $< 0.0^\circ\text{C}$) u granicama od 102
(1960) do 185 (1973) dana,

topli dani (maks. temperatura zraka $\geq 25.0^{\circ}\text{C}$) u granicama od 5 (1978) do 40 (1952) dana,
 vrući dani (maks. temperatura zraka $> 30.0^{\circ}\text{C}$) u granicama od 0 do 6 (1957) dana,
 dani s toplom noći (min. temperatura zraka $\geq 20.0^{\circ}\text{C}$) nije ih bilo.



Sl. 5. - Fig. 5. Karakteristične vrijednosti temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) na klimatološkoj postaji Zalesina. Godišnji hod broja dana sa srednjom dnevnom temperaturom $\geq 5.0^{\circ}$ (1), $\geq 10.0^{\circ}$ (2), $\geq 15.0^{\circ}$ (3) i $\geq 20.0^{\circ}$ (4) u razdoblju mjerenja 1952-1981. - Characteristic air temperature values ($^{\circ}\text{C}$) in the climatological station of Zalesina. Annual number of mean day temperatures $\geq 5.0^{\circ}$ (1), $\geq 10.0^{\circ}$ (2), $\geq 15.0^{\circ}$ (3) and $\geq 20.0^{\circ}$ (4) in the period 1952-1981.

Ako kontinuirano trajanje dana s temperaturom zraka $\geq 5.0^{\circ}\text{C}$ uzmemo za vegetacijski period mezotermnog bilja (M. K n e ž e v i ć 1987), izlazi da je vegetacijsko razdoblje u Zalesini, s obzirom na različite datume pragova početka i svršetka u pojedinim godinama, trajalo od 116 (1955) do 195 dana (1975), tj. u prosjeku 146 dana.

Vlaga zraka - Air humidity. "Vlaga je pored topline jedan od najsudbonosnijih prirodnih čimbenika za sva živa stvorenja, a djeluje i na tzv. neživu prirodu... Postanak magle, oblaka, kiše, rose, mraza i drugih oborina ovisi u prvom redu o relativnoj vlazi... A da se za vlagu zanimaju već odavna agronomi i hidrotehničari, pa biolozi, botaničari, šumari i drugi srodni im stručnjaci, posve je razumljivo, kad se znade, da o vlazi ovisi i vodostaj rijeka i razina vode podzemnice i kišnost, a u velikoj mjeri i sve ono, što se zove lijepo i ružno vrijeme i što djeluje na zdrav i na bolestan organizam" (J u r i ć i ć, apud Š k r e b i dr. 1942).

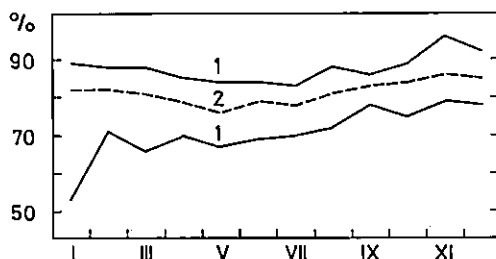
Vlaga u zraku može se označiti na nekoliko načina. S biokološkoga stajališta najčešće se koristi relativna vlaga zraka, koja pokazuje stupanj zasićenosti zraka vodenom parom. Izražava se postotkom (0-100%) a zbog lakše preglednosti, usporedbi i opisa označuje se s ovih sedam velikih stupnjeva:

1 jako niska (jn)	kad je	< 45%
2 niska (n)	" "	45-64%
3 dosta niska (dn)	" "	65-69%
4 osrednja (o)	" "	70-74%
5 nadosrednja (no)	" "	75-79%
6 visoka (v)	" "	80-84%
7 jako visoka (jv)	" "	$\geq 85\%$

Tab. 7. Relativna vlaga zraka (%) na klimatološkoj postaji Zalesina: granične vrijednosti iz različitih mjeseci i godina u periodu 1952-1981. (e) i dugogodišnji srednjaci (E) za 30-godišnje razdoblje mjerenja. - Relative air humidity (%) in the climatological station of Zalesina: extreme values from different months and years in the period 1952-1981. (e) and long-period mean values (E) for the period of thirty-year-survey.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
e	89	88	88	85	84	84	83	88	86	89	96	92	84
E	82	82	81	79	76	79	78	81	83	84	86	85	81
e	53	71	66	70	67	69	70	72	78	75	79	78	77

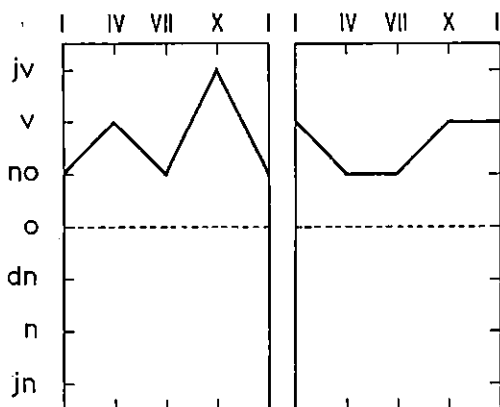
Vlaga zraka jako ovisi o reljefu, podlozi i smjeru pružanja gorja. U Hrvatskoj, uzeću u cjelini, relativna vlaga zraka ima kontinentski tip hoda - redovito je viša u hladnijoj, a niža u toplijoj polovici godine. U razdoblju 1948-1960, na 79 postaja u Hrvatskoj, maksimumi su bili u prosincu (rjeđe i u studenom), a minimumi u srpnju ili kolovozu (primorje i otoci) ili u travnju (brdske postaje sjeverno od Save). Važno je to da u Hrvatskoj, prema postojećim podacima, nema ekstremno vlažnog ni ekstremno suhoga zraka, jer godišnji srednjak relativne vlage zraka nije nigdje viši od 90% i niži od 40%. Tek na tri meteorološke stanice u Hrvatskoj neki se zimski mjeseci ističu kao ekstremno vlažni, a to su Delnice (prosinac s 94% i studeni s 92%), Zagreb-Maksimir i Orehovec (prosinac s 91%). U navedenom 13-godišnjem razdoblju godišnja srednja relativna vlaga zraka kretala se između jako visoke u Delnicama (86%) i niske na postaji Split-Marjan (59%), a na ostalim stanicama u Gorskom kotaru bila je u Pargu 80%, u Skradu 81%, a u Zalesini 83%, s tim da je zalesinski maksimum bio u studenom (90%), minimum u siječnju (78%), a godišnja amplituda 12%.



Sl. 6. - Fig. 6. Granične mjesečne vrijednosti srednje relativne vlage zraka (%) u Zalesini iz različitih mjeseci i godina u periodu 1952-1981 (1) i srednjaci za 30-godišnje razdoblje mjerenja (2). - Extreme monthly values of mean relative air humidity (%) in Zalesina from different months and years in the period 1952-1981 (1) and mean values for the thirty-year-survey.

U promatranom 30-godišnjem periodu godišnje vrijednosti srednje relativne vlage zraka bile su u Zalesini u granicama između nadosrednje (77% u 1952) i visoke (84% u godinama 1959, 1978 i 1980) s visokim srednjakom razdoblja od 81% (tab. 7, sl. 6). Tu veličinu srednjaka ima 7 godina promatranog razdoblja, u 9 godina bile su niže, a u ostalih 14 godina više vrijednosti. Zanimljivo je pripomenuti da su zadnjih godina (1974-1981) zalesinski godišnji srednjaci neprekidno u granicama visoke relativne zračne vlage. U godišnjem hodu srednjaka relativna vlaga zraka u Zalesini ima maksimum u studenom

(86%), a minimum u svibnju (76%), uz godišnju amplitudu od 10 %. Hod i promjene relativne zračne vlage u pojedinim sezonama vide se iz tetragrama (sl. 7).^{*} Ona je tijekom svih godišnjih doba iznad nadosrednje. Dnevni hod relativne vlage zraka obično je svugdje obrnut od dnevnog hoda temperature - najveći postotak vlage je ujutro, a najmanji poslijepodne.



Sl. 7. - Fig. 7. Tetragrami relativne vlage zraka (%) na klimatološkoj postaji Zalesina u razdoblju 1948-1960 (lijevo) i 1952-1981. g. (desno) - Tetragrams of relative air humidity (%) in the climatological station of Zalesina in the period 1948-1960 (left) and 1952-1981 (right).

Oborine (padaline) - Precipitation u obliku kiše, snijega, solike i tuče vrlo su promjenljiv, ali uz temperaturu najvažniji klimatski element, pa njihova godišnja količina i razdioba daju glavno obilježje podneblju nekog kraja. Varijabilnost razdiobe oborina po mjesecima u nas uzrokuju osobito ciklone, koje prolaze nejednakom čestinom i u različita godišnja doba. Ovisno o reljefu (orogenetske padaline) i udaljenosti od mora, godišnje količine oborina naglo rastu idući od mora prema kopnu, redovno su najveće na gorskim vrhuncima, a zatim se postupno smanjuju prema unutrašnjosti zemlje (M a r g e t i ć, apud Š k r e b i d r. 1942).

U Gorskom kotaru su utvrđene količinske razlike u oborinama na navjetrini i zavjetrini prema glavnom kišonosnom strujanju: vertikalni oborinski gradijent iznosi na jakoj navjetrini 221 mm/100 m, u izloženim predjelima 184 mm/100 m, a u zaklonjenim od južnoga strujanja 156 mm/100 m (B. P e n z a r 1959). Neke od spomenutih pravilnosti vide se u oborinskim podacima meteoroloških stanica iz razdoblja 1931-1960 (SHMZ 1973), na prerezu od Riječkoga zaljeva prema unutrašnjosti (tab. 8). Slično temperatura (tab. 4) i u pogledu oborina uočava se konstantnost položaja i vrijednosti visokogorske postaje Zalesina u odnosu prema susjednim bioklimatima i njihovu prostornom rasporedu.

Tab. 8. Oborine (mm) na klimatološkoj postaji Zalesina i na postajama u različitim bioklimatima Gorskog kotara i Hrvatskog primorja iz razdoblja mjerenja 1931.-1960. godine - Precipitation (mm) in the climatological station of Zalesina and other stations in different bioclimates of Gorski Kotar and Croatian Littoral from the surveying period 1931.-1960.

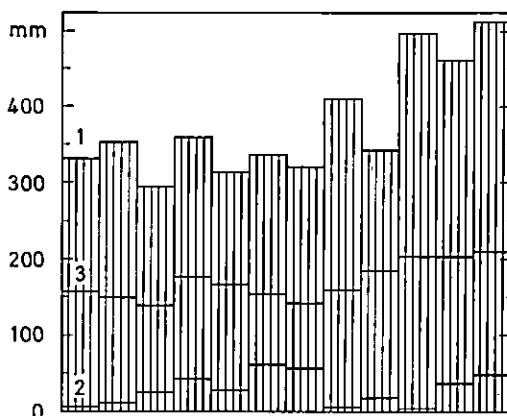
Meteor. postaja ili lokalitet Meteor. Station or Locality	Nadm. visina Altitude m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly	Orografski pojas i bioklimat Orographic Belt and Bioclimat
Veliki Ranjak	1528	302	328	264	235	291	238	190	168	367	376	427	393	3579	vii. preplaninski Upper Subalpine
Zalesina	750	171	150	140	143	173	154	138	121	195	261	226	219	2091	visokogorski Altimontane
Skrad	668	126	113	103	121	156	145	117	118	160	208	183	160	1710	nikogorski Submontane
Ogulin	325	129	117	110	111	137	124	95	106	123	175	169	136	1532	brdski (granitni) Upland (Limit)
Rijeka	104	120	105	106	101	97	102	80	74	162	183	181	170	1481	brdski submediteranski Upland Submediterr.

Tab. 9. Oborine (mm) na klimatološkoj postaji Zalesina. Granične vrijednosti iz različitih mjeseci i godina u periodu 1952-1981. za: količine oborina (f), broj dana s količinom oborina: ≥ 0.1 mm (f_2), ≥ 1.0 mm (f_3), ≥ 10.0 mm (f_4) i ≥ 20.0 mm (f_5). Dugogodišnji srednjak za prosječne mjesečne i godišnju količinu oborina (F). Najveće dnevne količine oborina u pojedinim mjesecima (F_1). Dugogodišnji srednjak za broj dana s količinom oborina: ≥ 0.1 mm (F_2), ≥ 1.0 mm (F_3), ≥ 10.0 mm (F_4), ≥ 20.0 mm (F_5) i srednji dnevni intenzitet oborina (F_6) za 30-godišnje razdoblje. - Precipitation (mm) in the climatological station of Zalesina. Extreme values from different months and years of the period 1952-1981 for: precipitation (f), number of rainfall days: ≥ 0.1 mm (f_2), ≥ 1.0 mm (f_3), ≥ 10.0 mm (f_4) and ≥ 20.0 mm (f_5). Long-term mean value of average months and year precipitations (F). Extreme daily precipitations per months (F_1). Individual months of the year (F_1). Long-term mean value for the number of rainfall days: ≥ 0.1 mm (F_2), ≥ 1.0 mm (F_3), ≥ 10.0 mm (F_4), ≥ 20.0 mm (F_5) and mean daily intensity of precipitation (F_6) for the thirty-year-surveying period.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
f	332	351	294	359	315	336	319	411	342	497	461	511	2556
F	157	150	140	176	167	154	143	160	184	203	230	210	2074
f	1	11	23	43	27	62	56	2	17	1	36	49	1522
F_1	102.3	87.0	62.7	66.7	98.8	66.9	98.2	102.9	154.0	136.7	153.6	104.5	154.0
f_2	23	26	24	22	23	21	20	21	19	24	23	26	200
F_2	15.1	15.1	15.8	15.1	15.2	14.6	11.4	11.3	11.2	13.0	15.9	15.7	169.4
f_2	3	4	2	7	3	5	7	1	2	1	6	7	121
f_3	19	23	20	18	20	19	16	18	18	24	20	23	173
F_3	11.7	11.5	11.8	12.8	12.4	11.5	9.5	9.3	9.5	10.5	13.0	12.8	136.3
f_3	.	1	2	7	3	5	6	1	2	1	4	6	106
f_4	10	10	11	10	11	10	8	10	10	16	12	13	80
F_4	4.9	4.8	4.6	5.7	5.5	5.2	4.5	4.7	5.3	5.9	6.6	6.1	63.8
f_4	.	.	1	1	1	2	2	.	1	.	1	1	48
f_5	8	8	6	8	6	8	5	8	9	9	10	10	47
F_5	2.7	2.3	2.2	3.3	2.7	2.7	2.5	2.6	3.2	3.6	4.2	3.5	35.5
f_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	25
F_6	10.4	9.9	8.9	11.7	11.0	10.5	12.5	14.1	16.4	15.6	14.5	13.4	12.2

Prema podacima u tablici 9, za vrijeme 30-godišnjih mjerenja, u Zalesini su ukupne godišnje količine oborina u rasponu od 1522 mm (1975) do 2556 mm (1965), s apsolutnim (totalnim) godišnjim kolebanjem (amplitudom) od 1034 mm. Dugogodišnja prosječna količina oborina iznosi 2074 mm, s time da su u 15 godina oborine bile veće i u isto toliko godina manje od toga srednjaka. Razlike u srednjim vrijednostima oborina između pojedinih mjeseci su razmjerno malene, bez istaknutih maksimuma i minimuma. Međutim su velike razlike u graničnim količinama oborina u istim mjesecima iz različitih godina promatranog perioda, pa npr. od listopada do prosinca te razlike dosežu od 425 do 496 mm (sl. 8. i 13).

Srednje količine oborina po godišnjim dobima su ove:

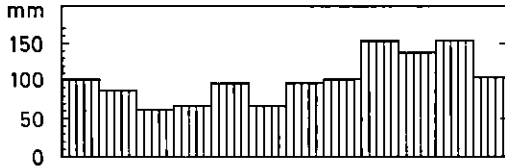


Sl. 8. - Fig. 8. Oborine (mm) na klimatološkoj postaji Zalesina: najveće (1) i najmanje (2) srednje količine iz različitih mjeseci i godina za period 1952-1981, te hod poprečnih količina (3) za isto 30-godišnje razdoblje mjerenja. - Precipitation (mm) in the climatological station of Zalesina: highest (1) and lowest (2) mean values of different months and years for the period 1952-1981, and distribution of average precipitation (3) for the same period of thirty-year-survey.

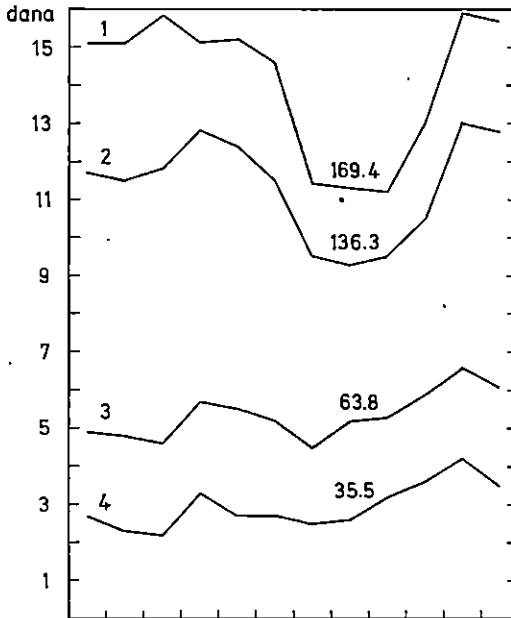
- u proljeću (III-V) 484 mm, s graničnim vrijednostima između 258 mm (1973) i 755 mm (1972)
- u ljetu (VI-VIII) 456 mm, s graničnim vrijednostima između 245 mm (1952) i 690 mm (1969)
- u jeseni (IX-XI) 617 mm, s graničnim vrijednostima između 285 mm (1978) i 1031 mm (1960)
- u zimi (XII-II) 517 mm, s graničnim vrijednostima između 160 mm (1975) i 961 mm (1952)

Zna se da okolišem Zalesine prolazi crta kontinentalnosti, tj. granica između kontinentskog i maritimnoga oborinskog režima, na kojoj je izjednačena količina padalina u hladnijoj i toplijoj polovici godine. Oborine u hladnijoj polovici godine (X-III) bile su u Zalesini u 17 godina promatranog razdoblja veće, a u toplijem polugodištu (IV-IX) u 13 godina manje od 50% ukupnih godišnjih oborina. To pokazuje da tamošnje podneblje ima prijelazno obilježje u kojem prevladavaju maritimne oznake oborinskog režima.

Najveće dnevne količine oborina padnu u Zalesini potkraj ljeta, ujesen i zimi (sl. 9), a zabilježene granične vrijednosti su između 62.7 mm u ožujku 1954. i 154.0 mm dana 15. IX. 1955. Zbog usporedbe spominjemo da je u razdoblju 1948-1960. u cijeloj Hrvatskoj raspon najvećih dnevnih količina oborina bio od 348.1 mm (Korčula, 10. XII. 1953) do 31.6 mm (Palagruža, 28. IX. 1955).



Sl. 9. - Fig. 9. Najveće dnevne količine oborina (mm) u pojedinim mjesecima na klimatološkoj postaji Zalesina u razdoblju mjerenja 1952-1981. - Highest daily precipitation (mm) per months of the year in the climatological station of Zalesina in the period of thirty-year-survey 1952-1981.



Sl. 10. - Fig. 10. Karakteristične vrijednosti oborina (mm) na klimatološkoj postaji Zalesina. Godišnji hod broja dana s oborinama ≥ 0.1 mm (1), ≥ 1.0 mm (2), ≥ 10.0 mm (3), ≥ 20.0 mm (4) u razdoblju mjerenja 1952-1981. - Characteristic values of precipitation (mm) in the climatological station of Zalesina. Annual distribution of the number of rainy days ≥ 0.1 mm (1), ≥ 1.0 mm (2), ≥ 10.0 mm (3) and ≥ 20.0 mm (4) in the period of thirty-year-survey 1952-1981.

Za obilježavanje oborinskih prilika važan je i broj dana s oborinom (čestina oborina), tj. broj dana kada je u jutarnjem terminu (07 sati) izmjereno barem 0.1 mm (1 litra) taloga. U tablici 9. vide se mjesečni i godišnji rasponi te dugogodišnji srednjaci za broj dana s karakterističnim količinama oborina na postaji Zalesina. U granicama od 11.2 do

15.9 dana mjesečno najviše je u godini dana s oborinama ≥ 0.1 mm (169.4), a manje je dana s količinom oborina ≥ 1.0 mm (136.3). Između oborinskih parametara, važnih zbog pojačanih erozijskih procesa, osobito treba istaknuti srednji broj dana s oborinama ≥ 10.0 mm (63.8 dana) i oborinama ≥ 20.0 mm, kojih ima 35.5 dana (sl. 10).

Srednji dnevni intenzitet oborina, tj. poprečna količina padalina koja otpada na jedan dan s oborinom, u Zalesini se tijekom godine mijenja u količinama (mm) prikazanim u tablici 9. Gotovo linearni porast od minimuma u proljetnim mjesecima (8.9 mm u ožujku) do maksimuma u rujnu (16.4 mm) ili u listopadu dokazuje maritiman oborinski režim Zalesine.

Klimatske pojave - Climatological phenomena, tj. kiša, snijeg, tuča, grmljavina, magla, mraz i snježni pokrivač - s obzirom na njihovo pojavljivanje, učestalost i trajanje - mogu donekle poslužiti za općenito označivanje podneblja, odnosno pojedinih vegetacijskih područja i bioklimata.

Za ilustraciju položaja i vrijednosti klimatskih pojava u Zalesini, u usporedbi s ostalih 79 meteoroloških postaja u Hrvatskoj, zasad mogu najbolje poslužiti podaci iz razdoblja mjerenja 1948-1960 (Bertović 1975). Po broju dana s kišom (≥ 0.1 mm) Zalesina je (120.1 dana) iza Skrada (147.0) bila među 20-ak najkišovitijih mjesta, a po broju dana sa snijegom (≥ 0.1 mm), s vrijednošću 37.4 dana, iza Zavižana (69.7 dana) na šestom mjestu u Hrvatskoj. Što se tiče srednjega godišnjeg broja dana s tučom, Zalesina se (1.1 dan) posebno ne ističe. I po broju dana s grmljavinom Zalesina je (15.5) uz Plitvički Ljeskovac (12.9) među postajama s najmanje te pojave u Hrvatskoj. U rasponu graničnih vrijednosti, između Zavižana (197.8) i Korčule (0.9), srednji broj dana s maglom u godini (26.5) u Zalesini je nizak. Zabilježeni godišnji srednjak broja dana s mrazom (17.8), prema onom najvišem na meteorološkim stanicama Brestovac-Belje i Pazin (67.1), u Zalesini je nizak pa se, po raširenom mišljenju da je zalesinska meteorološka postaja u mrazištu, sumnja u točnost njezinih podataka. Prema poprečnom godišnjem broju dana sa snijegom na tlu ≥ 1.0 cm, iza Zavižana (s maksimalnih 151.0 dana) i tri postaje gorskog pojasa, Zalesina je na petom mjestu (82.3). Također je po zabilježenoj maksimalnoj visini snijega na tlu Zalesina bila sa 153 cm (8. III. 1955) iza Zavižana (220 cm, 11. III. 1955) te Delnica i Gračaca na četvrtom mjestu u Hrvatskoj.

Raspored i trajanje svih spomenutih klimatskih pojava u Zalesini, iz novijeg 30-godišnjeg razdoblja mjerenja, dani su u tablici 10. Iz njezinih podataka i slike 11. dobro se uočavaju najvažnije granične i srednje godišnje, sezonske i mjesečne vrijednosti pojedinih klimatskih pojava u Zalesini iz novijega vremenskog perioda 1952-1981. godine.

Klimatske klasifikacije - Climatic classifications. Davni su i trajni pokušaji da se podneblje što kraće i preglednije označi i klasificira za različite znanstvene i praktične potrebe. Za to su služili kao polazište i osnova, pojedinačno ili kombinirano, temperature, oborine, isparavanje, vlaga i deficit zasićenja, intenzitet suše i dr., a za razlikovanje klima odgovarajuće formule, indeksi, kvocijenti i slični pokazatelji (Bertović 1975, Šegota 1976, Margetić & Bertović 1983). Tako Maun-der (1962), uz ostalo, navodi da postoji više od 75 klasifikacija klime, od kojih ćemo samo prema trojici najpoznatijih autora, opisati pripadnost i obilježja podneblja u okolišu Zalesine.

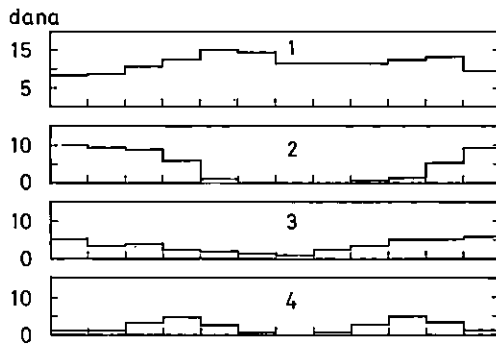
Po W. Köppenu zalesinski okoliš karakterizira klimatski tip s oznakom *Dfsbx*, što znači: snježno-šumska (borealna, subarktička) klima, s temperaturama najhladnijeg mjeseca ispod -2°C , a najtoplijeg iznad 10°C ; srednja temperatura najtoplijeg

Tab. 10. Klimatološke pojave na postaji Zalesina. Granične vrijednosti iz različitih mjeseci i godina u periodu 1952-1981: za broj dana s kišom ≥ 0.1 mm (a_1), broj dana sa snijegom ≥ 0.1 mm (b_1) i broj dana sa snježnim pokrivačem ≥ 1.0 cm (g_1). Dugogodišnji srednjak broja dana s kišom ≥ 0.1 m (a), broja dana sa snijegom ≥ 0.1 mm (b), broja dana s tučom (c), broja dana s grmljavinom (d), broja dana s maglom (e), broja dana s mrazom (f), broja dana sa snježnim pokrivačem ≥ 1.0 cm (g), ≥ 10.0 cm (h), ≥ 30.0 cm (i) i ≥ 50.0 cm (j), te maksimalna visina snježnog pokrivača (cm) u godini (k) - za 30-godišnje razdoblje - Climatological phenomena in the Zalesina station. Extreme values from different months and years in the period 1952-1981: for the number of rainy days ≥ 0.1 mm (a_1), snowy days ≥ 0.1 mm (b_1) and days with a snow cover ≥ 1.0 cm (g_1). Long-period average number of rainy days ≥ 0.1 mm (a), snowy days ≥ 0.1 mm (b), days with hail (c), thunder (d), fog (e), frost (f), and snow cover ≥ 1.0 cm (g), ≥ 10.0 cm (h), ≥ 30.0 cm (i) and ≥ 50.0 cm (j), and the maximum height of the snow cover (cm) in a year (k) for the thirty-year-period.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Yearly
a_1	19	19	23	21	23	22	20	21	19	24	20	16	170
a	8.2	8.4	10.1	12.5	14.9	14.6	11.4	11.3	11.3	12.7	13.2	9.8	138.4
a_1	.	.	1.3	3	3	7	7	1	2	1	3	2	99
b_1	18	18	18	13	4	1	.	.	2	10	14	19	77
b	9.9	9.5	8.9	6.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	5.2	3.0	50.9
b_1	3	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2	29
c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
d	0.4	0.4	0.8	0.9	2.7	4.2	4.1	3.5	2.1	1.1	1.1	0.5	21.8
e	5.3	3.7	4.0	2.5	2.2	1.4	1.1	2.3	3.5	5.3	5.2	5.9	42.4
f	1.1	1.0	3.2	4.8	2.4	0.4	0.0	0.3	2.9	5.0	3.4	1.2	25.7
g_1	31	29	31	18	5	.	.	.	2	12	19	31	140
g	24.6	20.1	17.5	6.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	7.7	19.4	97.8
g_1	7	5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	52
h	18.4	15.5	12.7	3.3	0.3	.	.	.	.	0.3	4.8	12.6	67.9
i	12.3	9.1	8.0	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.9	38.2
j	5.0	4.0	4.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.0	16.9
k	131 1971.	166 1969.	153 1955.	74 1969.	62 1957.	.	.	.	4 1977.	27 1952.	89 1966.	98 1980.	166 1969.

mjeseca je ispod 22°C, ali su barem 4 mjeseca s temperaturom > 10°C; oborine su prilično jednoliko raspodijeljene na cijelu godinu, a najsuša je (≥ 60 mm) toplija sezona godine; glavni maksimum oborina pojavljuje se u jesen (XI), a sporedni u proljeće (IV); tlo je pokriveno dugotrajnim snježnim pokrivačem. Subarktički tip *D*-klime pojavljuje se u Gorskom kotaru i Lici iznad 1200 m nadmorske visine (Pleško & Kirigin, apud Bertović 1975).

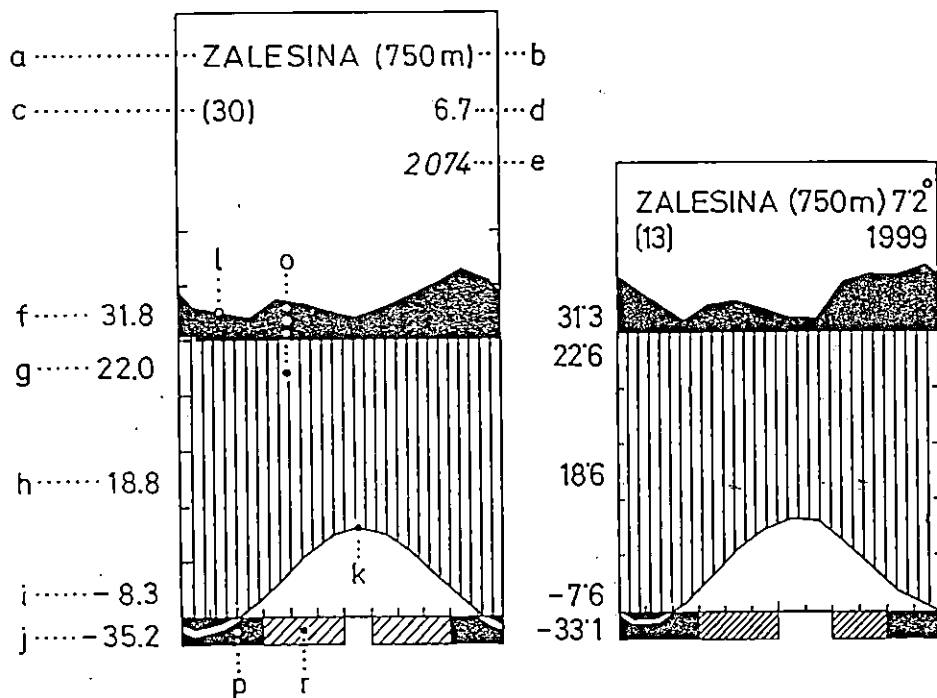
Prema C. W. Thornthwaite u (Pleško, ibid. 1975) u okolici Zalesine je perhumidna klima s indeksom efektivnosti oborina $P/E \geq 128$, što, uz ostalo, znači da tijekom cijele godine ima dovoljno vlage u tlu. Ako i jest u pojedinim ljetnim mjesecima potencijalna evapotranspiracija veća od količina oborina za taj mjesec, manjak oborina se dopunjava iz rezerve u tlu.



Sl. 11. - Fig. 11. Neke klimatske pojave na postaji Zalesina. Godišnji hod srednjaka broja dana: s kišom ≥ 0.1 mm (1) sa snijegom ≥ 0.1 mm (2), s maglom (3) i s mrazom (4) u razdoblju 1952-1981. - Some climatic phenomena in the Zalesina station. Annual distribution of the average number of days: rain ≥ 0.1 mm (1), snow ≥ 0.1 mm (2), fog (3) and frost (4) in the period of 1952-1981.

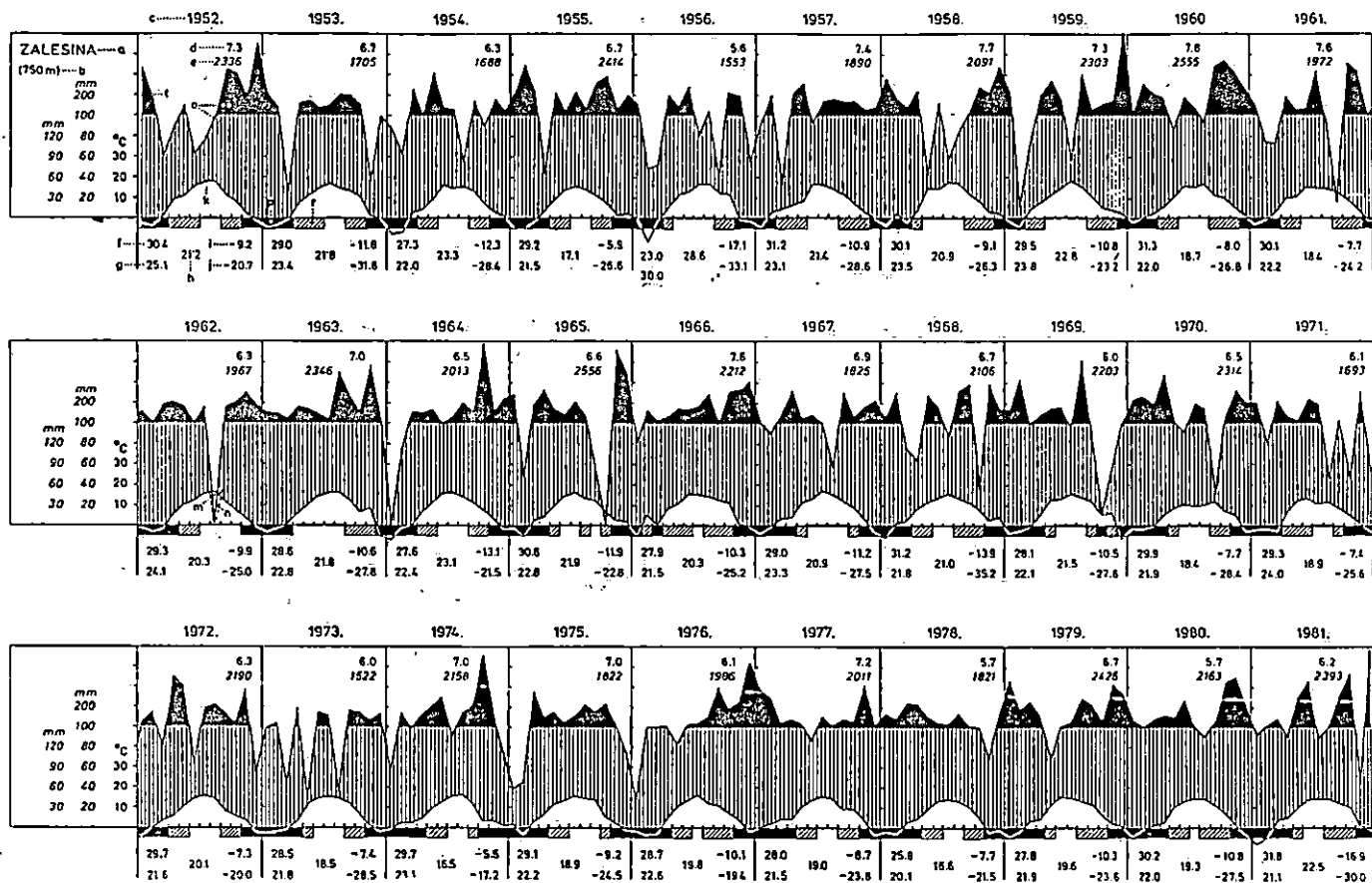
Po klasifikaciji H. W a l t e r a (1955, 1975, 1977) podneblje okoliša Zalesine obilježava glavni *klimatski tip VI*, tj. umjereno humidna klima s izrazitim, ali ne vrlo dugim hladnim razdobljem godine. Za jasan i pregledan prikaz kombinacije faktora, koji bitno obilježuju svaki regionalni klimatski tip, Walter upotrebljava klimatske dijagrame. Za još bolju predodžbu o promjenama koje se zbivaju iz godine u godinu na nekom mjestu daje klimatograme, tj. povezane klimatske dijagrame za uzastopni niz godina. Obje vrste dijagrama također su vrlo prikladne i za klimatološku karakterizaciju i usporedbe između pojedinih vegetacijskih područja i bioklimata, pa ih za postaju Zalesina dajemo na slikama 12. i 13.

Mnogobrojna poredbena botaničko-klimatološka proučavanja pokazala su da se pojedini klimati na Zemlji većinom dobro podudaraju s rasporedom markantnih biljnih grupacija. Otud i mnogi pokušaji (W. Köppen, H. Brockmann-Jerosch, E. Rübél, L. S. Berg i dr.) da se klime klasificiraju i označe na osnovi raslinstva, odnosno njegovih fizionomski, bioekološki i slično opisanih, klimatološki karakteriziranih, fitogeografskih jedinica. Usvajajući i produbljujući takvo gledište, Bertović (1983, 1985-1990) uvodi, definira i koristi za klimatološke opise i karte manjih predjela i naših krajeva pojam *bioklimat*, odnosno *fitoklimat* i *fitobioklimat*. Pod tim razumijeva prostorno definiran pojas (područje, potpodručje) ili lokalitet s izraženim osobitostima podneblja (klimatskim ti-



Sl. 12. - Fig. 12. Klimatski dijagrami klimatološke postaje Zalesina iz razdoblja 1952-1981 (lijevo) i 1948-1960 (desno) po S. Bertoviću. Tumač za klimatske dijagrame i klimatograme (sl. 13): a) Meteorološka postaja, b) nadmorska visina postaje (m), c) broj godina (period) mjerenja, d) srednja godišnja temperatura zraka (°C), e) srednja godišnja količina oborina (mm), f) apsolutni maksimum temperature zraka, g) srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca, h) srednje kolebanje (amplituda) temperature zraka, i) srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca, j) apsolutni minimum temperature zraka, k) godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura zraka, l) godišnji hod srednjih mjesečnih količina 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. - Climatic diagrams of the climatological station of Zalesina between 1952 and 1981 (left) and 1948 and 1960 (right) according to S. Bertović. Key to climatic diagrams and climograph (fig. 13): a) meteorological station, b) level above sea (m), c) number of years (period) of surveying, d) mean annual air temperature (°C), e) mean annual precipitation (mm), f) absolute maximum of air temperature, g) mean maximum of the warmest month's air temperature, h) average oscillation (amplitude) of air temperature, i) mean minimum air temperature of the coldest month, j) absolute minimum of air temperature, k) annual distribution of mean monthly air temperatures, l) annual distribution of mean monthly precipitation, m) dry (arid) period, n) period of drought o) humid period, p) months with mean minimum air temperature below 0°C, r) months with absolute minimum air temperature below 0°C.

pom), koje obilježava toj klimi prilagođeni samonikli vegetacijski tip (biljna zajednica, fitocenoza). Tako su u pojmu bioklimata implicite obuhvaćeni međuodnosi i povezanost geografskih, reljefnih, klimatskih i vegetacijskih obilježja, što predstavlja osobitost ove bioklimatske klasifikacije (M a r g e t i ć 1983, M a k j a n i ć 1990).



Sl. 13. - Fig. 13. Klimatogram klimatološke postaje Zalesina za 30-godišnje razdoblje 1952-1981, po S. Bertoviću. - Climograph of the climatological station of Zalesina for the period of thirty-year-survey 1952-1981 according to S. Bertović

ZAKLJUČNE PRIPOMENE I PREPORUKE -
CONCLUSION NOTES AND SUGGESTIONS

Silvometeorološka, odnosno obična klimatološka postaja Zalesina po svojem je položaju i podacima dugogodišnjeg niza meteoroloških mjerenja i motrenja jedna od naj-reprezentativnijih postaja u visokogorskom (altimontanom) orografskom pojasu i njegovu primorskom bioklimatu, koji obilježava klimatskozonska bukovo-jelova šuma *Calamintho-Abieti-Fagetum* (Horv. 1938) Borh. 1963.

Dugogodišnji klimatološki podaci postaje Zalesina, u istoimenom Nastavno-pokusnom šumskom objektu, višestruko su važni i dosad vrlo često korišteni u različitim djelatnostima, od kojih spominjemo najpoznatije:

- u teorijskoj i praktičnoj nastavi mnogih kolegija (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarska škola u Delnicama),
- u različitim magistarskim i doktorskim raspravama te srodnim bioekološkim publikacijama (Bertović 1975, Bertović & Martinović 1981, Bertović 1987, 1988, 1990, Cestar 1967, B. Kirigin 1971, 1976, P. Kovačević 1982, 1987, Križanec 1989, Matić 1972, 1983, Rauš 1975) i dr.,
- u tipološkim istraživanjima (Radovi Instituta za šumarska istraživanja Zagreb-Jastrebarsko 7/1967, 21/1974, 7/1967, 26/1976),
- u Osnovama gospodarenja za gospodarske jedinice NPŠO-a Belevine, Kupjački vrh i Sungerski lug (Križanec 1980, 1985, 1986, 1989),
- u člancima Šumarske enciklopedije i Enciklopedije Jugoslavije Jugoslavenskoga leksikografskoga zavoda "Miroslav Krleža" (Bertović 1983, 1988, Bertović & Maksić 1988, Bertović 1990),
- u urbanističkim planovima uređenja prostora (Bertović 1966, 1985, 1987).

Klimatološka postaja Zalesina već raspolaže normalnim vrijednostima klimatoloških podataka (30 godina), a ove će se godine moći ubrojiti i među postaje sa standardnim normalnim vrijednostima klimatoloških podataka (1961-1990), kako to predlaže Svjetska meteorološka organizacija (Katušić 1989).

Imajući na umu rješavanje problema u očuvanju gorskokotarskih crnogoričnih šuma (Matić 1972, Androić i dr. 1975, Glavač i dr. 1985), redovne nastave, istraživačke i šumsko-gospodarske potrebe, a i neke zadatke koje predviđa "Međunarodni program geosfera, biosfera" (Poj 1989), nastavak rada meteorološke postaje Zalesina i njezini klimatološki podaci bit će osobito vrijedni. Za spomenutu namjenu i još podrobniju karakterizaciju podneblja NPŠO-a Zalesina još se preporučuje:

- uz dosadašnja započeti mjerenja insolacije, isparavanja, temperatura tla u različitim dubinama te onečišćenja zraka, padalina i tla,
- organizirati fenološka motrenja,
- provesti sezonska poredbena mikroklimatološka istraživanja u najvažnijim fitoceonozama NPŠO-a Zalesina,
- u predstojećem nastavku i proširenju mjerenja, organizaciji i provedbi motrenja i specijalnih istraživanja koristiti vrijednu i zapaženu stručnu pomoć Republičkoga hidrometeorološkoga zavoda Hrvatske u Zagrebu, kao što je to bilo i u dosadašnjem održavanju meteorološke postaje, obradi i sređivanju podataka.

LITERATURA - REFERENCES

- Androić, M., i dr., 1975: Istraživanje uzroka i posljedica sušenja prirodnih jelovih šuma u SR Hrvatskoj. Radovi Šumarskog instituta, 23, Zagreb.
- Bertović, S., 1960: Klimatološka opažanja kao komponenta tipološkog istraživanja šuma; H. Walter & H. Lieth - Svjetski atlas klimadijagrama; Klimadijagrami Hrvatske (razdoblja 1925-1940. i 1948-1957. g.). Obavijesti Instituta za šumarska i lovna istraživanja NRH, 10, Zagreb.
- Bertović, S., 1966: Ekološko-fitocenološke karakteristike vegetacijskog pokrova; Temelji planiranja. Regionalni prostorni program i plan područja Čabar, Delnice i Vrbovsko, Urbanistički institut SRH, Zagreb.
- Bertović, S., 1975: Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj (razdoblje 1948-1960. godine). Acta biologica, VII/2, Prirodoslovna istraživanja JAZU, 41, Zagreb.
- Bertović, S., 1976: Ekološko-biološke osnove proizvodnje; Meteorologija i klimatologija, Fenologija, Botanika, Dendrologija, Fitogeografija, Fitocenologija, Tipologija šuma. Povijest šumarstva Hrvatske (1846-1976) kroz stranice Šumarskog lista, Zagreb.
- Bertović, S., 1978: Prof. Božidar Kirigin - in memoriam. Šumarski list, CII, 11-12, Zagreb.
- Bertović, S., 1980: Fenologija. Šumarska enciklopedija, 1, Zagreb.
- Bertović, S., 1983: Klima i klimatologija - Indeksi, faktori i formule za označavanje klime; Klima i biljni svijet, Šumarska enciklopedija 2, Zagreb.
- Bertović, S., 1985: Bioklimatološke značajke SR Hrvatske; Vegetacijske značajke SR Hrvatske. Prostorni plan SR Hrvatske (Prirodni sustavi, Osnovna studija), Urbanistički institut SR Hrvatske, 10, Zagreb.
- Bertović, S.: Podneblje i vegetacijski pokrov M. Z. Ravna Gora. Monografija "Ravna gora", Ravna Gora 1986 (u tisku).
- Bertović, S., 1987: Priroda i šumarstvo Ogulinskog kraja - Reljef, podneblje i vegetacijski pokrov. Šumarski list, CXI, 7-9, Zagreb.
- Bertović, S., 1987a: Prirodni sustavi (Uvod, reljef, klima, vegetacija). Pregled podataka o karakteristikama teritorije SFR Jugoslavije, Urbanistički institut SR Hrvatske, I, Zagreb.
- Bertović, S., 1987b: Podneblje i bioklimati. Osnove zaštite šuma od požara. Centar za informacije i publicitet, Zagreb.
- Bertović, S., 1988: Hrvatska - Klima. Klimatski dijagrami meteoroloških postaja iz različitih kontinentskih i primorskih bioklimata Hrvatske. Enciklopedija Jugoslavije, 5, Zagreb.
- Bertović, S.: Podneblje i bioklimati Hrvatske (razdoblje 1948-1960). Monografija o zemljištima Jugoslavije (apud A. Škorić, Tla Hrvatske), predano za tisak, Zagreb 1988.
- Bertović, S., 1990: Jugoslavija, prirodne karakteristike: Klima - Godišnji hod srednjih temperatura zraka i srednjih količina oborina na meteorološkim postajama iz različitih orografskih pojasa, kontinentskih i maritimnih bioklimata i njihovih prirodnih vegetacijskih područja u SFRJ. - Klimatski dijagrami meteoroloških stanica iz različitih kontinentskih i maritimnih bioklimata Jugoslavije. Enciklopedija Jugoslavije, 6, Zagreb.
- Bertović, S., 1990: Podneblje i bioklimati Hrvatske (razdoblje 1961-1975), priređeno za tisak, Zagreb.
- Bertović, S., & A. Z. Lovrić., 1987: Šumske zajednice Jugoslavije - SR Hrvatska. Šumarska enciklopedija, 3, Zagreb.
- Bertović, S., B. Maksić., 1983: Krš - Podneblje. Šumarska enciklopedija, 2, Zagreb.
- Bertović, S., & J. Martinović., 1981: Gorski kotar - Bioekološke značajke. Monografija Gorski kotar, Delnice.
- Bertović, S., & S. Štampar-Guerrini, 1989: Klimatološke osobitosti otoka Mljeta. Otok Mljet, ekološke i zdravstvene prilike. Razred za medicinske znanosti JAZU, Zagreb.
- Cestar, D., 1967: Prirast smreke u šumama gorskog i preplaninskog područja Hrvatske. Radovi Instituta za šumarska istraživanja Šumarskog fakulteta Sveučilišta, 7, Zagreb.
- Glavač, V., & H. Koenies., B. Prpić., 1985: O unosu zračnih polutanata u bukove i bukove-jelove šume Dinarskog gorja sjeverozapadne Jugoslavije. Šumarski list, CIX, 9-10, Zagreb.
- Katušić, Z., 1988, 1990: Popis meteoroloških stanica u SR Hrvatskoj (stanje: 31. XII. 1987. i 1. 1. 1990). RHMZ SR Hrvatske, Zagreb.
- Katušić, Z., 1989: Klimatologija - Aktualni zadaci i plan daljnjeg razvoja (Prikaz sa X. zasjedanja Komisije za klimatologiju WMO, Lisabon 3-11. IV. 1989. god.). Vijesti RHMZ-a SRH, 2, Zagreb.
- Kirigin, B., 1976: Klimatske i snježne prilike na području Bjelolasice i Gorskog kotara. Radni izvještaji RHMZ-a SRH (Klimatologija), Zagreb.
- Kirigin, B., N. Šinik., & S. Bertović., 1971: Klimaatski podaci SR Hrvatske (Razdoblje 1948-1960). Građa za klimu Hrvatske, II, 5, RHMZ, SRH, Zagreb.
- Kirigin, J., & A. Bratanić., 1983: Mreža stanica u SR Hrvatskoj (stanje 31. XII. 1982). RHMZ SRH (Klimatološko-meteorološki sektor), Zagreb.
- Knežević, I., 1981: Nastavno-pokusni šumski objekt Zalesina. Monografija Gorski kotar, Delnice.
- Knežević, M., 1987: Neki granični klimatski uvjeti u pojedinim fitobioklimatima. Osnove zaštite šuma od požara, CIP, Zagreb.
- Kovačević, P., 1982: Utvrđivanje boniteta klime. Pravilnik o bonitiranju zemljišta. Narodne novine, 47, Zagreb.

- Kovačević, P., i dr., 1987: Nova metoda bonitiranja zemljišta u Hrvatskoj. Agronomski glasnik, 2-3, Zagreb.
- Križanec, R., 1986: Nastavno-pokusni šumski objekti (NPŠO) - Zalesina. Glasnik za šumske pokuse, posebna izdanja, 2, Zagreb.
- Križanec, R., 1989: Distribucija i projekcija krošanja u korelaciji s prsnim promjerom stabala u jelovim šumama (Disertacija), Zagreb.
- Lukić, I., 1969: Neobične promjene temperature zraka na klimatološkoj stanici Zalesina 16. i 17. XI. 1968. godine. Vijesti RHMZ-a SRH, 11-12, Zagreb.
- Makjanić, B., 1958: Zrakoplovna klimatologija aerodroma Zagreb-Lučko. Rasprave i prikazi RHMZ-a SRH, 3, Zagreb.
- Makjanić, B., 1990: Jugoslavija, prirodne karakteristike - Klima. Enciklopedija Jugoslavije, 6, Zagreb.
- Margetić, F., S. Bertović, 1983: Klima i klimatologija. Šumarska enciklopedija, 2, Zagreb.
- Matić, S., 1972: Prirodno pomlađivanje u zaraženim jelovim sastojinama. Šumarski list, XCVI, 11-12, Zagreb.
- Matić, S., 1983: Utjecaj ekoloških i strukturnih činilaca na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom kotaru. Glasnik za šumske pokuse, 21, Zagreb.
- Mander, W. J., 1962: A human classification of climate. Weather, 17.
- Obuljen, A., 1955: Klimatološka reonizacija i problemi našega šumarstva. Šumarstvo, VII, 1/2, Beograd.
- Penzar, B., 1959: Razdioba godišnjih količina oborine u Gorskom kotaru. Rasprave i prikazi RHMZ-a SRH, 4, Zagreb.
- Penzar, B., & I. Penzar, 1960: Raspodjela globalne radijacije nad Jugoslavijom i Jadranskim morem. Hidrografski godišnjak JRM 1959, Split.
- Penzar, I., 1963: Propusnost atmosfere za sunčevu radijaciju nad Jugoslavijom. Zbornik meteoroloških i hidroloških radova, I, 1, Beograd.
- Pojc, D., 1989: Međunarodni istraživački program Geosfera, Biosfera. Vijesti RHMZ-a SRH, 2, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1975: Klimadijagram Zalesine u smislu H. Waltera. Fitocenološka karta gospodarskih jedinica Kupjački vrh i Belevine u fakultetskoj šumi Zalesina, Zagreb.
- RHMZ SRH: Pregled meteoroloških podataka za područje NR Hrvatske (Razdoblje 1948-1957), Zagreb 1958.
- RHMZ SRH: Pregled meteoroloških podataka stanice Zalesina (Razdoblje 1951-1974), Zagreb 1975.
- RHMZ SRH: Pregled meteoroloških podataka stanice Zalesina (Razdoblje 1952-1981), Zagreb 1983.
- Seckendorf, N., 1879: Službeno izvješće o XII. velikoj skupštini austrijskoga državnoga šumarskoga društva... Šumarski list, III, 4, Zagreb.
- SHMZ SFRJ: Mesečne i godišnje količine padavina (Period 1931-1960. g.). Atlas klime SFR Jugoslavije, Beograd 1973.
- SHMZ SFRJ: Pravilnik o utvrđivanju mreža i programa rada meteoroloških postaja od interesa za cijelu zemlju. Službeni list SFRJ, 50, Beograd 1990., str. 1636-1708.
- Slipečević, A., 1959: Promjena temperature s visinom u planinskim predjelima. Rasprave i prikazi RHMZ-a SRH, 4, Zagreb.
- Šegota, T., 1976: Klimatologija za geografe, Zagreb.
- Šikić, V., 1963: Inženjersko-geološka studija o reoniranju terena NR Hrvatske po stepenu stabilnosti. Arhiv Instituta za geološka istraživanja, 2, Zagreb.
- Škreb, S., i dr., 1942: Klima Hrvatske. Zemljopis Hrvatske, 1, Zagreb.
- Ugrenović, A., 1953: Trsteno. Posebna izdanja odjela za prirodne nauke JAZU, III, Zagreb.
- Ugrenović, A., B. Šolaja, 1937: Istraživanja o tehnici smolarenja i o kemizmu smole vrsti *Pinus nigra* Arn. i *Pinus silvestris* L. Glasnik za šumske pokuse, 5, Zagreb.
- Vajda, Z., 1933: Studije o prirodnom rasprostranjenju i rastu smreke u sastojinama Gorskog kotara. Šumarski list, 4, Zagreb.
- Walter, H., 1955: Die Klimadiagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. Bericht der Deutsh. Bot. Gesellschaft, LVIII, 8, Berlin.
- Walter, H., 1977: Vegetationszonen und Klima, Stuttgart.
- Walter, H., E. Harnickel, & D. Mueller-Dombois, 1975: Klimadiagramm-Karten der einzelnen Kontinente und die ökologische Klimagliederung der Erde (Karte 7, Europa), Stuttgart.
- Wessely, J., 1877, 1878: Kras hrvatske krajine i kako da se spasi. Šumarski list, I, II, Zagreb.
- Wraber, M., 1949: O značenju i zadacima meteorološke službe za šumarstvo. Hidrometeorološki glasnik, II, 1/2, Beograd.
- Wraber, M., 1951: Meteorologija v službi gozdarstva. Gozdarski vestnik, IX, Ljubljana.

Adresa autora:
Grižanska ul. 19
41040 Zagreb

STJEPAN BERTOVIĆ

MAIN CHARACTERISTICS OF THE ALTIMONTANE
BIOCLIMATE IN THE SURROUNDINGS OF THE
CLIMATOLOGICAL STATION OF THE
EXPERIMENTAL AND EDUCATIONAL AREA OF
ZALESINA (GORSKI KOTAR, CROATIA)

S u m m a r y

This study describes the history of the bioclimatic research in Croatia and the characteristics of the environment of the common climatological station of Zalesina (Fig. 1) raised in the educational and experimental area of the same name in the year 1951 by the Faculty of Forestry of Zagreb University. The silvometeorological station of Zalesina (H_s 750 m, ϕ 45° 23' N, λ 14° 53' E Gr.) is located about 27 km northeast of the Adriatic coast on typical Dinaric carst, in the highland (altimontane) orographic belt and a bioclimate characterized by different forests of beech and fir (*Abieti-Fagetum* s.l.). The characterization of the environment, i.e. of the altimontane bioclimate of the Zalesina area is based upon normal values of the climatic data (30-year-period 1952-1981) on several important climatic features and phenomena and their parameters. The winds in Zalesina mostly blow from the east (24.8%) and the west (13.9%), the periods of stillness lasting 12.4% of the year (Tab. 1, Fig. 2). The cloudiness varies between 6.8 and 5.1 and the long-period average is 6.0 degrees of cloudiness (Tab. 2, Fig. 3). Global radiation is the highest in July, the lowest in December. As to the annual total, it was the highest in 1961 (16408 J), the lowest in 1972 (12700 J), and the 30-year-average amounted to 14317 (Tab. 3). Air temperatures correspond to the altitude of Zalesina and its relation to the other, higher and lower, orographic belts and bioclimates of west Croatia (Tab. 4). For the observed thirty-year-period, Zalesina is characterized by the following air temperatures: absolute maximum, 31.8°C; absolute minimum, -35.2°C; average annual maximum, 11.9°C; mean annual minimum, 0.8°C, and mean annual temperature, 6.7°C (Tab. 5, Fig. 4). The highland bioclimate of Zalesina corresponds also to the seasonal mean air temperatures (spring: 6.0°C; summer: 15.1°C; autumn: 7.5°C; winter: -1.7°C), and the characteristic days and air temperatures (Tab. 6). Relative air humidity in the Zalesina surroundings is regularly medium and high (75-84%), the long-period average amounting to 81% (Tab. 7, Fig. 6). Similar to the temperatures, the precipitation in Zalesina corresponds to its position in the altitude zonation, and its annual distribution shows the maritime regime of the station (Tab. 8). Throughout the period of surveying, total annual rainfall in the highland bioclimate of Zalesina ranged between 2556 mm (1965) and 1522 mm (1975), the average being 2074 mm. The highest daily precipitation was between 62.7 mm and 154.0 (15. IX 1955). The average seasonal precipitation in Zalesina was in spring 484 mm, summer 456 mm, autumn 617 mm and winter 517 mm (Tab. 9, Fig. 8, 9, 10). The climatic phenomena and numerical values of their thirty-year-averages: number of rainy days is 138.4; snowy days, 50.9; days with hail, 0.8; days with thunder, 21.8; foggy days, 42.4; frosty days, 25.7, days with snow coverage, about 97.8. The highest snow cover (measured in February 1969) was 166 cm

(Tab. 10, Fig. 11). **Climatic classifications.** After Koeppen, the surroundings of Zalesina are characterized by a climatic type *D f s b x*" representing a snowy forest (boreal/subarctic) climate. According to Thornthweite, the surrounding of Zalesina has a per-humid climate with precipitation efficiency index $P/E = 128$; after Walter's classification, the Zalesina region is characterized by the main *climatic type VI* (Fig. 12, 13). Zalesina with its environment is marked by Bertović as a *highland (altimontane) bioclimate* which, besides its relief features, is very well characterized by the mentioned climatic factors and phenomena of the station, and by the climatozonic forest of beech and fir - ass. *Calamintho-Abieti-Fagetum* (Horv. 1938) Borh. 1963. The study ends with description of the manifold importance of the station in providing data for both practical and scientific purpose. It is suggested that it further develops and continues meteorological measurements, phenological observations and microclimatic research.

MLADEN STOJKOVIĆ

VARIJABILNOST I NASLJEDNOST LISTANJA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)

VARIABILITY AND HERITABILITY OF LEAFING IN PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.)

Primljeno 20. 07. 1990.

- Prihvaćeno: 20. 01. 1991.

Listanje hrasta lužnjaka je kontinuirana varijabilnost, što je potvrđeno na dvogodišnjem potomstvu matičnih stabala. Nasljednost, izračunata iz odnosa majka - potomstvo preko koeficijenta regresije b_1 , vrlo je visoka. Kako je dobiveni rezultat veći od 100%, znači da je irealan. Pomoću širine varijabilnosti (54 dana) i srednje modifikabilnosti, koja iznosi za sve genotipove 10 dana, utvrdili smo da postoji 7 fenotipova i 3 para alelomorfih gena koji uvjetuju listanje hrasta lužnjaka.

Ključne riječi: hrast lužnjak, rano i kasno listanje, varijabilnost, modifikabilnost, nasljednost

UVOD-INTRODUCTION

Quercus robur L. - hrast lužnjak pripada rodu *Quercus* koji sadrži oko 300 vrsta (Jovanović & Vukičević, 1959) drveća, rjeđe grmlja. To je jedna od najvrednijih autohtonih listopadnih vrsta Evrope. Hrast lužnjak zauzima veliko područje rasprostranjenosti. Od južne Skandinavije rasprostire se na jug sve do Afrike te od Engleske, na zapadu Evrope, na istok sve do Urala. Budući da je tako veliki areal te vrste, razumljivo je da je i njegova varijabilnost velika (Vidaković & Krstinić, 1974).

U SR Hrvatskoj hrast lužnjak tvori šume koje se prostiru na dobro naplavljenom tlu u nizinama rijeka Save, Kupe i njihovih pritoka. Na području Slavonije i Baranje, u nižem šumskom pojasu, rasprostiru se među ostalim i veliki kompleksi šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genista elatae - Quercetum roboris*) i mješovita šuma lužnja i običnog graba (*Carpino betuli - Quercetum roboris*) (Rauš, 1974).

Slavonska šuma hrasta lužnjaka najljepša je u Posavini, gdje obrađuje velike površine relativnog i apsolutnog šumskog tla. Nalazi se na terenima koji su periodično plavljeni (indirektna poplava), ili poplava traje kraće vrijeme, ili su tereni izvan dohvata poplave, ali još uvijek dovoljno svježi. Razvija se na mineralno-močvarnom, slabije ili jače kiselom tlu. Šuma hrasta lužnjaka je vrlo zanimljiva po svom sastavu. Prvi ju je opisao Horvat 1938. godine.

Mješovita šuma lužnjaka i običnog graba razvija se na lesivirano smeđem tlu i smeđem tlu na tzv. gredama i vlažnim gredama (rebrasta uzvišenja) u ravnicama koje daju izgled blago talasastog terena (Đekanić, 1962), izvan dohvata poplavnog područja.

Ako poplava i zahvati niže vlažne grede, slaba je i kratkotrajna. Obični grab je najbolji indikator za stagnantnu i podzemnu vodu. Obični grab podnosi kratkotrajne poplave, ali stagnantnu vodu i visok nivo podzemne vode on ne podnosi. Šume običnog graba raspoređene su mozaično unutar slavonske šume hrasta lužnjaka na sušnim staništima te čine prijelaz na šume brdskog područja.

U doba Turaka na Balkanu slavonske su šume bile prašume u kojima su bili izmiješani svi dobní razredi. Stanovništvo se razrijedilo, a pojedini su krajevi potpuno opustjeli. Takvu raseljavanju pridonijeli su česti ratovi i stalne poplave. Tako je to bilo iz vijeka sve do Karlovačkog mira 1699. godine, kada je Austrija dobila od Turaka Slavoniju. Tada počinje jače naseljavanje u tim krajevima. Od doseljenika Austrija je organizirala Vojnu krajinu. Stvaranjem gušćih naseobina stočarstvo se jače razvijalo uništavajući šumu.

Golemi kompleksi starih šuma bili su mrtvi kapital. Iz šuma se proizvodilo samo nešto francuske dužice. Nešto prije sedamdesetih godina prošlog vijeka počelo se misliti na eksploataciju starih šuma. Država je odlučila da proda četvrtinu svih starih šuma i da tim novcem izgradi željezničku prugu Zemun - Sisak (Investicioni fond). Izdvojeno je za tu svrhu 30000 jutara. Osamdesetih godina prošlog vijeka oživljuje jače trgovina s hrastovinom. Šume se prodaju licitacijom, a u blizini Vrbanje sagrađene su i dvije pilane. Od toga vremena kalkulacije cijena oslanjaju se na drvo za rezanje. Godine 1910. prodan je zadnji ostatak Investicionog fonda. Od 130.000 jutara starih slavonskih hrastovih šuma, koje su postojale oko 1870. godine, bilo je koncem 1925. godine samo još oko 9330 jutara (5364 ha) sa oko 193000 starih hrastova i oko 984000 m³ hrastova tehničkog drveta (M e t l a š, 1926).

Prema M a n o j l o v i ć e v i m podacima (1926) 1926. godine u Slavoniji je bilo 222000 jutara (127650 ha) hrastovih šuma.

Po bogatstvu, prostranstvu i kvaliteti drveta slavonski hrastici poznati su već više od jednog stoljeća čitavom šumarskom svijetu Evrope. Te šume ne samo da su privlačile interes stručnjaka već su bile od veoma velikog značenja za kulturni i ekonomski razvitak velikog broja našeg stanovništva. U prošlosti je poljoprivreda, odnosno cjelokupna privreda, bila vrlo slabo razvijena pa su te šume bile glavni izvor života i opstanka ljudi kroz mnoge generacije.

Danas je tih starih hrastovih sastojina sve manje, no još uvijek te šume mnogo znače u privredi krajeva gdje uspijevaju. Usprkos tome u našoj stručnoj literaturi ima malo radova o tipovima hrasta lužnjaka. I tako danas relativno malo znamo o tzv. kasnom hrastu lužnjaku - *Quercus robur tardiflora* Csern. (sin var. *tardissima* M a t.), o tome u kojim se sve predjelima nalazi, na kakvim je staništima, kakve su mu ekološke, fiziološke i morfološke značajke, kakav mu je kvantitativan i kvalitativan prirast i kakva su tehnološka svojstva drva (Š a f a r, 1966).

Od radova u nas spomenut ćemo autore koji su pisali o ekološkim, uzgojnim i biološkim karakteristikama lužnjaka u cjelini te o ranom i kasnom tipu: A n i ć (1963), B a b o g r e d a c (1952, 1953), C v i t i ć (1972, 1973), Č a n a k i d r. (1981), D e k a n i ć (1961, 1962, 1962, 1971, 1974, 1975, 1975), E t i n g e r (1980), F ü r s t (1988), G l a v a č (1961, 1962), H i r c (1897), J o v a n o v i ć & T u c o v i ć (1975), K l e p a c (1964, 1975) K o z a r a c (1886, 1897, 1897, 1898), L a n g h o f f e r (1926, 1926), L o n č a r (1949, 1950), N e n a d i ć (1931), P a r t a š (1898), P e t r a č i ć (1926, 1926, 1948), P r p i ć (1974, 1974, 1976), P a n i ć (1971), R a u š (1974), S m i l a j (1939), S t a m e n k o v i ć (1975) i Š a f a r (1966).

OPĆI PODACI I PREGLED LITERATURE -
GENERAL DATA AND REFERENCES

Istraživane plohe - Experimental plots

Populacija Turopoljski lug pripada gospodarskoj jedinici Turopoljski lug, koja se nalazi u zagorsko-prigorskom privrednom području u sastavu OOUR Uzgoj i zaštita šuma, Šumskog gospodarstva Zagreb i Šumarije Velika Gorica. Ta se populacija nalazi u nizinskom bazenu rijeke Save i Odre na pojasu 45° 35' 30" do 45° 41' 40" sjeverne širine i od 16° 07' 35" do 16° 09' 30" istočne dužine (od Greenwicha). Na sjeveru je omeđena rijekom Savom, a s istoka rijekom Odrom, sa zapada željezničkom prugom Zagreb - Sisak i s juga lekeničkim potokom. Glavni dio gospodarske jedinice čini jedinstvenu cjelinu površine 4177 ha. Klima je umjereno kontinentalna. Tlo je pjeskovita ilovača na podlozi nekarbonatnih diluvijalnih sedimenata. Najviše je zastupan drugi bonitet. Po vrsti drveća prevladava hrast lužnjak sa 79% u čistim ili mješovitim sastojinama. Prema podacima nepoznatog autora iz 1906. god. prvi put je za Turopoljski lug izgrađena "neka vrsta" gospodarske osnove 1875. godine, koju je 1876. godine potvrdila kr. zemaljska vlada. Ophodnja je bila 80 godina uz rasšestarenje čitave površine na razmjerne sječine. Objekti istraživanja su u odjelima: 1. "Stari kozjak", odjel 8a, sjemenska sastojina hrasta lužnjaka starosti oko 100 godina, a nalazi se u blizini sela Kuče. 2. "Stari kozjak", odjel 10a, nalazi se također u blizini sela Kuče, uz glavnu prosjeku dugu 12 km najvećim dijelom služi kao cesta. Starost je te čiste sastojine hrasta lužnjak 80 godina. 3. "Jalševa greda", odjel 94, nalazi se uz rijeku Odru u blizini mosta "Selce". Na taj most vodi šumska prosjeka, sada cesta, Peščenica - Vratovo - Selce - Valaševac. To je mješovita sastojina hrasta, brijesta i jasena, obrasta 0,6 i starosti 80 godina.

Rano i kasno listanje - Early and late leafing

Pojava ranog i kasnog listanja postoji i kod listača i kod četinjača, no najpoznatija je kod hrasta lužnjaka. Varijeteti tog hrasta dobili su i posebne nazive kao *tarda* Nordl., *tardiflora* Čern., *tardissima* Sim. - sve za kasni, a *praecox* za rani tip. Ruski istraživači dali su ranom hrastu ime "ljetnjak" a kasnome "zimnjak", (F e k e t e, 1888), prema K e r e s z t e z i j u, (1967), u okolini potoka Šoroš narod naziva kasni hrast - crnim hrastom, jer je crne tužne vanjštine kada se nalazi među drugim jedinkama koje su već prolistale. U nas za kasni hrast postoji i narodni naziv "pozni" i "jelenščak" (u Turopolju), što dolazi od imena Jelena (Helena), koja je prema rimokatoličkom kalendaru 22. svibnja. Do toga dana hrastova šuma prolista.

Godine 1857. ruski botaničar Č e r n a j e v utvrdio je na poluotoku Krimu pojavu kasnog listanja hrasta lužnjaka. Hrast lužnjak koji lista 4 tjedna kasnije nazvao je Č e r n a j e v *Quercus tardiflora*.

Godine 1897. W. N i k o d e m, šumarski upravitelj kneza T u r n - T a x i s a u Lekeniku, u svojoj raspravi navodi da je kasni hrast nazvan tim imenom jer, po prilici, četiri tjedna kasnije lista od ranog hrasta. Taj se hrast nalazi u predjelu između Siska i Zagreba, djelomično pomiješan s običnim, tipičnim lužnjakom, na nadmorskoj visini od 100 do 150 metara.

Među ta najstarija otkrića pojave kasnog listanja spomenimo još i nadšumara F ö l d e s a. Godine 1884. F ö l d e s je primio od šumskog ureda iz Apatina vreću žira s napomenom da taj žir posebno sije i promatra. U proljeće 1886. godine primijetio je da su neke jednogodišnje biljke za nekoliko tjedana kasnije prolistale od običnog lužnjaka. Svoj je nalaz priopćio botaničaru V. B o r b a s u, koji je o toj pojavi također saznao iz dijela ruskog botaničara Č e r n a j e v a. I S i m o n k a i j a, na F ö l d e s o v u inicijativu, proučava tu odliku hrasta. S i m o n k a i je potvrdio opažanja nadšumara F ö l d e s a i nazvao kasni hrast *Quercus borealis* var. *tardissima* S i m o n k a i (K o z a r a c, 1898).

Vremensku razliku u listanju, kao osnovno obilježje ranog i kasnog hrasta, proučavali su brojni istraživači od Č e r n a j e v a do današnjih dana. Veći broj zapisa o tim proučavanjima postoji u Sovjetskom Savezu.

Pojedini istraživači su navodili da su obadvije forme hrasta iz istih populacija, a odvajaju ih čak i onda kada se razlikuju u listanju nekoliko dana. Tako, npr. K a r a n d i n a (prema P j a t n i c k o m, 1954) navodi kao razliku u listanju ranog i kasnog hrasta, u nacionalnom parku "Vorskla", svega 6 dana. P j a t n i c k i (1954) kaže: "U našim šumama ne treba se opredijeliti samo za dva veoma različita oblika po početku listanja, jer su oni povezani čitavim nizom intermedijarnih tipova".

U našoj novijoj literaturi ima malo podataka pa ih možemo uglavnom i navesti: *Quercus robur* var. *tardissima* Mat. koji razvija list oko 2-3 tjedna kasnije od tipičnog oblika. Lista krajem svibnja pa je manje izložen opasnosti od ranih proljetnih mrazova. Rasprostranjen je po Evropi. U Hrvatskoj je najviše zastupljen između Zagreba i Siska (J o v a n o v i ć & V u k i č e v i ć, 1959).

Prema Š a f a r u (1966) razlika u vremenu početka listanja može biti kod lužnjakovih stabala 2 do 5 tjedana.

Na kraju razmatranja o ranom i kasnom listanju dajemo kratak prikaz novijih radova u svijetu iz ovog područja, vezano za neke druge vrste drveća (smreka), pa i hrast.

Prema K i n g o v i m (1969) podacima iz Instituta za šumarsku genetiku u Rhinelanderu selekcionirana rano i kasno propupala stabla smreke cijepljena su, razmnožena u 1962. godini i presađena u jedan pokus postavljen u ponavljanjima u 1965. godini. Mjerenja u 1968. godini pokazala su ovo: kasno propupali klonovi u prosjeku su tjeerali 15 dana kasnije. Širina varijabilnosti iznosila je 21 dan. Koeficijent korelacije između datuma tjeranja i oštećenja od mraza je visok ($r=0,633$). Kasno propupali klonovi premašili su za oko 25% rano propupale klonove u ukupnom visinskom prirastu. U početku otvaranja pupova pojedinih klonova računalo se stupnjevima danima (degree-day). Ti stupnjevi dani dobiju se tako da se od 1. siječnja od početka tjeranja klona broje i zbrajaju dani sa srednjom temperaturom iznad 42° F. Selekcijski diferencijal (i) iznosio je 126 stupnjeva dana, a očekivana genetska dobit (ih^2) iznosi 89 stupnjeva dana.

Za nas su posebno interesantna proučavanja K o t j u k o v a (1951), jer se odnose na hrast lužnjak. Fenološka opažanja, koja on prikazuje, trajala su četiri godine, tj. od 1937. do 1940. godine. Promatrane su pojedine faze vezane za listanje i opadanje lišća, i to:

- početak bubrenja lisnih pupova,
- početak otvaranja lisnih pupova,
- pojavljivanje prvog lista,
- razvijanje listova po čitavoj krošnji,
- početak osnivanja novih pupova,

- svršetak rasta proljetnih izbojaka,
- masovna promjena boje listova,
- početak opadanja listova,
- svršetak opadanja listova.

Prema tim podacima, za "Tulske zaseke", najranije rano listanje (početak otvaranja lisnih pupova) u promatranom periodu bilo je 28. travnja, a najkasnije rano listanje 21. svibnja. Razlika iznosi 23 dana. Najranije kasno listanje bilo je 18. svibnja, a najkasnije kasno listanje 15. lipnja. U tom slučaju razlika iznosi 28 dana.

Za devet stadija fenoloških promatranja hrasta lužnjaka intervali u datumima (najveći, srednji i najmanji) različiti su, tj. iznose od 20. do 41. dana, ovisno o pojedinoj fazi. U tim istraživanjima postavlja se također pitanje da li je početak vegetacije ovisan o temperaturi u tekućoj godini, ili je početak vezan za specifične klimatske prilike u prošloj godini.

Ostala obilježja - Other characteristics

U ostala obilježja listanja hrasta lužnjaka ubrajamo morfološke i ekološke značajke, staništa, djelovanje štetnika i ostalo.

U Evropi, u Njemačkoj i posebno u SSSR-u, kako je već spomenuto postoji znatan broj radova s ovim obilježjima ranog i kasnog listanja. Tako u ruskoj literaturi ima mnogo rasprava o prirodnim staništima ranog i kasnog hrasta lužnjaka. Pretpostavlja se da je vlaga ekološki činilac koji utječe na rasprostranjenost kao i na prirodnu selekciju. Mišljenja se često razilaze. Neki istraživači tvrde da je kasni hrast više rasprostranjen na nižim predjelima, uz rijeke, dok rani hrast dolazi na višim položajima. Drugi pak istraživači tvrde da rani hrast dolazi na nižim položajima, a kasni na višim. Drugi ekološki faktor koji se povezuje s pojmom ranog i kasnog hrasta je mraz. Ovdje navodimo značajno mišljenje K o t j u k o v a (1951) koji drži da se forma koja kasno lista ne može se obraniti od štetnog utjecaja kasnih mrazova.

Proučavanjem kvalitete i kvantitete obje forme hrasta lužnjaka bavili su se i njemački i ruski stručnjaci. Nismo u mogućnosti navesti rezultate pojedinih istraživača, tek možemo spomenuti da je narod u 19. stoljeću nazivao kasnu svojtu lužnjaka "jelovom šumom", što znači da je ravniji od običnog lužnjaka. I na kraju postavlja se pitanje da li razni štetnici kao npr. gubar, savijač, mrazovac i drugi, koji često u velikom broju napadaju hrast lužnjak, jednako štetno ili različito djeluju na rano listajuću i kasnolistajuću formu lužnjaka. Kasno listanje smatra se samozaštitom od napada štetnika, npr. od hrastova savijača (*Tortrix viridana*). Pojava ose listarice u "Jesenju" na populaciji Turopoljski lug, tj. u zoni kasnog hrasta, dokazuje kako se može dogoditi da se u toku nekoliko decenija hrastova osa listarica u nedostatku ranog hrasta potpuno akomodira na kasni hrast.

U ovom općem dijelu nastojao se dati kratak prikaz istraživanja o ranom i kasnom listanju šumskog drveća s naročitim osvrtom na hrast lužnjak, kod kojeg je poimanje ranog i kasnog listanja vezano za različite nazive. Iz prikazane literature može se dobro uočiti da o ranom i kasnom listanju postoje različita mišljenja. Ta nas mišljenja navode na probleme koji su i dalje prisutni u našim hrastovim šumama. Jedan od tih problema jest varijabilnost i nasljednost listanja hrasta lužnjaka. To znači da su u ovim istraživanjima korištena dostignuća iz područja genetike. Također će se nastojati dati i odgovor na pitanje rasprostiranja ili pridolaska kasnog hrasta.

METODE RADA - WORKING METHODS

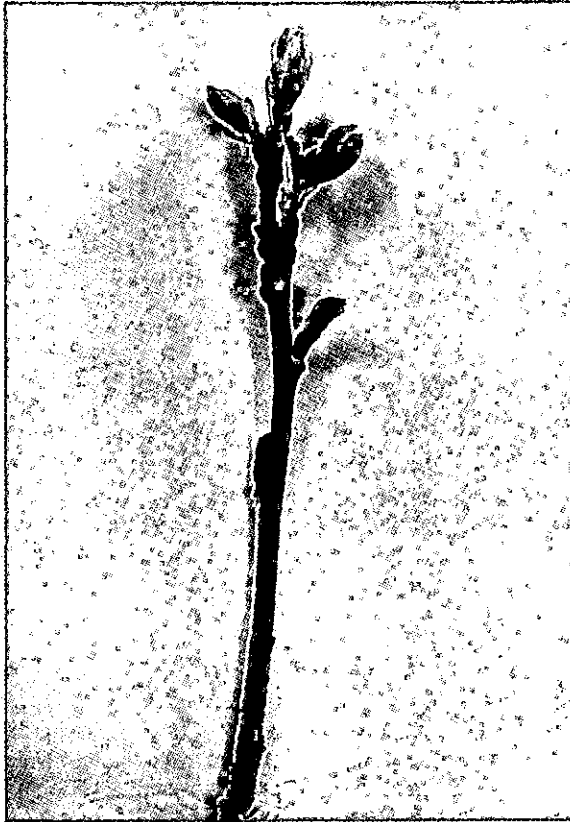
Početak istraživanja na populaciji Turopoljski lug vezan je uz pronalaženje, praćenje i obilježavanje grupa stabala kasnog hrasta lužnjaka. Pri tom je pronađeno i obilježeno 60 grupa stabala kasnog hrasta. Od svih pronađenih i obilježenih grupa najljepša i najveća je buduća sjemenska sastojina "Stari kozjak", koja se prostire u odjelu 8a i 9b. Pregled i obilježavanje kasnog hrasta pokazao je da u sastojinama lužnjaka ima čitav niz prijelaza od ranog do kasnog listanja.

Prije početka vegetacije 1965. godine u predjelu "Stari kozjak", odjel 8a, iskolčena je ploha površine jednog hektara, a potom u odjelu 10a druga, također od jednog hektara, ali pod pretpostavkom ranog listanja. Ukupno je bilo na obje plohe 497 stabala hrasta lužnjaka. (Slika 1. pokusna ploha, odjel 8a). Treća je ploha odabrana u predjelu "Jalševa greda", odjel 94 (uz rijeku Odru), na taj način što je po principu slučajnosti po cijelom odijelu, tj. na raznim mjestima, izabrano 100 stabala koja pripadaju ranolistajućoj formi i 100 stabala koja pripadaju kasnolistajućoj formi. Sva su stabla različito raspoređena u smjesi s ostalim vrstama i dolaze po gredama i nizama. U tri pokusa obilježena su rednim brojem pomoću uljene boje.



Sl. - Fig. 1. Pokusna ploha "Stari kozjak", odjel 8a - "Stari kozjak", experimental plot, compartment 8a

U proljeće iste godine počinjemo pratiti i bilježiti početak listanja svakoga pojedinog stabla u sve tri pokusne plohe. Početak otvaranja lisnih pupova, gdje se već djelomično vide vrhovi mladih listića obavijeni listićima pupa, jest drugi stadij po K o t - j u k o v u (1951), a mi smo ga smatrali početkom listanja i tako ga bilježili. (Slika 2). U četiri godine (1965, 1966, 1967. i 1970) od 15. ožujka do 20. svibnja svakodnevno smo obilazili stabla na plohama radi prikupljanja podataka o početku otvaranja lisnih pupova svakoga pojedinog stabla.



Sl. - Fig. 2. Početak otvaranja lisnog pupa - Beginning of leaf bud opening

U toku prikupljanja podataka o početku otvaranja lisnih pupova fotografski su snimljena pojedina stabla i grane s pojedinim fazama listanja (početak bubrenja pupova, početak otvaranja pupova, pojavljivanje prvog lista i razvijanje listova po čitavoj krošnji). Tako npr. na slici 3, snimljenoj 25. IV. 1967, lijevo vidimo intermedijarno listanje, a desno rano listanje, kod kojeg je razvoj listanja već završen.



Sl. - Fig. 3. Lijevo je intermedijarno listanje, desno rano listanje - Left - intermediary leafing, right - early leafing. Situation on 25th april 1967

Dobiveni podaci o početku otvaranja lisnih pupova na pojedinim pokusnim ploham razvrstani su po datumima i izračunate su pripadajuće vrijednosti. Vrijednosti su zatim prikazane u obliku distribucije - varijacijskih poligona.

U ožujku, travnju ili svibnju, ovisno o temperaturi i nagomilanoj energiji iz prošle godine, dolazi do bubrenja pupova, a zatim i do početka njihova otvaranja. Svako od istraživanih stabala reagira na tu promjenu i na svoj specifičan način te na osnovi genotipa i norme reakcije otvara svoje pupove i tako u proljeće započinje novi vegetacijski period.

U tab. 1. (primjer za 10 stabala), u koloni "početak otvaranja lisnog pupa" 1965, 1966, 1967. i 1970. godine, zabilježeni su datumi za svako stablo. Najveća razlika u vremenu otvaranja lisnih pupova kod svakoga pojedinoga stabla daje njegovu normu reakcije ili modifikabilnost. U jesen 1966. godine sakupljen je žir s pojedinih stabala i zatim je posijan u vrtu Velika Gorica. To su majčinska stabla: u odjelu 8a broj 48, 100, 148, 150, 187; u odjelu 10a, broj 68, 140 i u odjelu 94 broj 5, 145 i dva stabla izvan ploha (odjel 8a i 9b), što znači bez podataka o njihovom listanju. To je ukupno 11 majčinskih stabala. Žir je sakupljen od stabala koja su te godine imala slučajni urod žira. Prema fenotipskim karakteristikama to su majčinska stabla: kasnolistajući, kasnolistajući, kasnolistajući, normalan kasni, normalan rani, najkasnije listajući, normalan rani, kasnolistajući i intermedijarni. U proljeće 1971. godine započeli smo istraživanja početkom otvaranja lisnih pupova potomstva navedenih majčinskih stabala. Svaki dan, od 7 travnja do 16. svibnja bilježena su opažanja o početku otvaranja lisnih pupova. Biljka koja je otvo-

Tab. 1. Početak otvaranja lisnih pupova na pokusnoj plohi "Stari kozjak", odjel 8a (primjer za 10 stabala) - Beginning of leaf bud opening. Experimental plot "Stari kozjak", compartment 8a (an example for 10 trees)

Broj stabla Number of tree	Početak otvaranja lisnih pupova u godini. - Beginning of leaf bud opening in the year.				Modifikabilnost - modifiability
	1965.	1966.	1967.	1970.	
1.	8.5	27.4	27.4	29.4	12
2.	7.5	28.4	28.4	30.4	10
3.	4.5	26.4		30.4	9
4.	6.5	26.4		29.4	11
5.	7.5	28.4		25.4	13
6.	7.5	28.4		29.4	10
7.	5.5	25.4		30.4	11
8.	5.5	26.4	29.4	30.4	10
9.	5.5	26.4		2.5	10
10.	7.5	26.4	29.4	6.5	11

rila svoje pupove registrirala se i označavala vrpcom u boji. Svi podaci o početku otvaranja lisnih pupova dvogodišnjeg potomstva vidljivi su iz tab. 2. Broj promatranih potomaka iznosi 819 komada.

U proljeće 1971. godine posijan je žir jednog osamljenog hrasta koji se nalazi u mjestu Velika Gorica. U proljeće 1973. godine pratili smo početak otvaranja lisnih pupova. Dobiveni podaci obrađeni su na isti način kao i kod prethodnih 11 majčinskih stabala.

Nasljeđivanje listanja izračunali smo pomoću linearne regresije, i to majka - dvogodišnje potomstvo. U ovu analizu ušlo je 8 majčinskih stabala s najmanje 40 biljaka potomstva. To su stabla broj:

Redni broj Ordinal number	Odjel Compartment	Stablo broj Tree number	Broj biljaka Number of plants
1	8a	48	75
2	8a	100	161
3	8a	148	99
4	8a	150	106
5	10a	68	51
6	10a	140	163
7	94	5	52
8	94	145	43
9	V.G.9 osamljeno stablo Solitary tree	135	
UKUPNO - TOTAL			885

Tab. 3. Listanje hrasta lužnjaka. Transformirana skala - Leafing of Pedunculate oak. Transformed scale

Datum Date	Klasa Classe	Datum Date	Klasa Classe
24.3.	0	23.4.	30
26.3.	2	25.4.	32
28.3.	4	27.4.	34
30.3.	6	29.4.	36
1.4.	8	1.5.	38
3.4.	10	3.5.	40
5.4.	12	5.5.	42
7.4.	14	7.5.	44
9.4.	16	9.5.	46
11.4.	18	11.5.	48
12.4.	20	13.5.	50
15.4.	22	15.5.	52
17.4.	24	17.5.	54
19.4.	26	19.5.	56
21.4.	28		

Osim 8 majčinskih stabala iz populacije Turopoljski lug dodali smo i osamljeni hrast (V. G. 9) s podacima listanja potomstva za dvije godine, što sve ukupno daje 885 podataka. Za prikaz vrijednosti početka listanja za majke i za potomstvo konstruirana je u računu linearne regresije transformirana skala. Širina istražene varijabilnosti početka listanja u populaciji Turopoljski lug kreće se po datumima od 25. III do 15. V, što ukupno iznosi 54 dana. Ta 54 dana podijeljena su u razrade po dva dana, što je vidljivo iz same ljestvice (tab. 3). Skala je dana, također, i u varijacijskim poligonima.

Majke (x) označene su srednjim vrijednostima za 3-4 godine (riječ je o nenasljednoj varijabilnosti). Vrijednosti potomaka (y) korištene su iz tablice 2. Te su vrijednosti uvrštene u račun pomoću transformirane skale kao i ranije vrijednosti kod majke.

Za određivanje broja fenotipova kod listanja hrasta lužnjaka (početak otvaranja lisnih pupova) poslužili smo se prvo rezultatima varijabilnosti tog svojstva. Kontinuirana varijabilnost pokazuje opravdanost hipoteze da je u ovom slučaju riječ o poligenom nasljeđivanju. U prilog tome govore i podaci o širini varijabilnosti i srednjoj vrijednosti norme reakcije.

1. Istražena širina varijabilnosti u populaciji Turopoljski lug iznosi 54 dana.

2. Račun srednje norme reakcije (modifikacije) po populaciji Turopoljski lug za sve genotipove iznosi 10 dana.

U 1967. godini, krajem mjeseca travnja (23. i 24. IV), istraživao je pridozrak kasnog fenotipa listanja hrasta lužnjaka. U četiri odjela (94, 93, 92 i 91) ili na 1690 metara ocijenjeno je svako stablo i redom upisano prema odabranom pravcu. Svrha je tog rada utvrđivanje eventualne veće prisutnosti kasnog fenotipa uz rijeku Odru (odjel 94), a ranog fenotipa dalje od riječne nizine, tj. bliže glavnoj prosjeci (odjel 91). Stabla su ocijenjena prema razvijenosti lišća, i to: rano listanje, intermedijarno i kasno listanje te prisutnosti drugih vrsta drveća.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA -
RESULTS OF INVESTIGATION AND DISCUSSION

Listanje hrasta lužnjaka na populaciji Turopoljski lug - Leafing of
Pedunculate Oak in the population Turopoljski lug

Pronađene grupe hrastovih stabala prema početku listanja u predjelu "Kozjak" poslužile su za približnu spoznaju o listanju hrasta lužnjaka i za postavljanje pokusne plohe, gdje se može pratiti listanje svaki dan za sva stabla. Na taj se način očekivao odgovor na pitanje da li listanje hrasta lužnjaka predstavlja kontinuiranu ili diskontinuiranu varijabilnost.

Istraživanja po grupama na populaciji Turopoljski lug pokazala su da je vremenska razlika između ranog i kasnog listanja iznosila najmanje 24 dana, a najviše 35 dana. Interval, po K o t j u k o v u (1951), iznosi najviše 28 dana, dok prosječan razmak u početku listanja u četiri godine iznosi 20 dana. Podaci pokazuju samo razliku između ranog i kasnog listanja hrasta lužnjaka. Autor, međutim, ne govori o ukupnoj dužini trajanja listanja. Ipak iz K o t j u k o v i h podataka može se utvrditi i ukupna dužina trajanja listanja na populaciji "Tulski zaseki". Najraniji početak listanja bio je 1937. godine 28. travnja, a najkasniji 1940. godine 15. lipnja. Po tome ukupna razlika iznosila bi 49 dana. H e s m e r (1955) daje podatke o štetama nastalim brstom hrastova savijača na raznim populacijama u pokrajinama Westfalen i Rheinland. Iz autorava dijagrama (7) vidi se i trajanje listanja. Tako na početku dijagrama imamo prvi datum 8. travnja, a na kraju 2. lipnja. Neznamo o kojoj se fazi listanja radi, osim što možemo reći da je ovdje ukupna razlika 56 dana. U toku četverogodišnjega razdoblja upisivani su datumi o početku otvaranja lisnih pupova za svako pojedino stablo u sva tri pokusa istraživane populacije Turopoljski lug. Istraživanjem je sakupljeno 2350 podataka o početku listanja. Prema godinama to izgleda ovako (tab. 4).

Tab. 4

O D J E L COMPARTMENT	G O D I N A - Y E A R				UKUPNO TOTAL
	1965.	1966.	1967.	1970.	
	Broj stabala na kojima je promatran početak listanja. - Number of trees where the beginning of leafing was observed.				
8a	236	246	69	244	795
10a	243	247	247	234	971
94	200	195	189	-	584
Ukupno - Total	679	688	505	478	2350

Na plohama smo trebali dobiti za četiri godine 2788 podataka. Budući da je sakupljeno 2350 podataka, to je 84,4%. Razlika od 434 podatka ili 15,6% odnosi se na ona stabla na kojima nije bilo moguće iz bilo kojih razloga ocijeniti početak otvaranja lisnih pupova.

Za sve pokusne plohe po godinama izrađeni su varijacijski poligoni, koje ovdje nije moguće pojedinačno prikazati. Tako se iz varijacijskog poligona na pokusnoj plohi na odjelu 8a vidi da je početak otvaranja lisnih pupova 1967. godine 7. i 8. travnja, pa se nakon toga pojavljuje na dane 18, 19, 21, 22. i 27 travnja do 1. svibnja. Iste godine na plohi na odjelu 10a listanje započinje 25. ožujka i uz prekide traje do 15. travnja. Razdoblje stagnacije u listanju traje od 19. IV do 1. V, za razliku od plohe na odjelu 8a gdje su svi dani ispunjeni listanjem. Kod izabranih 200 stabala odjela 94 listanje u 1967. godine počinje 1. travnja i traje uz kraće prekide 1-3 dana sve do 11. svibnja. Ovdje jedino dolazi nešto veći prekid od 7. do 13. travnja.

Najranije je prolistolalo stablo broj 54, u odjelu 10a, s početkom otvaranja lisnih pupova 25. III. 1967. godine. Najkasnije prolistolalo stablo ne nalazi se u sastojini tzv. "kasnog hrasta" u odjelu 8a, već je to u odjelu 10a, gdje je sastojina "ranog hrasta", stablo broj 193 s početkom otvaranja lisnih pupova dana 17. V. 1965. godine. Ti podaci pokazuju da se listanje odvija s prekidima i da traje prilično dugo kao i u populacijama pokrajine Westfalen i Rheinland u Njemačkoj te "Tulski zaseki" u SSSR-u (slika br. 4 i 5).



Sl. - Fig. 4. Razvoj lista na stablu broj 117 na odjelu 8a. Snimljeno 18. IV. 1970. - Development of the leaf on tree No. 117 in forest compartment 8a. Photograph taken on 18th April 1970



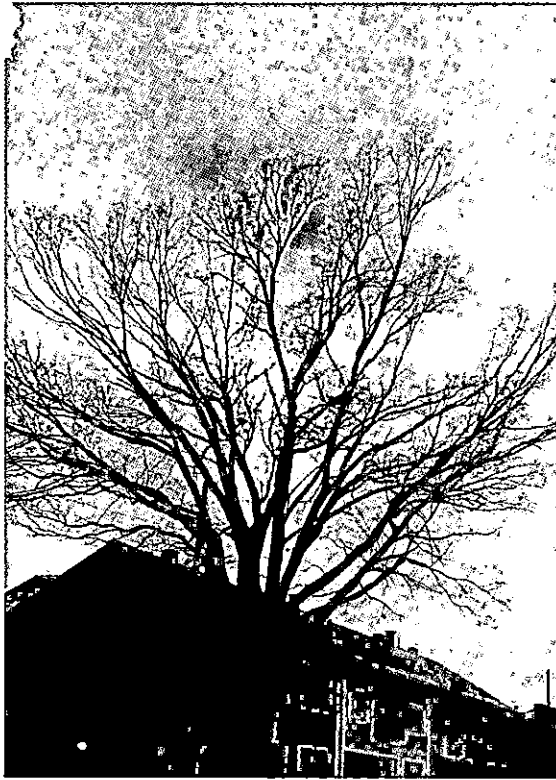
Sl. - Fig. 5. Razvoj lista na stablu broj 71 na odjelu 10a. Snimljeno 18. IV. 1970. - Development of the leaf on tree No. 71 in forest compartment 10a. Photograph taken on 18th April 1970

Srednje vrijednosti početka otvaranja lisnih pupova - Mean values of beginning of the opening of the leaf buds

Kao što se vidi, raspoložemo podacima (dan, mjesec i godina) o početku otvaranja lisnih pupova za sva stabla na pokusnim plohama. Na osnovi svih podataka sastavljena je tabela srednjih vrijednosti početka otvaranja lisnih pupova za svako stablo (Tab. 5). Srednje vrijednosti izračunate su po formuli aritmetičke sredine:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N}$$

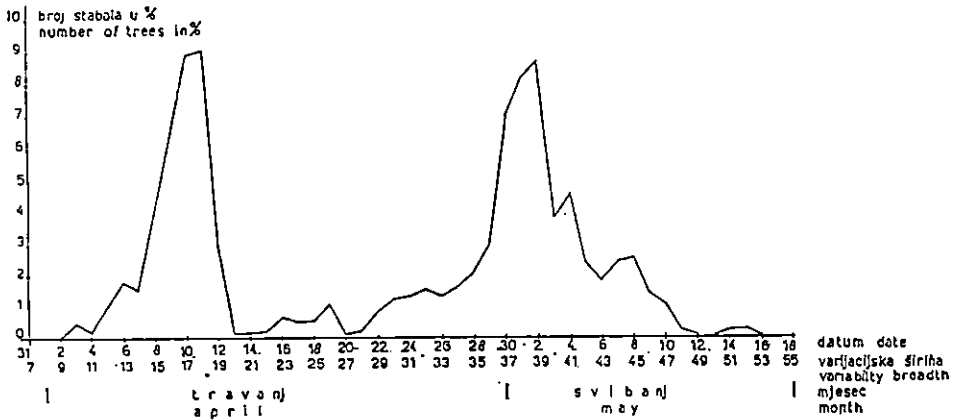
Datumi se ne mogu zbrajati (ponavljanje istih brojeva u tri mjeseca - ožujak, travanj i svibanj) pa pojedinom datumu odgovara pripadajući broj s transformirane skale od 1 do 54 (ukupna širina listanja). Na osnovi tako dobivenih podataka za sva stabla (697 komada) sastavljena je i krivulja srednjih vrijednosti (slika 7). Krivulja nema veći prekid, ali u



Sl. - Fig. 6. Osamljeno stablo hrasta lužnjaka (V.G. 9) - Solitary Pedunculate oak tree (V. G. 9). Photograph taken on 8th May 1975

Tab. 5. Primjer podataka srednjih vrijednosti za 30 stabala o početku otvaranja lisnih pupova na pokusnoj plohi "Stari kozjak", odjel 8a - Example of data of mean values for 30 trees about the beginning of leaf bud opening on the experimental plot "Stari kozjak", compartment 8a

Broj stabla Tree No.	Broj godina Years	Srednja vrijednost Mean Value	Broj stabla Tree No.	Broj godina Years	Srednja vrijednost Mean Value	Broj stabla Tree No.	Broj godina Years	Srednja vrijednost Mean Value
1	4	30.4	31	3	29.4	61	3	2.5
2	4	1.5	32	3	4.5	62	3	1.5
3	3	30.4	33	3	3.5	63	3	4.5
4	3	30.4	34	4	2.5	64	3	2.5
5	3	30.4	35	4	4.5	65	3	2.5
6	3	1.5	36	3	26.4	66	3	7.5
7	3	30.4	37	3	29.4	67	3	1.5
8	4	30.4	38	4	3.5	68	4	6.5
9	3	1.5	39	3	30.4	68	3	1.5
10	4	2.5	40	3	1.5	70	4	2.5



Sl. - Fig. 7. Varijacijski poligon srednjih vrijednosti početka otvaranja lisnih pupova za sva pokusna stabla - Variational polygon of beginning of leaf bud opening, mean values for all experimental trees

sredini dolazi do uleknuća (pada), što je ustvari i odraz prilika u promatranoj populaciji, a to je manjak stabala koja prolstavaju u sredini varijacijske širine listanja od 54 dana.

Podacima o srednjim vrijednostima koristit ćemo se kasnije u prikazu oprašivanja hrasta lužnjaka kao i pri određivanju fenotipova pojedinih stabala.

Varijabilnost - Variability

Varijabilnost, raznolikost ili nejednakost je jedna od osnovnih karakteristika svih živih bića, pa i individua koje pripadaju istoj vrsti (V i d a k o v i ć & Ž u f a, 1966). Na varijabilnost svakog organizma djeluju vanjski i unutarnji faktori. Svaki od ta dva faktora drugačije djeluje, tj. na poseban način utječe ili izaziva varijabilnost. Vanjski faktori koji djeluju na organizme poznati su i pod ukupnim nazivom okolina. Unutarnji faktori su sadržani u samom organizmu, pa ti faktori u interakciji s faktorima okoline određuju vanjski izgled neke individue, tj. njezin fenotip.

Genotip u interakciji s faktorima okoline formira određeni fenotip. Raspon između minimalnih vrijednosti za određeno svojstvo te njegovih maksimalnih vrijednosti nazivamo normom reakcije dotičnog organizma.

Varijabilnost može biti kontinuirana i diskontinuirana. Kod kontinuirane varijabilnosti prijelazi su postepeni, a kod diskontinuirane oštri. Postepeni prijelazi ukazuju na kvantitativnu varijabilnost. Kontinuirana varijabilnost može nas navesti na dvije pretpostavke:

- a) da se radi o većem broju gena koji definiraju određeno svojstvo;
- b) da je to svojstvo u manjoj mjeri nasljednog karaktera, a u većoj mjeri uvjetovano utjecajem okoline.

Diskontinuirana varijabilnost upućuje na pretpostavku da je određeno svojstvo uvjetovano malim brojem gena, odnosno da je u velikoj mjeri nasljedno. Prema W r i g h t u jasno izdvajanje rasa imamo kod diskontinuirane varijabilnosti (K r s t i n i ć, 1966). Povezujući ta izlaganja s našim istraživanjima, postavlja na pitanje: Da li početak listanja hrasta lužnjaka u istraživanom periodu od dva mjeseca ima kontinuiranu ili diskontinuiranu varijabilnost?

Varijacijski poligoni za pojedine pokusne plohe, kao npr. oni iz 1967. godine, pokazuju diskontinuiranu varijabilnost. Ta diskontinuirana varijabilnost u pokusnim ploham rezultat je sječe i prirodne selekcije. Od 696 stabala obuhvaćenih ovim istraživanjima većina je starije dobi, pa je razumljivo da je u sastojinama kojima pripadaju došlo do prirodne ili umjetne eliminacije pojedinih stabala.

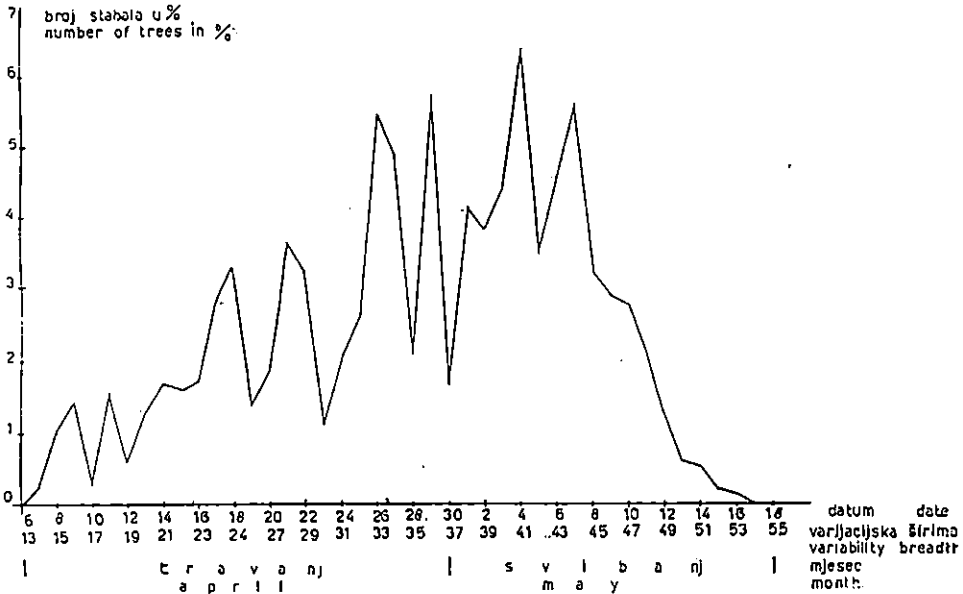
Prema Dragičevićim podacima (1959) u našim mladcima listača, srednje do jako sklopljenim, nalazi se na 1 m² 20-40 stabalaca (bukva, jasen, grab, hrast) dok se u mladcima četinjača nalazi manji broj. To znači da je na našoj svakoj pojedinoj pokusnoj plohi bilo u stadiju mladika najmanje 200000 stabalaca. Danas na tim istim površinama imamo svega 246 i 251 stablo, pa iz tih razloga ne možemo očekivati kontinuiranu varijabilnost u pojedinoj pokusnoj plohi. Diskontinuirana varijabilnost uvjetovana je i činjenicom što su namjerno birane populacije (sastojine) s kasnim hrastom lužnjakom. Normalnija distribucija, tj. ona koja je bliža idealnoj, dolazi u zbiru sva tri pokusa, što ustvari predstavlja cijelu populaciju Turopoljski lug. (Sl. 8). Ta distribucija pokazuje da se početak otvaranja lisnih pupova odvija kontinuirano svaki dan. Razlika između početka i završetka otvaranja lisnih pupova u istraživanom razdoblju je širina varijabilnosti. Listanje počinje 25. ožujka i završava 17. svibnja, što znači da traje 54 dana. Vremensko razdoblje vezano za navedene datume nije konstanta koja se ne bi mogla promijeniti. Ovisno o klimatskim promjenama, u nekom drugom razdoblju može doći do pomaka na jednu ili drugu stranu.

U ranije navedenoj distribuciji srednjih vrijednosti imali smo manjak stabala s početkom otvaranja lisnih pupova u sredini ukupne širine varijabilnosti. U kasnijim istraživanjima, pri praćenju listanja potomstva, situacija je obratna i distribucija ima uspon prema sredini. To znači da najveći broj stabala lista u drugoj polovici travnja, tj. u sredini varijacijske širine listanja. Ako uzmemo u obzir i podatke o početku listanja kod potomstva, onda možemo zaključiti da je varijabilnost listanja lužnjaka kontinuirana (Sl. 9).

Modifikabilnost - Modificability

Životna se sredina stalno i lagano mijenja, što znači da ona nije nepromjenljiva. Tako pojedini faktori te sredine mogu iščeznuti i biti zamijenjeni novim faktorima. To znači da je životna sredina varijabilna u odnosu na svaki organizam, pa se ona mijenja u toku godišnjeg doba i još češće kada se smjenjuje hladno i toplo, suho i vlažno, količina, hrane itd. Svaki pojedini organizam izložen je u toku svoga života najrazličitijim utjecajima svoje varijabilne sredine. U takvoj varijabilnoj sredini organizmi ne bi mogli opstati da ne posjeduju biološko svojstvo po kojem oni ne mijenjaju svoj genotip, nego se modificiraju na različite vanjske uvjete.

Ipak te mogućnosti modificiranja na osnovi nepromijenjenog genotipa nisu neograničene, već se kreću u okviru granica koje su određene danim genotipom. U tome se i sastoji njegova norma reakcije. U njen okvir spadaju svi raznovrsni fenotipovi koji se mogu razviti na bazi istog genotipa u različitim životnim uvjetima. Kada se kaže da je organizam naslijedio genotip od svojih roditelja, time je zapravo rečeno da je naslijedio i normu reakcije tog genotipa. Organizam je, dakle, naslijedio i mogućnost modificiranja, sposobnost da na određeni način reagira na određene vanjske faktore. Drugim riječima, u tom smislu su i modifikacije nasljedne (Radoman, 1961).



Sl. - Fig. 9. Varijacijski poligon početka otvaranja lisnih pupova dvogodišnjeg potomstva matičnih stabala hrasta lužnjaka - Variational polygon of beginning of leaf bud opening for two-year progenies of mother-trees of Pedunculate oak

Utvdili smo dosada da se listanje hrasta lužnjaka odvija kontinuirano i da na pokusnim plohama, koje su odabrane kao plohe s kasnim hrastom, dolaze izmiješano oba dva tipa i intermedijarni tipovi, i obratno, da na pokusnim plohama ranog hrasta nalazimo i najkasnije tipove. Na osnovi toga, smatrali smo da je ponajprije potrebno odrediti normu rekacije i pomoću nje, indirektnim putem, ustanoviti genotipove i fenotipove, tj. doći do drugih spoznaja o ranom i kasnom hrastu lužnjaku.

Svi podaci iz tabela o početku otvaranja lisnih pupova, kolona "modifikabilnost", razvrstani su u tablici 6, koji predstavlja rekapitulaciju modifikabilnosti populacije Turo-poljski lug. To znači da je svako pojedino stablo razvrstano u rasponu od 2 do 21. dana. Primjer: u odjelu 8a za vrijeme opažanja listanja u toku 4 godine s modifikabilnošću od 11 dana dolazi 15 takvih stabala. Zbroj stabala različite modifikabilnosti (razlika dana) daje ukupno podataka za određeni broj godina, što je u našem primjeru četiri godine. To znači da u odjelu 8a dolazi jedno stablo s modifikabilnošću od 17 dana, dva s 15 dana itd., ili ukupno 62 stabla koja su promatrana u ovom periodu od četiri godine. Od 697 stabala u našim istraživanjima izračunali smo modifikabilnost za 693 stabala, što je jednako broju podataka. Svi su podaci uvršteni u formulu zajedničke aritmetičke sredine:

$$\bar{X} = \frac{N_1 X_1 + N_2 X_2 + \dots + N_n X_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

Rezultat je $\bar{X} = \frac{7437}{693} = 10,73$ ili 10 dana, što je i srednja modifikatilnost ili norma reakcije za sve genotipove na populaciji Turopoljski lug za hrast lužnjak.

Tab. 6. Rekapitulacija modifikabilnosti listanja hrasta lužnjaka (početak otvaranja lisnih pupova) na populaciji Turopoljski lug odjeli 8a, 10a, 94 - Recapitulation of modificability of leafing in Pedunculate oak. (Beginning of leaf bud opening) in the Turopoljski lug (compartments 8a, 10a, 94)

Odjel (pokus) Compartment (experiment)	RAZLIKA DANA DIFFERENCE OF DAYS														Ukupno podataka Total data	Opažano godina Observed years						
	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8			7	6	5	4	3	2
10 a								2												2	5	
Ukupno - Total								2												2	5	
8 a					1		2	7	9	7	15	19	1	1						62	4	
10 a	1	1	2	2		6	4	8	11	29	57	71	25	7	1					225	4	
Ukupno - Total	1	1	2	2	1	6	6	15	20	36	72	90	26	8	1					287	4	
8 a									12	13	61	74	12	6	2					180	3	
10 a							1	1	1			1	2	1	5	4	1	1		18	3	
94			1	4	1	3	6	11	26	31	26	22	18	11	13	7	4	1		3	188	3
Ukupno - Total			1	4	1	3	6	12	39	45	87	97	32	18	20	11	5	2		3	396	3
8 a													1		1		2			4	2	
10 a																2	2	2		6	2	
94									3					1	3	1				8	2	
Ukupno - Total									3					1	2	3	4	2		18	2	

Svakako da razlika od 2 do 21 dan nameće i pitanje: Koji su razlozi da dolazi do tako velike varijabilnosti? Najveći broj stabala dolazi s razlikom (modifikacijom) od 10 dana, što praktično možemo uzeti kao srednju vrijednost. Od te sredine 5 dan obuhvaćen je najveći broj stabala. To znači da od 16 do 21 dan dolazi vrlo mali broj stabala. Također je mali broj stabala s razlikom od 2 do 4 dana. Odstupanja od srednje vrijednosti možemo objasniti:

1. iz priloga "rekapitulacija modifikabilnosti u populaciji Turopoljski lug" vidi se da je manji broj stabala (18 podataka) promatran 2 godine, što sigurno nije dovoljno, ali je ipak zabilježeno.

2. Moguće su promjene norme reakcije kod pojedinih bolesnih stabala. Istraživana je i norma reakcije kod bolesnih stabala, ali u ovom radu nisu dani rezultati.

3. Različiti genotipovi daju različitu interakciju s okolinom.

Izračunata modifikabilnost ili norma reakcije kasnije će nam poslužiti pri određivanju genotipa. Tim putem mogli bismo definirati rani i kasni tip hrasta lužnjaka.

Listanje osamljenog hrasta lužnjaka - Leafing of solitary Oak tree

Proučavano osamljeno stablo hrasta lužnjaka nalazi se u mjestu Velika Gorica, Zagrebačka ulica, kod broja 39, (sl. 6). U njegovoj blizini nema hrastovih stabala, već se ona nalaze izvan mjesta, na livadama. Smatramo da je u prošlosti to stablo pripadalo po-

pulaciji Turpoljski lug ili Šiljakovačka dubrava. To možemo potvrditi i time što se i danas u samoj blizini aerodroma "Pleso" nalazi hrastova sastojina. Prema Gospodarskoj osnovi iz 1954. godine ona je pripadala odjelu 3 gospod. jedin. Turropoljski lug. Iz tih razloga uključili smo rezultate njegova listanja i listanja potomstva u zajedničke za populaciju Turropoljski lug. To je stablo počelo otvarati lisne pupove: 1973. godine - 6. svibnja, 1975. godine - 5. svibnja.

Napomena: 6 svibnja 1973. izmjerena je na Griču temperatura 30°C (najveća u proteklih 100 godina u to doba godine).

U proljeće 1973. godine pratili smo početak otvaranja lisnih pupova, a to je učinjeno i u proljeće 1975. godine za četverogodišnje potomstvo. Vrijedno je napomenuti da je kod listanja potomstva zadnji dan otvaranja lisnih pupova bio 15. V. 1975. To znači da potomstvo nije listalo preko širine varijabilnosti prirodne populacije u Turopoljskom lugu, kod koje je krajnja granica listanja 17. svibnja.

Podaci listanja majke i potomstva uključeni su u izračunavanje nasljednosti linearnom regresijom majka - potomstvo.

Nasljedivanje listanja - Heritability of leafing

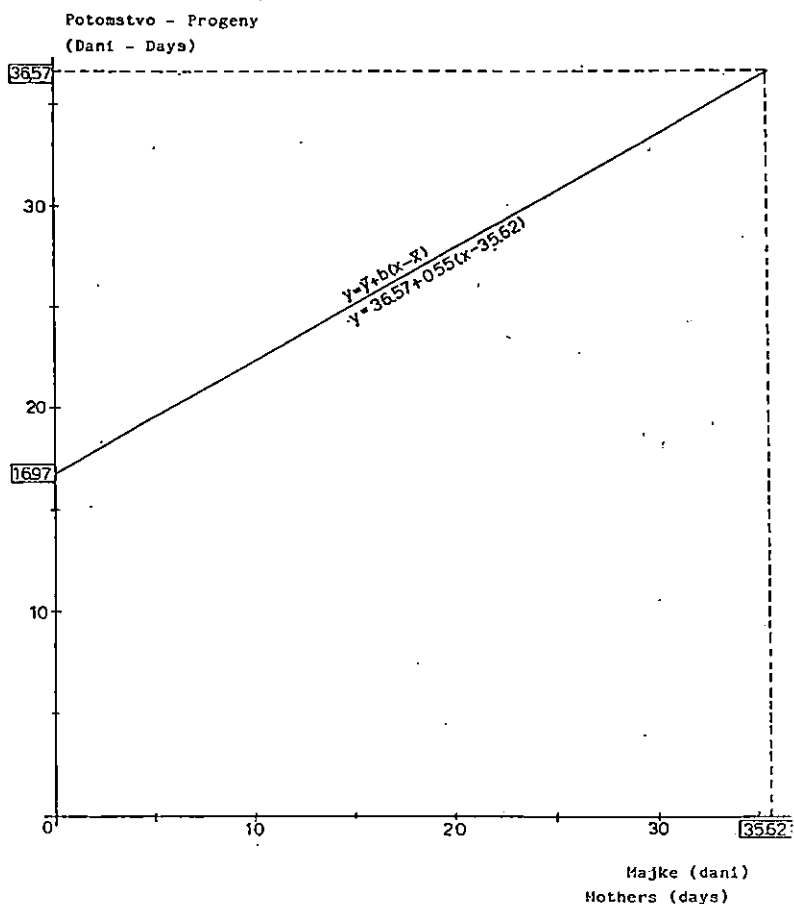
Nasljedivanje početka listanja hrasta lužnjaka u nas nije istraživana. Na osnovi dobivenih rezultata iz prirodne populacije hrasta lužnjaka zaključili smo da listanje kod te vrste ima kontinuiranu varijabilnost, tj. da listanje traje kontinuirano od stabala koja najranije listaju pa sve do stabla koja najkasnije listaju. Uzgojem potomstva iz half - sib familija tu konstataciju možemo potvrditi ili odbaciti. Pomoću analize potomstva možemo također utvrditi u kojoj je mjeri to svojstvo nasljedno. Prema tome, proučavanjem potomstva želimo potvrditi dobivene rezultate o kontinuiranoj varijabilnosti listanja u prirodnoj populaciji hrasta lužnjaka u Turopoljskom lugu.

Prema Wrightu (Krstinić, 1966) nasljednost pojedinog svojstva jedan je od najvažnijih podataka u genetskoj studiji, jer izražava realnost fenotipskih vrijednosti i predviđa efekt križanja.

Nasljednost, izračunata iz odnosa majka - potomstvo preko koeficijenta regresije b_1 , vrlo je visoka.

$$h^2 = 1.1042 = 110\%$$

Regresijski pravci prikazani su grafički u slici 10. Kako je dobiveni rezultat veći od 100%, znači da je irealan. Slične rezultate za neka svojstva šumskog drveća dobili su i neki drugi istraživači. Tako Krstinić, (1966) navodi da se izračunavanjem nasljednosti regresijom majka - potomstvo, prema Wrightu, dobivaju često irealni rezultati. Regresija od oca na potomstvo daje realnije rezultate. U istraživanju nasljednosti pretpostavlja se da polovicu vrijednosti križanja potomstvo dobiva od majke, a polovicu od oca. No često je vrijednost križanja dobivena po majci veća od vrijednosti koje je potomstvo dobiveno po ocu. Tu pojavu, kada potomstvo dobiva veći dio aditivne varijance po majci nego po ocu, nazivamo matroklanim efektima. Matroklani efekti mogu se tumačiti citoplazmatskim nasljedivanjem. Mogli bismo zaključiti da, ukoliko je populacija za istraživano svojstvo jako heterogena, utoliko se tom metodom dobivaju previsoki re-



Sl. - Fig. 10. Grafički prikaz regresije u listanju kod majčinskog potomstva hrasta lužnjaka - Graphic presentation of regression in the leafing of mother progenies of Pedunculate oak

zultati. U našem je slučaju heterogenost populacije vrlo izražena jer su u istoj populaciji (prema tome i u uzorku) prisutni divergentni fenotipovi, odnosno fenotipovi za listanje (rani, intermedijarni i kasni tip).

Korelacija za listanje između majki i potomstva je statistički značajna (0,64). Visoka vrijednost korelacijskog koeficijenta r je opravdana zato, što je, u našem slučaju, oplodnja u populaciji bila moguća uglavnom unutar određenog tipa hrasta lužnjaka, tj. rani tipovi su se križali s ranim, a kasni s kasnima. Nešto veća varijabilnost u potomstvu može se objasniti činjenicom da se u ovom slučaju radi o svojstvu kvantitativnog karaktera te da je oplodnja kasnih i ranih tipova bila moguća s heterozigotima, tj. intermedijarnim tipovima za listanje.

Jurkevič & Sidorovič (1969) razlikuju 2 fenotipa kod hrasta lužnjaka: rani i kasni te 4 ekotipa za ranu i 2 za kasnu formu.

Prema Keresztezi (1967) za listanje hrasta lužnjaka postoji 5 fenotipova: hrast koji lista vrlo rano, ranolistajući, hrast koji lista redovito, kasnolistajući i hrast koji lista najkasnije.

Širina varijabilnosti je 54 dana i sada postavljamo hipotezu o broju nasljednih osnova koje kontroliraju to svojstvo. Ako su u pitanju 2 para gena, tj. 5 fenotipova, onda bi teoretska širina varijabilnosti jednog fenotipa bila $54 : (5-1) = 13$ dana. Ako je 7 fenotipova, širina varijabilnosti jednog fenotipa iznosi: $54 : (7-1) = 9$ dana, a to je najbliža vrijednost izračunatom prosjeku za modifikabilnost. Prema tome, to govori o postojanju 7 fenotipova, odnosno 3 para gena, koji determiniraju listanje hrasta lužnjaka.

U F_1 , odnosno F_2 generaciji dobivamo ove genotipove, odnosno fenotipove:

P: $N_1N_1 N_2N_2 N_3N_3 \times n_1n_1 n_2n_2 n_3n_3$
(ranolistajući) (kasnolistajući)

Danas u istraživanoj populaciji imamo F_n generaciju.

Fenotipovi:

6 N - 1/64 hrast koji lista vrlo rano
5 N - 6/64 ranolistajući hrast
4 N - 15/64 hrast koji lista redovito rano
3 N - 20/64 intermedijarni hrast
2 N - 15/64 hrast koji lista redovito kasno
1 N - 6/64 kasnolistajući hrast
0 N - 1/64 hrast koji lista najkasnije

Vrijeme listanja:

15. III - 24. III
25. III - 02. IV
03. IV - 11. IV
12. IV - 20. IV
21. IV - 29. IV
30. IV - 08. V
09. V - 17. V

Hrast koji lista redovito rano mogli bismo nazvati normalan rani, a hrast koji lista redovito kasno - normalan kasni.

Duljina listanja pojedinog fenotipa iznosi po 9 dana, kako je izračunato i kod računa za broj fenotipova. Polazna točka od koje smo izvršili raspodjelu po 9 dana jest zadnji datum širine varijabilnosti 17. svibnja fenotip koji najkasnije lista. Zasad, kako u populaciji tako i kod potomstva, nije zabilježeno kasnije listanje od 17. svibnja. Pokušali smo izračunati polaznu točku za raspodjelu fenotipova pomoću ponderirane aritmetičke sredine. U račun su ušli podaci srednjih vrijednosti listanja zajedno s podacima za potomstvo (1516 podataka). Budući da je vrlo rano listanje slabo istraženo, u samom računu ima više podataka o kasnom listanju, a naročito kod potomstva, pa pojedini podaci o listanju ostaju izvan već utvrđene širine varijabilnosti.

Raspodjelom stabala na 7 fenotipova u pojedinom pokusu i sumarno (sva tri), a na osnovi srednjih vrijednosti početka otvaranja lisnih pupova, dolazimo do ovih podataka: Ovdje dajemo podatak sumarno za sva tri pokusa: fenotip koji lista vrlo rano 0%, ranolistajući 0%, normalan rani 33%, intermedijarni 8%, normalan kasni 14%, kasnolistajući 42%, i fenotip koji lista najkasnije 3%.

Imamo relativno malo podataka o vrlo ranom i ranom fenotipu. Slab urod žira (mali broj stabala u odjelu 10a) onemogućio je uzgoj potomstva koji počinje listati 25. ožujka. Stablo za koje se pretpostavlja da je prolistalo prije 25. ožujka u blizini plohe i stabla na plohi su posječena (trasa kanala Sava - Odra).

χ^2 testiranje - χ^2 - testing

Kod nasljeđivanja listanja hrasta lužnjaka iznijeli smo da smatramo opravdanom hipotezu o djelovanju multiplih gena, tj. da je ovdje riječ o poligeniji. Naveli smo također da u listanju ove vrste postoji 7 fenotipova.

Tu smo hipotezu pokušali dokazati χ^2 testom. Testirali smo listanje stabala u populaciji Turopoljski lug, tj. opažanja za 697 stabala, pod pretpostavkom da postoji 5 i 7 fenotipova.

Kod 5 fenotipova teoretski omjeri su: 1:4:6:4:1 = 16, a kod 7 fenotipova 1:6:15:20:15:6:1 = 64.

Izračunate χ^2 vrijednosti uz pretpostavku da postoji 5 ili 7 fenotipova ne dozvoljavaju prihvaćanje nul-hipoteze, tj. učestalost stvarno opaženih fenotipova značajno se razlikuje od teoretske distribucije. Razloge za to možemo tražiti u znatnom manjku stabala koja pripadaju pojedinom fenotipu. Potomstvo majčinskih stabala nije izabrano prema potrebnim kombinacijama, već je uzgojeno prema slučajnom urodu pojedinih stabala u pokusnim plohama.

Oprašivanje i oplodnja hrasta lužnjaka - Pollination and fecundation of Pedunculate Oak

U vezi s dobivenim rezultatima primjenom regresijske analize, korelacije između majki i potomstva i izračunate nasljednosti, a s obzirom na to da analiziramo potomstvo potječe iz prirodne populacije, što znači da je rezultat slobodnog oprašivanja u prirodi, smatramo da je potrebno prikazati način oprašivanja kod hrasta.

Po podacima Jovanovića i Vukičevićeve (1959) oprašivanje hrasta vrši se pomoću vjetra.

Po podacima Krahl - Urbana (1959) hrastov se polen pomoću vjetra raznosi vrlo dobro. Tako je Rempe (Krahl - Urban, 1959) pronašao veliku količinu hrastova polena ne samo u horizontalnom rastojanju, npr. na otoku Helgoland gdje nema hrasta, već i na visinama više od 2000 metara.

Međutim, istraživanja pokazuju da gustoća polena naglo pada s rastućom udaljenošću od cvijeta.

Prema Wettsteinovim opažanjima (Krahl - Urban, 1959) kod hrasta ne postoje velike mogućnosti samooplodnje. Tako je Dengler (Krahl - Urban, 1959) kod pokusa sa samooplodnjom dobio u prosjeku samo 1% pozitivne rezultate. Prema Dengleru i Scamoniju (Krahl - Urban, 1959) sposobnost klijanja hrastova polena iznosi 30 dana. Njegovo klijanje jako stimuliraju više temperature, tj. toplije vrijeme.

Na osnovi podataka o uspjehu oprašivanja ženskih cvjetova od udaljenog izvora polena, o maloj mogućnosti samooplodnje, o vremenu genetske valjanosti polena te o povoljnom djelovanju viših temperatura na klijanje polena možemo zaključiti da očevi potomstva na našim pokusnim plohama potječu najvjerojatnije sa stabala koja okružuju materinska stabla. U prilog toj pretpostavci govori i to da stabla koja okružuju materinska stabla zapravo sprečavaju dolazak polena s drugih stabala. Svakako da ta stabla ne mogu u potpunosti spriječiti dolazak polena i s udaljenih stabala. Rezultati koje smo dobili u potomstvu pokazuju da najveći broj potomaka lista u vrijeme listanja majke. Razloge možemo tražiti u tome što u to vrijeme listaju i očevi pa majka prima najveću količinu polena od tih stabala.

Izradili smo skice položaja pet majčinskih stabala (broj 48, 100, 148, 187, 140) sa stablima koja okružuju takva stabla. Na osnovi podataka o srednjim vrijednostima početka otvaranja lisnih pupova majki i potencijalnih očeva, koji listaju u isto vrijeme kada i majka, te podataka o srednjoj vrijednosti listanja potomstva možemo zaključiti: Ranolistajući hrast križa se s ranolistajućim hrastom i s intermedijarnim tipovima, heterozigoti, kojih u populaciji ima najviše, nastaju zbog toga što se intermedijarni tipovi najčešće križaju međusobno, kasni "rani" (normalan kasni) križa se također s intermedijarnim, kasnolistajućim hrast lužnjak križa se međusobno i to s homozigotima ili heterozigotima i potomstvo se razdvaja.

Primjer: $n_1n_1 n_2n_2 n_3n_3 \times n_1n_1 n_2n_2 n_3n_3$
(kasno listanje) (kasno listanje)

daje kasno listanje

$n_1n_1 n_2n_2 n_3n_3 \times N_1N_1 N_2N_2 N_3N_3$
(kasno listanje) (heterozigotno listanje)

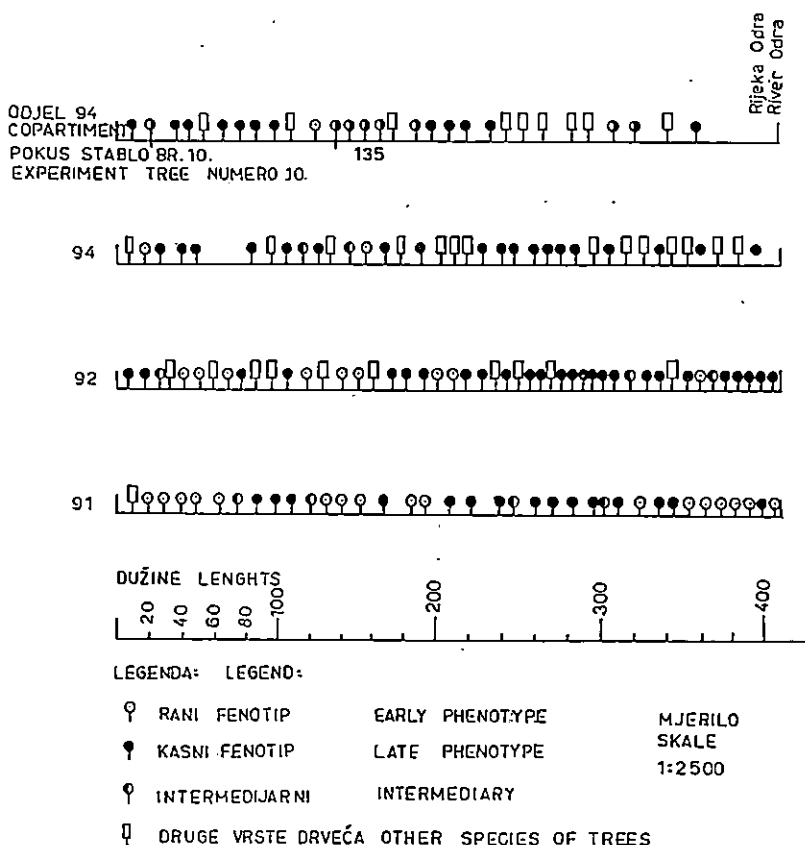
Takvo križanje daje homozigote recesive i heterozigote (razni tipovi).

Zbog velike vremenske razlike u cvatnji i listanju kasnolistajući hrast lužnjak ne može se križati s ranolistajućim. Ranolistajući hrast lužnjak nasljeđuje se poludominantno i to je svojstvo kontrolirano s tri para alelomorfnih gena. Prema V i d a k o v i ć u i K r s t i n i ć u (1985) u praktičnom radu može se napraviti greška ako se sjeme sabire s fenotipskih "kasnih" stabala, koja u genetskom pogledu nisu identična s onim genotipovima koji imaju homozigotnu recesivnu konstituciju, jer u svojim genotipovima sadrže od 1 do 3 poludominantna gena. U tom će se slučaju frekvencija kasnolistajućih fenotipova smanjiti u potomstvu.

Pridolazak kasnog fenotipa hrasta lužnjaka - Arrival of late - leafing phenotypes of Pedunculate Oak

Tijekom prošlosti u našim nizinskim šumama pokraj rijeka u proljeće se dugo zadržavala voda. Rijeke i potoci nisu regulirani, nije bilo kanala i odvodnih jaraka. Tako je bilo i u populaciji Turopoljski lug. Rijeka Odra, pritoka rijeke Kupe, često pri visokom vodostaju. Save i Kupe kod Siska nije mogla utjecati u Kupu pa se voda razlijevala na području šuma Turopoljski lug, Kalje i Belčića gaj. U takvim bi se uvjetima, možemo pretpostaviti, hrast lužnjak teško održao. Kao rezultat borbe za opstanak evolucijom je prirodna selekcija favorizirala kasnolistajuće individue pa su se izdeferencirali kasnolistajući fenotipovi, odnosno genotipovi. Vjerojatno se na taj način sačuvala vrata i od izumiranja.

Kroz profil kojim smo prošli preko četiri odjela od rijeke Odre do glavne prosjeke (sl. 11) vidljivo je sljedeće: Praznina (zvana "Riblje polje") u odjelu 93 predstavlja prirodnu nizinu kojom je ulazila voda i plavila odjel 93 i dio odjela 94 i 92. Voda je plavila i dalje, ali se u toj zoni, bližoj "Ribljem polju", i najdulje zadržavala. Već u odjelu 92 ra- ste udio ranolistajućeg hrasta lužnjaka, da bi ga u odjelu 91 bilo brojčano više nego kas-



Sl. - Fig. 11. Pridolazak ranog, kasnog i intermedijarnog fenotipa hrasta lužnjaka na populaciji Turopoljski lug - The arrival of the early, late and intermediary phenotype of Pedunculata oak in Turopoljski lug population

nolistajućeg. Na tom se mjestu voda zadržavala kratko vrijeme. To potvrđuje pretpostavku o većem pridolasku kasnolistajućeg hrasta lužnjaka na poplavnim mjestima u nizinama rijeka.

Anciferov & Čemarina (1975) istraživali su "Tulskim zasecima" rasprostriranje fenoloških formi hrasta lužnjaka. Istraživano je 45 točaka. Pokusne plohe obuhvaćale su tipološke profile koji prolaze kroz visinske pojase od 130 do 250 metara nadmorske visine. Za svaku pokusnu plohu odredili su nadmorsku visinu, topografski, tipološki i pedološki opis. Na pokusnim ploham odabrali su fenološke forme po vremenu listanja - kasnolistajuće, ranoslitajuće i prelazne forme. Bilo je obuhvaćeno nešto više od 4000 stabala. Analiza tih proučavanja u razdoblju 1972-1974. godine pokazala su da je kasnolistajuća forma najviše rasprostranjena na nižim nadmorskim visinama (do 200 m) gdje dolazi do 50% od ukupnog broja stabala.

Također su utvrdili da nema sigurnih korelacijskih veza (statistički) između forme i nadmorske visine. Srednji odnos, ranih, prijelaznih i kasnih forma u svim predjelima istraživanja je podjednak 26% : 40% : 34%, tj. blizu odnosa (korelacije) 1 : 1 : 1. Tipovi

tla ne utječu na rasprostranjenost pojedine fenološke forme. Istraživači smatraju da je jedan od osnovnih faktora u formiranju pojedine fenološke forme u prirodnom obnavljanju. Vremenski uvjeti u jednom razdoblju povoljniji su za sazrijevanje ploda i obnavljanje ranolistajuće forme, u drugom razdoblju povoljniji su za kasnolistajuću formu. Kao važan čimilac javlja se, također, antropološki faktor, pa se u autohtonim istraživanim objektima neće moći utvrditi stupanj i karakter tog utjecaja kroz 50 - 100 godina. Fenološke forme ne utječu značajno na disperziju promjera i visine stabla. To indirektno potvrđuje genetiku uvjetovanost postojanja rane i kasnolistajuće forme hrasta.

ZAKLJUČAK - CONCLUSION

1. Širina varijabilnosti početka otvaranja lisnih pupova hrasta lužnjaka u populaciji Turopoljski lug iznosi 54 dana, što znači da i listanje traje (istraženo) od 25. ožujka do 17. svibnja. Kao u potpunosti nije istraženo najranije listanje može se pretpostaviti da listanje traje 60 dana.

2. Početak otvaranja lisnih pupova je kontinuirana varijabilnost. U toj prirodnoj populaciji sječa stabala i prirodna selekcija uzrokuju u pojedinim predjelima diskontinuiranu varijabilnost. Normalnija distribucija dolazi u zbiru sva tri pokusa. Potomstva stara dvije godine, koja potječu od više matičnih stabala, potvrdila su da listanje hrasta lužnjaka ima kontinuiranu varijabilnost. Velika varijabilnost (kontinuirana) dolazi iz heterozigotnosti roditeljskih stabala i iz velikog broja gena koji uvjetuju ovo svojstvo.

3. Razlika u datumima kod početka otvaranja lisnih pupova svakoga pojedinog stabla za istraživani broj godina (2-4) daje njegovu normu reakcije ili modifikabilnost. Srednja modifikacijska širina za sve genotipove iznosi 10 dana.

4. Koeficijent korelacije za listanje r izračunat iz odnosa majka - potomstvo statistički je značajan, a njegova vrijednost iznosi 0,64.

5. Visoka korelacija majka - potomstvo ukazuje na način oplodnje u populaciji, tj. da se ranolistajuća stabla oprašuju (križaju) s ranolistajućem hrastom i s intermedijarnim tipovima; heterozigoti, kojih u populaciji ima najviše, nastaju zbog toga što se intermedijarni tipovi najčešće križaju međusobno; normalan kasni križa se s intermedijarnim; kasnolistajući hrast lužnjak križa se međusobno i t s homozigotima ili heterozigotima i potomstvo se razdvaja.

Zbog velike vremenske razlike u cvatnji i listanju kasnolistajući hrast lužnjak ne može se križati s ranolistajućim. Da nije tako, srednje vrijednosti bi se jače razlikovale.

6. Nasljednost je izračunata iz odnosa majka - potomstvo preko koeficijenta regresije b_1 . Kako je dobiveni rezultat veći od 100% (110%), znači da je irealan. Slične rezultate za neka svojstva kod šumskog drveća dobili su i neki drugi istraživači.

7. Na osnovi širine varijabilnosti i srednje modifikacije od 10,73 dana odredili smo i broj fenotipa, i to: $54: (7-1) = 9$ dana. Taj je podatak najbliži izračunatoj srednjoj vrijednosti od 10,73 dana, pa to upućuje na zaključak da je to svojstvo uvjetovano s 3 para alelomorfih gena.

8. Duljina listanja pojedinog fenotipa iznosi 9 dana, kako je izračunata i kod računa za broj fenotipova. Tako smo dobili da hrast lužnjak koji lista vrlo rano lista od 15. III do 24. III; ranolistajući 25. III do 2. IV; normalan rani od 3. IV do 11. IV; intermedijarni od 12. IV do 20. IV; normalan kasni od 21. IV do 29. IV; kasnolistajući od 30. IV do 8. V a najkasniji hrast lista od 9. V do 17. V.

9. Što se više udaljavamo od rijeke Odre, raste udio ranog fenotipa listanja. Na osnovi toga može se zaključiti da je pridolazak kasnog fenotipa hrasta lužnjaka veći uz rijeke.

Zahvaljujem se Katedri za šumarsku genetiku i dendrologiju, predstojniku akademiku prof. dr. Mirku Vidaković te prof. dr. Anti Krstinić. Njihovi savjeti mnogo su mi pomogli da završim ovaj moj znanstveni rad.

LITERATURA - REFERENCES

- Anciferov, G. I., 1975: Rasprostranenie i rost rane i pozdnoraspuskajuščih listja form duba čeraščatog v Tuljskih zasekah. Genetika, selekcija, semenonvodstvo i introdukcija lesnih porod. Gosudarstvenij komitet lesnova hozjajstva Savjeta Ministrov SSSR, Zbomik naučnih trudov, 83-93, Moskva.
- Anić, M., 1963: Utjecaj stajskog gnoja na razvitak kultura hrasta lužnjaka. Šumarski list, 87 (7-8): 296-304, Zagreb.
- Babogredac, Đ., 1952: Melioracija degradiranih sastojina u bosutskom području. Šumarski list, 76 (5-6): 153-160, Zagreb.
- Babogredac, Đ., 1953: Utvrđivanje kvalitete vrijednosti stabala i sastojine. Šumarski list, 77 (3): 118-127, Zagreb.
- Cvitić, M., 1972: Obnova nizinskih šuma hrasta. Šumarski list, 96 (7-8): 278-281, Zagreb.
- Cvitić, M., 1973: Ponovno sušenje hrasta u Spačvanskom bazenu. Šumarski list, 97 (11-12): 467-468, Zagreb.
- Čanak, M., S. Parabučki, M. Gajić, 1981: O nekim odlikama lužnjaka - *Quercus robur* L. u našoj zemlji. Šumarstvo, 34 (2-3): 3-11, Beograd.
- Dekanić, I., 1961: Osnovni principi uzgojnih zahvata u posavskim šumama. Šumarski list, 85 (1-2): 11-17, Zagreb.
- Dekanić, I., 1962: Utjecaj podzemne vode na pridolazak i uspijevanje šumskog drveća u posavskim šumama kod Lipovljana. Glasnik za šumske pokuse, 15: 5-118, Zagreb.
- Dekanić, I., 1962: Elementi za njegu mladih sastojina u poplavnom području posavskih šuma. Glasnik za šumske pokuse, 15: 119-194, Zagreb.
- Dekanić, I., 1962: Povećanje proizvodnje proredom mladih mješovitih sastojina lužnjaka, poljskog jasena i nizinskog brijesta u Posavini. Glasnik za šumske pokuse, 15: 267-302, Zagreb.
- Dekanić, I., 1971: Uspijevanje nekih vrsta šumskog drveća u prirodnim sastojinama i kulturama Posavija u ovisnosti o režimu poplavnih i podzemnih voda. Savjetovanje o Posavini, str. 275-285, Zagreb.
- Dekanić, I., 1974: Značajke uzgoja šuma jugoistočne Slavonije. Zbornik JAZU, CZZR, I:11-41, Vinkovci.
- Dekanić, I., 1975: Utvrđivanje najpogodnijih vrsta drveća i metode obnove opustošenih površina sušenjem hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list, 99 (4-6): 119-127, Zagreb.
- Dekanić, I., 1975: Utjecaj visine i oscilacija nivoa podzemnih voda na sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list, 99 (7-10): 267-280, Zagreb.
- Dragišić, P., 1959: Njega. Šumarska enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, II: 159, Zagreb.
- Ettinger, J., 1880: Hrasti lužnjaci. Šumarski list, 4 (4): 216-221, Zagreb.
- Fürst, -, 1888: Uzgoj hrasta u visokih šumah. Šumarski list, 12 (9-10): 439-443, Zagreb.
- Glavač, V., 1961: O vlažnom tipu šume hrasta lužnjaka i običnog graba. Šumarski list, 85 (9-10): 342-347, Zagreb.
- Glavač, V., 1962: Osnovno fitocenološko raščlanjenje nizinskih šuma u Posavini. Šumarski list, 86 (9-10): 317-329, Zagreb.
- Hesmer, H., 1955: Die Späteiche in Westfalen und im Rheinland. Forstarchiv, 26 (9): 197-203, Hamburg.
- Hirc, D., 1897: Hrast. Šumarski list, 21 (12): 563-568, Zagreb.
- Horvat, I., 1938: Biljnosociološka istraživanja u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, 6: 127-279, Zagreb.
- Jovanović, B., E. J. Vukičević, 1959: Hrast. Šumarska enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, II: 547-553, Zagreb.
- Jovanović, M., A. Tucović, 1975: Genetika hrastova lužnjaka i kitnjaka *Quercus robur* L. i *Q. petraea* Liebl. Anali za šumarstvo, JAZU, 7/2: 53, Zagreb.
- Jurkević, I. D., F. A. Sidorovič, 1969: Phenological form and ecotypes of *Quercus robur* and their yield in the Dnieper flood plain. Lesored. F. A., Vol. 1, br. 1, 2034, London.
- Keresztezi, B., 1967: A tölgyek. Akademia kiadó, monografija, Budapest.
- Klepac, D., 1964: Kako je reagirala 50 godišnja sastojina hrasta lužnjaka nakon jakih proreda. Šumarski list, 88 (11-12): 469-475, Zagreb.
- Klepac, D., 1975: Oscilacija i struktura debljinskog prirasta hrasta lužnjaka u gosp. jed. "Josip Kozarac" od 1930. do 1971. Zbornik JAZU, CZZR, II: 187-198, Vinkovci.
- Kotjkova, A., 1951: Oпит analiza populaciji duba (*Quercus robur* L.) po fenologičeskomu priznaku. Trudi instituta lesa, Akademija nauk SSSR, VIII: 180-195, Moskva.

- Kozarac, J., 1886: K pitanju pomlađivanja posavskih hrastika. Šumarski list, 10 (2):50-57, Zagreb.
- Kozarac, J., 1897: O uzgoju posavskih hrastovih sastojina u prvim periodima obhodnje. Šumarski list, 21 (1):1-15, Zagreb.
- Kozarac, J., 1897: Šumogojstveni i drvočrtni aforizmi, crpljeni na temelju prodaja posavskih hrastovih šuma u zadnjem desetgodištu 1887-1896. Šumarski list, 21 (7): 297-322, Zagreb.
- Kozarac, J., 1898: Kasni pozni hrast (*Quercus pedunculata*, var. *tardissima* Simonkai). Šumarski list, 22 (2): 41-53, Zagreb.
- Krahl-Urbán, J., 1959: Die Eichen. Forstliche Monographie der Traubeneiche und der Stieleiche, Verlag Paul Parey, 288, Hamburg und Berlin.
- Krstinić, A., 1966: Varijabilnost i nasljednost visina, broja grana i boje izbojaka kod bijele vrbe (*Salix alba* L.) populacija Bakovci i Lipovljani. Magistarska radnja, 67, Zagreb.
- Langhoffer, A., 1926: Gubar i sušenje hrastovih šuma. Glasnik za šumske pokuse, 1:149-231, Zagreb.
- Langhoffer, A., 1926: Najvažniji štetnici hrastovih šuma. Pola stoljeća šumarstva (1876-1926), 386-393, Zagreb.
- Lončar, I., 1949: O pravilnoj obnovi sastojina lužnjaka i graba. Šumarski list, 73 (6-7):201-205, Zagreb.
- Lončar, I., 1950: Pretvorba čistih nizinskih hrastika u mješovite sastojine. Šumarski list, 74 (11):441-446, Zagreb.
- Manojlović, P., 1926: Stanje hrastovih šuma u Slavoniji. Pola stoljeća šumarstva (1876-1926), 372-385, Zagreb.
- Metlaš, J., 1926: Slavonske stare hrastove šume. Pola stoljeća šumarstva (1876-1926), 416-440, Zagreb.
- Nenadić, Đ., 1931: Istraživanja prirasta hrasta lužnjaka u šumi Žutici. Glasnik za šumske pokuse, 3:1-27, Zagreb.
- Nienstaedt, H., I. King, 1969: Breeding for delayed budbreak in *Picea glauca* (Moench) voss - potential frost avoidance and growth gains. IUFRO Meeting, Washington.
- Nikodem, W., 1897: Über das Vorkommen und Verhalten der Späteiche. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Wien.
- Panić, Đ., 1971: Neke biološke i morfološke odlike *Quercus robur* var. *tardissima* Mat. Šumarstvo, 24 (9-10): 45-53, Beograd.
- Partaš, I., 1898: Hrast u visokoj šumi. Šumarski list, 22 (8-9):326-331, Zagreb.
- Petračić, A., 1926: Uzrast i drvena masa hrastovih šuma. Pola stoljeća šumarstva 1876-1926, 322-331, Zagreb.
- Petračić, A., 1926: Pomlađivanje naših hrastovih šuma je u opasnosti. Šumarski list, 50 (8-9):467-469, Zagreb.
- Petračić, A., 1948: Biološki odnošaji mješovitih sastojina crne johe i hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse, 9:1-17, Zagreb.
- Pjanićki, S. S., 1954: Selekcija duba. Goslebumizdat, 148, Moskva-Lenjningrad.
- Prpić, B., 1974: Ekološki aspekt sušenja hrastovih sastojina u nizinskim šumama. Šumarski list, 98 (7-8): 285-290, Zagreb.
- Prpić, B., 1974: Ekološke-biološke značajke šuma jugoistočne Slavonije. Zbornik JAZU, CZZR, 1:75-77, Vinkovci.
- Prpić, B., 1976: Reagiranje biljaka hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz dva staništa na različite uvjete vlažnosti. Šumarski list, 100 (3-4):117-123, Zagreb.
- Radoman, P., 1961: Život i njegova evolucija. Zavod za izdavanje udžbenika Narodne Republike Srbije, 382, Beograd.
- Rauš, Đ., 1974: Šume Slavonije i Baranje od Matije Reljkovića do danas. Zbornik JAZU, CZZR, I:107-166, Vinkovci.
- Smilaj, I., 1939: Način uzgoja i iskorišćivanja slavonskih šuma. Šumarski list, 63 (1):25-36, Zagreb.
- Stamenković, V., V. Mišćević, Z. Simić, 1975: Prirast i proizvodnost stabala i sastojina ranolistajućeg i kasnolistajućeg hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u gosp. jed. "Rogot". Šumarski list, 99 (7-10) 304-319, Zagreb.
- Šafar, J., 1966: Problem fizioloških, ekoloških i ekonomskih karakteristika kasnog i ranog hrasta lužnjaka. Šumarski list, 90 (11-12):503-515, Zagreb.
- Vidaković, M., L. Žužić, 1966: Preservation of the gene pool in natural stands for genetical research. Šumarski list, 90 (1-2):55-71, Zagreb.
- Vidaković, M., A. Krstinić, 1974: Oplemenjivanje ekonomski važnih vrsta šumskog drveća jugoistočne Slavonije. Zbornik JAZU, CZZR, I:115-134, Vinkovci.
- Vidaković, M., A. Krstinić, 1985: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, 505, Zagreb.
- Wright, J.W., 1976: Interdoction to Forest Genetics. Academic Press, 463, New-York, San Francisco, London.
- xxx, 1954: Gospodarska osnova Turopoljski lug. (1954-1963).
- xxx, 1964: Gospodarska osnova Turopoljski lug. (1964-1974).
- xxx, 1906: Izlet u Turopoljski lug. Šumarski list, 30 (12) : 465-470, Zagreb.

Adresa autora: Augusta Šenoa 44
41410 Velika Gorica

MLADEN STOJKOVIĆ

VARIABILTIY AND HERITABILITY OF LEAFING IN
PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.)

S u m m a r y

The phenomenon of early and late leafing exists in both deciduous species and coniferous trees, but it is best known in connection with Pedunculate oak. Varieties of this oak were given individual names such as *tarda* Nordl., *tardiflora* Čern., *tardissima* Sim. - for the late type, and *praecox* - for the early type. They were given special popular names, such as "pozni" and "jelenščak" for those with late leafing in the area of Turopolje. The term "jelenščak" can be traced back to the name of Jelena, which according to the Roman-Catholic calendar is on the 22nd May. Until that day the oak forests break into leaf. This will be confirmed later in the text, as in the population of Turopoljski lug the day of the beginning of the opening of leaf is approximately the 15 May, resulting in the full development of the leaf within the following seven days.

In European countries such as Germany, and particularly in Russian literature, many studies exist dealing with the habitats of the early and late oak, and some of its other characteristics.

Regarding abundance, distribution and quality Slavonian oak forests have been for more than a century in the world of forestry all over Europe. In spite of this, in our professional literature there are few studies of the types of Pedunculate oak. It was our intention to compensate for this with an investigation of the variability and heritability of leafing in the Pedunculate oak.

In the population at Turopoljski lug work started with a selection of individual trees from groups of late Pedunculate oak. 60 groups of late Pedunculate oak trees were located and marked. The beginning of the leafing was followed up in a great number of trees and assessment of the mean value of leafing for a particular group was only an approximate value. This was followed by observance of the leafing at the experimental plots of 1 ha in the region of "Stari kozjak", forest compartment 8a (assumption of late oak) and forest compartment 10a (early oak). The third plot was chosen in the region of Jalševa greda, forest compartment 94 alongside the Odra river, where by means of random selection within the whole forest compartment, i.e. at different places, 100 trees were selected belonging to the late leafing form. Every tree was numbered in all three trials. Each spring during a period of four years (1965, 1966, 1967 and 1970) from 15th March to 20th May, we daily attended trees on the plots for the purpose of collecting data on the start of the opening of leaf buds on every single tree. K o t j u k o v (1951) determined 9 phenophases of leafing in the oak. The beginning of the opening of the leaf buds when the tops of the young leaves enclosed by the bud are partly visible is the second stage according to the author, although we considered it to be the beginning of leafing and consequently so marked it (Fig. 2). In Table 1 (an example for 10 trees - Supplement 1) in the column "the beginning of the opening of the leaf bud" dates were noted for 697 trees. During the 4-year period of investigation 2350 data records were collected on the beginning of leafing (Table 4). The earliest to break into leaf was tree No. 54, in the forest department 10a, with the beginning of the opening of leaf buds on 25th March 1967. The latest to break into leaf was not found in the stand of so called "late oak" in the fo-

rest compartment 8a, but was found in the forest compartment 10a, which was a stand of "early oak". This tree was No. 193 with the beginning of the opening of leaf buds on 17th May 1965. These data show that leafing progresses with pauses and that it takes quite a long time just as in the populations at the Westfalen and Rheinland provinces in Germany and Tulski zaseoki in the Soviet Union.

Variational polygons by years were set up for all plots. Variational polygons for individual experimental plots, as for instance these from 1967, display discontinued variability. This discontinued variability in experimental plots is the result of felling and natural selection. The majority of investigated trees were of older age, and it is understandable that natural and artificial elimination of some trees occurred. According to the data supplied by Dražić (1959) in our seedling stages of deciduous species moderate to very dense 20-40 young trees (Beech, Ash, Hornbeam, Oak) can be found at 1 m², while in the seedling stages of coniferous trees a smaller number of trees is usually found. This means that there were at least 200000 young trees in each of our experimental plots. Today, in the same area, there are only 246 and 251 trees, and due to the above reasons continued variability cannot be expected in certain experimental plots. Discontinued variability was conditioned by the fact that we deliberately selected stands with late Pedunculate oak. Normal distribution, i.e. one which is closer to the ideal distribution, is found in the sum totalling all three experiments, which in fact makes up the entire population of Turopoljski lug (Fig. 8). This distribution shows that the beginning of the opening of leaf buds occurs continuously each day. The difference between the beginning and termination of the opening of leaf buds in the investigated period is the range of the variability. Leafing begins on the 25th March and ends on the 17th May, which means that it lasts for 54 days. These days are divided into ranks of two days which is visible from the scale (Table 3). This transformed scale has been made, by a liner regression method, for presentation of values at the beginning of leafing for mothers and for progenies. The scale is also given in the variational polygons.

Acorns were collected and progenies cultivated from 11 mother trees. In the spring of 1971 we commenced with investigations on the beginning of the opening of leaf buds in the progenies of the enlisted mother trees. A tree that opened its buds was registered and marked by a coloured ribbon.

All data on the beginning of the opening of leaf buds in two-year progenies are visible from (Table 2). Mean values for the opening of leaf buds were computed for all progenies. The number of studies progenies amounts to 819.

In the spring of 1971 acorns taken from a solitary Pedunculate oak tree in Velika Gorica were sown at the same place. In the spring of 1973 we observed the beginning of the opening of leaf buds. Processing of the obtained data was carried out in the same way as in the case of the previous 11 mother trees.

We compiled a table containing mean values of leafing (Table 5), and a variational polygon (Fig. 7). This polygon of mean values shows a deficiency of trees with the beginning of opening leaf buds in the middle of the total range of variability. When analysing the leafing of progenies we find a different situation and distribution ascends towards the middle. These data on mean values will be utilized later when presenting the crossing of Pedunculate oak, and also when determining the phenotypes of particular trees.

Every single organism, in the course of its life, is exposed to various influences from its variable environment. In such variable environment organisms could not survive without possessing a definite biological property by which they do not change their ge-

notype but modify themselves to various external conditions. However, the possibilities for modifications on the basis of unchanged genotype are not without limit, but range within limits which are determined by a particular genotypes. This in fact is its norm-reaction.

The greatest difference in the time of opening of the leaf in every individual tree gives its norm-reaction, or modificability (Table 1). All data from the tables on the beginning of opening of leaf buds - column modificability are arranged in Table 6, which represents recapitulation of modificability of the population at Turopoljski lug. Of 697 trees in our investigation modificability was estimated in 693 trees. All these data are included in the formula for common arithmetic mean. The result is

$$\bar{x} = \frac{7437}{693} = 10,73 \text{ days}$$

This is the 10-day mean norm-reaction for all genotypes of Pedunculate oak in the population of Turopoljski lug. Computed modificability or norm-reaction later will be utilized for determination of a genotype. In this way we could define early and late types of Pedunculate oak.

On the basis of the results obtained from the natural population of Pedunculate oak we concluded that leafing in this species has a continued variability, i.e. that leafing lasts continuously from the trees which first break into leaf up to the trees which are the latest to break into leaf. By the cultivation of the progenies from the half-sib families the above statement can be confirmed or rejected. Data on the beginning of leafing in two-year progenies demonstrate that the leafing of Pedunculate oak (the beginning of leaf bud formation) is continued variability (Fig. 9). In the same way, by means of analyses of progenies, it is possible to determine to what extent this character is hereditary. Heritability of leafing was computed by means of linear regression for mother to two-year progenies. This analysis included 8 mother trees with at least 40 progeny plants. Data collected over a number of years on the beginning of the opening of leaf buds exist for these parent trees. Besides 8 mother trees from the Turopoljski lug population, a solitary oak (V.G.9) was added with data on leafing for two years, which altogether amounted to 885 informative data. Heritability, computed from the relation mother-progenies through the regression coefficient b_1 , is very high.

$$h^2 = 1 \cdot 1042 = 110\%$$

Regression lines are graphically shown in Fig. 10. As the obtained result is higher than 100% it means that it is unreal. Similar results for some characters of forest trees were obtained by some other investigators. Regression from father to progenies gives more realistic results. In investigations on heritability it is presupposed that the progenies get one half of the crossing value from mother and the other half from the father. Frequently it happens that the crossing value obtained from the mother is greater value than that obtained from the father. When the progenies obtain a greater part of additional variance from the mother than from the father, it is referred to as a maternal effect. Maternal effects can be explained by cytoplasmic heredity. It could be concluded that, if the

population for a character investigation is highly heterogenous, the application of this method leads to too high results. In our case the heterogeneity of population is heavily atressed as the same population (and consequently the pattern) includes divergent phenotypes, that is phenotypes with regard to leafing (early, intermediary and late type). Correlation for leafing between mother and progenies is statistically significant (0.64). High value of the correlation coefficient r is justified because in our case, fertilization in the population was possible mainly within a certain type of Pedunculate oak, i.e. early types were crossed with early types and late types with late types.

Variability range is 54 days and we are now putting forward a hypothesis on the number of hereditary basis that controls this character. If two pairs of genes, i.e. phenotypes, are in question, then theoretical range of the variability of one phenotype would be $54 : (5-1) = 13$ days. In the case of 7 phenotypes the range of variability of one phenotype amounts to $54 : (7-1) = 9$ days and this is the closest value to the computed average for modificability. Consequently, this indicates the existence of 7 phenotypes, i.e. 3 pairs of genes, which determine leafing in the Pedunculate oak. Today we have F_n generation in the investigated population.

Phenotypes:

6 N - 1/64	very early leafing	15. III - 24. III
5 N - 6/64	early leafing	25. III - 2. IV
4 N - 15/64	normal early	3. IV - 11. IV
3 N - 20/64	intermediary	12. IV - 20. IV
2 N - 15/64	normal late	21. IV - 29. IV
1 N - 6/64	late leafing	30. IV - 8. V
0 N - 1/64	the latest leafing	9. V - 17. V

Early leafing oak is crossed with another early leafing oak and with the intermediary types; heterozygotes are created due to the fact the intermediary types most often are crossed among themselves; late "early" (normal late) are crossed with the intermediary ones; late leafing Pedunculate oaks are crossed among themselves - with homozygotes or heterozygotes, and progenies are separated. Due to the great time difference in flowering and leafing, the late leafing Pedunculate oak cannot get crossed with an early leafing one.

Early leafing Pedunculate oak is inherited semi-dominantly, while the late leafing polygenetically and recessively. Prior to the laying out of new plantations of late oak it is necessary to carry out selection of mother trees and progenies.

Supplement 11 (Fig. 11) shows the arrival of a late phenotype of Pedunculate oak. In the past, water retained in low-land forests near the rivers until quite late in the spring. Amelioration of rivers and streams was not carried out, neither were there any canals or draining ditches. This was the situation in the population of Turopoljski lug. A tributary to the Kupa river, the Odra, often could not empty into the Kupa and water flooded the forest area of Turopoljski lug, Kalje and Belčića gaj. It is supposed that in such conditions Pedunculate oak would hardly survive. As a result of this struggle for survival natural selection favoured late leafing trees, which lead to the differentiation of late-leafing phenotypes, i.e. genotypes. In this way the species was probably saved from extinction.

UPUTE AUTORIMA

»Glasnik za šumske pokuse« znanstveni je časopis u kojem se objavljuju originalni znanstveni radovi, doktorske disertacije i magistarski radovi radnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a u njegovu posebnom izdanju objavljuju se kraći znanstveni radovi ili radovi sa znanstvenih skupova. Svi se radovi objavljuju uz obavezan sinopsis na hrvatskom jeziku i njegov prijevod na engleskom jeziku, s dvojezičnim naslovima, podnaslovima, te sažetkom (kratkim sadržajem) do 1/10 njegova opsega) na engleskom ili njemačkom jeziku.

Radovi se prihvaćaju za tisak na sjednicama Redakcijskog odbora, a na prijedlog glavnog urednika, urednika za šumarstvo, odnosno urednika za drvnotehnološku oblast. Radovi se recenziraju.

Radovi pripremljeni za tisak predaju se glavnom uredniku u dva primjerka (original i kopija) sa svim priložima. Opseg disertacije može iznositi do 4 tiskana arka, Magistarski radovi objavljuju se u opsegu do 2 tiskana arka, a ostali znanstveni radovi do 1 tiskanog arka ako ga potpisuju jedan ili dva autora, odnosno za timske radove do dva arka ako rad potpisuju dva do tri autora, ili do tri arka ako rad potpisuju tri ili više autora. Redakcija iz tehničkih ili financijskih razloga može zahtijevati da autor u još sažetijem obliku preda rukopis.

U navedeni opseg rada ulaze svi prilozi: obavezan sinopsis na hrvatskom i engleskom jeziku, tabele, grafikoni, fotografije, citirana literatura i sažetak na stranom jeziku.

Umoljavaju se autori da se pridržavaju ovih uputa:

Rukopis se predaje pisan na listovima formata 21 x 29,5 cm (A-4), s normalnim proredom i s marginom od 3 do 5 cm. Jedna stranica sadrži do 35 redaka, a redak 65 slovnih znakova, računajući i praznine između riječi. Listovi se ispisuju samo s jedne strane.

Naslov rada i svi podnaslovi u radu moraju biti napisani dvojezično, s tim da je drugi jezik engleski ili njemački — po izboru autora. Sinopsis na hrvatskom i engleskom jeziku, svaki, priložiti na posebnom listu, pisan s najviše 15 redaka (900 slovnih znakova). Pod sinopsinom se smatra koncizan i točan prikaz članka, bez kritičke procjene. Sadržaj članka mora biti potpuno razumljiv iz sinopsisa (self-contained). Svrha mu je u primarnoj publikaciji da omogućiti čitaocu da ocijeni je li članak za njega interesantan, a mora biti pisan tako da se bez prerađivanja može upotrijebiti u sekundarnom časopisu.

Ispod sinopsisa upisuju se ključne riječi, najviše 10; na hrvatskom ispod sinopsisa na hrvatskom jeziku i na engleskom ispod sinopsisa na engleskom jeziku, zbog lakše klasifikacije članka.

U okviru teksta citate navoditi prema *A u t o r* (godina) ili (*A u t o r* godina). Pri tome koristiti znak &, kada su dva autora, umjesto *i*, *and*, *und* itd. Ne navoditi npr. (*R a u š* i *V u k e l i ć* 1983), već: (*R a u š* & *V u k e l i ć* 1983). Za tri i više autora treba navesti samo prvoga autora i dopisati: *i dr.*, a u engleskom tekstu: *et al.*

Prilozi (tabele, grafikoni, fotografije, citirana literatura) moraju biti priređeni odvojeno od teksta i obilježeni, a dvojezični potpisi (redni broj priloga s objašnjenjem) ispisani zajedno na posebnim listovima papira. Crteži i grafikoni moraju biti izrađeni tušem na paus ili crtačem papiru, a tabele mogu biti ispisane pisaćim strojem. Fotografije moraju biti izrađene na papiru visokog sjaja. U popisu literature navodi se samo citirana literatura. Iza prezimena i inicijala autora navodi se godina objavljivanja citiranog rada, naslov rada ili knjige u originalu (u zagradi se može navesti naslov na stranom jeziku, ako je rad u originalu pisan na našem jeziku, a ima sažetak na stranom jeziku), uobičajena skraćunica časopisa ili izdavača knjige, volumen i broj časopisa, strane rada od-do, odnosno ukupan broj strana knjige.

U popisu literature autori se navode prvo abecednim redom, a potom kronološki. Na primjer:

B o n d, J., 1951: Naslov rada. Časopis (službena skraćunica), Vol. broj (u zagradi broj sveska, ako postoji): strana od-do, Mjesto izdavanja časopisa.

B o n d, J., Naslov knjige. Broj izdanja, ako ih je bilo više. Izdavač, adresa. Strana na koju se odnosi citat.

B o n d, J., P. W h i t e & S. T e m p l a r, 1950: Naslov priloga u nekoj knjizi. U: Editor: Naslov knjige. Izdavač knjige, adresa. Strana priloga od-do. (U tekstu se ovaj citat navodi kao: B o n d i dr. 1950).

Autori za svoj rad dobivaju autorski honorar.

Autori su odgovorni za lekturu i točnost prijevoda na strani jezik. Posebno se to odnosi na stručnu terminologiju. U suprotnom redakcija će se pobrinuti za lektoriranje rukopisa na našem i stranom jeziku, te će za iznos troškova za lekturu umanjiti autorski honorar.

Autorima će se dostaviti prijelom na korekturu. Jedino su dopušteni ispravci koji se odnose na tisak. Nikakva preinaka rukopisa (skraćivanje ili dodavanje) nisu dopuštene.

Autori će besplatno dobiti 50 separata. Dodatne količine separata autor može naručiti prilikom povratka korigiranog prijeloma. Troškovi tiskanja dodatnih separata izračunavaju se prema troškovniku tiskare, a snosit će ih autor.

Uredništvo

VUKELIĆ, J.: FOREST ASSOCIATIONS AND HABITATS OF THE SESSILE-FLOWERED OAK (*Quercus petraea* Lieb.) IN THE MOUNTAINES OF NORTHWEST CROATIA (Original in Croatian: *Šumske zajednice i staništa hrasta kitnjaka (Quercus petraea Liebl.) u gorju sjeverozapadne Hrvatske* with Summary in German). Glas. šum. pokuse 27:1-82, Zagreb, 1991.

The paper presents a synecological and phytocaenological research on the forest associations of the sessile-flowered oak in the mountains of Medvednica, Ivanšćica and Kalnik. By classical vegetational research of the Zürich-Montpellier school, five associations have been described; they have been divided in 11 subassociations and variants, classified in three unions, three orders and two classes.

The acidophilic mixed forests of the sessile-flowered oak and sweet chestnut have been presented by association of *Quercus-Castaneetum sativae* Horv. 1938, while the pure acido/thermophilic sessile-flowered oak stands have been presented by the newly described phytocaenosis of *Hieractio racemosi-Quercetum petraeae* Vukelić (1990) em. The neutrophilic and mezzophilic mountain illyric forests where predominant species are sessile-flowered oak, common hornbeam and common beech are considered within the associations of *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horv. 1938) Borh. 1963 and *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* Vukelić (1990) em. The thermophilic sessile-flowered oak forest of Mt. Kalnik is considered to be a variant of *Festuca drymeia* within the association of *Lathyro-Quercetum petraeae* Horv. (1938) 1958.

Beside these units, a new subunion of the illyric sessile-flowered and hornbeam forests (*Lonicero caprifoliae-Carpinenion betuli* / Horvat 1958) Vukelić 1990) has been established together with a supplemented knowledge of *Castaneo-Quercion petraeae* (Soo 1962) Vukelić 1990 union.

Key words: *Quercus petraea* Liebl., forest associations, forest habitats, floral structure, vegetational structure, Medvednica, Ivanšćica, Kalnik.

SELETKOVIĆ, Z.: THE INFLUENCE OF INDUSTRIAL POLLUTANTS ON THE BEECH (*Fagus sylvatica* L.) IN SLAVONIAN MOUNTAIN FOREST ECOSYSTEMS (Original in Croatian: *Utjecaj industrijskih polutanata na običnu bukvu (Fagus sylvatica L.) u šumskim ekosistemima slavonskoga gorja* with Summary in German). Glas. šum. pokuse 27: 83-196, Zagreb, 1991.

In the region of Slavonko Gorje in the massifs of Psunj, Papuk, Krdija, Dilj, Požeška Gora and other hills and valleys, research was carried out on the influence of industrial pollutants upon forest ecosystems with special regard to common beech and sessile-flowered oak. The paper presents the health condition and vitality of the forest ecosystems as established by research methods of the European Community Commission. Total damage of the trees amounts to 26.1%. The most endangered species are sessile-flowered oaks with 45.9%, while the relatively high percentage of beech damage, 19.8% is a cause for concern. By the micro-habitat method we established the average acidification increase for the whole region as 8.3%, and the presence of lead, zinc, copper and sulphur in the upper layers of the ecological soil profile in different habitat and stand circumstances.

Key words: damage of forest stands, Slavonian mountains, evaluation of acidification, contents of heavy metals in soil and leaves, S-concentrations, pollutants, forest dieback, degrees of forest damage, emissions and imissions of harmful industrial pollutants, end butt, health condition, yellowness, shedding, dieback, pollution of the habitat by lead, copper and zinc.

BERTOVIĆ, S.: MAIN CHARACTERISTICS OF THE ALTIMONTANE BIOCLIMATE IN THE SURROUNDINGS OF THE CLIMATOLOGICAL STATION OF THE EXPERIMENTAL AND EDUCATIONAL AREA OF ZALESINA, GORSKI KOTAR, CROATIA (Original in Croatian: *Glavna obilježja visokogorskog bioklimata u okolišu klimatološke postaje i NPSO-a Zalesina, Gorski Kotar - Hrvatska* with Summary in English). Glas. šum. pokuse 27: 197-225, Zagreb, 1991.

The article describes the history of the forest meteorological stations in Croatia, the common climatological station of Zalesina being one of them. It is situated at 750 m above sea level in the highland orographic belt and with a bioclimate characterized by the climatozone beech and fir forest, ass. *Calamintho-Abieti-Fagetum* (Horv. 1938) Borh. 1936. Based upon three decades of surveying (1952-1981), main characteristics of the Zalesina environment are described and compared with the meteorological stations in the neighbouring and other bioclimates and vegetational districts of Croatia. The following climatic features have been dealt with: wind, cloudiness, global radiation, air temperature, relative air humidity and precipitation; of the climatic phenomena, these have been considered: rain, snow, hail, thunder, fog and snow cover. The climatic classification of Zalesina has been made according to Koeppen, Thornthwaite, Walter and the bioclimatological classification of Bertović. It is suggested that the meteorological survey and observations, phenological and comparative microclimatological research in the Zalesina station and its surroundings should continue and further develop.

Key words: Croatia, highland bioclimate, climatological station of Zalesina, climatic features, phenomena and classification.

STOJKOVIĆ, M.: VARIABILITY AND HERITABILITY OF LEAFING IN PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) (Original in Croatian: *Varijabilnost i nasljednost listanja hrasta lužnjaka (Quercus robur L.)*, with Summary in English). Glas. šum. pokuse 27: 227-259, Zagreb, 1991.

Leafing of Pedunculate oak is a continued variability. Two-year-old progenies originating from several mother trees confirmed this variability. Heritability was estimated from the mother-progeny relation by a regression coefficient b_1 . The result was more than 100% which meant that it was unreal. On the basis of the range of variability (54 days) and mean modificability of 10 days, we confirmed 7 phenotypes and 3 pairs of allelomorphous genes which determine leafing in the Pedunculate oak.

In the past, water was retained in low-land forests near the rivers until quite late in the spring. Amelioration of rivers and streams was not carried out, neither were there any canals or draining ditches. This was the situation in the population of Turopoljska lug. It is supposed that in such conditions Pedunculate oak would hardly survive. As a result of leafing trees, this led to the differentiation of late-leafing phenotypes, i.e. genotypes. In this way the species was probably saved from extinction.

Key words: Pedunculate oak, early and late leafing, variability, modificability, heritability.