

GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

*Annales
pro experimentis foresticis*

25



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

OŽUJAK, 2017.

SVEUCILISTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET

1989

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

ANNALES

PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS

Volumen 25

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

GLASNIK

. ZA ŠUMSKE POKUSE

Knjiga 25

SVEUCILIŠTE U ZAGREBU
SUMARSKI FAKULTET

Glavni urednik

Editor in chief

Prof. dr ĐURO RAUŠ

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Urednik za šumarstvo

Forestry Editor

Prof. dr BRANIMIR PRPIC

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

Dr ZELIMIR BORZAN

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

IZDAVAČ — PUBLISHED BY:

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Faculty of Forestry, University of Zagreb

41000 Zagreb, Šimunska 25, Jugoslavija

Casopis je glasilo znanstvenih radnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Tiska se kao godišnjak.

Tiskanje ove publikacije omogućeno je dotacijama SIZ-a za znanstveni rad SR Hrvatske
i Poslovne zajednice »Exportdrvo«, Zagreb.

Tisak, uvez i oprema: IRO »Mladost« Zagreb, Gundulićeva 24

S A D R Z A J
(SUMMARIUM)

<i>Prpić B.</i>	Izvorni znanstveni članak
Sušenje hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) u Hrvatskoj u svjetlu ekološke konstitucije vrste	1
Das Sterben der Stieleiche (<i>Quercus robur</i> L.) in Kroatien im Lichte der oekologischen Artenkonstitution	21
<i>Vranković A. & F. Bašić</i>	Izvorni znanstveni članak
Neki rezultati pedoloških istraživanja u poremećenim ekosistemima hrasta lužnjaka u Hrvatskoj	25
Some results of pedological research in disturbed ecosystems of pedunculate oak stands in Croatia	51
<i>Rauš Đ. & J. Vukelić</i>	Izvorni znanstveni članak
Rezultati komparativnih istraživanja šumske vegetacije na području sušenja hrasta lužnjaka	53
Ergebnisse komparativer Untersuchungen der Waldvegetation auf dem Gebiet des Stieleichensterbens	64
<i>Matić S.</i>	Izvorni znanstveni članak
Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka	67
Silvicultural measures in stands damaged by dieback of Pedunculate oak	77
<i>Pranjić A. & N. Lukić</i>	Izvorni znanstveni članak
Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena	79
Increment of Pedunculate oak trees as indicator of residence change	93
<i>Krstinić A.</i>	Izvorni znanstveni članak
Selekcija klonova stablastih vrba podesnih za osnivanje kultura u Posavini	95
Selection Arborescent willow clones suitable for raising plantations in Posavina	100
<i>Meštrović Š.</i>	Prethodno priopćenje
Uređivanje šuma hrasta lužnjaka zahvaćenih sušenjem	101
Management of Pedunculate oak forests affected by dieback	110
<i>Krpan A. P. B.</i>	Stručni članak
Neke značajke sušenja hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) sa stanovišta eksploatacije šuma	111
Some characteristics of Pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.) dieback in terms of logging	121

<i>Golubović U.</i>	Stručni članak
Ekonomске posljedice sušenja sastojina hrasta lužnjaka	123
Economic consequences of the dieback of Pedunculate oak stands	131
<i>Opalički K.</i>	Stručni članak
Utjecaj faune tla na fiziološku kondiciju i sušenje hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.)	133
The influence of the soil Fauna on the physiological condition and the drying of the Slavonian oak (<i>Quercus robur</i> L.)	144
<i>Glavaš M.</i>	Izvorni znanstveni članak
Fitopatološka istraživanja uzročnika sušenja hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.)	145
Phytopathological investigations of causal agents of Pedunculate oak dieback (<i>Quercus robur</i> L.)	154
<i>Harapin M.</i>	Pregledni članak
Utjecaj defolijacije na sušenje hrastovih nizinskih šuma	155
Influence of defoliation on forest dieback of lowland oak forests	160
<i>Đuričić I.</i>	Izvorni znanstveni članak
Šumsko uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (<i>Quercus petraea</i> Liebl.) na Kalniku	161
Silvicultural characteristics of the Kalnik Sessile-flowered oak	233
<i>Mrzljak I.</i>	Izvorni znanstveni članak
Uspijevanje običnog bora (<i>Pinus sylvestris</i> L.) crnog bora (<i>Pinus nigra</i> Arn.) i američkog borovca (<i>Pinus strobus</i> L.) na bujadnicama i vrištinama Korduna	235
Growth of Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.), Black pine (<i>Pinus nigra</i> Arn.) and Weymouth pine (<i>Pinus strobus</i> L.) on the bracken and heather areas of the Kordun moors	258
<i>Matić S.</i>	Izvorni znanstveni članak
Intenzitet prorede i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomlađivanje sastojina hrasta lužnjaka	261
Thinning intensity and its impact on the stability, productivity and regeneration of Pedunculate oak stands	277
<i>Rauš Đ. & Z. Spanjol</i>	Stručni članak
Prilog bibliografiji prirodoslovnih radova o otoku Rabu	279

BRANIMIR PRPIĆ

SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA
(*QUERCUS ROBUR* L.) U HRVATSKOJ
U SVJETLU EKOLOŠKE KONSTITUCIJE
VRSTE

DAS STERBEN DER STIELEICHE
(*QUERCUS ROBUR* L.) IN KROATIEN IM LICHTE
DER OEKOLOGISCHEN ARTENKONSTITUTION

Primljeno: 30. IV. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Sušenje hrasta lužnjaka poprimilo je u Hrvatskoj velike razmjere. U ovom radu daje se retrospektiva sušenja kao i današnji obim, a posebno u posljednjem desetljeću. Navode se različite hipoteze uzroka sušenja i naglašava nepovoljan utjecaj štetnih kemijskih supstancija i to posebno onih koje dolaze u staništa nizinskih šuma poplavnim vodama rijeke Save. Autor naglašava da je voda dominantan ekološki faktor za uspijevanje hrasta lužnjaka i ostalih higrofita nizinskih šuma. Promjene vodnih odnosa prouzrokovane hidrotehničkim zahvatima, izgradnjom hidrocentrala, izgradnjom prometnica, klimatskim ekscesima, djeluju najznačajnije na povećanje nestabilnosti nizinskih šumskih ekosistema gdje je hrast lužnjak najosjetljivija vrsta drveća. Tu se pojavljuje sunergizam. Promjena vodnih odnosa i to naročito pad razina podzemnih voda ili zabarivanje staništa uz utjecaj suše, štetne industrijske polucije i golobrst insekata dovodi zajednički do sušenja hrasta lužnjaka i ostalih vrsta drveća nizinskih šuma.

Ključne riječi: nizinske šume, sušenje hrasta lužnjaka, hidrotehnički zahvati, promjena vodnog režima, pad razina podzemne vode, zabarivanje, industrijska polucija, klimatski ekscesi.

UVOD — EINLEITUNG

Pojave sušenja stabala i sastojina hrasta lužnjaka u SR Hrvatskoj poprimile su u posljednjih nekoliko godina značajnije razmjere od onih koje poznajemo iz prošlosti. U razdoblju 1983—86. osušilo se u Turopoljskom lugu, u šumi Kalje i u Zeleniku kraj Sunje oko 300.000 m³ stabala hrasta lužnjaka. Sušenje ostalih vrsta drveća spomenutih nizinskih šuma (poljski jasen i crna joha) bilo je beznačajno. Propadanje hrasta lužnjaka prava je ekološka katastrofa u nizinskim šumama desne obale Save.

Ovo sušenje hrasta lužnjaka prešlo je okvire šumarske struke te izazvalo bojazan javnosti i logično povezivanje s pojavom umiranja šuma u zapadnoj

Evropi. Sušenja hrasta lužnjaka u prošlosti bila su redovito povezana s gradacijom gubara i drugih štetnih insekata koji su izazivali golobrst, dok se današnja sušenja događaju i uz prisutnost golobrsta i bez njega. Tako se npr. u šumi Kalje hrast lužnjak suši u sastojinama s porpunim golobrstom u odjelu 37 i u sastojinama u kojima je izostao napad insekata, u odjelu 20 g. j. »Kalje« (Prpić i dr., 1986).

Poznato je da hrast lužnjak uspijeva u određenim uvjetima vlažnosti rizične sfere i da trajne promjene vodnih odnosa u tlu izazivaju fiziološko slabljenje i sušenje stabala. Izmijenjeni uvjeti mogu nastupiti zbog klimatskih promjena (uzastopne sušne godine s vrućim ljetima), vodotehničkih zahvata, loših stručnih poteza (monokulture), promjene šumske klime (nestanak nizinskog brijesta) i dr. Među uzrocima danas je vrlo značajna promjena »kemijske klime«, odnosno onečišćenost zraka, vode i tla porijeklom od industrije i drugih djelatnosti tehničke civilizacije, a svodi se prvenstveno na kemijske utjecaje u ekosferi.

U nizinskim šumama to su suha i mokra depozicija kiselina i drugih štetnih supstancija iz atmosfere te štetne tvari u poplavnim vodama.

RETROSPEKTIVA SUŠENJA HRASTA — DIE RETROSPEKTIVE DES EICHENSTERBENS

Tijekom prošlog stoljeća nastupile su u nizinskim šumama vrlo značajne promjene. Zbog velike konjunktуре slavonske hrastovine na evropskom tržištu u XIX. stoljeću (francuska i njemačka dužica) posječene su u razdoblju od 1830. do 1870. gotovo sve nekadašnje prašume nizinskih šuma u području Posavlja. Prodaji hrastovine doprinosi plovnost Save do Siska te izgradnja željezničkih pruga Beč — Trst s krakom Židani Most — Zagreb — Sisak (1861) te Budimpešta — Zagreb — Rijeka (1873).

Sječe prašuma uvjetovale su značajne promjene u staništima nizinskih šuma. Nestankom drveća, mahom stabala hrasta lužnjaka starih više stotina godina, nizinski šumski ekosistemi prestali su funkcionirati u hidrološkom smislu (smanjenje intercepcije i transpiracije, pojava viška vode u posjećenim površinama). U biotopima nekadašnjih prašuma, a sada mladim sastojinama s manje ili više uspješnim prirodnim pomlađivanjem, promijenila se klima šume — postalo je vlažnije i toplije.

Promijenjena je vjerojatno i makroklima što se tiče povećanja klimatskih ekstrema, ali kako je naša mreža meteoroloških stanica tada bila vrlo ekstenzivna, o promjeni klime područja nizinskih šuma ne može se sa sigurnošću govoriti. Značajnijoj promjeni biotopa doprinijele su sušne ili prekomjerne vlažne godine, a naročito ako se jedne ili druge uzastopno ponavljaju.

Prosječna godišnja površina posječene prašume iznosila je za spomenuto razdoblje oko 4.000 ha (200.000 ha u 50 godina). Vrlo intenzivno sjeklo se poslije izgradnje pruge, odnosno poslije 1861. kada godišnji sjekoredi zauzimaju vrlo velike površine koje se nastavljaju na obavljene sječine.

Promjene u vodnom režimu i klimi utjecale su na šumsko drveće u smislu stresa, a kasnije i fiziološkog slabljenja, pa se već u prošlom stoljeću pojavljuju veća sušenja hrasta lužnjaka. Stanje nizinskih šuma mijenjalo se u prošlosti, a

posebno u prošlom stoljeću, ovisno o zahvatima u šumsku sastojinu i o promjeni stobine. Tako su šume savskih nizina prolazile u XIX. stoljeću kroz ove faze:

1. Prirodni šumski ekosistemi na početku stoljeća — vrlo stabilni ekosistemi.
2. Razdoblje velikih sječā. Nestanak prašuma, promjena mikroklimе i makroklimе, povećanje vlažnosti u biotopima sječā. Gubitak ekološke funkcije šume.
3. Stvaranje monokultura hrasta lužnjaka u velikom prostoru davanjem prednosti hrastu lužnjaku prilikom obnove nekadašnjih prašuma.
4. Mlade nizinske šume uspostavljaju ekološku funkciju (sklop, asimilacijska površina, intercepcija, transpiracije), ali su usprkos tome nestabilne zbog prevelikog udjela hrasta lužnjaka u sastojini. To je posebno izraženo u slavonskoj (poplavnoj) šumi hrasta lužnjaka (*Genisto elatae-Quercetum roboris* subass. *caricetosum remotae*).
5. U svim postupcima njege šuma daje se prednost hrastu lužnjaku, što još više povećava nestabilnost nizinskih šuma (monokulture).
6. Zbog narušene ekološke ravnoteže dolazi do češće gradacije štetnika, a ponovljeni golobrst zajedno s poplavama dovodi do sušenja stabala i sastojina hrasta lužnjaka.
7. U razdoblju od 1865—69. došlo je do trajnijeg pozitivnog odstupanja temperature zraka, a u vremenu od 1887. do 1897. do negativnog odstupanja od srednje godišnje temperature zraka za Zagreb Grič, pojavilo se dakle toplije i hladnije razdoblje, što je prema Kiriginu (1975) primjenjivo i na šire područje, dakle i na areal nizinskih šuma u Hrvatskoj.
8. Sušna razdoblja trajala su prema Kiriginu (1975) po tri uzastopne godine 1867—69, 1885—87. i 1893—95 (Zagreb Grič), što za nizinske šume predstavlja značajan nepovoljni klimatski utjecaj.

U XX. stoljeću stanje nizinskih šumskih ekosistema i dalje se pogoršava, a razlozi tome su ovi:

1. Pojavljuju se česta suha vegetacijska razdoblja (1906—1909, 1929—1932, 1941—1950, Zagreb — Grič) (Kirigin, 1975), dok je u razdoblju 1971—1985. osam sušnih godina.
2. Poduzimaju se vrlo značajni zahvati u prostoru nizinskih šuma. Obavljaju se vodotehnički zahvati (zaštita naselja i poljoprivrednih površina od poplava, nasipi, kanali), grade se ceste, željezničke pruge, proširuju i grade novi urbani i industrijski centri (Zagreb, Sisak, Kutina, Sl. Brod i dr.).
3. Poplavne vode koje ulaze u šume sve su više opterećene industrijskom polucijom, što utječe nepovoljno na šumske ekosisteme.
4. Šume su sve više opterećene industrijskom polucijom i polucijom od automobilskeg prometa (NO_x, O₃, PAN), deterdžentima, biocidima i dr. Padaju kisele kiše, kiseline i druge štetne supstancije deponiraju se u šumama, javlja se bolest šumskih ekosistema — pojava »umiranje šuma«.
5. Narušava se struktura šumskih sastojina. Prekida se sklop sastojine. Etati se namiruju sanitarnim sječāma.

Prve pisane podatke o sušenju hrasta, odnosno u masovnoj pojavi gubara i sušenjima stabala nalazimo u Šumarskom listu 1885. Blaž Vincetić piše o pojavi gubara u vremenu 1874—1883. u Spačvi. Iste godine piše G. Beyer o pojavi gubara u nizinskim šumama od Lekenika do Siska.

Velika sušenja hrasta lužnjaka događaju se u razdoblju 1909—1925. u čitavom arealu nizinskih šuma. Tada se osušilo 1,731.000 m³ lužnjakovih stabala (Manojlović, 1926).

Godine 1930. započinje epidemijsko ugibanje nizinskog brijesta uzrokovano »holandskom bolešću brijesta« (*Ceratocystis ulmi*). Nizinski brijest je otada do danas gotovo nestao iz nizinskih šuma Evrope. U našim nizinskim šumama nalazimo i danas izvjestan broj zdravih stabala nizinskog brijesta starih oko 100 godina. Ona rađaju i naplođuju sjemenom velike površine oko svojih nalazišta, ali se ponik razvija samo do stadija koljosjeka. Tada ga napada »holandska bolest« i rijetko koje stablo doživi veću starost.

Veća sušenja hrasta lužnjaka događaju se poslije drugoga svjetskog rata (Jureša, 1988). Takvo je sušenje zahvatilo šumu Žuticu kraj Zagreba, gdje se u razdoblju 1966—1973. osušilo oko 180.000 m³ stabala hrasta lužnjaka (Spaić, 1974).

U vremenu 1982—1986. osušilo se u Odranskom polju (šuma Kalje i Turopoljski lug) i Sunjskom polju (šuma Zelenik) oko 300.000 m³ lužnjakovih stabala.

Sušenje hrasta lužnjaka, a u novije vrijeme i hrasta kitnjaka, traje i danas. Prema anketi o »umiranju šuma« provedenoj tijekom 1987. godine u SR Hrvatskoj jako je oštećeno (u krošnji nedostaje više od 26% lišća) 9% lužnjakovih i 7% kitnjakovih stabala, slabije je oštećeno (u krošnji nedostaje od 11 do 25% lišća) 29% lužnjakovih i 21% kitnjakovih stabala, dok je zdravih 62% lužnjakovih i 72% kitnjakovih stabala.

Podaci dobiveni anketom zabrinjavaju i traže promjene načina gospodarenja s našim najvrednijim vrstama drveća.

HIPOTEZA O SUŠENJU HRASTA — HYPOTHESE ÜBER DAS EICHENSTERBEN

Veliko sušenje hrasta lužnjaka koje se dogodilo 1909—1925. okupilo je više šumarskih znanstvenika i stručnjaka koji su proučavali uzroke sušenja. Rezultate tih istraživanja sintetizirao je Spaić (1974). Prema Königu, Abramoviću, P. Manojloviću glavni uzročnik sušenja hrasta lužnjaka je pepelnica (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.), dok Đorđević smatra da je to mednjača (*Armillaria mellea* (Vahl/Kumm.)).

Stebuti i Šenšin misle da je sušenje stabala hrasta posljedica pogoršanja kemijskih i fizikalnih svojstava tla u smislu procesa podzolizacije, a Jošovec i Korošec smatraju da dugotrajne poplave, odnosno da dugotrajno stagniranje vode na površini tla, uzrokuje sušenje.

Veći broj istraživača (Petračić, Škorić, Langhoffer, Anderka, Balić, Markić i Đurđić) uvjereni su, prema Spaiću (1974), da sušenje hrasta lužnjaka slijedi poslije zajedničkog djelovanja gusjenica i pepelnice.

Marković i M. Manojlović drže da su gljive, pepelnica i poplave od sekundarne važnosti i da je glavni uzrok sušenja hrasta u neracionalnim šumskouzgojnim mjerama čija je posljedica neotpornost sastojina. To su prema njihovu mišljenju niske prorjede (slabo razvijene krošnje).

Vajda (1980) smatra da je sušenje hrasta lužnjaka posljedica klimatskih odstupanja od prosječnih vrijednosti, odnosno pojava vlažnijih i hladnijih, toplijih i sušnih razdoblja. Ovaj autor veže malu Sunčevu radijaciju s nižim temperaturama i velikom vlagom te pojačanu Sunčevu radijaciju s visokim temperaturama i sušama.

Dekanić (1975) vidi uzrok sušenju hrasta lužnjaka u simultanom djelovanju više nepovoljnih ekoloških faktora (klima, promijenjeni vodni odnosi, golbrst, gljive, način gospodarenja i dr.).

Prpić (1975) napominje da je propadanje nizinskog brijesta značajno utjecalo na dalje narušavanje biološke ravnoteže u nizinskim šumama i da je stvorilo još nepovoljnije uvjete za uspijevanje hrasta lužnjaka u slavonskoj šumi (promjena šumske klime).

Spaić (1974) smatra da je za pojavu sušenja hrasta presudna koincidencija defolijacije i poplave. Autor upozorava na traheomikoze, a posebno na gljivu *Ophiostoma merolinensis*, koju je Đorđević pronašao 1930. na hrastu lužnjaku. Autor je, nadalje, upozorio na svojstvo listača sa širokim porama, među koje listače pripada i hrast lužnjak. Izgubi li, naime, hrastovo stablo list (golbrst), stupac vode u trahejama se nepovratno prekida, a za ponovno uspostavljanje funkcije uzlaznog toka vode potrebno je da stablo stvori novi god. U slučaju napada traheomikoza nema, prema Spaiću, mogućnosti tvorbe novoga goda, što dovodi do sušenja hrasta.

Glavaš (1984) navodi da u nas nije pronašao traheomikoze koje uvjetuju venuće i sušenje hrastovih stabala većih razmjera.

U siječnju 1987. održan je u Beču međunarodni seminar o sušenju hrasta u srednjoj Evropi. Seminar je organiziran na Universität für Bodenkultur Wien pod vodstvom prof. dr. Ervina Führeera u Zavodu za šumarsku entomologiju i zaštitu šuma. Seminar je održan sa svrhom da se na međunarodnoj razini raspravi problematika sušenja hrastova kitnjaka i lužnjaka. Kako smo na seminaru sudjelovali, iznosimo postavke pojedinih istraživača.

Krapfenbauer, A. (Beč) navodi da je odbacivanje izbojaka i manjih grančica poslije odbacivanja lišća kod hrasta kitnjaka u uskoj vezi s imisijama štetnih industrijskih polutanata i da ozon porijeklom od cestovnog prometa ima prilikom oštećenja hrasta značajnu ulogu i podržava hipotezu o sinergizmu.

Donaubauer, E. (Beč) smatra da je današnje ugibanje hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka u Austriji uzrokovano deficitom vode ili je on uz druge nepovoljne faktore dominantan. Misli da se stres pojavljuje kao posljedica oštećenja korijena i da traheomikoza nije presudna.

Igmándy, Z. (Mađarska) govori o epidemiji sušenja hrasta kitnjaka u Mađarskoj, a uzročnike toj pojavi vidi u traheomikozama.

Leontović, R., i Capek, M. (Zvolen) navode da je sušenje hrasta kitnjaka započelo u Slovačkoj 1978. i da su uzrok traheomikoze. Dokazali su vezu između sušenja i emisija štetnih industrijskih polutanata. Po njihovu mišljenju dendrocidi ubrzavaju sušenje. Za postizanje otpornosti stabala važna je dobro razvijena korijenska mreža radi dobre opskrbe stabla vodom.

Varga, F. (Mađarska) smatra da je sušenje hrasta lužnjaka u Mađarskoj uvjetovano promjenom vodnih odnosa (podzemna voda, zabarivanje).

M a r c u, Gh. (Rumunjska) govori o sušenju hrastova lužnjaka i kitnjaka u Rumunjskoj. Drži da različite kombinacije nepovoljnih faktora stvaraju predispoziciju za napad insekata i gljiva i da su traheomikoze vrlo značajne. Za ozdravljenje hrastika nužno je poboljšati vitalnost sastojina, što se najuspješnije postiže prirodnom strukturom.

B u t i n, H. (SR Njemačka) vjeruje da su gljive koje se pojavljuju na kori hrastova (*Pezizula cinnamomea* i *Armillaria mellea*) vrlo značajne u lancu uzročnika sušenja hrastovih stabala.

P r p i ć, B., i R a u š, Đ. upozoravaju na uzročnu vezu pojavljivanja više nepovoljnih ekoloških faktora u nizinskim šumama hrasta lužnjaka (snižavanje razina podzemne vode, zamočvarenje, uzastopna sušna ili mokra razdoblja, promjena šumske klime, nestanak nizinskog brijesta, hrastove monokulture, imisije štetnih plinova, onečišćena poplavna voda).

S c h ü t t, P., i F l e i s c h e r, M. (SR Njemačka, Šumarski fakultet München) navode žučenje lišća kao jednu novu bolest čiji uzročnici nisu poznati a koja izaziva sušenje hrasta lužnjaka. Bolest se širi po krošnji, a štete se pojavljuju i na mladim susjednim stabalcima. Širenje bolesti ide vrlo polagano.

N i e n h a u s, F. (SR Njemačka) dokazao je viruse u starim oštećenim stablima hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka, ali nije mogao dokazati njihovu štetnost.

S z o n t a g h, P. (Mađarska) govori o ulozi gradacije štetnika u sušenju hrasta kitnjaka. Kompleks šteta zastupljen je ovim slijedom parametara:

- abiotski faktori (suša, voda, mraz i dr.),
- pojava štetnih insekata na oslabljenim stablima,
- pojava gljivičnih bolesti, ugibanje stabala.

Dobar uspjeh u borbi protiv insekata postiže se upotrebom bioloških preparata.

M a y e r, H. (Beč) kao profesor uzgajanja šuma govori o uzgojnim aspektima pojave sušenja hrastova. Smatra sudbinu hrastova u Austriji vrlo nesigurnom. Imisija koja traje već tridesetak godina jedan je od glavnih razloga slabljenja i propadanja hrastova. Upozorava na sušno razdoblje u Austriji koje još traje, a manifestira se smanjenom količinom oborina od oko 100 mm godišnje. Spominje pojavu imele čiji bi drugi val napada na kitnjak u Mađarskoj mogao biti agresivniji. Upozorava da je šumskouzgojna profilaksa u užem smislu nemoguća. Prema M a y e r u potrebno je hitno zaustaviti emisije te iskoristiti svaki urod žira za pomlađivanje oštećenih sastojina.

F ü h r e r je na kraju rezimirao rezultate 13 održanih referata te utvrdio da je sudbina hrastova lužnjaka i kitnjaka vrlo nesigurna i da današnje spoznaje o sušenju hrasta ne dozvoljavaju da se nešto unaprijed kaže o daljim tokovima ove pojave. Kako ćemo dugo uspijevati držati umiranje hrasta, koje se događa u Americi, daleko od Evrope, danas je teško reći. Ako se, međutim, pojava sušenja hrastova ne bude istraživala, mi svjesno prepuštamo sudbinu ovih značajnih vrsta slučajju.

EKOLOŠKA KONSTITUCIJA HRASTA LUŽNJAKA — DIE ÖKOLOGISCHE KONSTITUTION DER STIELEICHE

Pod ekološkom konstitucijom razumijevamo reakciju određene svojte na prilike u stobini, a ocjenjujemo je kao zbir djelovanja morfološke konstitucije (biološka svojstva), fiziološke konstitucije (ekološki zahtjevi), stobine i konkurencije ostalih biljnih svojti, koja djeluje u smislu oduzimanja direktnih ekoloških faktora (svjetlo, voda, biogeni kemijski elementi), a i preko lučevina (alelopatija).

Hrast lužnjak pripada, u odnosu na većinu drugih vrsta šumskog drveća s kojima dolazi zajedno u nizinskim šumama, u konkurentne vrste. On podnosi niske i visoke temperature zraka i tla, izvrsno prokorjenjuje teška močvarna tla, a svojom žilom srčanicom i ostalim okomitim korijenjem dopire do najnižih razina podzemne vode koje ona ima tijekom ljetnih mjeseci (VI i VII).

Dobro zakorijenjen odupire se vjetru i snijegu, a rastom u visinu i debljinu (preko 44 m visine i preko 100 cm promjera, stari prašumski hrastovi imali su promjer preko 250 cm) prelazi dimenzije ostalih vrsta nizinskih šuma.

U pogledu dijela ekoloških zahtjeva (toplina i tlo) lužnjak, uz izuzetak osjetljivosti na kasne mrazove, pripada u eurivalentne vrste, dok je s obzirom na vodu i svjetlo stenovalentna vrsta.

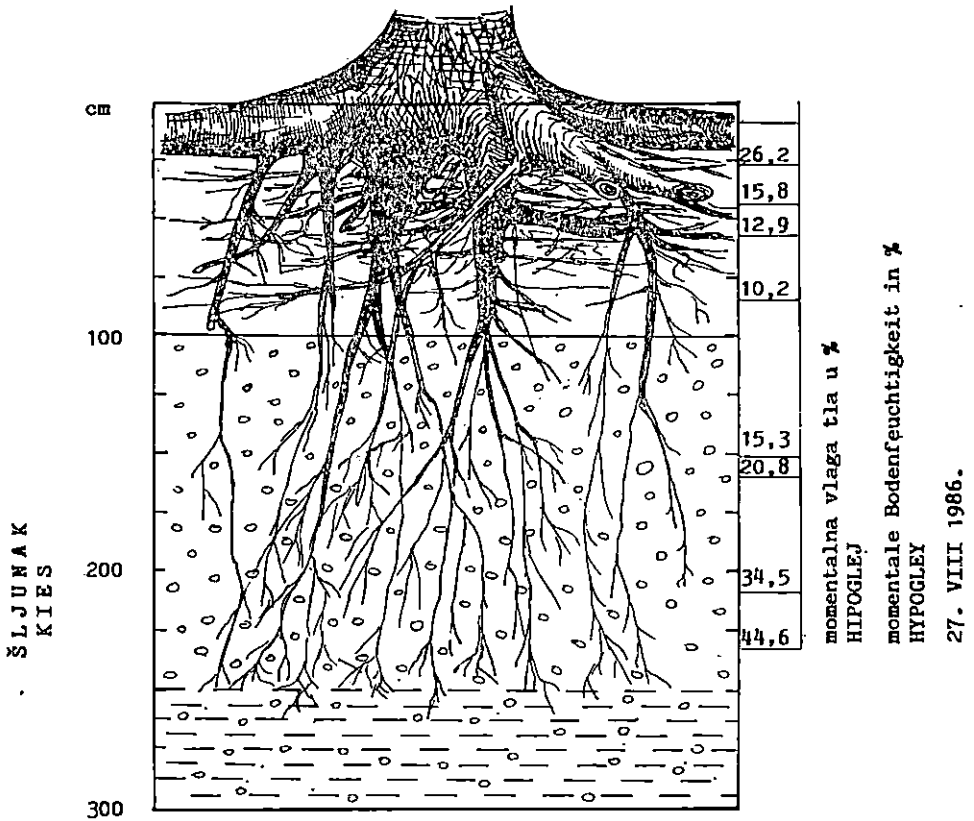
Samo prve dvije godine života lužnjak nema velike zahtjeve za svjetlom, ali ako ga u trećoj godini života ne dobije dovoljno (preko 70%, optimalno je puno dnevno svjetlo), on će uginuti.

Za uspijevanje hrast lužnjak treba puno vode. Prema našim istraživanjima (Prpić et al., 1987) lužnjak transpirira tijekom vegetacijskog razdoblja od 500 do 600 mm vode, a zadrži intercepcijom u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba 26%, dok u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka zadrži 16,5% od ukupnih godišnjih oborina.

U kompeticijskim odnosima osjetljiv je na dosta vrsta drveća nizinskih šuma, ali samo u razvojnom stadiju pomlatka. U tom razvojnom stadiju rastu brže od njega: obični grab, poljski jasen, crna joha, domaće topole, a realno mu je najopasniji obični grab koji uz to što u prvoj mladosti brzo raste, a posebno ako je izbojak iz panja, ima vrlo gustu krošnju koja obilno zasjenjuje i time uništava hrast. Poslije 15—20. godine života hrast lužnjak bori se vrlo efikasno za opstanak.

Hrast lužnjak je vrlo osjetljiv na ustajalu vodu. Smatramo da količina CO₂ u tlu ne bi smjela prelaziti iznos od 30 mg/l H₂O u površinskom dijelu tla i da je 50 mg i više toksična količina za njegovo sitno korijenje. Ako voda stagnira dugo na površini tla ili u njegovu akumulacijskom horizontu, korijenje odumire, što onemogućuje opskrbu stabla vodom, i vrlo često završava letalno (Prpić, 1984).

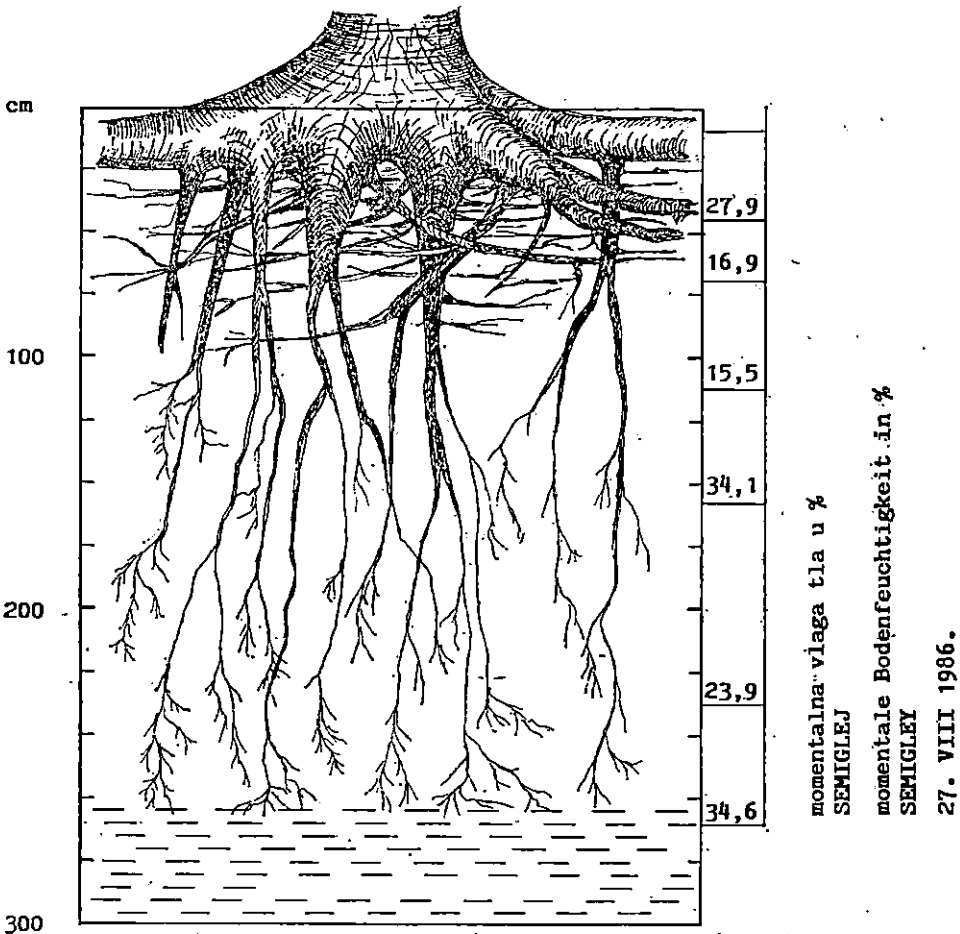
U prilogu dajemo tri crteža (1, 2. i 3) iz kojih se vidi položaj korijenskog sustava hrasta lužnjaka i poljskog jasena u ekološkom profilu tla šume Repaš. Ovdje smo dokazali da okomito korijenje hrasta lužnjaka, ali i poljskog jasena (slika 3) uvijek dopire do razine podzemne vode ljetnog vodostaja (Prpić et al., 1987).



Sl. — Abb. 1. Korijski sustav hrasta lužnjaka u hipogleju šume hrasta lužnjaka i poljskog jasena (*Quercus-Fraxinetum angustifoliae* Rauš 86) u šumi Repaš, odjel 17 d. Dubljina zakorjenjivanja u odnosu na ljetnu razinu podzemne vode i momentalna vlažnost tla. — Stieleichenwurzeln im Hypogley des Stieleichen- und Feldeschenwaldes (*Quercus-Fraxinetum angustifoliae* Rauš 86) im Wald Repaš, Abteilung 17 d. Wurzeltiefe in Beziehung zum Grundwasserniveau im Sommer und momentale Bodenfeuchtigkeit.

U crtežu broj 4 dajemo profil jedne 140-godišnje progaljene slavonske šume hrasta lužnjaka (*Genisto-Quercetum roboris* subass. *caricetosum remotae*) u stacionaru Opeke kraj Lipovljana. Tu je prikazan položaj korijskog sustava u odnosu na razine podzemnih voda, a dana je i biomasa šumske sastojine prema njenim dijelovima (Prpić & Rauš, 1987). Osim običnog hrasta lužnjaka (*Quercus robur praecox*) u njegovu arealu u SRH pojavljuje se kasni hrast lužnjak (*Quercus robur* var. *tardissima* Sim.), koji lista i cvate nekoliko tjedana kasnije i tako izbjegava kasne mrazove i golobrst insekata.

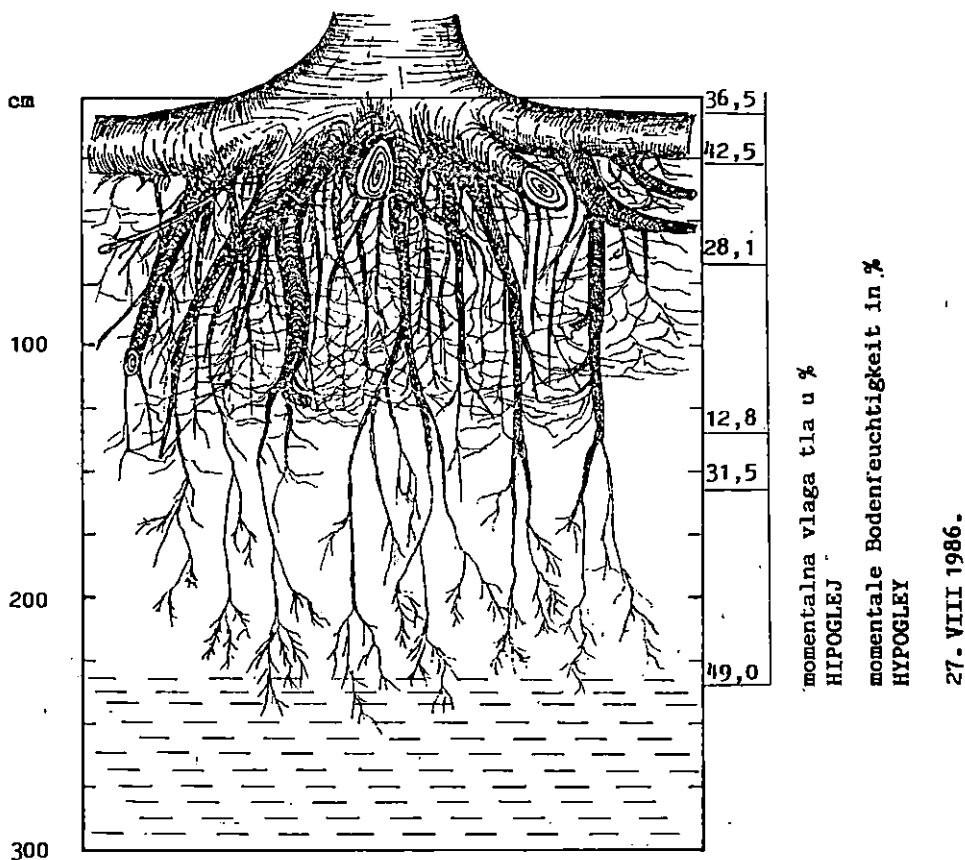
Veliku ekološku prednost u uzgoju hrasta lužnjaka ima njegova barska rasa (Prpić, 1976). Ta svojta dobro uspijeva u nešto močvarnijim uvjetima, a njezne sastojine potrebno je u nas evidentirati.



Sl. — Abb. 2. Korijenski sustav hrasta lužnjaka u semigleju šume hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 71) u šumi Repaš, odjel 41 c. Dubljina zakorjenjivanja u odnosu na ljetnu razinu podzemne vode i momentalna vlažnost tla. — Stieleichenwurzeln im Semdeley des Stieleichen- und Hainbuchenwaldes (*Carpino betuli — Quercetum roboris typicum* Rauš 71) im Wald Repaš, Abteilung 41 c. Wurzeltiefe in Beziehung zum Grundwasserniveau im Sommer und momentale Bodenfeuchtigkeit.

SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA U ŠUMI KALJE — STIELEICHENSTERBEN IM WALD KALJE

U razdoblju 1983—1986. dogodilo se u šumi Kalje pokraj Lekenika (Šumarija Lekenik, Šumsko gospodarstvo Sisak) katastrofalno sušenje hrasta lužnjaka. U četverogodišnjem razdoblju osušio se 176.451 m³, i to 98,5% lužnjakovih i 1,5% stabala poljskog jasena, običnog graba i crne johe. Tijekom 1986. obavlje-

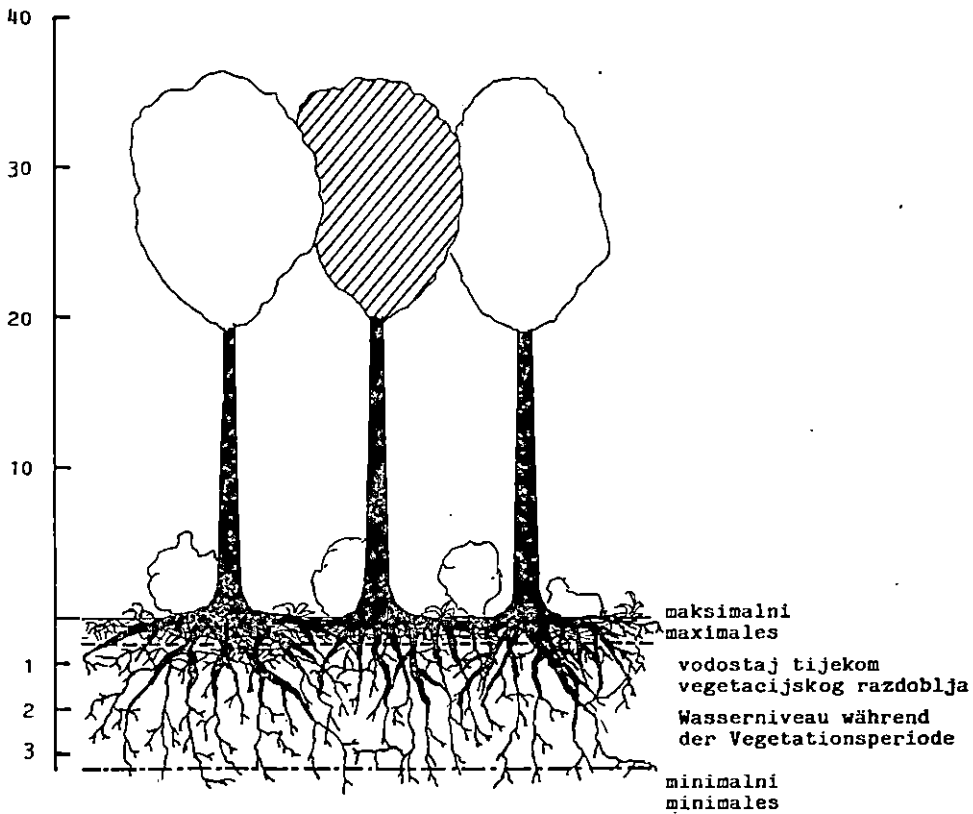


Sl. — Abb. 3. Korijski sustav poljskog jasena u hipogleju šume hrasta lužnjaka i poljskog jasena (*Quercus-Fraxinetum angustifoliae* Rauš 86) u šumi Repaš, odjel 17 d. Dubljina zakorjenjivanja u odnosu na ljetnu razinu podzemne vode i momentalna vlažnost tla. — Feldeschwurzeln im Hypogley des Stieleichen- und Feldeschwales (*Quercus-Fraxinetum angustifoliae* Rauš 86) im Wald Repaš, Abteilung 17. d. Wurzeltiefe in Beziehung zum Grundwasserniveau im Sommer und momentale Bodenfeuchtigkeit.

na su timska istraživanja (pedologija, fitocenologija, dendrometrija, ekologija šuma, uzgajanje šuma i uređivanje šuma). Ovdje iznosimo naše gledanje na uzroke katastrofalnog sušenja hrasta lužnjaka u šumi Kalje s prijedlogom primjene rezultata ekoloških istraživanja u šumarskoj praksi (Prpić, 1986).

Trebalo je, naime, odgovoriti kako su se osušila stabla takvih razmjera u jednoj šumi koja je prije pet godina izgledala zdrava.

Poslije prikupljenih ekoloških parametara (ritam poplava, razine podzemnih voda, kvaliteta poplavnih voda, CO₂ u poplavnoj, oborinskoj i podzemnoj vodi, klima, udio sušenja u pojedinim sastojinama, napadi insekata, radijalni prirasti u prošlih 30 godina) i njihove analize došli smo do ovih spoznaja:



Sl. — Abb. 4. Profil sastojine slavonske šume hrasta lužnjaka u fakultetskoj šumi Opeke kod Lipovljana. Starost 140 godina. Hrast lužnjak i poljski jasen (šrafirano). Gornja i donja crkana linija prikazuju maksimum i minimum razina podzemnih voda tijekom vegetacijskog razdoblja. Okomito korijenje hrasta i jasena dopire do minimalnih razina podzemne vode. Biomasa ove sastojine: — Bestandsprofil des slawonischen Stieleichenwaldes im Fakultätswald Opeke bei Lipovljani. Alter 140 Jahre. Stieleiche und spitzblättrige Esche (schraffiert). Die obere und untere unterbrochene Linie zeigt das Maximum und das Minimum des Grundwasserspiegels, zur Zeit der Vegetationsperiode, au. Senkrecht stehende Wurzeln der Eiche und Esche gelangen bis zu dem minimalen Grundwasserstand. Die Biomasse des Bestandes:

	Lužnjak Stieleiche	Poljski jasen Feldesche	Ukupno Insgesamt
Kрупно drvo — Derblholz	273,7 t	72,7 t	346,4 t
Granjevina — Aeste	27,2 t	6,7 t	33,9 t
Lišće — Blätter	4,0 t	0,7 t	4,7 t
Pupovi — Knospen	0,08 t	0,01 t	0,09 t
Plodovi — Früchte	0,3 t		0,3 t
Grmlje — Büsche		0,7 t	0,7 t
Prizemno rašće — Unkraut		0,07 t	0,07 t
Nadzemna biomasa — Oberirdische Biomase			386,16 t
Korijenje — Wurzeln (procjena — Schätzung)			96,5 t

Ukupna površina lišća iznosi 5,5 ha po 1 ha sastojine. Indeks lišća 5,5 — Die gesamte Blatt-
 oberfläche beträgt 5,5 ha pro 1 ha des Bestandes. Blattindex 5,5.

— Analizom širine godova hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe zaključeno je da se drveće u šumi Kalje nalazi više od 20 godina pod utjecajem nepovoljnih faktora (Pranjić, 1986).

— U zadnjih dvadeset godina u šumi Kalje vodni režim i stanište značajno su se promijenili. Uočene su promjene u klimi, razinama podzemnih voda i u intenzitetu vlaženja površinskih horizonata tla u odnosu na prijašnje stanje.

— Meteorološki podaci pokazuju veći broj sušnih godina u razdoblju 1971—1985. Vegetacijsko razdoblje postalo je suše.

— Razina podzemnih voda pala je više od 50 cm u zadnjih 15 godina, a pad je bio postepen, ali vrlo značajan. Kod minimalnih razina podzemne vode u vegetacijskom razdoblju pad je značajnije izražen (vidi priložene nivograme, graf. 1, 2. i 3).

— Poplave u šumi Kalje pojavljuju se svake godine i izvan i za vrijeme vegetacijskog razdoblja. Kemijskom analizom poplavnih voda ustanovljeno je da u njima nedostaje kisik, a otkriveni su amonij, nitriti, nitrati, ulja, masti, ugljikovodici mineralnog porijekla, fenoli, taninske i ligninske tvari, olovo, kadmij i deterđenti. Zapuštanjem kanalske mreže koja je omogućavala brzu odvodnju poplavne vode iz šume ona se u njoj dulje vrijeme zadržavala pa se nagomilao CO₂. Tako je koncentracija ugljičnog dioksida iznosila i 146,9 mg/l vode, što i pet puta prelazi iznos granične vrijednosti (vidi tablicu 1).

— Na gredi istraživane šume (pokusna ploha L IV, *Carpino betuli* — *Quercum roboris*) stabla hrasta lužnjaka se ne suše, ali je njihov prirast značajno pao; a u korelaciji s padom razine podzemne vode pokazuje se čvrsta veza (vidi graf. 3). U ovoj pokusnoj plohi nije bilo utjecaja poplavne vode.

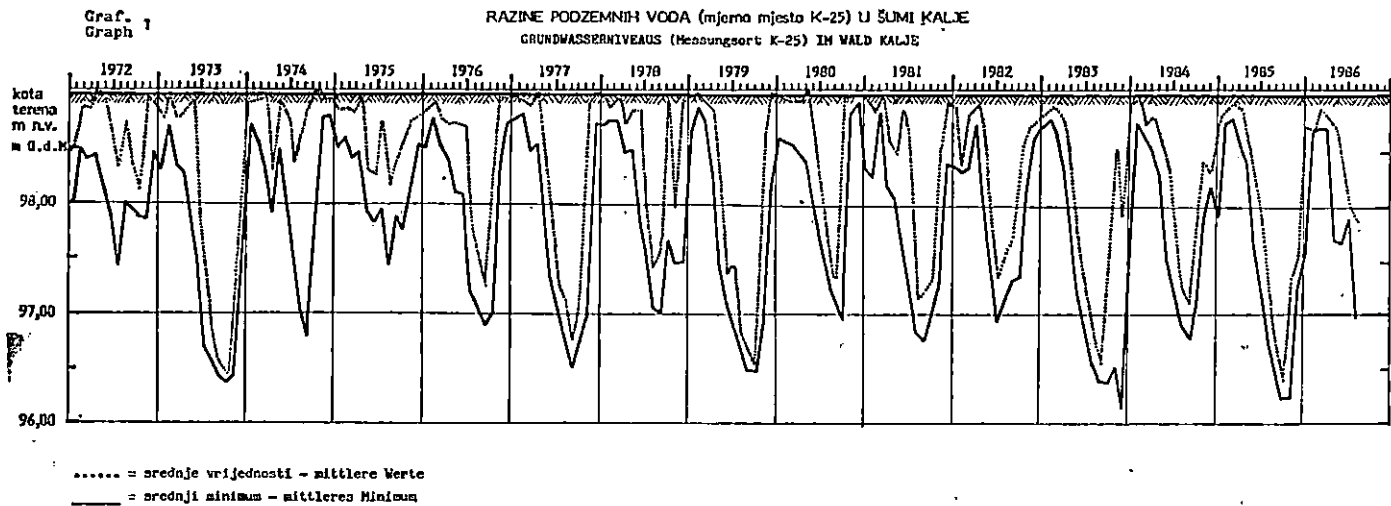
— Katastrofalno sušenje stabala hrasta lužnjaka javilo se u onim šumskim sastojinama u koje je ulazila onečišćena poplavna voda, a zbog poremećene odvodnje stajala je u sastojini i izazivala zamočvarenje. Kako je istovremeno pala razina podzemnih voda koje korijenje hrasta više nije moglo dosegnuti, stabla su ostala bez zdrave vode. Zamočvarivanje i zagađenost površinskih voda uvjetovali su propadanje sitnog korijenja i izostanak apsorpcije vode. U takvoj situaciji vrlo nepovoljno djeluju vruća ljeta i sekundarna pojava štetnih insekata i gljiva.

Uzajamno djelovanje više nepovoljnih faktora (sinergizam) izazvalo je masovno sušenje stabala hrasta lužnjaka.

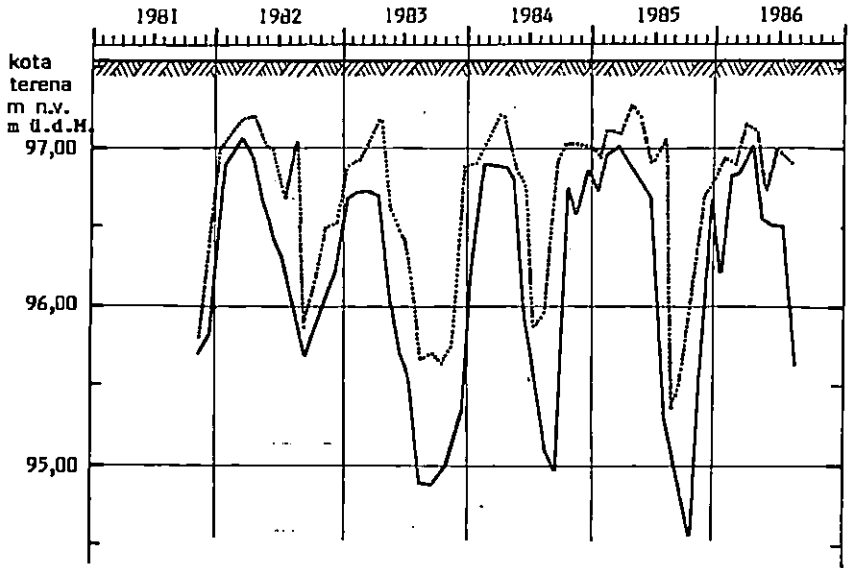
— U šumi Kalje potrebno je hitno obaviti površinsku odvodnju kako bi se poplavna voda što kraće zadržavala u staništima. Prilikom odvodnje posebnu pažnju potrebno je obratiti vodonosnim slojevima u tlu da se još više ne poremeti režim podzemnih voda. Površinskom odvodnjom otklonit ćemo najznačajniji ekološki faktor koji je nepovoljno utjecao na šumu.

UZROCI, POSLJEDICE I MJERE SANIRANJA SUŠENJA NIZINSKIH ŠUMA — URSACHEN, NACHFOLGEN UND SANIERUNGSMASSNAHMEN ZUM AUENWALDSTERBEN

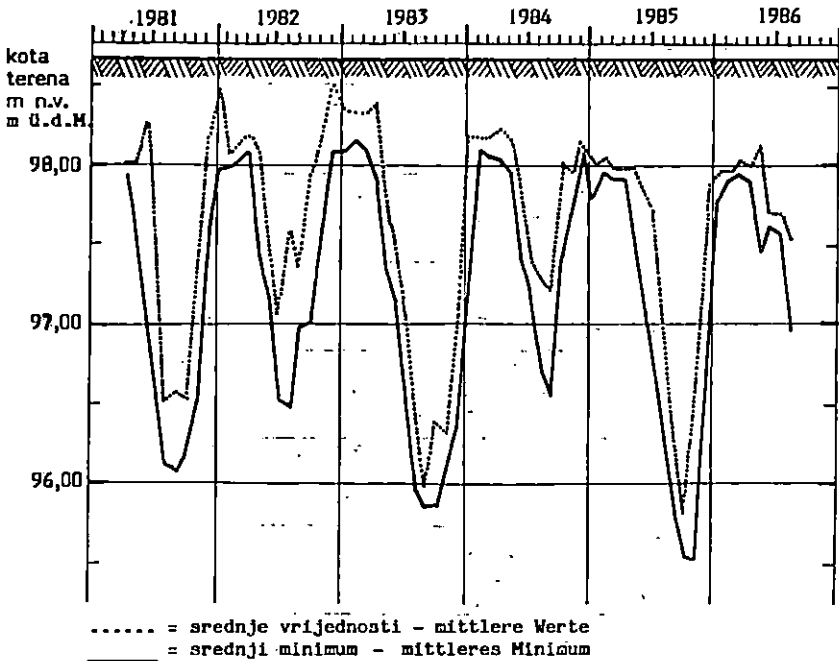
Radi lakšeg utvrđivanja uzroka, posljedica i potrebnih mjera prilikom saniranja opustošenih nizinskih šuma dajemo u prilogu tablicu 2 koja u šumarskoj



Graf. 2 RAZINE PODZEMNIH VODA U ŠUMI KALJE
Graph 2 Grundwasserniveaus im Wald Kalje
mjerno mjesto DSP-15
Messungsort DSP-15



mjerno mjesto DSP-16 - Messungsort DSP-16



Tab. 1.

KOLIČINE UGLJIČNOG DIOKSIDA U POVRŠINSKOM SLOJU TLA ŠUME KALJE
 KHLENDIOXIDGHALT IN DER OBERFLÄCHLICHEN BODENSCHICHT DES WALDES KALJE

Datum mjerenja	Pokusna ploha - Versuchsfäche								Poplavna voda				O d r a			Pokusna ploha - Versuchsfäche							
	L I odjel 37 L I Abteilung 37				L II odjel 29 L II Abteilung 29				Überschattungswasser							L III odjel 20 L III Abteilung 20				L IV odjel 52 L IV Abteilung 52			
	cm	T°C	pH	mgCO ₂ /l	cm	T°C	pH	mgCO ₂ /l	T°C	pH	mgCO ₂ /l	T°C	pH	mgCO ₂ /l	cm	T°C	pH	mgCO ₂ /l	cm	T°C	pH	mgCO ₂ /l	
02.IV 1986.	48	8	6,3	82,2	x	x	x	x	11	6,6	25,7	+	+	+	x	x	x	x	sandice na plohi L IV postavljene 14. V 1986. Pegel auf der Versuchsfäche L IV aufgestellt am 14. V 1986				
10.IV 1986.	42	9	6,3	86,0	40	10	6,2	77,0	11	6,5	53,5	+	+	+	31	10	6,2	141,0					
25.IV 1986.	47	11	6,2	78,6	42	12	6,1	78,9	15	6,4	30,2	15	7,0	14,0	44	12	6,2	76,2					
09.V 1986.	40	15	6,2	112,2	35	14	6,3	100,2	17	6,3	47,8	17	7,65	13,0	29	13	6,4	146,9	%	%	%	%	
20.V 1986.	10	14	6,4	82,5	24	14	6,3	129,4	%	%	%	19	7,5	9,0	9	13	6,6	96,7	%	%	%	%	
09.VI 1986.	47	14	6,4	38,9	42	13	6,4	33,3	12	6,5	26,5	14	7,5	11,0	x	x	x	x	9	12	5,9	36,2	
20.VI 1986.	49	+	5,9	59,0	49	+	6,2	23,7	+	6,4	44,0	+	6,8	20,0	x	x	x	x	33	+	5,6	45,0	
02.VII 1986.	45	18	5,9	93,9	41	18	6,1	70,0	20	6,4	39,5	19	7,6	10,0	38	16	6,4	79,9	1	18	5,9	36,0	
25.VII 1986.	45	16	6,1	42,0	47	16	6,3	41,5	15	6,25	26,0	18	7,6	12,0	40	16	6,3	36,1	%	%	%	%	
07.VIII 1986.	%	%	%	%	4	18	6,4	76,2	%	%	%	21	7,6	10,0	6	18	6,8	113,5	%	%	%	%	
19.VIII 1986.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	21	7,8	8,5	%	%	%	%	%	%	%	%	
05.IX 1986.	%	%	%	%	9	15	6,9	45,7	%	%	%	15	7,5	9,0	%	%	%	%	%	%	%	%	
17.IX 1986.	%	%	%	%	5	17	6,9	42,0	%	%	%	18	7,7	13,0	%	%	%	%	%	%	%	%	
03.X 1986.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	12	7,7	9,0	%	%	%	%	%	%	%	%	
21.X 1986.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	10	7,0	13,0	%	%	%	%	%	%	%	%	

x - prirodna poplava
 x - natürliche Überschwemmung

% - u sondi nema vode
 % - kein Wasser im Pegel

+ - uzorak nije uzet
 + - es wurden keine Proben genommen

Tab. 2.

SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA I DRUGIH VRSTA DRVEĆA U NIZINSKIM ŠUMAMA —
UZROCI, POSLJEDICE I MJERE SANIRANJA

Red. broj	Opseg i način sušenja stabala, biotop	Uzroci slabljenja i sušenja stabala	Mjere za poboljšanje stanja
1	Velika sušenja hrasta lužnjaka, i ostalih vrsta šumskog drveća (ekološke katastrofe) u mikrouzvisinama* i mikrouzubinama** mikroteljefta nizina. Suše se stabla svih starosti. Manje se suše crna joha, poljski jasen i bijela vrba.	Stajanje poplavne i oborinske vode na površini tla tijekom vegetacijskog razdoblja uz pojavu visokih temperatura (viši stupci poplavnih voda, šumske ceste bez propusta koje djeluju kao nasipi). Nagomilavanje CO ₂ u tlu. Ugibanje sitnog korijenja. Napad insekata i gljiva na fiziološki oslabljena stabla.	Površinska odvodnja i ugradnja propusta u cestama. Prilikom izvođenja kanala potrebno je paziti kako ne bi došlo do promjene režima podzemnih voda. Poslije odvodnje obnoviti sastojinu vrstama drveća koje pripadaju biotopu. Ne stvarati monokulture.
2	Sušenje svih vrsta drveća različite starosti u svim biotopima nizinskih šuma. Ako stanište nije potpuno zamočvareno mogu uspjevati crna joha i bijela vrba.	Zamočvarenje tla radi trajnog povišenja razina podzemnih voda (akumulacije hidrocentrala i dr.) Ugibanje sitnog korijenja radi nagomilavanja ugljičnog dioksida. Nekroze korijenja.	Potrebno je sniziti razinu podzemnih voda izvođenjem drenažnih kanala (vodotehnički zahvat).
3	Sušenje stabala poljskog jasena u šumi poljskog jasena s kasnim drijemovcem***. Crna joha i bijela vrba mogu preživjeti ako biotop nije potpuno zamočvaren. Sušenje u svim razvojnim stadijima sastojine.	Stajanje površinske vode tijekom čitavog vegetacijskog razdoblja na površini tla (pronjene u vodnom režimu u odnosu na prijašnje stanje). Ugibanje sitnog korijenja. Nekroza korijenja radi nagomilavanja ugljičnog dioksida.	Potrebno je obaviti površinsku odvodnju uz pažnju da ne dođe do poremetnje u režimu podzemnih voda.
4	U prvih 3—5 godina pojedinačna sušenja hrasta lužnjaka i ostalih vrsta drveća, a poslije toga sušenje grupa drveća i dijelova sastojina u srednjedobnim i starim šumskim sastojinama, svih biotopa nizinskih šuma. Mlada stabla (hrast lužnjak do kojih 30 godina starosti) se oporavljaju jer korijenje prati pad razine podzemne vode. Pad prirasta. Biotop postaje suši.	Trajno sniženje razina podzemnih voda tijekom vegetacijskog razdoblja za više od 50 cm u odnosu na prijašnje prosječne vrijednosti.	Vodotehničkim zahvatom povišiti razinu podzemne vode što je često tehnički neizvedivo ili vrlo skupo. Mlado drveće nizinskih šuma dosegnuti će svojim korijenjem do podzemne vode. Obnova sastojine hrastom lužnjakom, poljskim jasenom, običnim grabom te ostalim vrstama koje dolaze od prirode u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba (lipa, klen, šumske voćke i dr.).

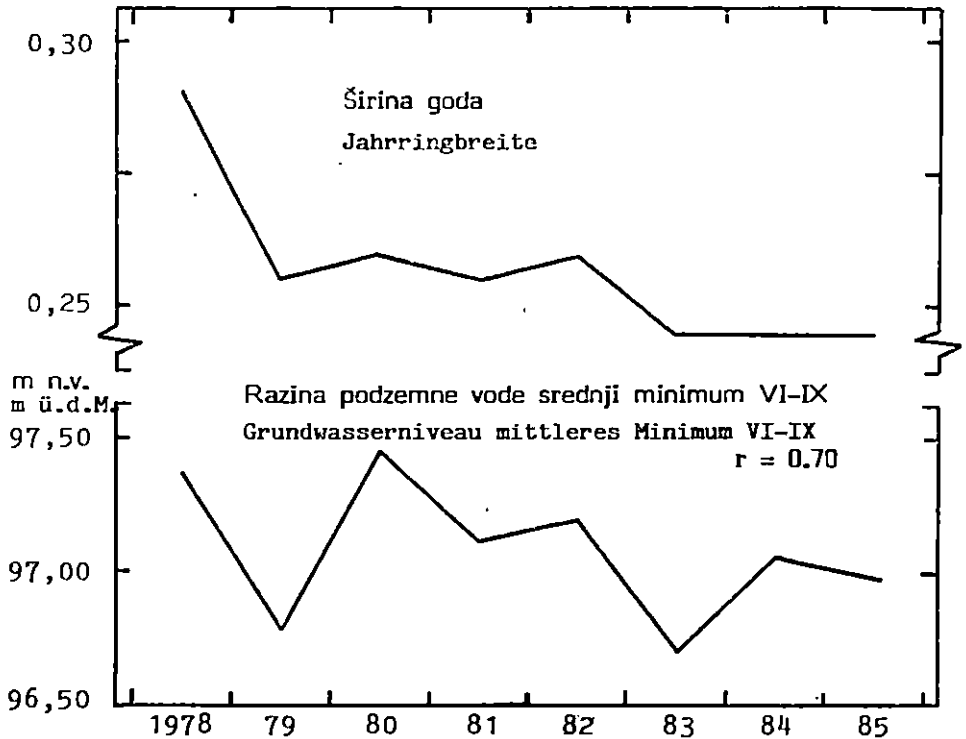
5	Ugibanje ponika i pomlatka hrasta lužnjaka. Pojava higrofitnog bilja u sloju prizemnog rasća. Šumski ekosistemi u mikrouzvisinama i ocjeditim mikroudubinama. Stara sastojina.	Prilikom naprodnog i dovršnog sijeka površina slabo pomlađena. Površinsko zamočvarenje radi smanjene transpiracije i intercepcije.	Površinska odvodnja i unošenje hrasta lužnjaka (žir ili sadnice) i ostalih vrsta drveća koje pripadaju staništu.
6	Znakovi umiranja šuma, sušenje stabala. Pojava štetnika i bolesti. Sušenje sastojina velikih razmjera. Ekološke katastrofe. Svi šumski ekosistemi nizinskih šuma. Svi razvojni stadiji sastojina, ali se više suše stare sastojine.	Imisije štetnih polutanata (kisele kiše, onečišćen zrak) zagađena poplavna voda, klimatski ekscesi. Opterećenje drveća i ostalih biljaka te rizosfere otrovnim supstancijama. Poremetnja u fiziološkim procesima.	Zaustavljanje emisija tvorničkih plinova i aerosola. Pročišćavanje voda. Pošumljavanje uz prethodnu odvodnju (zamočvarenje radi nestanka transpiracije i intercepcije) te analiza tla.
7	Katastrofalna sušenja hrasta lužnjaka i ostalih vrsta drveća. Potpuno propadanje šumskih sastojina u svim šumskim ekosistemima nizinskih šuma. Svi razvojni stadiji sastojina.	Sinergizam — uzajamno djelovanje zamočvarenja, pada razina podzemne vode, klimatskih ekscesa, golobrista insekata, napada gljiva i štetne polucije (zrak i poplavna voda), monokulture. Najopasnije istovremeno zamočvarenje i pad razina podzemne vode.	Površinska odvodnja, pošumljavanje svim vrstama drveća koje pripadaju biotopu. Stvaranje stabilnih šumskih sastojina (prirodna šuma), što odgovara svim sanacijama nizinskih šuma u smislu krajnjeg cilja koji se postiže neposredno ili posredno (korištenje pionirskih vrsta — crna joha, bijela vrba, poljski jasen).

* = Šumski ekosistemi mikrouzvisina (greda) predstavljeni šumom hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli* — *Quercetum roboris typicum* Rauš 68).

** = Šumski ekosistemi vlažnih mikroudubina (niza) u koje dolazi poplavna voda, a poslije poplava brzo odlazi ili nema poplava radi regulacije rijeka, a stanište je vlaženo podzemnom i oborinskom vodom. Predstavnik slavonska šuma hrasta lužnjaka (*Genisto* — *Quercetum roboris* subass. *caricetosum remotae* Ht 38).

*** = Šumski ekosistemi mokrih mikroudubina (bara) u kojima poplavna, oborinska ili visoka podzemna voda obavlja značajan utjecaj u prvom dijelu vegetacijskog razdoblja (IV—VII), a kolovoz i rujan su bez vode na površini tla. Predstavnik — šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoio* — *Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 58).

Graf. 3 OVISNOST RADIJALNOG PRIRASTA HRASTA LUŽNJAKA O
 Graph 3 MINIMALNOJ RAZINI PODZEMNE VODE VI-IX MJESEC U
 ŠUMI KALJE
 DIE ABHÄNGIGKEIT DES RADIALEN STIELEICHENZUWACHSES VON DEM
 i_r (cm) MINIMALEN GRUNDWASSERNIVEAU VI-IX MONAT IM WALD KALJE



praksi može pomoći pri rješavanju problema sušenja hrasta i ostalih vrsta nizinskih šuma. Ovu tablicu dajemo umjesto zaključka. U primjeni ove tablice potrebno je uvijek imati na umu da sušenje šumskog drveća ne dolazi iznenada. Fizička manifestacija sušenja izražena u propadanju krošnje, nekrozom grana, gubitkom vrha i dr. samo je kraj jednog procesa koji je trajao pet do deset, a nekada i više godina. Proces obično počinje sa stresom koji se često ponavlja i dovodi do fiziološkog slabljenja stabla, do pada prirasta i konačno do ugibanja.

Pouzdana biološki indikatori su fenološka motrenja lisnih i generativnih faza i utvrđivanje radijalnog prirasta. Promjene u fenofazama i pad prirasta siguran su znak nepovoljnih utjecaja. U procjeni vitalnosti stabala potrebno je promatrati bujna i normalna stabla, a zaostala i kržljava stabla koja su pred eliminacijom zbog konkurencije nisu pouzdana.

Nizinske šume Posavlja, Pokuplja i Podravine uspijevaju u posebnim stojbinskim uvjetima koji se značajno razlikuju od prilika koje vladaju na susjednim

brežuljcima i gorama. Šumski ekosistemi riječnih dolina sastavljeni su od higrofiti, među kojima su najvažniji hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha, a vrlo su značajne i sve druge vrste drveća koje prirodno dolaze u tim šumama i koje daju raznolikost nizinskoj šumi i povećavaju njenu stabilnost. To su vez, nizinski brijest (svako stablo potrebno je posebno čuvati), domaće topole, malolisna lipa, klen, žestilj, divlja kruška, bijela vrba, bukva.

Razvoj biljnih zajednica ovisi o stupnju vlažnosti stajbine. Promijene li se vodni odnosi, mijenja se i stanište, a često se događa da šumsko drveće koje je u svojoj sastojini dobro uspijevalo iznenada izgubi uvjete za život.

Opstanak šumskog drveća u nizinskom šumskom ekosistemu ovisi o ekološkoj konstituciji pojedine vrste, a posebno o dijelu njene fiziološke konstitucije koji se odnosi na vodu. Vrste sa širokom ekološkom valencijom u odnosu na vodu, imaju više šansi da prežive kod većih promjena vodnih odnosa.

Vrste drveća osjetljivije na zamočvaren biotop (višak CO₂) jesu hrast lužnjak, obični grab, obična bukva, nizinski brijest, klen, malolisna lipa, crna, bijela i siva topola, dok su barskim uvjetima prilagodljiviji crna joha, bijela vrba, poljski jasen, vez i barski hrast lužnjak.

Tijekom vegetacijskog razdoblja većina vrsta drveća nizinskih šuma transpirira značajno više od količina koje dolaze u stanište oborinama pa je za njihov opstanak potrebna podzemna voda čiju razinu doseže većina vrsta drveća korijenovom mrežom. Podzemna voda je dodatna voda čiji se bazeni napajaju oborinom, poplavom i podzemnim tokovima iz vodotoka kroz vodonosne slojeve.

Sniženje razine podzemne vode ili pojava stajaće vode u površini biotopa mogu svaki za sebe izazvati stresove, fiziološko slabljenje organizma, pad prirasta pa i sušenje. Ako se oba nepovoljna ekološka faktora pojave istovremeno, to će sigurno dovesti do sušenja šumske sastojine.

LITERATURA — LITERATUR

- Butin, H., 1987: Trieb- und Rindenkrankheiten der Eichen in der Bundesrepublik Deutschland. Oester. Forstz. 3:56—59.
- Dekanić, I., 1975: Utjecaj visine i oscilacije nivoa podzemnih voda na sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), Šum. list 7—10:267—280.
- Donaubauer, E., 1987: Auftreten von Krankheiten und Schaedlingen der Eiche und ihr Bezug zum Eichensterben. Oester. Forstz. 3:46—48.
- Glavaš, M., 1984: Prilog poznavanju gljive *Ophiostoma Quercus* (Geogev.) Nannf. u našim hrastovim šumama. Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje broj 1:63—94.
- Gmandy, Z., 1987: Die Welkeepidemie von *Quercus petraea* (Matt.) Lieb. in Ungarn (1978 bis 1986). Oester. Forstz. 3:48—50.
- Jureša, B., 1988: Sušenje šuma na području jugoistočne Slavonije. Šum. list 1—2:51—64.
- Kirigin, B., 1975: Kolebanja klimatskih elemenata i sušenja jele na području SR Hrvatske. Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko, broj 23:16—27.
- Krapfenbauer, A., 1987: Merkmale der Eichenerkrankung — und Hypothesen zur Ursache. Oester. Forstz. 3:42—45.
- Leontovyc, R. & M. Čapek, 1987: Eichenwelken in der Slowakei. Oester. Forstz. 3:51—52.
- Manojlović, P., 1926: Sadašnje stanje hrastovih šuma u Slavoniji. Pola stoljeća šumarstva 1876—1926:372—385.
- Marcu, Gh., 1987: Ursachen des Eichensterbens in Rumaenien und Gegenmassnahmen. Oester. Forstz. 3:53—54.

- Mayer, H., 1987: Waldbauliche Aspekte der unterschiedlichen Eichenerkrankungen. Oester. Forstz. 3:67—68.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš & A. Vranković, 1979: Rezervati šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar. Nova Gradiška. Šum. gosp. »J. Kozarac« N. Gradiška, 131 pp.
- Nienhaus, F., 1987: Viren und primitive Prokaryoten in Eichen. Oester. Forstz. 3:64—65.
- Prpić, B., 1974: Ekološki aspekt sušenja hrastovih sastojina u nizinskim šumama Hrvatske. Šum. list 7—9:285—290.
- Prpić, B., 1976: Reagiranje biljaka hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz dva različita staništa na različite uvjete vlažnosti. Šum. list 3—4:117—123.
- Prpić, B., 1984: Antropogeni utjecaj na šumske ekosisteme srednjeg Posavlja u svjetlu sinteze sinhronih ekoloških mjerenja. III kongres ekologa Jugoslavije Sarajevo, Bilten ekologa B i H knj. I:441—445.
- Prpić, B., 1987: Ekološka i šumskouzgojna problematika šuma hrasta lužnjaka u Jugoslaviji. Šum. list 1—2:41—52.
- Prpić, B. & Đ. Rauš, 1987: Stieleichensterben in Kroatien im Licht oekologischer und vegetationskundlicher Untersuchungen. Oester. Forstz. 3:55—57.
- Prpić, B. & Z. Seletković, 1984: Kolebanje intercepcije u poplavnoj šumi hrasta lužnjaka (*Genisto-Quercetum roboris* Horv. 38) u stacionaru Opeke kod Lipovljana. III kongres ekologa Jugoslavije, Bilten ekologa B i H, knj. II:219—222.
- Prpić, B., A. Vranković, Đ. Rauš, S. Matić, A. Pranjić & S. Meštrović, 1986: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u Gospodarskoj jedinici »Kalje«, Šumskog gospodarstva Sisak. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, studija. 102 pp.
- Prpić, B., Đ. Rauš, A. Pranjić, S. Matić, A. Vranković, Z. Seletković, N. Lukić, G. Znidarić, B. Papeš & J. Skenderović, 1987: Studija hidrološke sanacije šume Repaš. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. 54 pp.
- Rauš, Đ., 1986: Slavonska hrastova šuma. Šume i prerada drveta Jugoslavije, Beograd, 59—63.
- Schütt, P. & M. Fleischer, 1987: Eichenvergilbung — eine neue, noch ungeklärte Krankheit der Stieleiche in Süddeutschland. Oester. Forstz. 3:60—62.
- Seletković, Z. 1984: Svjetlosni uvjeti uspijevanja ranijih razvojnih stadija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u nizinskim šumskim ekosistemima. III Kongres ekologa Jugoslavije, Sarajevo, Bilten ekologa B i H, knj. II: 317—319.
- Spaić, L., 1974: O sušenju hrastika, Šum. list 7—9, str. 273—284.
- Szontagh, P., 1987: Die Rolle der Insektengradation im Verlauf der Krankheiten von Traubeneichenbeständen. Oester. Forstz. 3:65—66.
- Vajda, Z., 1983: Integralna zaštita šuma. Školska knjiga Zagreb, 249 pp.
- Varga, F. 1987: Erkrankung und Absterben der Bäume in den Stieleichenbeständen Ungarns. Oester. Forstz. 3:57—58.

Adresa autora:

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

BRANIMIR PRPIĆ

DAS STERBEN DER STIELEICHE
(*QUERCUS ROBUR* L.) IN KROATIEN IM LICHTE
DER OEKOLOGISCHEN ARTENKONSTITUTION

Zusammenfassung

Die Stieleichenauenwälder in Kroatien stellen einen grossen ökologischen und wirtschaftlichen Wert dar. Das Sterben der Stieleiche, die hier die dominierende Art darstellt, nimmt in letzter Zeit mit verstärkter Intensität zu. Das bedeutende Waldsterben begann 1982 und dauert noch heute. Dieses Waldsterben, welches in den Auenwäldern der Savaebene vorkommt, überschreitet den Rahmen der Forstwissenschaft und ruft die öffentliche Aufmerksamkeit, sowie ein logisches Verbinden mit dem Waldsterben in Mitteleuropa hervor. Das Stieleichensterben konnte man immer mit Gradierung der Schwammspinner und anderer schädlicher Insekten in Verbindung bringen, was kahle Bäume hinterlies, doch heute kommt es auch ohne sie zum Waldsterben. So kommt es z. B. im Wald Kalje in der Nähe von Zagreb zum Stieleichensterben in Beständen, die nicht von Insekten befallen wurden.

Es steht fest, dass die Stieleiche in bestimmten Feuchtigkeitsbedingungen der Risosphäre gedeiht und dass andauernde Veränderungen des Wasserregims im Boden eine physiologische Schwäche und ein Sterben der Bäume hervorrufen. Veränderte Bedingungen können wegen Veränderungen des Klimas entstehen (hintereinanderfolgende Dürrejahre mit heissem Sommer), sowie wassertechnischer Eingriffe, verfehlter fachlicher Eingriffe (Monokulturen) und Veränderungen des Waldklimas (Waldhieb auf grossen Flächen, Ulmensterben). Zu den Verursachern gehört heute auch die Veränderung des »chemischen Klimas«, bzw. die Verunreinigung der Luft, des Wassers und des Bodens, entstanden durch Industrie und anderen Tätigkeiten der technischen Zivilisation, das ist in erster Linie auf den chemischen Einfluss in der Oekosphäre zurückzuführen.

In den Auenwäldern besteht dieser Einfluss aus der trockenen und feuchten Deposition von Säuren und anderen schädlichen Substanzen der Atmosphäre, sowie aus Schadstoffen in Ueberschwemmungswasser.

Schon im vergangenen Jahrhundert trat in den Auenwäldern Kroatiens das Stieleichensterben auf. Es begann im 20. Jahrhundert und nahm in den letzten 30 Jahren stark zu.

Der Autor führt als Hauptursachen des Stieleichensterbens in den vergangenen 150 Jahren Folgendes auf:

1. Es wurden ehemalige Auenurwälder, deren Oekosysteme sehr stabil waren, gefällt.

**STERBEN DER STIELEICHE UND ANDERER BAUMARTEN IN AUENWÄLDERN —
URSACHEN, FOLGEN UND SANIERUNGSMASSNAHMEN**

№	Ausmass und Art des Baumsterbens, Biotop	Ursachen des Waldsterbens	Massnahmen zur Verbesserung
1	Weiträumiges Sterben der Stieleiche und anderer Baumarten (Ökologische Katastrophe) in Mikroerhebungen* und Mikrosenkten** des Auenmikroreliefs. Es sterben Bäume jeden Alters. Weniger davon betroffen sind Schwarzerle, Feldesche und Weissweide.	Aufhalten des Überschwemmungs- und Niederschlagswassers auf der Bodenoberfläche zur Zeit der Vegetationsperiode neben hohen Temperaturerscheinungen (höhere Hochwasserstäbe, Waldstrassen ohne Durchlass, die wie Dämme wirken). Ansammeln von CO ₂ im Boden. Sterben kleiner Wurzeln. Befall physiologisch geschwächter Bäume durch Insekten und Pilze.	Abführen des Oberflächenwassers und Einbau von Abflussanlagen an Strassen. Beim Ausbau von Gräben muss darauf geachtet werden, dass es nicht zu Veränderungen des Wasserregims kommt. Danach Erneuerung des Bestandes mit Baumarten, die dem Biotop angehören. Es dürfen keine Monokulturen entstehen.
2	Verbleiben alter Baurnarten verschiedenen Alters in allen Biotopen der Auenwälder. Wenn der Standort nicht ganz versumpft ist können Schwarzerle und Weissweide gedeihen.	Bodenversumpfung wegen anhaltender Erhöhung des Grundwasserspiegels (Akkumulation der Hydrozentralen u.a.). Sterben kleiner Wurzeln wegen Ansammlung von Kohlendioxyd. Wurzelnekrose.	Das Grundwasser muss mit Hilfe von Drenagekanälen gesenkt werden (Wasser-technische Massnahme).
3	Sterben der Feldesche im Knötenblumen-Feldeschenwald***. Die Schwarzerle und die Weissweide können überleben, wenn der Biotop nicht ganz versumpft ist. Baumsterben in allen Entwicklungsstadien des Bestandes.	Aufhalten des Oberflächenwassers zur Zeit der Vegetationsperiode (Veränderungen im Wasserregim im Vergleich zum früheren Zustand). Sterben kleiner Wurzeln. Wurzelnekrose wegen Ansammlung von Kohlendioxyd.	Das Oberflächenwasser muss so abgeführt werden, dass es nicht zu Störungen im Grundwasserregim kommt.
4	In den ersten 3—5 Jahren vereinzelt Sterben der Stieleiche und anderer Arten, danach gruppenweises Bestandssterben mittelalter und alter Waldbestände aller Biotopen der Auenwälder. Junge Bäume (Stieleiche unter 30 Jahren) erholen sich, weil ihre Wurzeln dem Senken des Grundwasserspiegels folgen. Verringerter Zuwachs. Biotop wird trockener.	Anhaltendes Sinken des Grundwasserspiegels zur Zeit der Vegetationsperiode um 50 cm mehr als im Durchschnitt.	Mit wassertechnischen Eingriffen muss der Grundwasserspiegel erhöht werden, was technisch gesehen fast unausführlich oder sehr teuer ist. Junge Bäume der Auenwälder werden mit ihren Wurzeln das Grundwasser erreichen. Bestandeserneuerung mit Stieleiche, Feldesche, Hainbuche, sowie mit anderen Baumarten, die von Natur aus im Stieleiche-Hainbuchenwald vorkommen (Linde, Feldahorn, Waldbstbäume u.a.).

5	Sterben der Keimlinge und des Jungwuchses der Stieleiche. Auftreten von hygrophiten Pflanzen in der Strauchschicht. Waldökosysteme in Mikroerhebungen und durchgesikkerten Mikrosenken. Alter Bestand.	Beim Verjüngshieb und der Hauptnutzung wenig verjüngte Oberfläche. Oberflächliche Versumpfung wegen verringerter Transpiration und Interzeption.	Abfluss des Oberflächenwassers und Einführen der Stieleiche (Eichel oder Pflanzling) und anderer Baumarten, die dem Standort angehören.
6	Zeichen von Waldsterben, Baumsterben. Auftreten von Schädlingen und Krankheiten. Bestandssterben in grossem Ausmasse. Ökologische Katastrophen. Alle Waldökosysteme von Auenwäldern. Alle Entwicklungsstadien der Bestände, am meisten sterben alte Bestände.	Immissionen schädlicher Pollutanten (saure Regen, Luftverunreinigung), verschmutztes Überschwemmungswasser, Klimaexzesse. Belastung von Bäumen und anderen Pflanzen, sowie der Risosphäre durch giftige Substanzen. Störung physiologischer Prozesse.	Aufhalten der Emissionen von Fabrikgas und Aerosol. Reinigung der Gewässer. Bewaldung nach Abführen des Wassers (Versumpfung wegen Mangel von Transpiration und Interzeption), sowie Bodenanalyse.
7	Katastrophales Sterben von Stieleiche und anderen Baumarten. Völliges Sterben von Waldbeständen in allen Waldökosystemen der Auenwälder. Alle Entwicklungsstadien der Bestände.	Synergismus — gleichzeitiges Wirken von Versumpfung, Grundwassersenkung, Klimaexzessen, Insektenbefall, Pilzbefall und Schädlicher Pollution (Luft und Überschwemmungswasser), Monokulturen. Am gefährlichsten ist gleichzeitige Versumpfung und Grundwassersenkung.	Abführen des Oberflächenwassers, Bebauung mit allen Baumarten, die dem Biotop angehören. Schaffung von stabilen Waldbeständen (Naturwald), was der Sanierung der Auenwälder im Endeffekt entspricht: und direkt oder indirekt erreicht wird (Benutzung von Pioniersarten — Schwarzerle, Weissweide, Feldesche).

* = Waldökosysteme auf Mikroerhebungen (greda) vertreten durch den Stieleiche-Hainbuchenwald (*Carpino betuli* — *Quercetum roboris typicum* Rauš 68).

** = Waldökosysteme feuchter Mikrosenken (niza), in welche Überschwemmungswasser gelangt, das aber schnell abfließt, oder es gibt keine Überschwemmung wegen der Flussregulierung, und der Standort wird durch Grund- und Niederschlagswasser befeuchtet. Vertreter ist der slawonische Stieleichenwald (*Genisto* — *Quercetum roboris subass. caricetosum remotae* Ht 38).

*** = Waldökosysteme feuchter Mikrosenken (bara) in denen Überschwemmungs-, Niederschlags- oder hohes Grundwasser wichtigen Einfluss im ersten Teil der Vegetationsperiode (IV—VII) nimmt, im August und September ist kein Wasser an der Oberfläche. Vertreter ist der Knotenblumen-Feldschenwald (*Leucoio* — *Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 58).

2. Wegen Waldhieben in grossem Ausmasse kam es zur Veränderung des Waldklimas. Die Feuchtigkeit aller Biotopen wird erhöht. Durch die Fällung von alten Bäumen kam es zur bedeutenden Verringerung der Transpiration.
3. Wegen des hohen Wertes der Stieleiche in der Marktwirtschaft werden bei der Erneuerung der Urwälder Monokulturen der Stieleiche gegründet. Andere Baumarten werden entfernt (Feldesche, Feldulme, Schwarzerle u. a.). In allen weiteren Bebauungseingriffen wird der Stieleiche Vorrang gegeben und damit der Auenwald instabil gemacht.
4. Wegen des gefährdeten biologischen Gleichgewichts kommt es häufiger zur Gradierung der schädlichen Waldentomofauna und zur Defoliation, was gemeinsam mit den Ueberschwemmungen von Zeit zu Zeit das Sterben der Bäume und Bestände der Stieleiche hervorruft.
5. Häufig treten trockene Vegetationsperioden auf, die bis zu zehn Jahren dauern können (1941—50), und in letzter Zeit häufig vorkommen.
6. In den Gebieten der Auenwälder werden sehr bedeutende Eingriffe unternommen. Es werden wassertechnische Massnahmen durchgeführt (Schutz von Siedlungen und Landwirtschaftsflächen vor Ueberschwemmung, Dämme, Kanäle), Strassen gebaut, Eisenbahnschienen gelegt, neue urbane und industrielle Zentren gebaut und vergrössert.
7. Das Wasser, welches die Wälder überschwemmt, wird von Industrieabfall belastet, was sich negativ auf die Waldökosysteme auswirkt.
8. Die Wälder werden immer mehr durch Industriepollution belastet, sowie durch Waschmittel, biocyde u. a., was gemeinsam mit den übrigen schädlichen Faktoren (Dürre, Monokulturen, Veränderung des Wasserregims u. a.) physiologische Schwächung und Sterben der Waldbäume hervorruft.

Der Autor gibt eine Uebersicht der Stieleichensterbeintensität in Kroatien in den vergangenen 150 Jahren, ausserdem zeigt er bisherige Untersuchungsergebnisse über die Ursachen und die Nachfolgen des Waldsterbens in Jugoslawien und Europa.

In der folgenden Tabelle gibt er eine Uebersicht über die Art und das Ausmass des Auenwaldsterbens nach Biotopen und Waldgesellschaften mit Angaben über Ursachen des Sterbens und mit Vorschlägen zur Verbesserung.

ANDRIJA VRANKOVIĆ & FERDO BAŠIĆ

NEKI REZULTATI
PEDOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA
U POREMEĆENIM EKOSISTEMIMA
HRASTA LUŽNJAKA U HRVATSKOJ

SOME RESULTS OF PEDOLOGICAL RESEARCH
IN DISTURBED ECOSYSTEMS OF PEDUNCULATE
OAK STANDS IN CROATIA

Primljeno: 30. IV. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Na tipičnim staništima hrasta lužnjaka, hidromorfnim tlima šireg područja srednjeg i donjeg Posavlja, od početka stoljeća do danas uočene su višekratne pojave sušenja i povlačenja ove, s ekonomskog i ekološkog stajališta značajne šumske vrste. Istraživanju mogućeg uzroka toj pojavi pristupilo se od početka organizirano, multidisciplinarno i u skladu sa suvremenim spoznajama znanstvenih disciplina uključenih u istraživanje. U ovom radu iznose se rezultati višegodišnjih istraživanja tala u ugroženim ekosistemima lužnjaka. Istraživanjem su obuhvaćene osnovne fizikalne i kemijske osobine tla određene standardnim metodama, zatim porijeklo, intenzitet i trajanje suvišnog vlaženja te prostorna distribucija pedosistematskih jedinica. Kako su prethodna istraživanja ukazala na vezu između stupnja hidromorfizma i intenziteta sušenja hrasta lužnjaka, izvršena su mjerenja redoks potencijala tla originalnom maršrutnom metodom s ciljem ocjene stupnja anacrobioze i ekoloških prilika u tlu.

Ključne riječi: sušenje hrasta lužnjaka, stupanj hidromorfizma, redoks potencijal tla, redoks režim u tlu.

1. UVOD — INTRODUCTION

Hidromorfna tla srednjeg i donjeg Posavlja i uz pritoke rijeke Save u ovom dijelu Hrvatske tipična su staništa hrasta lužnjaka u nas. Na ovom su području, od početka stoljeća do danas, uočene i zabilježene višekratne pojave sušenja ove značajne šumske vrste.

Poticaaj sveobuhvatnim timskim istraživanjima uzroka ovoj pojavi daje ponovo sušenje s početka sedamdesetih godina, kada se ono javlja s dosada najvećim intenzitetom, ali i proširuje na ekosisteme koji su se, barem dosada, pokazali stabilnim. Pojava je i zbog svojih razmjera naišla na razumljivu zabrinutost javnosti, posebice u šumarskoj struci, a već prvi rezultati upućuju na svu složenost ove problematike. Nedvojbeno je utvrđeno da su šumski ekosistemi sred-

njeg i gornjeg priobalja Save nestabilni, a zbog toga i veoma osjetljivi na sve pedološko-hidrološke promjene prouzročene različitim, najčešće hidroregulacijskim intervencijama, a na nekim područjima i pravom invazijom različitih korisnika uz stalnu najavu novih pretendenta na ovaj prostor. Promjene koje se na ovom području događaju, ili se pak predviđaju, daju za pravo pretpostaviti da se ugroženost tih ekosistema u pravilu ne smanjuje, a na nekim lokalitetima već dostiže krajnje granice tolerancije s očitim posljedicama. Za ovu priliku, bez pretenzije na sveobuhvatnost i redosljed po značenju i »učinku«, nabrajamo samo neke značajnije promjene koje utječu na stabilnost šumskih ekosistema na hidromorfnim tlima:

— Hidroregulacijski zahvati odvodnje i zaštite od poplava na dijelu Posavlja radikalno su izmijenili vodni režim u prirodnim šumskim asocijacijama. Isti učinak ima i podizanje vodnih akumulacija za ribnjačke površine.

— Koristeći za hlađenje postrojenja vodu rijeke Save, NE Krško izaziva pad sadržaja kisika i tako smanjuje mogućnost brze aerobne razgradnje organskih spojeva prispjelih u vodu s urbanog prostora.

— Vodu stalno kontaminira kemijska i farmaceutska industrija (»Chromos«, »Pliva«, OKI, »Radonja«, TUG-Kutina), Željezara u Sisku, rafinerije nafte (Sisak i Bosanski Brod), odlagališta gradskog smeća, stočarskih farmi i mesnih industrija (»Sljeme«, »Vrbovec«).

— Otpadne vode iz domaćinstava gotovo jedne trećine stanovništva SRH završavaju u Savi.

— Eksploatacija nafte (područje Ivanić-Grada — Žutice) također ostavlja posljedice.

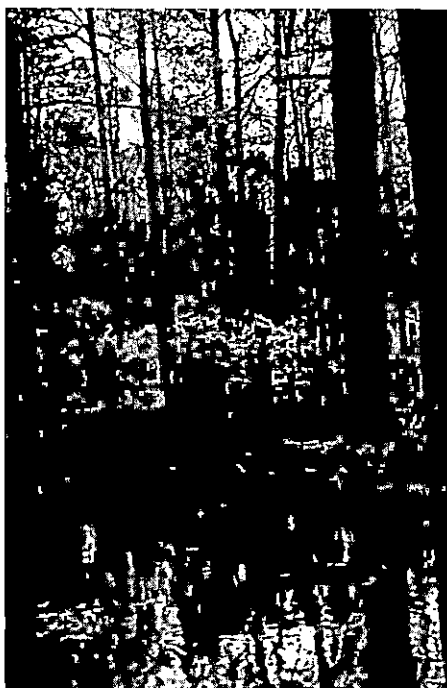
Neki hidroregulacijski zahvati s područja gornje i srednje Posavine imaju za pretpostavku retencijsku funkciju šumskih površina za suvišne vode Save i pritoka. Može se predvidjeti da će se te promjene negativno odraziti na stabilnost i proizvodnost šumskih ekosistema, posebno na hrast lužnjak kao vodeću vrstu drveća, pogotovo što su poplavne vode već zagađene uz vladajući trend povećanja kontaminacije.

No, razlozi za brigu mogu se naći u činjenici da sve intervencije u ovaj prostor nisu praćene odgovarajućim ekspertizama koje moraju sadržavati argumentiranu prognozu pravca i intenziteta predvidivih promjena u ekosistemu. Neke promjene naprosto su nespojive s dostignutim stupnjem razvoja znanosti i općega društvenog razvitka u nas.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA — A SURVEY OF THE PAST RESEARCH

Prve objavljene informacije o sušenju hrasta lužnjaka i mogućim uzrocima toj pojavi potječu iz pera tadašnjih profesora pedologije Stebuta (1925) i Seiwerttha (1926) i entomologije — Langhoffer (1926).

Stebut (1925) iznosi tezu o promjenama tla kao osnovnom uzroku sušenja. Drugačije mišljenje imaju entomolozi Langhoffer (1926) i Seiwertth (1926). Seiwertth već u naslovom svoga rada (Suše li se slavonski hrastovi zbog promjene tla?) ovu tezu dovodi u pitanje. Doduše, on ne isključuje



Sl. — Abb. 5. Proljetna poplava u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka. Fakultetska šuma Opeke kraj Lipovljana. — Frühjahrstüberschwemmung im slawonischen Stieleichenwald. Fakultätswald Opeke bei Lipovljani.



Sl. — Abb. 6. Stabilna šuma hrasta lužnjaka i običnog graba. Fakultetska šuma Opeke kraj Lipovljana. — Stabiler Stieleichen-Hainbuchenwald. Fakultätswald Opeke bei Lipovljani.



Sl. — Abb. 7. Jaki vodotehnički zahvati u arealu nizinskih šuma. Dubok kanal koji uvjetuje promjene razina podzemnih voda. Prilikom izgradnje kanala iskrčren je širok pojas šume. Srednja Posavina. — Starke wassertechnische Eingriffe im Areal der Auenwälder. Tiefer Graben, welcher Veränderungen des Grundwasserniveaus hervorruft. Für den Graben wurde ein breiter Waldstreifen geräumt. Mittlere Savaebene.



Sl. — Abb. 8. Katastrofalno sušenje hrasta lužnjaka u Odranskom polju — Katastrophales Stieleichensterben in Odransko polje.



Sl. — Abb. 9. Ostaci nekadašnje dobro obrasle sastojine slavonske šume hrasta lužnjaka (snimljeno 1988, sastojina se započela sušiti 1984). Odransko polje, šuma Kalje. — Reste eines früher gut bewachsenen Bestandes des slawonischen Stieleichenwaldes (aufgenommen 1988, Beginn des Bestandssterbens 1984). Odransko polje, Wald Kalje.

moгуćnost »da će ponegdje nepovoljan sastav tla, napose donjih horizonata, kao npr. šljunak, neplodni pijesak, soda itd. pojačati razorno djelovanje gusjenica i gljiva, koje stalno prate pojave sušenja hrasta«, ali je i decidiran u ocjeni da ni opskrbljenost hranivima, reakcija tla, fizikalne osobine, podzolizacija ni zamočvarenje ne mogu biti primarni uzročnici sušenja hrasta. On navodi podatak da je u novogradiškim šumama »na brežuljku veći postotak sušaca nego li u dolini koja je od česti zamočvarena«.

Stebut (1925) se polemički obraća ovim mišljenjima navodeći da je slavonska hrastova šuma toga doba zapravo samo mali ostatak nekadašnjega golemog i neprekidnoga šumskog masiva koji je uništen privođenjem boljih tala kulturi, pa kaže: »Današnji ostaci se nalaze između manjih i većih močvara ili direktno zauzimaju močvarne intrazonalne pege«, dakle, lošija i manje pogodna tla. Od osobina tla koje presudno utječu na kondiciju hrastove šume on ističe podzolizaciju i »neprobojnost donjih slojeva zemljišta za vodu i vazduh«. Dalje navodi da se mlada hrastova šuma na opodzoljenom tlu razvija normalno, a do sušenja dolazi kada korijenski sistem razvijen u osiromašenom, eluvijalnom horizontu više ne može podmiriti potrebe biljke pa u prodoru u dublje slojeve nailazi na neprobojan i otrovan iluvijalni horizont.

Očito su dakle u samim počecima organiziranog proučavanja mogućih uzročnika sušenja lužnjaka bila prisutna suprotstavljena mišljenja o uzrocima ove pojave. Nakon tih publiciranih rezultata istraživanja slabi intenzitet sušenja, a s njime i interes za dalje proučavanje mogućih uzroka, pa se istraživanja prekidaju.

Krajem šezdesetih godina, dakle poslije više od četiri desetljeća ponovo se lužnjak suši. Ovaj put sušenje je dosta intenzivno i širi se na druga područja. Međutim, polazeći od prvih citiranih informacija, pristupa se organiziranom multidisciplinarnom istraživanju, dakako u skladu sa suvremenim znanjima različitih struka koje »pokrivaju« sve kompleksne faktore šumskih ekosistema ugroženih sušenjem.

U ovom razdoblju pedološka istraživanja ugroženih ekosistema hrasta lužnjaka u Posavlju započinju radovima Škorića & Vrankovića (1970, 1971, 1974). Ti su radovi ponajprije upozorili na vezu intenziteta sušenja lužnjaka i stupnja anaerobiozisa u hidromorfnim tlima. U ovo vrijeme različiti korisnici općenito su povećali interes za hidromorfna tla Posavlja. Intenzivna su po opsegu istraživanja radi osnovne i detaljne odvodnje i obrane od poplava, a inicirala ih je vodoprivreda i drugi korisnici. Detaljna odvodnja ugradnjom cijevne drenaže za podlogu izvedbi toga zahvata traži pedološke karte krupnog mjerila (Šalinović et al., 1977, Vukušić et al., 1979, Vukušić & Bašić, 1979, Bašić & Vukušić, 1980, Marinčić et al., 1981). Radikalne promjene vodnog režima prouzročene hidroregulacijskim zahvatima rektifikacije i produbljenja korita manjih vodotoka, odnosno podizanjem vodnih retencija za potrebe ribnjačarstva, također traže detaljna pedološka istraživanja (Vranković & Bašić, 1980).

Dio pedoloških istraživanja vrši se za potrebe šumarske operative, a iniciran je izgradnjom deponije fosfogipsa Tvornice mineralnih gnojiva u Kutini (Vranković & Bašić, 1982, 1985), odnosno praktičnim šumskouzgojnim problemima hidromorfniha tala Posavlja (Vranković & Bašić, 1984, Prpić et al., 1986). Neka od njih potaknuta su potrebama šumskoekoloških istraživanja

rezervata šumske vegetacije (Matić et al., 1979), odnosno zahtjevima vodoprivrede u vezi s vodoprivrednim radovima u području planiranih vodnih retencija (Vranković et al., 1983, Prpić et al., 1984) te pedološkim istraživanjima površine šume Repaš zbog izmjene vodnog režima tla kao posljedice izgradnje derivacijskog kanala hidrocentrale Đurđevac (Vranković et al., 1986). U ovom periodu publicirani su ili su u pripremi za publikaciju radovi na izradi Opće pedološke karte SRH 1:50.000 (Bogunović, 1971, Kovačević et al., 1972, Škorić et al., 1977). Konačno, vodni režim i osobine hidromorfni tala proučavane su u okviru izrade magistarskih (Bašić, 1974, Mayer, 1976) i doktorskih radova (Dekanić, 1962, Bašić, 1984, Mayer — u izradi).

Dio istraživanja inicira Hrvatsko ekološko društvo osnutkom tzv. trajnih plaha radi komparativnih istraživanja ekosistema u Hrvatskoj.

Očito je, na osnovi prikaza, da posljednju deceniju karakteriziraju brojna istraživanja hidromorfni tala na području poremećenih ekosistema hrasta lužnjaka.

3. METODIKA ISTRAŽIVANJA — RESEARCH METHODS

3.1. Terenska i laboratorijska istraživanja — Field and laboratory research

Istraživanja su obavljena u više navrata i za različite svrhe. Na osnovi terenskih istraživanja i rezultata laboratorijskih istraživanja* tla su klasificirana po kriterijima klasifikacije tala Jugoslavije, što smatramo općepoznatim pa je to nepotrebno ponavljati. Laboratorijska istraživanja izvršena su uobičajenim metodama (Škorić, 1973), a rezultati interpretirani po kriterijima koji vrijede za te metode. Za karakterizaciju fizikalnih i kemijskih osobina nekih pedosistematskih jedinica upotrijebljen je i dio analitičnih podataka iz dijela citiranih radova.

3.2. Mjerenje redoks potencijala — Measuring the redox potential

Redoks potencijal mjerili smo vlastitom originalnom metodom (Vranković & Bašić, 1979) koju smo nazvali maršrutna metoda (Bašić, 1984). Po toj metodi, povoljnoj za brzo određivanje i ekološku valorizaciju biotopa, mjerenje se obavlja u narušenom uzorku tla koji se uzima holandskom sondom iz sredine karakterističnih genetskih horizonata, čija se pozicija i debljina određuju na osnovi uobičajenih morfokromatskih obilježja. Za mjerenje su korištene originalne platinske elektrode vlastite izrade (Bašić, 1974, 1984). Za usporednu je služila kalomel elektroda sa stalnim potencijalom od 250,9 mV. Mjerilo se prijenosnim terenskim potencijetrom — pH-metrom Beckman — model Electromate 100901.

U svakom genetskom horizontu, u zemljišnom materijalu iz holandske sonde, izvršeno je po deset očitavanja — EMS vrijednosti u mV, a interpretirane su srednje vrijednosti tih očitavanja.

* Laboratorijska istraživanja izvršena su u laboratoriju Katedre za pedologiju Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Laboratory research has been made in the laboratory of the Pedological Department of the Faculty of Forestry in Zagreb.

3.2.1. Eh-vrijednosti (mV) — Eh-values (mV)

Izmjerene vrijednosti — EMS u mV, očitane na potenciometru, preračunate su na vodikovu elektrodu, odnosno EH-vrijednost dodavanjem +250,9 po formuli:

$$Eh \text{ u mV} = EMS + 250,9$$

Ekološku valorizaciju Eh-vrijednosti radimo po kriterijima koje predlaže Resulović (1970):

- oksidacijska faza — sve Eh-vrijednosti preko 400 mV
- prijelazna faza — za vrijednosti 300—400 mV
- redukcijska faza — vrijednosti ispod 300 mV.

Navodimo i nešto detaljniju podjelu koju predlažu i koriste Vadjunina & Korčagina (1961):

- Eh preko 600 mV — maksimalno izraženi aerobni uvjeti,
- Eh 400—600 mV — normalno aerobni uvjeti,
- Eh 300—400 mV — aeracija otežana,
- Eh 250—300 mV — dolazi do procesa redukcije,
- Eh ispod 250 mV — pojačani procesi redukcije.

3.2.2. rH-vrijednosti — rH-values

Pogodne su za komparaciju rezultata mjerenja dobivenih u uvjetima različite vrijednosti reakcije tla rH-vrijednosti redoks potencijala. rH-vrijednost pokazuje oksidacijsku, odnosno redukcijsku snagu redoks sistema u tlu. Predstavlja ustvari (slično pH-vrijednosti) negativni logaritam pritiska plinovitog vodika koji se oslobađa u redoks reakcijama tla. Računa se po formuli:

$$rH = \frac{Eh \text{ (u mV)}}{29,1} + 2pH.$$

rH-vrijednost kreće se u rasponu 0—42,5, pri čemu je nula tlak od 1 atm plinovitog vodika, a 42,5 tlak od 1 atm čistog kisika. Ravnotežno stanje predstavlja rH 27,3 pri kojoj je pritisak vodika izjednačen s kisikom. Ispod te vrijednosti vladaju redukcijski uvjeti i anaerobiozis, utoliko intenzivniji što je vrijednost bliža nuli. Što je pak vrijednost viša, to je tlo bolje aerirano, prevladava aerobiozis i oksidacijski procesi u otopini tla. Na toj osnovi vrijednost rH može poslužiti za ocjenu potrebe za izvedbom detaljne odvodnje po kriterijima koji se koriste u melioracijskoj praksi u Njemačkoj (Pasci, 1968). U nedostatku drugih, do kojih za naše ekološke prilike tek trebamo doći, koristit ćemo se tim kriterijima:

- rH ispod 28,5 — drenaža bezuvjetno potrebna,
- rH 28,5—30,0 — drenaža uvjetno potrebna,
- rH preko 30,0 — drenaža nije potrebna.

Kriteriji se odnose na vrijednosti rH u sloju rizosfere.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA — RESULTS OF THE RESEARCH

4.1. Osobine tala — Soil properties

4.1.1. Način vlaženja i režim vlažnosti — *The way of moistening and soil moisture regime*

Od prvih citiranih istraživanja na području sušenja lužnjaka ukazivano je na važnost utjecaja režima vlaženja tla na pojavu sušenja. Dekanić (1962) upozorava na značajan utjecaj mikroreljefa, odnosno relativne nadmorske visine na trajanje stagnantne vode na površini tla, dubinu podzemne vode i pridolazak glavnih šumskih vrsta. Hrast lužnjak, kako navodi autor, osjetljiv je na intenzitet vlaženja pa na području lipovljanskih šuma u nizi, na gredi i vlažnoj gredi dolazi jednoliko s oko 60%, a u bari samo sporadično.

Na osnovi indikatora boniteta i praćenja razine podzemne vode utvrđeno je da je uspijevanje hrasta lužnjaka bolje što je srednja dubina podzemne vode niža. Škorić & Vranković (1975) na osnovi rezultata istraživanja u Lipovljanima i Žutici navode da stupanj anaerobiozisa korelira s intenzitetom sušenja, koji raste od pseudogleja prema glejnom tlu, ali se zagađenost vode kao mogući uzročnik sušenja isključuje.

Oslanjajući se na te rezultate, u tabeli 1. prikazujemo način vlaženja i režim vlažnosti pedosistematskih jedinica Posavlja.

Aluvijalno tlo karakterizira slojevita građa profila, povremeno suvišno vlaženje, i to uglavnom u zoni izravnog utjecaja vode iz vodotoka, za visokog vodostaja. Neoglejani varijeteti i varijeteti s dubokim glejnim redukcijskim horizontima privedeni su kulturi i na njima se vrlo rijetko javljaju manji fragmenti šuma lužnjaka.

Semiglejno (livadno) tlo karakterizira pojava glejnoga redukcijskog horizonta pod utjecajem podzemne vode na dubini većoj od 100 cm. Iznad toga horizonta odvija se automorfna pedogeneza (ili se javlja pseudooglejavanje). Na ovim tlima sušenje dosada nije zabilježeno. Inače su ova tla također privedena kulturi i predstavljaju suša staništa.

Pseudoglej karakterizira stagnacija oborinske, odnosno sporo procjedne gornje vode na nepropusnom horizontu primarnog porijekla ili nastalog sekundarno — lesivažom. Tako se u površinskom sloju izmjenjuju ekološki nepovoljna mokra i suha faza. Učestalost te izmjene i trajanje pojedinih faza (ovisi o količini i rasporedu oborina, odnosno dubini nepropusnog horizonta) odlučno određuju ekološke osobine ovoga tla.

Pseudoglej-glej karakterizira pseudooglejavanje — dakle izmjena mokre i suhe faze u gornjem dijelu profila, a glejni redukcijski horizont pod utjecajem podzemne vode javlja se na dubini manjoj od 100 cm.

Na ovom tlu slabija je kondicija hrasta lužnjaka, sušenje je dosta intenzivno, osobito na jako pseudoglejnom i plitkoglejnom tlu.

Hipoglej karakterizira pojava glejnoga redukcijskog horizonta na dubini manjoj od 100 cm. Nepovoljno je stanište za hrast lužnjak, intenzitet sušenja se povećava osobito na tlima s vrlo plitkom podzemnom vodom.

Amfiglej ima izraženo vlaženje gornjom (poplavna, bočna i oborinska) i donjom (podzemnom) vodom tako da se unutar 1 m dubine javljaju dva reduk-

cijska glejna horizonta. Osobito je nepovoljno plitko epiglejno (gornja voda) i plitko hipoglejno vlaženje te vertični varijeteti. Na ovom tlu utvrđen je najveći intenzitet sušenja.

Prema našim opažanjima intenzitet sušenja hrasta lužnjaka raste po slijedu:

ALUVIJALNO TLO < SEMIGLEJ (posmeđeno < aluvijalno) < PSEUDOGLEJ (obronačni < na zaravni) < PSEUDOGLEJ-GLEJ (umjereno pseudoglejno i duboko glejno < jako pseudoglejno i plitko do srednje duboko glejno) < HIPOGLEJNO < AMFIGLEJNO (duboko epiglejno i srednje duboko hipoglejno < plitko epiglejno i plitko hipoglejno < vertično).

4.1.2. Analiza vodne bilance — Analysis of water balance

Opskrba vegetacije vodom u značajnoj mjeri ovisi i o meteorološkim prilikama u pojedinoj godini koje ponajprije izravno utječu na visinu vodostaja, intenzitet i trajanje poplave, odnosno dubinu podzemne vode. Također količina oborina određuje opskrbu biljke vodom i sve stavke vodne bilance. Prpić et al. (1986) na osnovi tzv. vegetacijskog kvocijenta (odnos srednje temperature mjeseca srpnja prema količini oborina u vegetacijskom periodu travanj—listopad) analizom podataka za meteorološku stanicu Sisak utvrdili su da su sušne bile 1971, 1973, 1977, 1978, 1979, 1982, 1983. i 1985, dakle relativno velik broj godina. Za kondiciju nizinskih šuma sušne godine su uvijek nepovoljne, posebice ako se ponavljaju jedna iza druge.

Koristeći kriterije Vidčeka (1985), izrađena je bilanca vode meteorološke stanice Novska (Vranković et al., 1983) pri oborinama koje se javljaju s 80% vjerojatnosti (1975. godina) za tri karakteristične pedosistematske jedinice. Rezultati su prikazani u tabeli 2.

Očito je manjak fiziološki aktivne vode u tlima Posavlja redovita pojava, koja, bez sumnje, ima utjecaja na kondiciju hrasta lužnjaka u šumskim sastojinama ovoga područja. Najveći je manjak u hipogleju, slijedi zatim semiglej pa amfiglej, pri čemu je manjak razumljivo najveći u vrućim ljetnim mjesecima — srpnju i kolovozu.

Prema tome, za tla na kojima se suši lužnjak karakteristična su oba nepogodna stanja u odnosu na vodozračne prilike — nedostatak vode u jednom (vegetacijskom), a izrazit višak i poplava u drugom (izvanvegetacijskom) dijelu godine.

4.1.3. Osnovne fizikalne i kemijske osobine tala — Basic physical and chemical properties of soil

Za prikaz osnovnih fizikalnih i kemijskih osobina odabrali smo neke pedosistematske jedinice na području Posavlja karakteristične sa stajališta režima hidromorfizma i intenziteta sušenja hrasta lužnjaka. Za prikaz je odabrano: 4 profila aluvijalnog tla, 10 profila pseudogleja na zaravni, 7 profila semigleja, 13 profila glejno-hipoglejnog tla i 11 profila glejno-amfiglejnog tla.

Aluvijalno tlo karakterizira heterogena tekstura i slojevita građa — očito u vezi s režimom fluvijalnog procesa u kojemu je materijal odlagan, malo je po-

Tab. 1. Način vlaženja i režim vlažnosti tala — They way of soil moistening and soil moisture regime

Dominantni način vlaženja tla do 2 m dubine Major way of soil moistening down to 2 m			Pripadajuće pedosistematske jedinice Corresponding pedosystematic unit
Tip Type	Podtip Subtype	Režim vlažnosti tla Soil moisture regime	
ALUVIJALNO ALLUVIAL	Neoglejano	Procjedne površinske vode	Aluvijalno, neoglejano, Aluvijalno-koluvijalno, neoglejano
	Nongleyed	Straining surface waters	Alluvial, nongleyed, Alluvial-coluvial, nongleyed
	Vrlo plitko do duboko oglejano Very shallow to deep gleyed	Jako kolebajuće vrlo plitke do srednje duboke podzemne vode u zoni izravnog utjecaja vodotoka Strongly fluctuating very shallow to moderately deep groundwater in zone of direct waterway influence	Aluvijalno, oglejano, Aluvijalno-koluvijalno, oglejano Alluvial, gleyed, Alluvial-colluvial, gleyed
PSEUDOGLEJNO PSEUDOGLEYS	Jako pseudoglejno Strong pseudogleys	Povremeno vlaženje sporo procjednom i stagnirajućom površinskom vodom Occasional moistening by slowly straining and stagnating surface water	Pseudoglej na zaravni Pseudogleys of level terrains
	Slabo pseudoglejno Weak pseudogleys	Povremeno vlaženje sporo procjednom površinskom i bočnim vodama Occasional moistening by slowly straining, surface and lateral waters	Pseudoglej obronačni Lesivirano, pseudoglejno Pseudogleys of sloping terrains, Luvisols, pseudogleyed
		Procjedna površinska voda do oko 1 m, a dublje srednja duboka podzemna voda Straining surface water to approx. 1 m, beyond that medium deep groundwater	Semiglejno, aluvijalno Semiglejno, posmeđeno Semigleys, alluvial Semigleys, cambic
PSEUDOGLEJ-GLEJNO PSEUDOGLEYS-GLEYS	Umjereno pseudoglejno i duboko glejno Moderate gleyed and deep gleyed	Povremeno vlaženje sporo procjednom površinskom vodom do oko 1 m, a dublje srednje dubokom podzemnom vodom Occasional moistening by slowly straining surface water to approx. 1 m depth, beyond that by moderately deep groundwater	Semiglejno, pseudoglejno Semigleys, pseudogleyed
	Jako pseudoglejno i plitko do srednje duboko glejno Strong pseudogleyed and shallow to medium deep gleyed	Povremeno vlaženje sporo procjednom vodom i stagnirajućom površinskom vodom i plitkom do srednje dubokom podzemnom vodom Occasional moistening by slowly straining and stagnating surface water and shallow to medium deep groundwater	Pseudoglej-glej Pseudogleys-gleys

HIPOGLEJNO HYPOGLEYS	Vrlo plitko do plitko hipoglejno	Periodično vlaženje vrlo plitkom do plitkom podzemnom vodom	Glejno, hipoglejno
	Very shallow to shallow hypogleys	Periodical moistening by very shallow to shallow groundwater	Gleys, hypogleys
AMFIGLEJNO AMPHIGLEYS	Plitko epiglejno i plitko hipoglejno	Povremeno vlaženje površinskom i stagnirajućom vodom do oko 0,5 m, a dublje plitkom do srednje dubokom podzemnom vodom	Glejno, amfiglejno Glejno, amfiglejno, humozno
	Shallow epigleys and shallow hypogleys	Occasional moistening by surface and stagnating water to appr. 0.5 m depth, beyond that deeper shallow to medium deep groundwater	Gleys, amphigleys, Gleys, amphigleys, humus
	Duboko epiglejno i srednje duboko hipoglejno	Povremeno vlaženje površinskom sporo procjednom i stagnirajućom vodom do oko 1 m, a dublje srednje dubokom podzemnom vodom	Glejno, amfiglejno, vertično Glejno, amfiglejno, humozno i vertično
	Deep epigleys and medium deep hypogleys	Occasional moistening by surface slowly straining and stagnating water to appr. 1 m depth, beyond that by deep groundwater	Gleys, amphigleys, vertic Gleys, amphigleys, humus and vertic

Kriterij — Criteria:

- a) za brzinu procjeđivanja površinske vode — Rate of surface water straining:
 — procjedna - umjereno vlaženje — straining water = moderate moistening
 — sporo procjedna - kratka mokra faza — Slow-straining water
 — stagnirajuća - duga mokra faza — stagnating = long wet phase
- b) za dubinu podzemne vode — rate of groundwater straining:
 — vrlo plitka — do 50 cm — very shallow = to 50 cm
 — plitka — 50—100 cm — shallow = 50—100 cm
 — srednje duboka 100—200 cm — medium = 100—200 cm
 — duboka > 200 cm — deep > 200 cm

rozno, osrednjeg kapaciteta za vodu, a kapacitet za zrak je vrlo malen. Sve fizikalne osobine malo variraju. Reakcija mu je praktično neutralna, slabo je do jako humozno.

Pseudoglej na zaravni pokazuje izrazitu teksturnu diferencijaciju — sadržaj gline najviši je u nepropusnom Bg horizontu. Malo je porozan do porozan po cijeloj dubini, a u humoznom Aa horizontu i vrlo porozan. Kapacitet za vodu mu je osrednji do velik, a kapacitet za zrak vrlo malen do umjereno velik. Reakcija je jako kisela do kisela. Slabo je do jako humozno, y_1 hidrolitičke kiselosti varira u veoma širokom rasponu 12—45, a s dubinom se malo povećava. U adsorpcijskom kompleksu očito dominira vodik i aluminij, što je vidljivo i po V vrijednosti koja se kreće od vrlo niskih — ispod 10‰ do relativno visokih 89‰ — prosjek je na strani distričnih varijeteta.

Semiglejna tla općenito su jako heterogena po svim osobinama. Pseudoglejni semiglej pokazuje veliko variranje sadržaja gline, pri čemu on s dubinom raste. Malo je porozno do porozno tlo, a u površinskom akvatičnom humusno-akumulativnom horizontu vrlo porozno, kapacitet za vodu je osrednji do velik, a kapacitet za zrak vrlo malen. Reakcija je jako do slabo kisela, slabo je do vrlo jako humozno, s visokim vrijednostima hidrolitičke kiselosti, dok zasićenost bazama prelazi 50‰ i kreće se do 88‰ — s dubinom pravilno raste.

Glejno-hipoglejno tlo karakterizira velik raspon variranja sadržaja frakcije gline, do preko 60‰, što upućuje na slojevitou građu toga materijala, nastalog fluvijalnim odlaganjem u uvjetima mitne vode, s malom prijenosnom snagom. Tlo je porozno po cijeloj dubini, a u Aa horizontu i vrlo porozno, kapacitet za vodu je osrednji do velik, a za zrak malen do umjereno velik u površinskom, a

Tab. 2. Hidrološki proračun komponenta bilance vode u tlu (mm) za meteorološku stanicu Novska (80% vjerojatnosti oborina — 1975. g.) — Hydrological calculation of the water balance components in soil (mm) for the meteorological station of Novska (80% of rainfall probability — 1975)

AMFIGLEJNO VERTIČNO TLO — AMPHIGLEY VERTIC SOIL

Mjesec Month	O	PE	G ₁	G ₂	Pu	OT	AE	Z ₁	Z ₂	Z	Manjak FAV Deficit FAV
I.	14	0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	16.0	130.0	146.0	0.0
II.	12	13	1.0	0.0	0.0	0.0	13.0	15.0	130.0	145.0	1.0
III.	25	38	13.0	0.0	0.0	0.0	38.0	2.0	130.0	132.0	14.0
IV.	76	78	2.0	0.0	0.0	0.0	78.0	0.0	130.0	130.0	16.0
V.	122	144	0.0	0.0	8.0	0.0	114.0	8.0	130.0	138.0	8.0
VI.	41	146	8.0	31.5	0.0	0.0	80.5	0.0	98.5	98.5	47.5
VII.	128	152	0.0	5.9	0.0	0.0	133.9	0.0	92.6	92.6	53.4
VIII.	96	130	0.0	7.9	0.0	0.0	103.9	0.0	84.7	84.7	61.3
IX.	49	86	0.0	7.8	0.0	0.0	56.8	0.0	76.9	76.9	69.1
X.	105	48	0.0	0.0	57.0	0.0	48.0	16.0	117.9	133.9	12.1
XI.	51	21	0.0	0.0	12.1	17.9	21.0	16.0	130.0	146.0	0.0
XII.	13	0	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	16.0	130.0	146.0	0.0
Ukupno Total	732	826	24.0	53.1	77.1	44.9	687.1	—	—	—	282.4

HIPOGLEJNO TLO — HYPOGLEYS

Mjesec Month	O	PE	G ₁	G ₂	Pu	OT	AE	Z ₁	Z ₂	Z	Manjak FAV Deficit FAV
I.	14	0	0.0	0.0	0.0	14.0	140.0	16.0	180.0	196.0	0.0
II.	12	13	1.0	0.0	0.0	0.0	13.0	15.0	180.0	195.0	1.0
III.	25	38	13.0	0.0	0.0	0.0	38.0	2.0	180.0	182.0	14.0
IV.	76	78	2.0	0.0	0.0	0.0	78.0	0.0	180.0	180.0	16.0
V.	122	114	0.0	0.0	8.0	0.0	114.0	8.0	180.0	188.0	8.0
VI.	41	146	8.0	43.7	0.0	0.0	92.7	0.0	136.3	136.3	59.7
VII.	128	152	0.0	8.2	0.0	0.0	136.2	0.0	128.1	128.1	67.9
VIII.	96	130	0.0	10.9	0.0	0.0	106.9	0.0	117.2	117.2	78.8
IX.	49	86	0.0	10.8	0.0	0.0	59.8	0.0	106.4	106.4	89.6
X.	105	48	0.0	0.0	57.0	0.0	48.0	16.0	147.4	163.4	32.6
XI.	51	21	0.0	0.0	30.0	0.0	21.0	16.0	177.4	193.4	2.6
XII.	13	0	0.0	0.0	2.6	10.4	0.0	16.6	180.0	196.0	0.0
Ukupno Total	732	826	24.0	73.6	97.6	24.4	707.6	—	—	—	370.2

SEMIGLEJNO TLO — SEMIGLEYS

Mjesec Month	O	PE	G ₁	G ₂	Pu	OT	AE	Z ₁	Z ₂	Z	Manjak FAV Deficit FAV
I.	14	0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	14.0	166.0	180.0	0.0
II.	12	13	1.0	0.0	0.0	0.0	13.0	13.0	166.0	179.0	1.0
III.	25	38	13.0	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	166.0	166.0	14.0
IV.	76	78	0.0	0.9	0.0	0.0	76.9	0.0	165.1	165.1	14.9
V.	122	114	0.0	0.0	8.0	0.0	114.0	8.0	165.1	173.1	6.9
VI.	41	146	8.0	41.1	0.0	0.0	90.1	0.0	124.0	124.0	56.0
VII.	128	152	0.0	7.6	0.0	0.0	135.6	0.0	116.4	116.4	63.6
VIII.	96	130	0.0	10.1	0.0	0.0	106.1	0.0	106.3	106.3	73.7
IX.	49	86	0.0	10.0	0.0	0.0	59.0	0.0	96.3	96.3	83.7
X.	105	48	0.0	0.0	57.0	0.0	48.0	14.0	139.3	153.3	26.7
XI.	51	21	0.0	0.0	26.7	3.3	21.0	14.0	166.0	180.0	0.0
XII.	13	0	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	14.0	166.0	180.0	0.0
Ukupno Total	732	826	22.0	69.7	91.7	30.3	701.7	—	—	—	340.5

Stavka bilance:

O — oborine mm — precipitation mm
 PE — potencijalna evapotranspiracija —
 potential
 G₁ — gubitak vode u površinskom sloju
 0—10 cm
 G₂ — gubitak vode u potpovršinskom
 sloju 10—50 cm
 Pu — punjenje tla vodom
 OT — otjecanje ili višak vode
 AE — aktualna evapotranspiracija
 Z₁ — zaliha FAV u sloju tla do 10 cm
 Z₂ — zaliha vode u sloju 10—20 cm
 FAV — fiziološki aktivna voda

Balance item:

O — precipitation mm
 PE — potential evapotranspiration
 G₁ — loss of water in surface layer 0—10
 cm
 G₂ — loss of water in subsurface layer
 10—50 cm
 Pu — filling of soil with water
 OT — draining or water surplus
 AE — relevant evapotransport
 Z₁ — reserve FAV in soil layer to 10 cm
 Z₂ — reserve water in soil layer to 10—20
 cm
 FAV — physiologically active water

vrlo malen u svim dubljim horizontima. Kemijske osobine jako variraju s obzirom na činjenicu da su obuhvaćeni karbonatni i nekarbonatni varijeteti. Reakcija se kreće u širokom rasponu od jako kisele do slabo alkalne. Slabo je do jako humozno, s visokim vrijednostima hidrolitske kiselosti. Zasićenost bazama samo je izuzetno ispod 50%, inače su to eutrična tla.

Glejno-amfiklejno tlo karakteriziraju heterogene fizikalne osobine. Sadržaj gline u prosjeku prelazi 45%, a maksimalne vrijednosti su 70—80%. Takav mehanički sastav daje pečat svim drugim osobinama. Porozno je po cijeloj dubini, kapacitet za vodu je velik, a kapacitet za zrak je vrlo malen do malen. Reakcija varira u rasponu od jako kisele do alkalne, dosta je do jako, odnosno vrlo jako humozno. Vrijednosti y_1 hidrolitske kiselosti kreću se u rasponu od 2,76 do ekstremnih 46,09. Zasićenost bazama kreće se od 50 do 92%. Vrijednosti za sve osobine ovih tala veoma su heterogene.

Za kraj ovih razmatranja dodajmo da se osim opisanih javlja i čitav niz drugih pedosistematskih jedinica. Vrijedna je spomena pojava jako humoznih varijeteta pseudogleja na zaravni, pseudoglej-glejnih tala, hipogleja i amfiklejare zatresenih varijeteta amfikleja. Na području Spačve utvrdili smo pojavu zaslanjivanja i alkalizacije, odnosno ritsku crnicu osolođenu (Vranković & Bašić, 1984). Na lokalitetima sa slanim i alkaliziranim tlima javljaju se značajni praktični problemi pošumljavanja u pogledu izbora vrsta i prijema sadnica. Zanimljivo je da do danas, unatoč višekratnim pedološkim istraživanjima ovoga područja provedenim u različite svrhe, problem zaslanjivanja tala u šumama spačvanskog bazena nije uočen. Stoga i naš nalaz zaslužuje provjeru i detaljnije proučavanje.

4.2. Redoks potencijal hidromorfih tala područja sušenja lužnjakovih šuma — Redox potential of hydromorphous soils of the pedunculate oak forest dieback area

4.2.1. Teorijske osnove — Theoretical plans

Već prva citirana pedološka istraživanja Stebuta (1925) i Seiwerttha (1926) te kasnije rezultati istraživanja Dekanića (1962), Prpića (1966), Škorića & Vrankovića (1975) upućuju na indicije da opća kondicija hrasta lužnjaka, njegova zastupljenost u sastojini i način zakorjenjivanja u nizinskim šumama korelira sa stupnjem anaerobiozisa, odnosno vrstom, porijeklom i trajanjem suvišnog vlaženja. Po slijedu tih naznaka pristupili smo istraživanju oksidoredukcijskog potencijala u hidromorfnim tlima šireg područja Posavine.

Najprije nekoliko riječi o teorijskim osnovama tih istraživanja. U porama tla, u koje je smješten korijen biljke, u neposrednom dodiru nalaze se kruta, tekuća i plinovita faza tla, a u njima se odvija i buran mikrobiološki život. Karakter, pravac, intenzitet, a naravno i rezultat tih procesa ovise ponajprije o kemijskom sastavu svake faze tla, njihovu međusobnom odnosu i dinamičkim izmjenama tih odnosa. Na te odnose osim toga utječu i vanjski čimbenici, ponajprije klima i reljef, koji određuju intenzitet i dubinu vlaženja, zatim režim zagrijavanja i hlađenja, aeraciju i opskrbu kisikom. Razumljivo je stoga da su ti procesi veoma

složeni, a njihov rezultat različit i u istom tlu, praktično i u istom genetskom horizontu, na relativno malom prostoru. Kako značajan dio tih procesa, osobito u hidromorfnim tlima, ima oksidoredukcijski karakter, to se za ocjenu intenziteta oksidacijskog i/ili redukcijskog djelovanja otopine tla, a preko nje i ekoloških prilika u tlu, može koristiti oksidoredukcijski ili redoks potencijal. Visina redoks potencijala, iskazana kao Eh-vrijednost u mV (milivolti) ili rH, predstavlja kvantitativni izraz sumarnog djelovanja svih redoks parova zatečenih u tlu prilikom mjerenja.

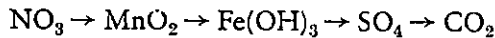
Kako se u nekom tipu tla, ili na drugoj klasifikacijskoj razini, u skladu s bioklimatskim prilikama vodozračne prilike kreću u odgovarajućem, uglavnom poznatom i definiranom rasponu i uz odgovarajuća povremena odstupanja, to i redoks potencijal, kao izraz tih prilika, ima svoja kretanja, dinamiku — svoj režim. Kauričev (1979) na temelju opsežnog istraživačkog materijala o stanju redoks potencijala predlaže da se redoks režim uzme za klasifikacijski kriterij. On navodi četiri tipa redoks režima u tlima SSSR:

1. Tla s apsolutnom dominacijom oksidacijskih procesa (sirozem, černoziem i dr.),
2. Tla s pretežno oksidacijskim procesima (smeđa šumska neoglejena, solonci, stepe i dr.),
3. Tla kontrastnog redoks režima, s ovim podgrupama:
 - Tla sa sezonskom pojavom redukcijskih prilika u površinskom horizontu (bolotno podzolistie i dernovo podzolistie počvy),
 - Tla s oglejavanjem u nižim horizontima (podzemno oglejavanje) — siva šumska glejna, smeđe šumsko glejno, solođ i dr.,
 - Tla sa stalnim redukcijskim procesima u nižim slojevima profila (tresetna glejna, meliorirana tla),
 - Tla s kontrastnom izmjenom oksidacijskih i redukcijskih prilika po cijeloj dubini profila (tla rižišta),
4. Tla s dominantnim redukcijskim uvjetima po cijeloj dubini profila, s dvije podgrupe:
 - Tla s dominantno redukcijskim, glejnim uvjetima (glejna tla tundre, tresetna glejna ilovasta tla i dr.),
 - Tla s redukcijskim procesima u prisutnosti sumporovodika (solončak, solončakasta tla s jako mineraliziranim sulfatnim podzemnim vodama).

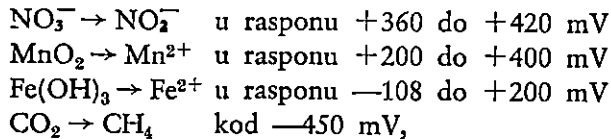
Mi smo, s obzirom na raspoložive podatke o visini redoks potencijala, jako daleko od toga da bismo tu vrijednost uzeli za kriterij klasifikacije, ali je zasigurno potrebna ta istraživanja proširiti na sva hidromorfna i halomorfna, a zatim i na automorfna tla. Na taj bi način u okviru Informacijskog sistema zemljišta Jugoslavije mogao barem započeti proces postupnog prikupljanja informacija o stanju redoks potencijala naših tala.

U normalno aeriranim tlima kisik iz plinovite faze tla javlja se kao akceptor elektrona. Ako se iz bilo kojih razloga, a u hidromorfnim tlima ponajprije zbog saturacije vodom, prekine pritjecanje kisika, zatečena količina kisika utrošit će

se već za nekoliko sati, a zatim funkciju akceptora elektrona, dakako uz pad redoks potencijala, ali i pH-vrijednosti, preuzimaju druge tvari. Redukcijska transformacija pojedinih tvari u tlu teče postupno, po ovom redosljedu (O t t o w & M u n c h, 1978; B r ü m m e r, 1973):



pri čemu se pojedine reakcije odvijaju pri različitim vrijednostima redoks potencijala:



dakle na strani redukcije.

FeS nastaje iz H_2S u prisutnosti Fe^{2+} kod Eh +40 mV. U normalno aeriranim tlima redoks potencijal dostiže vrijednosti od Eh 700 mV, odnosno rH 35–40.

Vrijednost redoks potencijala može poslužiti kao pouzdan indikator stanja u tlu. Biljke općenito ne podnose niske vrijednosti redoks potencijala jer one negativno utječu na rast i diobu stanice, disanje, izmjenu tvari u metabolizmu i aktivnost brojnih fermenta i aerobnih mikroorganizama tla. Kod niskih, pogotovo negativnih vrijednosti redoks potencijala reducirane tvari se koncentriraju u količini toksičnoj za pojedine biljne vrste. Treba međutim naglasiti da samo vlažnost tla, pa i sadržaj vode preko poljskog kapaciteta ne mora uvijek prouzročiti i ekološki nepovoljne uvjete — pad redoks potencijala. Ukoliko su vode (npr. svježa kišnica) bogate kisikom, one mogu čak popraviti nepovoljna reducijska stanja u pojedinim genetskim horizontima. Isto vrijedi i za pokretne podzemne vode, koje se kretanjem kroz aerirano tlo ili litosferu, kao što je slučaj u kršu, obogaćuju kisikom. Redukcijski procesi u tlu redovito su praćeni manje ili više intenzivnim morfokromatskim promjenama — najčešće plavičasto zelenkastom bojom glejnoga reducijskog horizonta, manganskim, željeznim. i/ili sulfidnim kongrecijama i dr. U standardnim pedološkim istraživanjima intenzitet morfokromatskih promjena i debljina horizonta u kojemu se te promjene javljaju služi kao indikator stupnja anaerobioze, odnosno trajanja ekološki nepovoljne mokre faze u tlu. Međutim, ti su znaci sami za sebe nedostatan pokazatelj intenziteta hidrogenizacije, odnosno stupnja anaerobioze tla. Naime, u nekim tlima izvorno siromašnim željezom i manganom ni dugotrajna mokra faza ne može prouzročiti morfokromatske promjene u horizontu stagnacije vode, premda je stanje u tlu, ekološki gledano, krajnje nepovoljno. Tu su pojavu R e s u l o v i ć & V l a h i n i ć (1983) nazvali »neoglejani hidromorfizam«. S druge strane, za područje Posavine, s izmijenjenim vodnim prilikama nakon provedenih hidroregulacijskih zahvata (rektifikacija korita, nasipi, cestovna mreža, nove akumulacije za ribogojilišta, infrastruktura za eksploataciju nafte, odlagališta tehnogenog otpada, osnovna kanalska mreža za prihvata vode iz sustava detaljne odvodnje i dr.) značajna je činjenica da morfologija profila ne odražava stvarno,

hidroregulacijskim zahvatima izmijenjeno stanje u tlu. Naime, nakon provedbe zahvata kojima su radikalno izmijenjene vodne prilike, npr. nakon odvodnje, morfologija duže vrijeme ostaje »konzervirana«, premda stanje i procesi idu u pravcu automorfizma, jer su procesi reoksidacije reduciranih spojeva usporeni.

I obrnuto, nakon prenamjene prostora na ovim retencijskim površinama morfologija ne odražava u dovoljnoj mjeri novonastalo stanje, koje uz to nije stabilizirano, jer procesi redukcije koji izazivaju morfokromatske promjene nisu dovoljno uznapredovali da bi ostavili trag na morfologiju horizonata zahvaćenih novonastalim vodozračnim prilikama. Drugim riječima, želimo na kraju ovoga razmatranja naglasiti da *konvencionalna pedološka istraživanja na području zahvaćenom radikalnim hidroregulacijskim zahvatima kao što je naše Posavlje gube pouzdan oslonac u morfologiji tla. Potrebno je pratiti dinamiku vodnih osobina da bi se dobio uvid u stupanj ugroženosti šumskih ekosistema suvišnim vlaženjem — visokom razinom podzemne vode ilili poplavnom vodom.* Ali, ni ti podaci nisu dostatni jer ne govore o kvaliteti te vode, s obzirom na to da voda bogata kisikom okreće procese u tlu u pravcu oksidacije, kao što će i manja količina uz kraće trajanje saturacije vodom bez kisika, a s organskim i drugim polutantima, djelovati u obrnutom pravcu. Za ocjenu ekoloških prilika u tlu i pravca transformacije organske i mineralne komponente tala u izmijenjenim vodnim prilikama može poslužiti oksidoredukcijski potencijal, odnosno njegova dinamika, posebice u vegetacijskom periodu.

4.2.2. Pregled i rezultati istraživanja — Survey and results of research

Prva istraživanja redoks potencijala u nas na pseudogleju sjeverne Bosne obavio je Resulović (1970), a u Hrvatskoj su započeta baš u okviru istraživanja uzroka sušenja hrasta u lužnjakovim šumama Žutice i Lipovljana (Bašić, 1974)*. Nakon početnih iskustava, dotjerivanja i inovacija u metodici istraživanja se proširuju na druga ekološka područja i pedosistematske jedinice (Vranković & Bašić, 1979, Bašić, 1984). Istraživanja redoks potencijala uspješno se zatim koriste za ocjenu pravca i stupnja promjena ekoloških prilika u različitim pedosistematskim jedinicama pod utjecajem hidroregulacijskih zahvata na rijeci Toplici prilikom podizanja vodnih akumulacija za potrebe ribogojilišta (Vranković & Bašić, 1980). Ti su zahvati također izazvali sušenje hrasta lužnjaka. Ova istraživanja vrše se, po drugi put u nas, primjenom originalne maršrutne metode.

Slijede zatim takva istraživanja u okviru proučavanja prognoze ekoloških, bioloških i gospodarskih posljedica izvedbe vodoprivrednih radova obrambenog sistema srednjeg Posavlja u nizinskim šumskim ekosistemima u okviru retencije »Opeke« (Vranković et al., 1985). Intenzivno sušenje hrasta lužnjaka u šumskogospodarskoj jedinici »Kalje« Šumskog gospodarstva Sisak inicira istraživanja redoks potencijala na tom području s ciljem ocjene ekoloških prilika i izbora optimalnih šumskih vrsta za proizvodnju nakon sušenja i povlačenja luž-

* Ova istraživanja inicirao je prof. Škorić, a izvršena su uz pomoć i praktične savjete prof. Resulovića u savladavanju problema metodike rada — This research was initiated by Prof. Škorić and realized with the help and practical advice of Prof. Resulović at overcoming the problems of work methods.

Tab. 5. Redoks potencijal nekih hidromorfnih tala Posavine — Re

Lokalitet, period i broj mjerenja Location, period and number of measurements	Pedosistematska oznaka Pedosystematic mark	Genetski horizon: Genetic horizon	Eh — mV		Ocjena Evaluation
			Min.		
			datum	vrij.	
Garešnica Međuvode 18. 7—15. 11. 1979. (2)	Pseudoglej, na zaravni, distričan (profil 4) Pseudogley, of level terrain dystic	Aoh	18. 07.	261	R. f.
		Eg	18. 07.	249	R. f.
		Bg ₁	18. 07.	222	R. f.
		Bg ₂	18. 07.	189	R. f.
Lipovljani—Opeke 6. 5—7. 12. 1972. (7)	Pseudoglej, na zaravni, srednje duboki, distrični (profil 1) Pseudogley of level terrain, medium deep, distric	Aa	7. 12.	22	R. f.
		Eg	7. 12.	112	R. f.
		Bg	3. 10.	142	R. f.
Sisak »Kalje«	Glejno, hipoglejno, mineralno, nekarbonatno (profil 1) Gleyic, hypogleyic, mineral, calcareous	Aa		120	R. f.
		Gr		85	R. f.
		Gso, r		120	R. f.
		Gr		10	R. f.
Ivanić—Grad Žutica 5. 5—5. 12. 1972. (7)	Glejno, hipoglejno, mineralno, nekarbonatno Gleyic, hypogleyic, mineral, non-calcareous	Gr	23. 05.	—40	R. f.
		Gso, r	23. 05.	76	R. f.
		Gr	5. 05.	35	R. f.
Lipovljani Opeke Retencija 30. 3. 1984—7. 12. 1985.	Glejno, amfiglejno, mineralno, vertično Gleyic, amphyleyic, mineral, vertic	Aa	14. 08.	256	R. f.
		Gr ₁	14. 08.	334	P. f.
		Gr ₂	7. 12.	317	P. f.
		Gr ₃	26. 04.	314	P. f.
Garešnica Međuvode 18. 07. 1979. (1)	Glejno, amfiglejno, mineralno, nekarbonatno (profil 3) Gleyic, amphyleyic mineral, non-calcareous	Aa	18. 07.	306	P. f.
		Gso, r	18. 07.	321	P. f.
		Gso, r	18. 07.	221	R. f.
		Gr, so	18. 07.	321	P. f.
Sisak »Kalje« (1)	Glejno, amfiglejno, mineralno, nekarbonatno Gleyic, amphyleyic, mineral, non-calcareous	Aa		125	R. f.
		Gr, so		180	R. f.
		Gr		115	R. f.
		Gr, so		140	R. f.
Ivanić—Grad Žutica 5. 5.—5. 12. 1972. (6)	Glejno, amfiglejno, humozno, nekarbonatno Gleyic, amphyleyic, humus, non-calcareous	Aa	5. 12.	18	R. f.
		Gr	25. 07.	103	R. f.
		Gso, r	5. 05.	23	R. f.
		Gr	5. 05.	47	R. f.
Lipovljani Opeke Stacionar 10. 12. 1977—7. 04. 1979. (24)	Glejno, amfiglejno, mineralno, nekarbonatno Gleyic, amphyleyic, mineral, non-calcareous	Aa	23. 03.	64	R. f.
		Gr	13. 04.	—103	R. f.
		Gso	27. 05.	—64	R. f.
		Gr	27. 05.	—65	R. f.

R. f. — Redukcijska faza — Reduction phase; P. f. — Prijelazna faza — Transitory phase; O. f. — Oksidacijska faza — Oxidation phase; D b p — Drenaža bezuvjetno potrebna — Drainage indispensable; D u p — Drenaža uvjetno potrebna — Drainage conditionally necessary; D n — Drenaža nepotrebna — Drainage unnecessary

dox potential of some hydromorphous soil of the river Sava region

Eh — mV			rH					
Min.		Ocjena Evaluation	Min.		Ocjena Evaluation	Min.		Ocjena Evaluation
datum	vrij.		datum	vrij.		datum	vrij.	
15. 11.	429	O. f.	18. 07.	19.5	D b p	15. 11.	24.7	D b p
15. 11.	597	O. f.	18. 07.	19.0	D b p	15. 11.	31.5	D n
15. 11.	482	O. f.	18. 07.	19.1	D b p	15. 11.	28.6	D u p
15. 11.	480	O. f.	18. 07.	19.2	D b p	15. 11.	28.7	D u p
6. 05.	208	R. f.	26. 07.	9.9	D b p	6. 05.	17.9	D b p
2. 07.	499	O. f.	7. 12.	15.3	D b p	2. 07.	26.6	D b p
6. 05.	465	O. f.	2. 07.	13.8	D b p	6. 05.	30.4	D n
	250	R. f.		24.9	D b p		29.4	D u p
	230	R. f.		24.7	D b p		29.7	D u p
	190	R. f.		27.9	D b p		30.3	D n
	135	R. f.		25.9	D b p		30.3	D n
2. 10.	617	O. f.	5. 12.	10.0	D b p	2. 10	31.3	D n
1. 07.	445	O. f.	23. 05.	15.0	D b p	1. 07.	27.3	D b p
6. 12.	243	R. f.	25. 07.	15.2	D b p	5. 05.	25.9	D b p
5. 07.	574	O. f.	14. 08.	20.5	D b p	6. 06.	33.5	D n
6. 06.	633	O. f.	14. 08.	24.2	D b p	6. 06.	37.7	D n
6. 06.	541	O. f.	7. 12.	25.0	D b p	6. 06.	24.6	D n
6. 06.	561	O. f.	26. 04.	26.3	D b p	6. 06.	34.9	D n
	416	O. f.	18. 07.	23.5	D b p		27.7	D b p
	331	P. f.	18. 07.	25.2	D b p		25.6	D b p
	271	R. f.	18. 07.	22.6	D b p		24.3	D b p
	371	P. f.	18. 07.	27.2	D b p		29.3	D u p
	396	P. f.	18. 07.	28.9	D u p		30.4	D n
	250	R. f.		25.4	D b p		29.6	D u p
	230	R. f.		29.8	D u p		31.5	D n
	185	R. f.		28.8	D u p		31.2	D n
	180	R. f.		30.2	D n		31.6	D n
1. 07.	281	R. f.	5. 12.	10.8	D b p	1. 07.	19.3	D b p
5. 12.	190	R. f.	25. 07.	14.0	D b p	5. 12.	18.4	D b p
2. 10.	178	R. f.	25. 07.	15.2	D b p	2. 10.	19.5	D b p
2. 10.	253	R. f.	5. 05.	17.0	D b p	5. 12.	23.5	D b p
2. 08.	716	O. f.	23. 03.	13.3	D b p	7. 07.	35.8	D n
7. 07.	696	O. f.	13. 04.	7.8	D b p	30. 09.	36.4	D n
30. 09.	626	O. f.	27. 05.	10.5	D b p	30. 09.	36.3	D n
30. 09.	613	O. f.	15. 05.	12.7	D b p	30. 09.	37.5	D n

njaka (P r p i ć et al., 1986). Za ovu priliku u tabeli 5. iznosimo neke rezultate mjerenja redoks potencijala na navedenim lokalitetima.

U tabeli su prikazane minimalne i maksimalne vrijednosti Eh i rH po getetskim horizontima. Podaci su dobiveni iz različitog broja mjerenja, koja su uz to i izvršena u različitim sezonama, isključivo na tlima sa zabilježenim sušenjem lužnjaka, doduše različitog intenziteta. Najveći broj mjerenja (24) prikupljen je u stacionaru Opeke, gdje se mjerilo svakih 15 dana*. Slijedi zatim retencija Opeke sa 13 mjerenja, Žutica 7 mjerenja itd. U profilima s jednokratnim mjerenjem, kao što je amfiglej u Međuvođu te hipoglej i amfiglej na objektu Kalje — Š. G. Sisak, od deset očitavanja izvršenih pri mjerenju za interpretaciju su uzete minimalna i maksimalna vrijednost, a u ostalim slučajevima interpretirane su srednje vrijednosti izračunate iz deset pojedinačnih.

Kritične su za rast, razvoj i biološki opstanak hrasta bez sumnje minimalne vrijednosti oksidoredukcijskog potencijala, posebice ako se javljaju u periodu aktivne vegetacije.

Prikazani rezultati imaju zajedničku karakteristiku da se sve minimalne vrijednosti Eh nalaze u redukcijskoj fazi, osim amfigleja u Međuvođu, gdje je utvrđena prijelazna faza. Radi se o tlu koje je hidroregulacijskim zahvatima zaštićeno od poplava koje su dotada bile redovite. I u dubljim horizontima minimalne vrijednosti nalaze se na strani redukcije. Najniže minimalne vrijednosti su negativne u amfigleju stacionara Opeke, ali u izvanvegetacijskom periodu.

Općenito, minimalne vrijednosti padaju od pseudogleja preko hipogleja do amfiglejnog tla, upravo slijedom intenziteta sušenja hrasta. Te vrijednosti zabilježene su u različitom periodu godine. Amfiglej u retenciji Opeke ima najviše vrijednosti u ljetnom periodu (kolovozu), pseudoglej u Opekama i Žutici u prosincu, a amfiglej u stacionaru Opeke u proljeće (ožujak do svibnja), što se navodi i u ranijim radovima (V r a n k o v i ć & B a š i ć, 1979, B a š i ć 1984, P r p i ć et al., 1987).

Promatra li se rH-vrijednost, po navedenim kriterijima (koje naravno uzimamo s rezervom jer normativi iz agroekosistema imaju ograničenu primjenjivost za šumske ekosisteme), za sve minimalne vrijednosti drenaža je bezuvjetno potrebna, osim u amfigleju u šumi Kalje. Ekstremno niske vrijednosti, daleko na strani redukcije, utvrđene su u amfigleju u Žutici u vegetacijskom periodu, a u stacionaru Opeke u izvanvegetacijskom periodu.

Maksimalne Eh-vrijednosti utvrđene su u pravilu u ljetnom i jesenskom periodu, odgovaraju oksidacijskoj fazi s izuzetkom pseudogleja u Opekama u kojemu se akvatični humusno-akumulativni horizont nalazi u redukcijskoj fazi, u dubljim horizontima je utvrđena oksidacijska faza.

U hipogleju i amfigleju u šumi Kalje i u humusnom amfigleju u Žutici po cijeloj dubini vladaju redukcijske prilike.

Uzmu li se u razmatranje maksimalne vrijednosti rH, dobit će se vrlo zanimljivi podaci. U ljetnom periodu, u vrijeme aktivne vegetacije drenaža je nepotrebna u oba amfiglejna tla s lokaliteta Opeke, gdje sušenje hrasta i nije zabilježeno, ali je bezuvjetno potrebna na istom tlu u Žutici, na području najvećeg

* Stacionar Opeke organiziran je na površini NPŠO Opeke Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu kod Lipovljana — The Opeke Station was established on the land of NPŠO Opeke — The Faculty of Forestry of Zagreb University, near Lipovljani.

propadanja lužnjakovih šuma. I amfiglej u Međuvođu pokazuje slične osobine — i maksimalne vrijednosti redoks potencijala u punoj vegetaciji su preniske.

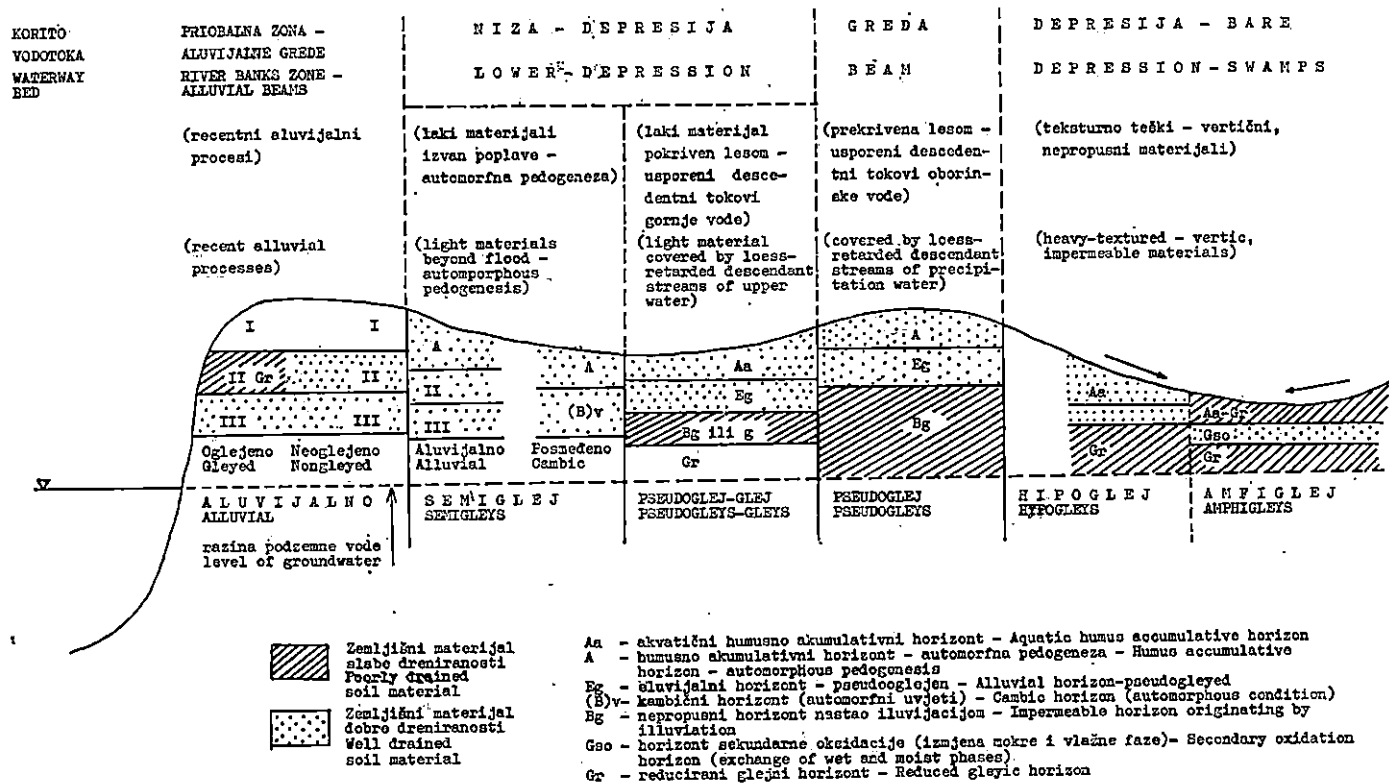
Vrijedna je posebnog osvrta opservacija o odnosu morfoloških obilježja profila i dobivenih vrijednosti redoks potencijala. Mora se za to razmatranje imati u vidu činjenica da su gotovo sva mjerenja obavljena na pedosistematskim jedinicama s radikalno izmijenjenim vodnim prilikama — u okviru gradnje infrastrukture za eksploataciju nafte (Žutica), podizanja ribogojilišta (Međuvođe), gradnje odteretnog kanala Sava—Kupa (Kalje), osim na području lipovljanskih šuma (Opeke), gdje su te promjene neznatne (stacionar) ili su namjerno prouzročene u istraživačke svrhe (retencije). Opaža se ponajprije dosta velika razlika unutar istih pedosistematskih jedinica. U amfigleju stacionara Opeke oštro se razlikuje izvanvegetacijski zimsko-proljetni period s dominantno redukcijskim prilikama od vegetacijskog, ljetno-jesenskog, u kojemu je aeracija u sloju rizosfere lužnjaka normalna. Morfologija profila korelira s redoks režimom, što u osnovi vrijedi i za profil u retenciji Opeke. Crvenkasta boja aeriranih mikrozona u površinskom horizontu javlja se kao posljedica sekundarne oksidacije željeza u ljetnom periodu, a u zimsko-proljetnom vlažnom se gubi, po mehanizmu sličnom pojavi tzv. okerizacije (P a s c h a i, 1968). Amfiglej u Žutici ni za maksimalnih vrijednosti u vegetacijskom periodu ne izlazi iz područja izrazite redukcije. Očito su hidrološke promjene na ovom području prouzročile jači anaerobiozis — sušenje je tu i najintenzivnije, a morfologija u osnovi korelira s utvrđenim vrijednostima. Osobito snažnu redukciju izazivaju gornje vode — poplavne i oborinske, koje nemaju mogućnost otjecanja jer su šumskim i drugim komunikacijama smanjene mogućnosti njezina povlačenja nakon poplava. Stoga je u akvatičnom humusno-akumulativnom horizontu zabilježen anaerobiozis najvišeg stupnja, odnosno vrijednosti daleko na strani redukcije. Slično vrijedi i za Kalje, premda je broj mjerenja nedostatan za relevantnu valorizaciju dobivenih rezultata.

U oba hipogleja vrijednosti redoks potencijala upućuju na porijeklo hidromorfizma — visoku podzemnu vodu. On u osnovi korelira s morfologijom profila.

U pseudogleju redoks potencijal (i minimalne i maksimalne vrijednosti Eh i rH) u potpunosti slijedi morfološka obilježja profila tla.

Prikupljeni, analizirani, prikazani i komentirani podaci o osnovnim osobinama tala s područja zahvaćenog sušenjem lužnjakovih šuma omogućili su da se problem sušenja, odnosno mogućih uzroka toj pojavi, sagleda s još jednog aspekta, koji nas može barem približiti konačnom odgovoru na ovo značajno pitanje. *Sigurni smo, zasada, jedino da se na to pitanje ne može dati jednoznačan odgovor.* Promjene u prostoru zahvaćenom sušenjem su višestruke, odvijale su se manje ili više postupno, barem s aspekta trajanja ophodnje lužnjaka, što najbolje ilustrira D e k a n i ć (1974): *»Stotinu je godina za ljudski vijek mnogo, ali stotinu godina u životu šume tek je jedna ophodnja (ciklus proizvodnje). Za velebni, divovski hrast lužnjak to je nešto oko dvije trećine njegove ophodnje.«*

U posljednjih stotinu godina područje na kojemu su zabilježena sušenja doživjelo je čitav niz promjena, tako da se može slobodno reći da se radi o bitno drugačijim ekosistemima u odnosu na one s kojima je ophodnja startala. Lužnjak koji se danas suši započeo je ophodnju u uvjetima drugačije hidrologije — s



Sl. — Fig. 1. Shematski prikaz utjecaja geomorfologije na način vlaženja, stratigrafiju i prostornu distribuciju tala Posavlja — Schematic description of geomorphology influencing on the way of moistening stratigraphy and special distribution of the Sava basin soils

više čestih poplava, ali i s vodama čije su osobine i sastav neusporedivi s današnjim. U to vrijeme poplavna voda je čista od mehaničkih primjesa bez deterdženata, pesticida i tehnogenih zagađenja industrijskog porijekla, a mineralna gnojiva u poljoprivredi se još ne koriste u pažnje vrijednim količinama.

Sve promjene, od hidroloških prilika do kvalitete voda, u posljednjim decenijama, dakle u periodu koji se podudara s povećanim, ponovljenim sušenjem, osobito su dobile na intenzitetu. Nema sumnje da lužnjak, kao i sve prirodne vrste, ima izvjesnu sposobnost adaptacije izmijenjenim uvjetima, ali i ta sposobnost zasigurno ima svoje granice. Očito su te granice pređene, a po svemu sudeći to se dogodilo upravo u edafskim faktorima, prvenstveno u njegovu vodozračnom režimu, premda su se bez sumnje biljne bolesti i gubar na fiziološki oslabljenoj sastojini priključili kompleksu utjecaja, sa skupnom evidentnom posljedicom slabljenja opće kondicije i povlačenja, odnosno sušenja hrasta lužnjaka.

4.2.3. *Pravci budućih istraživanja — Guidelines of future research*

Jednokratne opservacije pojedinih elemenata ekosistema ma kako pouzdanim metodama izvedene ne mogu dati odgovor na kompleksno pitanje porijekla i stupnja poremećaja u ekosistemu. To vrijedi dakako i za tlo. Naša istraživanja potvrđuju izrazitu korelaciju između stupnja hidromorfizma, odnosno trajanja redukcijskih stanja u tlu i intenziteta sušenja lužnjaka. S druge strane, u morfologiji profila hidromorfni tala te promjene nisu našle odraza.

Dinamika redoks potencijala u svim našim, posebice hidromorfnim tlima predstavlja perspektivno i široko područje istraživanja. Teorijsko i praktično značenje ima utvrđivanje stanja u stabilnim, visokoproduktivnim sastojinama lužnjaka koje mogu poslužiti kao etalon za komparaciju s ugroženim ekosistemima.

Testiranje i ocjena efikasnosti različitih sistema detaljne odvodnje, koji se primjenjuju u agroekosistemima, ima realan oslonac u vrijednostima redoks potencijala. Efikasna evakuacija suvišne vode iz tla odrazit će se i na više vrijednosti redoks potencijala. Po svemu sudeći, povlačenje lužnjaka s nekih područja, ma kako bilo nepoželjno, ostaje neizbježna pojava. Izbor optimalnih šumskih vrsta na površinama s kojih se hrast povlači važno je teorijsko i praktično pitanje. Za njegovo rješavanje bit će potrebna dodatna istraživanja, odnosno prikupljanje informacija o fizikalno-kemijskim osobinama tala i njihovoj dinamici za pojedine šumske fitocenoze. Istraživanju redoks potencijala treba pristupiti tako da se prikupe podaci o stupnju ekološke adaptacije i stabilnosti glavnih šumskih fitocenoza, njihove opće kondicije i prirasta u uvjetima različitog redoks režima. Takve informacije omogućit će optimalni izbor šumskih vrsta na ugroženim lokalitetima. Osim toga ona imaju i prirodnoznanstveno značenje jer su u funkciji prikupljanja informacija koje će omogućiti izradu klasifikacije redoks režima u našoj pedosferi i ekološku valorizaciju tih podataka za različite korisnike.

ZAKLJUČCI — CONCLUSIONS

Pojava sušenja i povlačenja hrasta lužnjaka s hidromorfni tala našega Posavlja i područja uz pritoke Save u Hrvatskoj zapažena je i prvi put registrirana sredinom druge decenije ovoga stoljeća, kada započinju organizirana istraživanja

uzroka te pojave. Već u samom početku istraživanja edafski se faktori smatraju mogućim uzročnikom poremećaja u ovim ekosistemima. S prestankom sušenja istraživanja se smanjuju, pa čak i prestaju. Novi val sušenja s početka sedamdesetih godina ponovo aktualizira započeta pa prekinuta istraživanja.

Dosada prikupljene i publicirane informacije o tlima našeg Posavlja i rezultati vlastitih istraživanja, čiji je dio u radu izložen, daju oslonac za ove zaključke:

Područje Posavine u posljednjim se decenijama nalazi pod pritiskom većeg broja korisnika ovoga prostora, uz stalnu najavu novih potencijalnih korisnika. Promjena vodnog režima i povećan stupanj hidromorfizma u jednim, a smanjen u drugim nižinskim šumama uzrok je sušenju i povlačenju lužnjaka, o čemu govore i prvi istraživači. U radu je prikazan dominantni način vlaženja tla i režim vlažnosti za sve pedosistematske jedinice hidromorfni tala Posavlja.

Prema prikupljenim podacima intenzitet sušenja hrasta lužnjaka na različitim pedosistematskim jedinicama raste ovim redoslijedom: ALUVIJALNO TLO < SEMIGLEJ (posmeđeni < aluvijalni) < PSEUDOGLEJ (obronačni < na zaravni) PSEUDOGLEJ-GLEJ (umjereno pseudoglejno i duboko glejno) < HIPOGLEJNO < AMFIGLEJNO (duboko epiglejno i srednje duboko hipoglejno < plitko epiglejno i plitko hipoglejno < vertično). Intenzitet sušenja hrasta lužnjaka korelira sa stupnjem hidromorfizma — anaerobioze, posebice u zoni rizosfere hrasta.

Analiza vodne bilance potvrdila je dosadašnje rezultate po kojima se u istoj godini u ovim tlima mogu javiti oba ekstremna stanja u opskrbi vodom — višak, koji uglavnom dolazi u izvanvegetacijskom, a manjak u vegetacijskom periodu godine.

Prikazane osnovne fizikalne i kemijske osobine važnijih pedosistematskih jedinica kreću se u granicama karakterističnim za pripadajuću pedosistematsku jedinicu i ne mogu se smatrati primarnim uzročnikom sušenja.

Uobičajene metode ocjene stupnja hidromorfizma na osnovi morfokromatskih obilježja neprikladne su za tla s vodnim režimom izmijenjenim izvedbom radikalnih hidrorregulacijskih zahvata. Naime, morfokromatske promjene u tim tlima ne odražavaju uvijek i u dovoljnoj mjeri stvarno stanje aerobioze, odnosno anaerobioze. U tim tlima tek vrijednosti redoks potencijala i njegove dinamike — režima u toku godine — daju realne elemente za ocjenu ekološkog statusa tla.

Najniže vrijednosti redoks potencijala, dakle najviši stupanj anaerobioze utvrđene su u akvatičnom humusno-akumulativnom horizontu amfiglejnog tla u izvanvegetacijskom periodu, a najviše vrijednosti i aerobni uvjeti u suhom ljetnom periodu.

Uzroci sušenja i povlačenja lužnjaka kompleksne su naravi i očito su posljedica radikalnih promjena vodnog režima i kvalitete poplavnih voda, odnosno ekološki nepovoljnog redoks režima nakon izvedbe hidrorregulacijskih zahvata.

Istraživanja redoks potencijala u tlu predstavljaju perspektivno polje rada, s višestrukom namjenom rezultata; od izbora šumskih vrsta na devastiranim površinama, ekološke karakterizacije tala, ocjene efekata provedenih zahvata detaljne odvodnje, do prikupljanja elemenata za izradu redoks režima hidromorfni tala. Redoks režim u ovim tlima odlučno utječe na stabilnost šumskih ekosistema i opću kondiciju komponenata šumske sastojine.

LITERATURA — REFERENCES

- Bašić, F., 1974: Prilog poznavanju oksidoredukcijskog potencijala u nekim tipovima tala. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Zagreb, 54 pp.
- Bašić, F., 1984: Dinamika oksidoredukcijskog potencijala, željeza i mangana u nekim tipovima tala, disertacija. Sarajevo, 167 pp.
- Bašić, F. & S. Vukušić, 1980: Hidropedološki izvještaj s idejnim rješenjem detaljne odvodnje površina I—II. »Jugoinspekt«, Zagreb, rukopis, 18 pp.
- Bogunović, M., 1971: Tla sekcija Pakrac 1 i dijela sekcije Pakrac 3. Institut za pedologiju i tehnologiju tla, Zagreb, rukopis, 75 pp.
- Brümmel, A., 1973: Redox reaktionen als merkmalsprägende Prozesse hydromorpher Böden, Pseudogley and Gley. Chemie Gmgh — Weinheim.
- Dekanić, I., 1962: Utjecaj podzemne vode na pridolazak i uspjevanje šumskog drveća u Posavskim šumama kod Lipovljana. Glasnik za šumske pokuse, XV, Zagreb, 118 pp.
- Dekanić, I., 1974: Značajke uzgoja šuma jugoistočne Slavonije. Zbornik o stotoj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije, JAZU, Vinkovci—Slavonski Brod.
- Kauričev, I. S., 1979: Tipy oksiditel'no — vosstanovitel'nogo režima počv. Počvovedenie, Moskva, № 3:35—46.
- Kovačević, P., M. Kalinić, V. Pavlić & M. Bogunović, 1972: Tla gornje Posavine. Monografija, Institut za pedologiju i tehnologiju tla, Zagreb, 331 pp.
- Marinčić, I., I. Stričević & I. Petošić, 1981: Rugvica — Oborovo — Oborovski Novaki — Hidropedološka studija s normativima detaljne odvodnje. Fakultet poljoprivrednih znanosti, OOUR Institut za pedologiju, Zagreb.
- Martinović, J., D. Cestar & Z. Pelcer, 1977: Tla šumskih ekosistema Slavonije i Baranje. Monografija »Tla Slavonije i Baranje«, Zagreb: 129—161.
- Mayer, B., 1976: Režim vlažnosti pseudogleja pod raznim načinima šumskog gospodarenja. Magistarski rad, Zagreb, 42 pp.
- Ottov, J. C. G. & J. C. Munch, 1978: Mechanismus of reductive transformations in the anaerobic microenvironment of hydromorphic Soils. Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology, Volume 2 — Proceedings of the III inter. Symp. of Env. Biog., Michigan: 483—490.
- Paschai, A., 1968: Verockerung oder künstliche Raseneisenbildung und der Ermittlung durch das Redox potential. Mitteilungen der DBG, Bd 8, Mainz: 47—56.
- Paschai, A., 1968: Das Redox potential als ein Verfahren zur Ermittlung des Dränbedarfs in Schleswig — Holstein. Mitteilungen der DBG, Bd 8, Mainz: 57—67.
- Prpić, B., Đ. Rauš, S. Matić, A. Vranković, F. Bašić, B. Mayer & Z. Vidaček, 1984: Utvrđivanje postojećih šumskih ekosistema Pokuplja i Posavlja u području budućih retencija. Studija. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu: 14—51.
- Prpić, B., A. Vranković, Đ. Rauš, S. Matić, A. Pranjić & Š. Meštrović: 1986: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činitelja na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici »Kalje« Šumskog gospodarstva Sisak. Studija. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu: 1—6.
- Prpić, B., J. Martinović, A. Vranković & F. Bašić, 1987: Waldschäden und Belastung der Waldböden in der SR Kroatien. Kongress Bodenschutz — Alpen Adria — München, 8 pp.
- Resulović, H., 1970: Dinamika vode, vazduha i oksidoredukcijskog potencijala u parapodzolu sjeverne Bosne (područja Srpa). Disertacija, Sarajevo, Radovi Polj. fak., god. XIX, br. 21, 133—186.
- Resulović, H. & M. Vlahinić, 1983: Karakteristike tla i specifičnosti odvodnje Popovog polja. Poljoprivreda i šumarstvo, XXIX, 3—4, 65—79, Titograd.
- Seiwert, A., 1926: Suše li se slavonski hrastovi zbog promjene tla? (Beruht das Eingehen der slawonischen Eiche auf der Bodenveränderung?) — Glasnik za šumske pokuse I: 128—148.
- Stebut, A., 1925: Jedan prilog ispitivanja uzroka sušenja slavonskog hrasta sa pedološkog gledišta. Glasnik Ministarstva poljoprivrede i voda, br. 9, Beograd.
- Stebut, A., 1925: Još o uzrocima sušenja hrasta u Slavoniji. Glasnik Ministarstva poljoprivrede i voda, br. 10:1—12, Beograd.

- Salinović, I., I. Bašić & I. Stričević, 1977: Hidropedološka studija površina objekta »Donja Subočka«. Poljoprivredni institut, Institut za pedologiju i poljoprivredne melioracije, Zagreb, rukopis.
- Skorić, A., 1973: Pedološki praktikum. Sveučilište u Zagrebu, 41 pp.
- Skorić, A. & A. Vranković, 1975: Pedološka istraživanja u vezi sa sušenjem lužnjakovih šuma. JAZU, Posebna izdanja, knj. II, Centar za znanstveni rad, Vinkovci: 403—411.
- Skorić, A., 1977: Tla Slavonije i Baranje. Projektni savjet OPK Hrvatske 1:50000, posebno izdanje, knj. I, Zagreb.
- Vad'junina, A. F. & L. A. Korčagina, 1969: Metody issledovanija fizičkih svojstv počv i gruntov. Moskva.
- Vidaček, Z., 1985: Pedološka i hidropedološka ispitivanja za potrebe hidromelioracijskih sustava. Institut za agroekologiju, FPZ, Zagreb, rukopis, 27 pp.
- Vranković, A. & F. Bašić, 1979: Jednogodišnja dinamika vlage tla i redoks potencijala glejnog amfignog tla u šumskom stacionaru »Opeke« kod Lipovljana. II. kongres ekologija Jugoslavije, Zadar: 1153—1167.
- Vranković, A. & F. Bašić, 1980: Pedološka istraživanja šumskogospodarske jedinice »Medjuvodje« s aspekta izmijenjenih hidroloških prilika. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, rukopis.
- Vranković, A. & F. Bašić, 1982: Pedološka istraživanja za izbor novog lokaliteta šumskog rasadnika Šumarije Kutina. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Zagreb, rukopis, 55 pp.
- Vranković, A., F. Bašić, B. Mayer & Z. Vidaček, 1983: Hidropedološka karta srednjeg Posavlja, u mjerilu 1:50000. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, rukopis.
- Vranković, A. & F. Bašić, 1984: Prikaz pedoloških prilika nekih lokaliteta gospodarske jedinice Topolovac u šumskom bazenu Spačva. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, rukopis, 25 pp.
- Vranković, A., F. Bašić & K. Turk, 1985: Pedološka istraživanja retencije »Opeke« (izvještaj za 1984. god.). Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, rukopis, 27 pp.
- Vranković, A. & F. Bašić, 1985: Pedološko-meliorativna istraživanja radi osnivanja šumskog rasadnika Zbjegovača. Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, rukopis, 48 pp.
- Vranković, A., 1986: Hidropedološki izvještaj za šumu Repaš s pedološkom kartom 1:25000. Zagreb.
- Vukušić, S., I. Bašić & B. Jurčić, 1979: Hidropedološka studija rudine Ribnjak — »Agroposavina« — Ivanić Grad. »Jugoinspekt« RJ — Zavod za poljoprivredna ispitivanja, Zagreb, rukopis, 42 pp.
- Vukušić, S. & I. Bašić, 1979: Hidropedološka studija objekta »Stari Kozarec« i »Krči«. »Jugoinspekt«, Zagreb, rukopis, 29 pp.

Adresa autora:

A. Vranković
Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Katedra za pedologiju
41001 Zagreb, pp. 178.

F. Bašić
Fakultet poljopr. znanosti
Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za opću proizvodnju bilja
41001 Zagreb

ANDRIJA VRANKOVIĆ & FERDO BAŠIĆ

SOME RESULTS OF PEDOLOGICAL RESEARCH
IN DISTURBED ECOSYSTEMS OF PEDUNCULATE
OAK STANDS IN CROATIA

Conclusions

Dieback and withdrawal of pedunculate oak from the hydromorphous soils of the Sava basin region in Croatia was first noticed and recorded about the middle of the second decade of this century initiating research on the cause of this phenomenon. At the very beginning of the research edaphic factors were considered a possible cause of disturbances in these ecosystems. The research was interrupted when the dieback slowed down and finally stopped. Another wave of dieback in the early seventies revived the once interrupted research.

The so far gathered and published information on the soils of the Croatian Sava area together with our own research — one part of which is being presented here — give rise to the following conclusions:

The Sava area has been exposed during the last several decades to the pressure of many users whose number will be increasing in future. The change of the water regime with a higher degree of hydromorphism in one part of the lowland forests and a lower in another is the reason for the dieback and withdrawal of pedunculate oak, which was already stated by the first researchers. This paper explains the prevailing process of soil hydregenisation and regime of soil moisture for all pedosystematic units of the hydromorphous soils of the Sava basin area.

The gathered data show that the pedunculate oak dieback is increasing its intensity on different pedosystematic units in the following order: ALLUVIAL SOILS < SEMIGLEYS (cambisols < alluvial) < PSEUDOGLEYS (of sloping terrains < of level terrains) PSEUDOGLEYS-GLEYS (moderate pseudogley and deep gley) < HYPOGLEYS < AMPHIGLEYS (deep epigleys and medium deep hypogleys < shallow epigleys and shallow hypogleys < vertic). The intensity of pedunculate oak dieback correlates with the degree of hydromorphism-anaerobiosis, especially in the zone of oak root area.

The analysis of the water balance confirmed that the achieved results indicate that in these soils both extreme conditions of water supply can occur: surplus — mostly during the non-vegetational period and deficiency — during the vegetational period of the year.

The presented basic physical and chemical properties of the important pedosystematic units range between the limits characteristic for the corresponding pedosystematic unit and cannot be regarded as the primary cause of dieback.

The usual methods of evaluating the degree of hydromorphism based on morphochromatic properties are inadequate for the soils whose water regime has been altered by radical hydroregulating operations. In other words, morphochromatic changes in these soils do not always reflect sufficiently the real state of aerobiosis, resp. anaerobiosis. In these soils only the values of the redox potential and its dynamics — the regime during the year — give the real elements for evaluation of the ecologic status of the soil.

The lowest values of the redox potential, i. e. the highest degree of anaerobiosis have been established in the aquatic humus/accumulative horizon of the amphigleys during the non-vegetational period, whereas the highest values and the aerobic conditions have been established in the dry summer period.

The causes for dieback and withdrawal of the pedunculate oak are complex and they are obviously a consequence of radical changes in the water regime and the quality of the flood waters, i. e. of the ecologically unfavourable redox regime following the hydroregulating operations.

The research on the redox potentials in the soil is a promising field of work whose results have a multiple application ranging from the choice of the forest species on the devastated surfaces and evaluation of the detailed amelioration to gathering the data for elaborating the redox regime of hydromorphic soils. The redox regime in these soils decidedly influences the stability of the forest ecosystems and the general conditions of the forest stand components.

ĐURO RAUŠ & JOSO VUKELIĆ

REZULTATI KOMPARATIVNIH ISTRAŽIVANJA ŠUMSKE VEGETACIJE NA PODRUČJU SUŠENJA HRASTA LUŽNJAKA

ERGBNISSE KOMPARATIVER UNTERSUCHUNGEN DER WALDVEGETATION AUF DEM GEBIET DES STIELEICHENSTERBENS

Primljeno: 10. XII. 1987.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Istraživanja su obavljena na lokalitetima sušenja u šumskom predjelu Kalje šumarije Lekenik i na gospodarskoj jedinici »Posavske nizinske šume« na području šumarije Sunja. Položeno je ukupno 10 fitocenoloških snimaka te je izrađena zbirna tablica. U snimkama došao je do izražaja velik stupanj udjela močvarnih (korovnih) biljaka kao što su: *Amorpha fruticosa*, *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Bidens tripartita*, *Allisma plantago-aquatica*, *Juncus effusus*, *Symphytum officinale* i dr. Navedene biljke na lokalitetima sušenja javljaju se sa stupnjem udjela III—V, odnosno pokrovnošću od 40 do 100 posto, što umnogome otežava rad na obnovi ovih sastojina. U radu analizirane su također autoekološke osobine pridozate korovnih biljaka, iz kojih se vidi veliko zamočvarenje biotopa hrasta lužnjaka.

Ključne riječi: šumski ekosistem, fitocenoza, sušenje šuma, podzemna i površinska voda, zamočvarenje, autoekologija, obnova sastojina.

UVOD — EINLEITUNG

U okviru Zavoda za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta u Zagrebu na zahtjev šumskoprivrednih organizacija SR Hrvatske obavljaju se istraživanja uzroka sušenja hrasta lužnjaka u Pokuplju, Posavini i Podravini. U problematici sušenja vrlo su bitna vegetacijska istraživanja koja smo obavili na području Šumskog gospodarstva »Hrast« Vinkovci i Šumskog gospodarstva Sisak. U ovom radu prikazat ćemo samo dobivene rezultate na području šumarije Lekenik i Sunja, tj. na području Šumskog gospodarstva Sisak.

Istraživali smo u 1986. i 1987. godini u predjelu Kalje i Posavske nizinske šume kod Sunje, nadovezujući se na već ranije obavljena istraživanja (Matić i dr. 1983, Prpić i dr. 1986).

Obavljena su fitocenološka i autoekološka istraživanja s prezentiranim fitocenološkim tablicama i potrebnim komentarom.

Autori su predložili odgovarajuće zaključke i naveli upotrijebljenu literaturu.

FLORISTIČKA I VEGETACIJSKA ISTRAŽIVANJA —
FLORISTISCHE UND VEGETATIVE UNTERSUCHUNGEN

Fitocenološka istraživanja obavljena su samo u zajednici hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem, čiji su rezultati prikazani u tablici 1. Radi dobivanja uvida u cjelokupni normalni ekosistem ove zajednice, donosimo njezin opis.

SUMA HRASTA LUŽNJAKA S VELIKOM ŽUTILOVKOM I RASTAVLJENIM ŠASEM
(*GENISTO ELATAE-QUERCETUM ROBORIS CARICETOSUM REMOTAE* HORV. 38)

Ovu subasocijaciju opisao je prvi puta Horvat (1938), a poznavanje njezinih sinekološko-vegetacijskih osobina kasnije je znatno nadopunjeno (Rauš 1970, 1973, 1975, 1980).

To je tipična slavonska šuma hrasta lužnjaka koja obuhvaća goleme površine mineralno-močvarnih tala u poplavnom i izvanpoplavnom području. Većinom je plavljena jednom ili dva puta na godinu.

Suma lužnjaka s velikom žutilovkom ističe se vrlo značajnim slojem grmlja i niskog rašća, koji upućuju na veliku vlažnost u proljetnim mjesecima.

U sloju drveća dominira hrast lužnjak, a primiješani su: poljski jasen, nizinski brijest, crna joha, ponegdje klen i divlja kruška.

Sloj grmlja je vrlo bujno razvijen s pokrovnošću 10 do 20 posto, a tvore ga: *Genista elata*, *Crataegus oxyacantha*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Pirus piraster*, *Viburnum opulus*, *Frangula alnus*, *Rubus caesius*, *Rubus fruticosus*, *Rosa sp.* i dr.

Sloj prizemnog rašća tvori pokrovnost 80 do 100 posto i naročito je bujan u proljeće nakon poplava. Sastoji se od: *Carex strigosa*, *Rumex sanguineus*, *Cerastium sylvaticum*, *Valeriana dioica*, *Lycopus europaeus*, *Solanum dulcamara*, *Valeriana officinalis*, *Glechoma hederacea*, *Poa trivialis*, *Juncus effusus*, *Galium palustris*, *Ranunculus repens*, *Lusimachia nummularia*, *Lysimachia vulgaris*, *Stachys palustris*, *Succisa pratensis*, *Polygonatum hydropiper*, *Mentha aquatica*, *Aegopodium podagraria*, *Euphorbia palustris*, *Iris pseudacorus*, *Rubus caesius*, *Circaea lutetiana*, *Peucedanum palustre*, *Hypericum acutum*, *Stenactis annua*, *Eupatorium cannabinum*, *Trifolium repens*, *Scrophularia nodosa*, *Leucium aestivum*, *Angelica silvestris* i dr. (tab. 1).

PROMJENE U FLORNOM SASTAVU FITOCENOZE HRASTA LUŽNJAKA I VELIKE
ŽUTILOVKE S RASTAVLJENIM ŠASEM NA LOKALITETIMA SUŠENJA HRASTA
LUŽNJAKA — VERÄNDERUNGEN IN DER FLORISTISCHEN ZUSAMMENSETZUNG
DER PHYTOZÖNOSE DES STIELEICHENAUENWALDES MIT WINKELSEGGE
AUF LOKALITÄTEN DES STIELEICHENSTERBENS

Fitocenološka snimanja i analiza flornog sastava šumske zajednice hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem (*Genista elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) na području sušenja pokazali su da je došlo do značajnih odstupanja od flornog sastava i građe normalno razvijenih sastojina ove subasocijacije.

Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae											
Asocijacija — Assoziation:											S
Subasocijacija — Subassoziation:											A
Područje — Gebiet	Sumarija Lekenik — g. j. »Kalje«					Posavske nizinske šume šumarije Sunja					t
Odjel — Abteilung	31a	37a	22a	36a	38	51a	51a	50a	16	15	n
Datum	21. VI 1984.					2. IX 1986.					u
Vel. snimke — Aufnahmefläche, m ² :	900	900	400	400	400	400	400	400	400	400	t
Nadmorska visina — Seehöhe, m:											a
Ekspozicija — Exposition:	r a v n o										n
Inklinacija — Hangneigung:	O										s
Geološka podloga — Geologische Unterlage:	Pretaloženi močvarni prapor i aluvij										u
Tlo — Bodenart:	Pseudoglej, glejno anfiglejno i aluvijalno tlo										g
Pokrovnost — Deckungsgrad (%):											č
— drveća	30	25	90	20	60	20	20	25	30	20	e
— grmlja	30	20	40	30	15	60	60	50	50	60	a
— prizemnog rašća	100	100	90	100	100	100	95	90	100	95	d
— ukupna	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	ć
FLORISTIČKI SASTAV — Floristische Zusammensetzung											
I. Sloj drveća — Baumschicht											
<i>Quercus robur</i> L.	2.1	1.1	4.5	1.1	3.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	V
<i>Alnus glutinosa</i> Gärtn.	+	1.1	+	1.2	2.2		+	+	+		IV
<i>Fraxinus angustifoliae</i> Willd.		+	1.1	+					+		II
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.								R			I
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	1.1										I
<i>Pyrus pyraister</i> (L.) Borkh.								R			I
II. Sloj grmlja — Strauchschicht											
<i>Fraxinus angustifoliae</i> Willd.	1.2	1.1	2.1	3.3	+		+	+	+		IV
<i>Frangula alnus</i> Mill.	+	1.2	+	1.2	1.2						III
<i>Alnus glutinosa</i> Gärtn.	1.2	1.2	+	3.3	1.1						III

Tab. 1 (nastavak) - (continued)

<i>Amorpha fruticosa</i> L.	3.3					3.4	3.3	2.3	2.3	3.4	III
<i>Genista tinctoria</i> var. <i>elatae</i>	R	1.2	+						R	+	III
<i>Viburnum opulus</i> L.	+	+	+								II
<i>Salix cinerea</i> L.	+	R	+					R			II
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	+	+									I
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.		+							+		I
<i>Evonymus europaea</i> L.		R									I
<i>Pyrus pyraster</i> (L.) Borkh.	(+)	+									I
<i>Ulmus carpiniifolia</i> Gled.		+									I
<i>Cornus sanguinea</i> L.		+									I
<i>Acer campestre</i> L.									R		I
<i>Carpinus betulus</i> L.	(R)										I
<i>Ligustrum vulgare</i> L.		R									I
<i>Acer tataricum</i> L.					R						I
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	2.2										I
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	R	+									I
<i>Prunus spinosa</i> L.		+									I
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.		+									I
<i>Rosa canina</i> L.		+									I
<i>Quercus robur</i> L.									+		I
III. Sloj prizemnog rašća — Krautschicht											
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	+	+2	+2	1.2	1.3	2.3	2.2	2.3	2.3	3.3	V
<i>Juncus effusus</i> L.	+	1.2	+2	+2	2.3	2.2	+	+2	+	1.2	V
<i>Bidens tripartita</i> L.	+	2.3	+	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.3	+	V
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+	+	+	+	+	+				IV
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	+	+	+		1.2	1.2		+	1.2	IV

<i>Carex riparia</i> Curt.	2.3	3.4	1.2	3.4	2.2			2.3	1.2	1.2	IV
<i>Alisma plantago-acquatica</i> L.	1.2	1.2	R	1.2	1.2		+2	+		+	IV
<i>Lythrum salicaria</i> L.			+	+	+2	+	+1	+	1.2	+	IV
<i>Ranunculus repens</i>	1.2	+	+		+					+	III
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Mch.	+2	+	+	+	+						III
<i>Iris pseudacorus</i> L.			+		+1	R	1.2	+1		+	III
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	2.2	1.2	2.3	1.2	1.2						III
<i>Carex elongata</i> L.	+2	1.2	R	+2				+			III
<i>Carex elata</i> All.			2.2	1.2	1.2	+2	+			+	III
<i>Agrostis alba</i> L.		R					1.2	+	+	+	III
<i>Rubus caesius</i> L.	+		+						2.2		II
<i>Urtica dioica</i> L.	+	+	R							+	II
<i>Mentha aquatica</i> L.	+						+			+	II
<i>Galium palustre</i> L.	1.2	+2	+	+							II
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	+	+	+		+						II
<i>Stachys palustris</i> L.	1.1	+	+								II
<i>Veronica longifolia</i> L.	1.1	+		+	+						II
<i>Leucium aestivum</i> L.	1.2	1.2	+2								II
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+		+				+				II
<i>Succisa pratensis</i> Mch.	+2	+2	R								II
<i>Valeriana dioica</i> L.	+	+	1.2								II
<i>Carex remota</i> L.			2.3			1.2	2.2				II
<i>Rumex sanguineus</i> L.	+	R	+								II
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	+2	+2	+								II
<i>Symphytum officinale</i> L.	+2	1.2				+			+		II
<i>Poa palustris</i> L.	R	+2						+			II
<i>Phalaris arundinacea</i> (L.) Mch.					+				+	R	II
<i>Stenactis annua</i> (L.) Nees.						+	+			+	II

Rauš D, & J. Vukelić: Rezultati komparativnih istraživanja šumske vegetacije na području sušenja hrasta lužnjaka. Glas. šum. pokuse 25:53-66, Zagreb, 1989.

Tab. 1 (nastavak) - (continued)

<i>Scutellaria galenculata</i> L.					+	+	+	II
<i>Glechoma hederacea</i> L.	+	+ .2						I
<i>Quercus robur</i> L.		+						I
<i>Circaea lutetiana</i> L.		R	+					I
<i>Geum urbanum</i> L.			+	+				I
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.		R						I
<i>Nephrodium spinulosum</i> (Mill.) Strempe	+ .2	+ .2						I
<i>Solanum dulcamara</i> L.		R		+				I
<i>Euphorbia palustris</i> L.	+ .2				+			I
<i>Carex sylvatica</i> Huds.						+		I
<i>Athyrium filix femina</i> (L.) Roth.			R					I
<i>Carex vesicaria</i> L.	+	1.2						I
<i>Carex vulpina</i> L.	R	+ .2						I
<i>Senecio palustris</i> D. C.	+ .2			+				I
<i>Valeriana officinalis</i> L.	+							I
<i>Aristolochia clematitis</i> L.	+							I
<i>Hypericum acutum</i> Mch.		R			+			I
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.				+	+			I
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.						+	1.2	I
<i>Epilobium hirsutum</i> L.						+		I
<i>Hypericum quadrangulum</i> L.						+		I
<i>Senecio rivularis</i> (W. K.) DC						+		I
<i>Juncus bufonius</i> Perr. et Song.						+	+	I
<i>Solidago serotima</i> Ait.							+	I
<i>Gratiola officinalis</i> L.								+

Pri tome su se promjene odvijale u dva pravca:

I. Pridošle su vrste koje nisu prisutne u ovoj subasocijaciji kad se ona naziva normalno razvijena i zdrava.

II. Izostale su neke svojstvene ili česte vrste ili im se znatno smanjila pokrovnost, što također nije slučaj u najvrednijoj našoj fitocenozii poznatog hrasta lužnjaka.

Vegetacijske snimke napravljene na lokalitetima sušenja usporedene su s vegetacijskim snimkama ove subasocijacije iz lipovljanskih šuma (R a u š, 1973) i spačvanskog bazena (R a u š, 1975).

I. a. Promjene u stanišnim uvjetima ove fitocenoze koje su izazvale sušenje hrasta lužnjaka dovele su također do znatnog pridolaska vrsta koje nisu zabilježene u citiranim radovima. To su vrste:

<i>Amorpha fruticosa</i>	III 2—3
<i>Carex riparia</i>	IV +—3
<i>Carex elata</i>	III 1—2
<i>Filipendula ulmaria</i>	III 1—2
<i>Lytbrum salicaria</i>	III +—1

Analizirajući autoekološke osobine tih vrsta prema Ellenbergu (1979), Oberdorferu (1983), Zolyomu i dr. (1967), vidi se da su to sve vrste vezane isključivo za mokra, redovito poplavljena tla, a neke se navode i kao indikatori poplavnih područja. Pokrovnost tih vrsta je vrlo velika, a prisutne su u 40—100 posto učinjenih fitocenoloških snimaka. Neobično je velika pokrovnost i stupanj udjela vrste *Carex riparia*.

I. b. Drugu grupu biljaka sačinjavaju one koje su prisutne u ovoj subasocijaciji normalnoga flornog sastava, ali im je pokrovnost i stupanj udjela mnogo manji. To su ove vrste:

<i>Bidens tripartita</i>	V +—3
<i>Polygonum hydropiper</i>	V +—2
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	IV r—1
<i>Juncus effusus</i>	V +—2
<i>Symphytum officinale</i>	III +—1
<i>Carex elongata</i>	III R—1
<i>Deschampsia caespitosa</i>	II +—1

Autoekološke osobine tih vrsta pokazuju također da su to biljke vrlo mokrih i poplavnih staništa i da na sušim staništima ne pridolaze. Analizirajući indikatorske vrijednosti tih biljaka prema Ellenbergu (1979) u odnosu na vlažnost staništa, dobiva se srednja vrijednost 8,4, što potvrđuje da su to biljke mokrih i u određenim dijelovima godine obavezno poplavljenih staništa. Srednji indikatorski broj za vlažnost u zdravim lipovljanskim šumama iznosi 6,9, što označava vlažno, također poplavljivo, ali ne u toj mjeri mokro stanište.

Ovakvi odnosi u sinekologiji ove zajednice dokazani su u brojnim istraživanjima (Dekanić, 1962, Matić, i dr. 1979, Prpić i dr. 1979, 1983).

Analizirajući neke ostale osobine tih biljaka, za većinu je zajedničko da su to vrlo visoke biljke sloja prizemnog rašća i grmlja (*Amorpha fruticosa* je eviden-

tirana i u sloju grmlja i prizemnog rašća), često preko 50 cm, te da su osim vrsta *Carex elongata* i *Deschampsia caespitosa*, koje nisu tako često prisutne, sve ostale vrste polusvjetla i svjetla.

II. a. Drugu grupu biljaka koje su stalno prisutne u zajednici hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem, a nisu zabilježene ili su prisutne samo u jednoj snimci na lokalitetima sušenja, čine ove vrste:

Carex strigosa
Solanum dulcamara
Ranunculus repens
Geum urbanum
Circaea lutetiana
Acer tataricum

II. b. Vrste koje su zabilježene na lokalitetima sušenja, ali se javljaju u neporedivo manjoj pokrovnosti i stupnju udjela u odnosu na normalno građene sastojine, jesu:

<i>Carex remota</i>	II +—2
<i>Rubus caesius</i>	II +
<i>Glechoma hederacea</i>	I +
<i>Lysimachia nummularia</i>	II +
<i>Aegopodium podagraria</i>	II +
<i>Stachys palustris</i>	II +—1

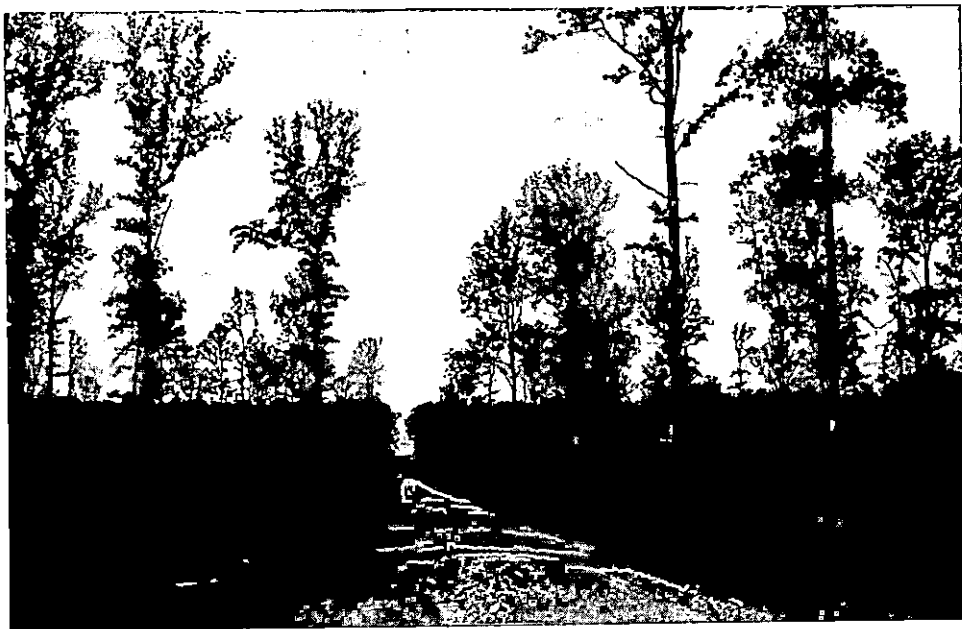
Uvid u autoekološke osobine tih biljaka iz obje grupe (a i b) potvrđuje da su to biljke većinom vlažnih staništa, dok ni jedna nije indikator poplavnih staništa. Tako su na primjer *Geum urbanum*, *Circaea lutetiana*, *Glechoma hederacea* i *Aegopodium podagraria* čak mnogo češće na svježim, ocjeditim staništima nizinskih šuma, odnosno tzv. gredama. Srednji indikatorski broj vlažnosti za ove grupe iznosi 6,6. Analiza odnosa tih biljaka prema svjetlu pokazuje sasvim druge relacije nego je to slučaj s nadošlim biljkama na ova staništa. Srednji indikatorski broj za svjetlo od 5,0 označava grupu biljaka polusjene, dok su *Carex remota*, *Carex strigosa* i *Lysimachia nummularia* čak biljke sjene, a samo *Rubus caesius* i *Stachys palustris* biljke polusvjetla.

Osim tih promjena u nižim slojevima mora se označiti promjena nastala u sloju drveća i grmlja. Pokrovnost hrasta lužnjaka znatno se smanjila, a poljski jasen, nizinski brijest, vez, žestilj, a mjestimično i crna joha zastupljeni su mnogo manje, ili čak izostaju, nego je to slučaj u toj subasocijaciji normalne građe. Ona je u normalnim sastojinama označena kao mješovita šuma spomenutih vrsta u kojoj dominira hrast lužnjak, dok je na lokalitetima sušenja u većini slučajeva hrast i jedina vrsta drveća. Slično je i u sloju grmlja gdje se vrlo agresivna čivitnjača potpuno raširila, vrste roda *Crataegus*, pa i *Genista elata*, kao nosioci strukture ovog sloja u normalnim sastojinama, izostaju.

Analizom promjena u flornom sastavu fitocenoze hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem na lokalitetima sušenja hrasta lužnjaka može se utvrditi da je paralelno s promjenama u staništu došlo do znatnih promjena u flornom sastavu. Potpunim ili djelomičnim izostajanjem nekih svojstvenih ili stalno pratećih vrsta ove subasocijacije, odnosno prodorom novih biljaka nastale



Sl. — Abb. 1. Tipičan izgled zajednice hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae* — *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) u gospodarskoj jedinici »Posavske nizinske šume« šumarije Sunja prije sušenja — Typische Struktur der Gesellschaft des Eichenauenwaldes mit Winkelsegge (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) in der Wirtschaftseinheit »Posavske nizinske šume« der Försterei Sunja vor dem Waldsterben.



Sl. — Abb. 2. U prvom planu posušene i posječene površine hrasta lužnjaka u »Posavskim nizinskim šumama« šumarije Sunja. U drugom planu mikrouzvisine obrasle fitocenoza *Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971 još nisu zahvaćene sušenjem — Im vorderen Plan ausgetrocknete und abgeholzte Flächen in »Posavske nizinske šume« der Försterei »Sunja«. Im hinteren Plan Mikroerhebungen, bewachsen mit der Phytozönose *Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971, noch nicht vom Austrocknen betroffen.



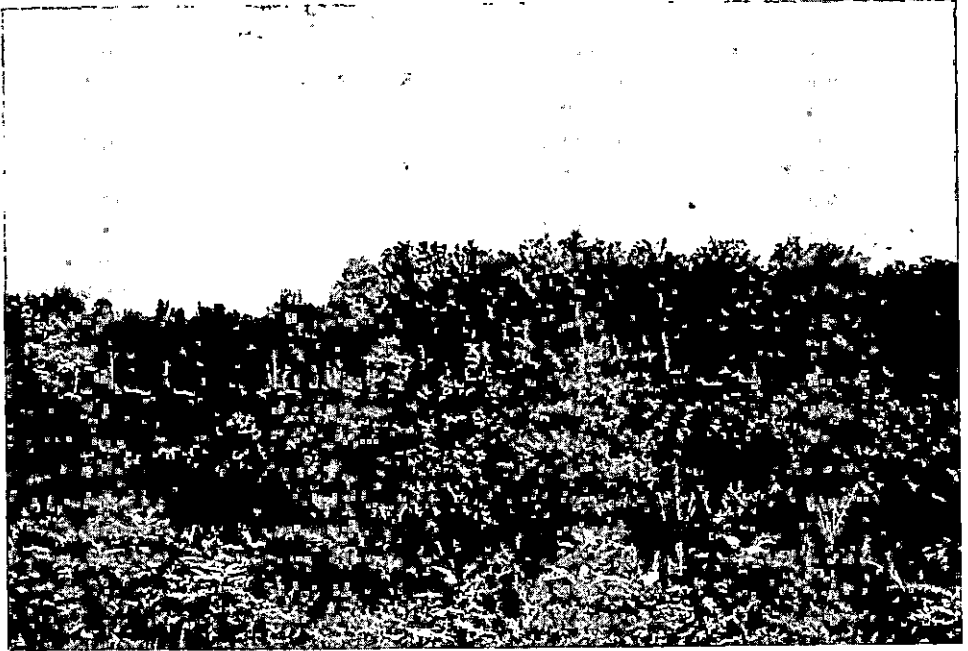
Sl. — Abb. 3. Stanje sastojine hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) u gospodarskoj jedinici »Kalje« šumarije Lekenik nakon sušenja hrasta lužnjaka i izvršene sječe — Bestand des Eichenauenwaldes mit Winkelsegge (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) in der Wirtschaftseinheit »Kalje« der Försterei Lekenik nach dem Stieleichensterben und dem durchgeführten Hieb.



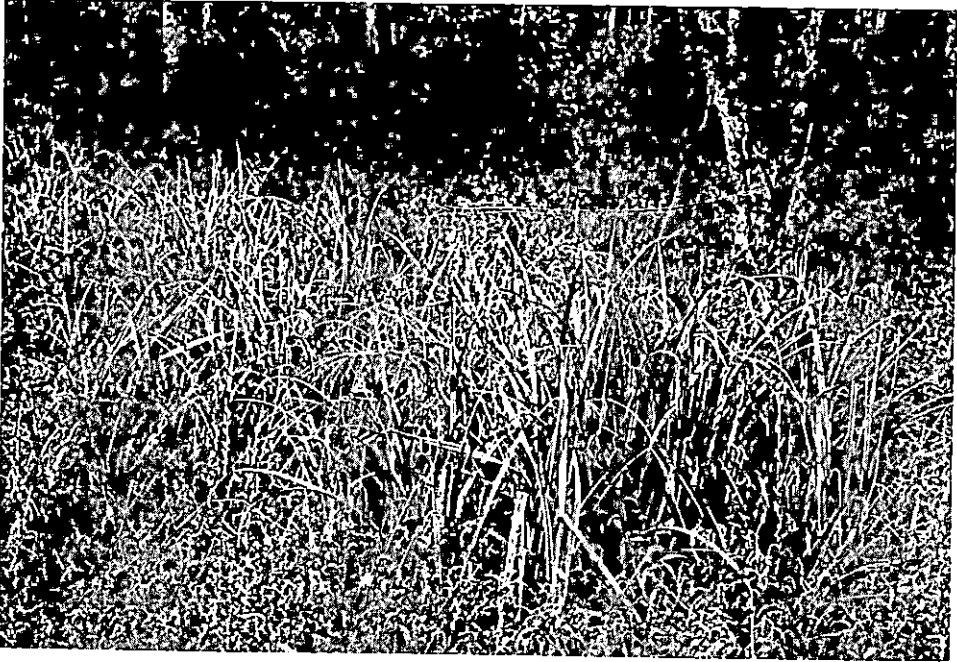
Sl. — Abb. 4. Granica sušenja hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici »Kalje« šumarije Lekenik. Lijevo je šuma hrasta lužnjaka s običnim grabom (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971), a desno šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) — Die Grenze des Stieleichensterbens in der Wirtschaftseinheit »Kalje« der Försterei Lekenik. Links der Stieleichen-Heinbuchenwald (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971), rechts der Eichenauenwald mit Winkelsegge (*Genisto elatae* *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938).



Sl. — Abb. 5. Ekološke promjene u gospodarskoj jedinici »Kalje« šumarije Lekenik nisu dovele do sušenja stabala u šumi crne johe s trušnjikom (*Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968) koja je vidljiva u pozadini — Die ökologischen Veränderungen in der Wirtschaftseinheit »Kalje« der Försterei Lekenik haben nicht zum Sterben der Bäume im Wald der Schwarzerle mit Faulbaum (*Frangulo - Alnetum glutinosae* Rauš 1968) geführt, welcher im Hintergrund erkennbar ist.



Sl. — Abb. 6. Karakteristično nastupanje visokih biljaka svjetla i močvarnih staništa u sloju prizemnog rašća i čivitnjače (*Amorpha fruticosa* L.) u sloju grmlja na površinama koje su zbog velikog sušenja hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici »Kalje« morale biti posječene čistom sječom — Charakteristisches Auftreten von hohen Lichtpflanzen und Pflanzen sumpfiger Böden in der Krautschicht und von Falschem Indigo (*Amorpha fruticosa* L.) in der Strauchschicht auf Flächen, die wegen der starken Austrocknung der Stieleiche in der Wirtschaftseinheit »Kalje« durch Kahlschlag geräumt wurden.



Sl. — Abb. 7. Zbog promjena u staništu fitocenoze *Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938 drastično se promijenila i vegetacijska struktura. U sloju prizemnog rašća sada obilno nastupaju *Carex riparia* Curt., *Bidens tripartitus* L., *Lythrum salicaria* L. i druge biljke zamočvarenih staništa — Wegen der Veränderung im Standort der Phytozönose *Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938 hat sich die Vegetationsstruktur drastisch verändert. In der Strauchschicht treten zahlreich *Carex riparia* Cur., *Bidens tripartitus* L., *Lythrum salicaria* L. und andere Pflanzen sumpfiger Böden auf.



Sl. — Abb. 8. Brzo sušenje hrasta lužnjaka izaziva naglo propadanje drvne mase — Das schnelle Austrocknen der Stieleiche ruft einen drastischen Verfall der Holzmasse hervor.

Fotografije snimio J. Vukelić — Photographien J. Vukelić.

promjene idu u smjeru zamočvarivanja, barem u gornjim slojevima, odnosno u zoni zakorjenjivanja tih vrsta. Također se može utvrditi da su se veoma promijenili svjetlosni uvjeti ove sastojine, što je također uz vlagu pridonijelo promjenama u florinom sastavu. Kao jedan od razloga izostajanja pomlatka hrasta lužnjaka u najstarijim sastojinama zahvaćenim procesom sušenja može se smatrati pojava vrlo visokih i gustih korovnih biljaka svjetla iz sloja prizemnog rašća. Ovakva analiza donesena je na temelju fitocenološkog snimanja (Kalje 1986, Sunja 1987).

DISKUSIJA I ZAKLJUČNE NAPOMENE — DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSENDE BEMERKUNGEN

Istražene šumske fitocenoze na lokalitetima sušenja g. j. »KALJE« Lekenik i g. j. »POSAVSKE NIZINSKE ŠUME« Sunja pokazale su ovo stanje:

A. Gospodarska jedinica »KALJE« Lekenik

1. Najveći dio fitocenoze hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom u Kalju podignut je početkom XX. stoljeća umjetnim putem na livadnom staništu ili na staništu šume poljskog jasena s kasnim drijemovcem izradom tzv. »rabata«, tj. uzdizanjem terena radi izbjegavanja površinske i poplavne vode. Ta se fitocenoza razvijala u pravcu progresije sve do unazad 25 godina, kada su se javili poremećaji u ekosistemu (početak regulacije Save, gradnja kanala i nasipa, izrada šumskih cesta, golobrsti gubara, česte i dugotrajne poplave iz Odre, zagađena voda koja poplavljuje šume i dr.), koji izazivaju fiziološko slabljenje postojeće fitocenoze i početak regresije cijele zajednice. Inače labilan ekosistem hrasta lužnjaka (umjetno podignuta šuma) popustio je pod stalnim pritiskom nepovoljnih sinekoloških faktora i unazad desetak godina započelo je naglo sušenje hrasta lužnjaka. Ono je kulminiralo u 1985, 1986, 1987. godini i gotovo se sav hrast osušio.

2. Šumske zajednice crne johe i poljskog jasena, koje su razvijene prirodno na svom staništu (ili su umjetno podignute, ali opet na svom staništu), dobro se odupiru svim promjenama i ekosistemu i sušenja nema. Spomenute fitocenoze inače se smatraju pionirskim zajednicama našega nizinskog područja i one kao takve imaju široku ekološku amplitudu i lakše se odupiru teškim sinekološkim uvjetima koji danas vladaju u g. j. »Kalje«.

3. Karta potencijalne šumske vegetacije pokazuje stručnjaku šumaru koje će se vrste drveća prirodno razvijati na tom terenu (području) i s kojima treba umjetnim putem pomagati razvoj šumske fitocenoze da se ona razvija u stabilni šumski ekosistem.

Pionirske vrste nizinskih šumskih ekosistema, kao što su crna joha, poljski jasen, crna i bijela topola, bijela i siva vrba, naglo će se prirodno proširiti na cijelom području g. j. »Kalje«, a šumar treba pomagati progresiji prirode unošenjem sjemena ili sadnica hrasta lužnjaka na području prikazanom na karti potencijalne vegetacije za razvoj šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom.

4. Ne smije se dogoditi da stručnjaci dopuste degradaciju hrastova staništa i da prepuste samo prirodi obnovu degradiranoga šumskog predjela »Kalje«.

U tom pogledu moraju se hitno regulirati vodni režim površinskih voda, vodni režim podzemnih voda, propusti na cestama (da se ne stvaraju kazete), strojevima sanirati razvaljene dijelove izvoznih putova i dijelova sastojina, redovno obavljati zaštitu pomlatka hrasta čišćenjem, njegom i prskanjem protiv pepelnice.

B. Gospodarska jedinica »POSAVSKE NIZINSKE ŠUME« Sunja

1. Šume ove gospodarske jedinice nastale su prirodnom obnovom nakon sječe starih slavonskih hrastika potkraj XIX. stoljeća. Te zajednice bile su svake godine redovno poplavljivane i po dva puta i one su se normalno razvijale uz veoma mali utjecaj čovjeka (obavljanje proreda, pašarenje i žirenje). Međutim, u posljednjim desetljećima počeli su značajniji utjecaji čovjeka izgradnjom obrambenih nasipa (Orlovac) i tvrdih cesta u šumi radi obavljanja opsežnijih eksploatacijskih radova (oplodnih sječa), a i vode rijeke Save postale su kemijski zagađene, pa je uz pojavu prirodnih štetnika (gubar) došlo i do fiziološkog slabljenja stabala i konačno do umiranja šuma.

2. Na tako poremećenom staništu javilo se zamočvarivanje i s njime korovne biljke (čivitnjača) koje onemogućavaju bilo kakvu prirodnu obnovu hrasta lužnjaka.

3. Na postojećim lokalitetima sušenja hrasta lužnjaka potrebno je obaviti površinsku odvodnju, načiniti propuste za vodu u tvrdim cestama, uništiti korov mehanički i kemijski i obaviti umjetno podizanje mješovite sastojine hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne joha.

Vegetacijska istraživanja u cijelosti pokazuju da se poremetio ekosistem hrasta lužnjaka zbog izmijenjenoga vodnog režima (površinskog i podzemnog), zbog neadekvatnih melioracijskih zahvata na širem području (nasip Orlovac) i u samim sastojinama (gradnja tvrdih cesta bez odgovarajućih propusta) i zbog općenito poremećenih sinekoloških uvjeta za razvoj sastojina (zagađene poplavne vode, zagađena atmosfera, poremećeni hidrometeorološki uvjeti i dr.).

U relativno stabilnom lancu prirodnih šumskih ekosistema puca uvijek ona karika koja je najlabilnija, a to je u ovom slučaju bio ekosistem šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem.

Šumarski stručnjaci moraju se angažirati na saniranju postojećeg stanja u gospodarskoj jedinici »Kalje« i »Posavske nizinske šume« jer se vegetacija može spasiti i obnoviti samo stručnim i upornim radom, izbjegavajući sve ekscesne zahvate u tim ekosistemima.

LITERATURA — LITERATUR

- Ellenberg, H., 1979: Zeigewerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Verlag Erich Goltze K. G. Göttingen, 111 pp.
- Dekanić, I., 1962: Utjecaj podzemne vode na pridolazak i uspijevanje šumskog drveća u Posavskim šumama kod Lipovljana. Glasnik za šumske pokuse, XV:5—118.
- Horvat, I., 1938: Biljnoscijološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, VI:127—279.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, A. Vranković & Z. Selatković, 1979: Ekološko-uzgojne osobine specijalnih rezervata šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar u Slavoniji. Drugi kongres ekologija Jugoslavije, knjiga I:767-825.

- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš & S. Meštrović, 1985: Problematika obnove šuma hrasta lužnjaka na području šumskog gospodarstva Sisak. Ekološko-vegetacijska studija: 53 pp.
- Oberdorfer, E. 1983: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Fünfte Auflage, Stuttgart. Ulmer: 1051-S.
- Prpić, B., A. Vranković, Đ. Rauš & S. Matić, 1979: Ekološke značajke nizinjskih šumskih ekosistema u svjetlu regulacije rijeke Save. Drugi kongres ekologa Jugoslavije, knjiga I: 872—879.
- Prpić, B., Đ. Rauš & S. Matić, 1977: Posljedice narušavanja ekološke ravnoteže nizinjskih šumskih ekosistema hidromelioracijskim zahvatima u površini buduće retencije Kupčina. Šumarski list CI (5—6):312—317.
- Prpić, B., A. Vranković, Đ. Rauš, S. Matić, A. Pranjić & S. Meštrović, 1986: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje Šumskog gospodarstva Sisak. Ekološko-vegetacijska studija: 92 pp.
- Rauš, Đ., 1970: Istraživanja šumske vegetacije u Posavini kod Lipovljana. Bilten Poslov. udruženja šumar. privrednih organizacija Hrvatske, 2:67—76.
- Rauš, Đ., 1972: Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spačva. Glasnik za šumske pokuse, XVIII:225—346.
- Rauš, Đ., 1973: Fitocenološke značajke i vegetacijska karta fakultetskih šuma Lubardenik i Opeke. Šumarski list XCVIL (5—6):190—220.
- Rauš, Đ., 1980: Osnovne šumsko-vegetacijske jedinice na lokalitetima sušenja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Posavini. Ekologija, 15 (1):17—39.
- Zolyomi, B., Z. Barath, G. Fekete, P. Jakucs, I. Karpati, V. Karpati, M. Kovacs & I. Mate, 1967: Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR — Zahlen. Fragmenta Bot. Mus. Hist. Nat. Hung 4:101—142.

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

ERGEBNISSE KOMPARATIVER
UNTERSUCHUNGEN DER WALDVEGETATION
AUF DEM GEBIET DES STIELEICHENSTERBENS

Zusammenfassung

Untersuchte Waldphytozönosen an Lokalitäten des Waldsterbens in der Wirtschaftseinheit »Kalje« Lekenik und der Wirtschaftseinheit »Posavske nizin-ske šume« (Auenwälder der Savaebene) Sunja zeigten folgendes Ergebnis:

A) Wirtschaftseinheit »Kalje« Lekenik

1. Der grösste Teil der Phytozönose Stieleichen-Auenwald (*Genisto elatae - Quercetum roboris* Horv. 38) in Kalje wurde im 20. Jahrhundert auf künstlichem Wege auf Wiesen oder Standorten des Knotenblumen-Feldeschenauenwaldes (*Leucoio - Fraxinetum angustifoliae* Glav. 59) geschaffen, und zwar durch Erhebung des Geländes, um das Oberflächen- und Überschwemmungswasser zu meiden. Diese Phytozönose entwickelte sich in Richtung Progression, bis es vor 25 Jahren zu bedeutenderen Störungen im Ökosystem kam (Beginn der Savaregulierung, Bau von Kanälen und Dämmen, Ausbau von Waldwegen, Befall durch Schwammspinner, häufige und langanhaltende Überschwemmungen der Odra, Verschmutzung des Wassers, welches die Wälder überflutet u. a.). Die führte zum Beginn der physiologischen Schwächung der vorhandenen Phytozönose und dem Beginn der Regression der gesamten Gemeinschaft. Das ansonsten labile Ökosystem der Stieleiche (durch Bepflanzung entstandener Wald) wurde durch den ständigen Einfluss ungünstiger synökologischer Faktoren beschädigt. Vor etwa zehn Jahren kam es verstärkt zum Stieleichensterben, welches in den Jahren 1985, 1986 und 1987 kulminierte, und so kam es fast zur totalen Austrocknung der Stieleiche.

2. Die Waldgesellschaften der Schwarzerle und der spitzblättrigen Esche, welche sich auf ihrem natürlichen Standort entwickelten (oder gepflanzt wurden, jedoch wieder auf ihrem Standort) lassen sich nicht von den Veränderungen im Ökosystem beeinflussen, so gibt es hier keine Austrocknung. Die genannten Phytozönosen gelten als Pioniersgesellschaften unseres Auengebietes und haben als solche eine breite ökologische Amplitude, so können sie schweren synökologischen Bedingungen, welche heute in der Wirtschaftseinheit »Kalje« herrschen, standhalten.

3. Mit Hilfe der potenziellen Waldvegetationskarte kann der Forstfachmann erkennen, welche Baumarten sich von Natur aus hier, auf diesem Gebiet, ent-

wickeln werden, und welche Baumarten gepflanzt werden sollen, um der Entwicklung der Waldphytozönose nachzuhelfen, damit ein stabiles Waldökosystem entsteht.

Pioniersarten des Auenwaldökosystems, wie die Schwarzerle, die spitzblättrige Esche, die Schwarz- und Silberpappel, die Silberweide und die graue Weide werden sich auf natürlichem Wege auf dem Gebiet der Wirtschaftseinheit »Kalje« verbreiten. Der Forstbeamte hilft der Progression der Natur durch Einbringen von Samen oder Pflänzlingen der Stieleiche in das Gebiet, welches auf der potentiellen Vegetationskarte zur Entwicklung des Stieleichenauenwaldes (*Genista elatae* - *Quercetum roboris* Horv. 38) eingezeichnet ist.

4. Fachleute dürfen nicht zulassen, dass es zur Degradierung des Eichenstandortes kommt und es der Natur überlassen bleibt, das degradierte Waldgebiet »Kalje« zu erneuern. Deshalb ist es dringend notwendig, das Wasserregim des Oberflächen- und Grundwassers zu regulieren, für Abflussmöglichkeiten an Strassen zu sorgen, zertrümmerte Teile von Wegen und Teile des Bestandes maschinell zu sanieren, regelmässigen Schutz des Jungwuchses durch Läuterung durchzuführen, sowie durch Pflege und Beregnung gegen Eichenmehltau.

B) Wirtschaftseinheit »Posavske nizinske šume« Sunja

1. Die Wälder dieser Wirtschaftsgesellschaft entstanden durch natürliche Erneuerung nach Kahlschlag Slawonischer Alteichen Ende des 19. Jahrhunderts. Diese Gesellschaften wurden jedes Jahr regelmässig überschwemmt, sogar bis zu zwei mal jährlich, und konnten sich so normal entwickeln, neben geringen Eingriffen des Menschen (Durchforstung, Weidennutzung und Eichelmastung). Allerdings kam es in den letzten Jahrzehnten zu bedeutenderen Einflüssen des Menschen, durch Ausbau von Schutzdämmen (Orlovac) und Strassen im Wald, damit Exploitationsarbeiten (Verjüngungshiebe) besser durchgeführt werden konnten. Das Wasser der Sava wurde chemisch verunreinigt, so kam es neben natürlichen Schädlingen (Schwammspinner) zur physiologischen Schwächung der Bäume und letztendlich zum Waldsterben.

2. Auf so gestörten Standorten kam es zur Versumpfung und zum Auftreten von Unkraut *Amorpha fruticosa*, welche eine natürliche Wiederaufforstung der Stieleiche nicht ermöglichten.

3. Auf den bestehenden Lokalitäten des Stieleichensterbens ist Entwässerung notwendig, an Strassen muss für Wasserdurchlass gesorgt werden, Unkraut muss mechanisch und chemisch vernichtet werden, ebenso soll ein gemischter Bestand der Stieleiche, der spitzblättrigen Esche und der Schwarzerle vom Menschen aufgefördert werden.

Vegetationsuntersuchungen zeigten, dass es zur Störung im Ökosystem der Stieleiche kam, weil das Wasserregim (Oberflächen- und Grundwasser) geändert wurde, ungeeignete meliorative Eingriffe (Damm Orlovac) durchgeführt wurden und es im Bestand zum Ausbau von Strassen, ohne angemessenen Durchlass, kam. Gestört wurde das Ökosystem allgemein wegen gestörter synökologischer Bedingungen, die für die Entwicklung des Bestandes notwendig sind (Verschmutzung des Überschwemmungswassers, verschmutzte Atmosphäre, gestörte hydro-meteorologische Bedingungen u. a.).

Benachteiligt ist in einem relativ stabilem, natürlichen Waldökosystem immer das Ökosystem, welches sehr labil ist, in diesem Fall ist es das des Stieleichenauenwaldes mit Winkelsegge (*Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae*).

Forstfachmänner müssen für eine Sanierung des bestehenden Zustandes in der Wirtschaftseinheit »Kalje« und »Posavske nizinske šume« (Auenwälder der Savaebene) eintreten, da die Vegetation nur durch fachmännische und zielstrebige Arbeit gerettet werden kann, wobei alle drastischen Eingriffe in diesen Ökosystemen vermieden werden müssen.

SLAVKO MATIĆ

UZGOJNE MJERE U SASTOJINAMA NARUŠENIM SUŠENJEM HRASTA LUŽNJAKA

SILVICULTURAL MEASURES IN STANDS DAMAGED BY DIEBACK OF PEDUNCULATE OAK

Primljeno: 20. X. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Autor iznosi svoje viđenje sušenja lužnjakovih šuma te daje prikaz stanja u kome se nalaze šume hrasta lužnjaka danas. Poremećaji u režimu voda, poremećaji staništa zbog nestručno primijenjene mehanizacije prilikom iskorišćivanja šuma, nestručni uzgojni zahvati i klimatski ekscesi su glavni uzroci sušenja lužnjakovih šuma. Prikazan je i intenzitet sušenja koji ovisi o starosti sastojine i negativnom utjecaju nivoa poplavne i podzemne vode. Izneseni su uzgojni radovi koje treba provesti u oštećenim sastojinama te dan izbor vrsta drveća u sastojinama gdje se provodi obnova. Ističe se da hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha moraju i dalje biti osnovne vrste koje treba unositi na osušene površine. Na kraju se iznosi sumarno viđenje razvoja sušenja i putovi rekultivacije osušenih sastojina.

Ključne riječi: hrast lužnjak, sušenje, stagnirajuća, poplavna i podzemna voda, zamočvarenje, zakorovljenje, prirodna i umjetna obnova, pomladak, struktura sastojine.

UVOD — INTRODUCTION

Hrast lužnjak je vrsta drveća koja u drvnom fondu Hrvatske zauzima značajno mjesto. Od ukupnog drvnog fonda na lužnjak otpada 15,7%, što ga po zastupljenosti svrstava odmah iza bukve, a po vrijednosti drvne mase je vjerojatno na prvom mjestu. Hrast lužnjak daje posebno obilježje šumarstvu SR Hrvatske, posebno kad se radi o načinu prirodnog pomlađivanja i njege, što uz strukturne osobine i vrijednost drvne mase čini te šume posebno vrijednim i atraktivnim i kod nas i izvan granica naše zemlje. Šume hrasta lužnjaka sa svojih 150.000 ha površine u Hrvatskoj imaju vrlo značajnu ulogu sa stajališta općekorisnih funkcija šuma, što ih još više čini vrijednim i nezamjenjivim za život i življenje.

Hrast lužnjak i sastojine koje on tvori već su duži niz godina izložene promjenama koje bitno utječu na stabilnost tih šuma, a što se neposredno odražava i na način ili metodu provođenja neophodnih uzgojnih zahvata u njima. Sve ne-

daće i problemi koji se događaju u lužnjakovim šumama i njihovoj bližoj i daljoj okolini reflektiraju se na njihovu stabilnost i opstanak, a što je u neposrednoj vezi i s problemima njihove produktivnosti i pomlađivanja. Sve to nameće šumarstvu Hrvatske obavezu da se intenzivnije pozabavi s tim šumama, posebno kad su u pitanju uzgojni zahvati koji će utjecati na kontinuitet njihova opstanka, produktivnost i mogućnost pomlađivanja.

DANAŠNJE STRUKTURNE OSOBINE LUŽNJAKOVIH ŠUMA KOD NAS — TODAY'S STRUCTURAL FEATURES OF PEDUNCULATE OAK FORESTS IN CROATIA

Sastojine hrasta lužnjaka se nalaze pod vrlo izraženim utjecajem vode, bilo da se radi o podzemnoj ili površinskoj vodi. Svake promjene u intenzitetu i dinamici vlaženja u pozitivnom ili negativnom obliku izazivaju i promjene u šumskom ekosistemu lužnjaka. Promjene se najčešće očituju u sušenjima, koja mogu imati u najblažim slučajevima intenzitet kalamiteta do katastrofe u najtežim slučajevima. Osim sušenja lužnjaka prisutna su i sušenja drugih vrsta drveća koje pridolaze u dvije najznačajnije gospodarske zajednice lužnjaka (poplavna šuma hrasta lužnjaka u nizama i šuma lužnjaka i običnog graba na gredama). Tu posebno treba istaknuti sušenje nizinskog brijesta i sušenje poljskog jasena. Sva navedena sušenja imaju značajnu ulogu pri formiranju današnje strukture lužnjakovih sastojina.

Osim poremećaja koji se odnose na vodu i čine najpresudnije faktore sušenja lužnjakovih šuma vrlo su značajni i drugi utjecaji koji utječu na poremećaj strukturnih osobina šuma, što se neposredno odražava na sušenje i propadanje sastojina, te smanjivanje njihove kvalitete i stabilnosti. Prema našem mišljenju takve pojave u prostorima lužnjakovih šuma možemo prema značenju i jačini negativnih utjecaja ovako poredati:

- sušenja uzrokovana poremećajima u režimu voda,
- poremećaji u staništu i biocenozi zbog oštećenja od pogrešno upotrijebljene mehanizacije prilikom iskorišćivanja šuma,
- nestručno provedeni uzgojni zahvati naročito kod oplodnih sječa i preveliki intenzitet proreda u starijim sastojinama,
- klimatski ekscesi koji su u zadnje vrijeme vrlo učestali (vjetrolomi, ledolomi, snjegolomi i dr.).

Ako svemu tome još dodamo zagađenost zraka (kisele kiše, teški metali i dr.) i vode, onda nam je vrlo jasno stanje u kome se danas nalaze vrijedne lužnjakove sastojine.

Da bismo prednje navode potkrijepili i brojčanim podacima, donosimo tablicu 1. i 2, koje nam prikazuju današnje stanje u šumama hrasta lužnjaka u Slavoniji i Baranji (tab. 1) i srednje Posavine (tab. 2) u odnosu na neke strukturne pokazatelje (Matić, 1984a, 1985).

U tablici 1 su prikazane prosječne drvne mase po dobnim razredima u dvije tipične zajednice hrasta lužnjaka u Slavoniji i Baranji (Kovačić, 1981) i normale za te sastojine (Klepac, 1976, Cestar, 1983).

Tab. 1. Današnje stanje šuma hrasta lužnjaka u Slavoniji i Baranji u odnosu na normalno stanje prikazano u prirasno-prihodnim tabelama — Real conditions of pedunculate oak forests in Slavonia and Baranja in relation to normal condition which is represented at yield volume tables

Dobni razred Age class	god. years	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae Harv. 1939												
Današnje stanje Real condition	m ³ /ha	143	165	237	207	309	271	387	348	382	381	409
p.p. ¹ tablice yield volume table	m ³ /ha	130	180	250	310	370	430	490	540	580	610	630
Genisto elatae - Quercetum roboris aceretosum tatarici Rauš 1972												
Današnje stanje Real condition	m ³ /ha	175	188	189	217	202	273	298	372	398	359	-
p.p. ² tablice yield volume table	m ³ /ha	132	193	248	300	348	387	428	462	492	518	-

¹ Podaci na osnovi izmjera na 210 pokusnih ploha površine 775 ha (Kovačić, 1981)

Data obtained by measuring on 210 experimental plots on area about 775 ha.

² Podaci na osnovi izmjera na 226 pokusnih ploha površine 1757 ha (Kovačić, 1981)

Data obtained by measuring on 226 experimental plots on area about 1757 ha.

¹ Prirasno-prihodne tabele (Klepac, 1976)

Yield volume tables

² Prirasno-prihodne tabele (Cestar, 1983)

Yield volume tables

Tab. 2. Strukturne karakteristike nizinskih šuma srednje Posavine — Structural characteristics of lowland forests in central part of the Sava river valley

Dobni razred Age class	Površina Area	Ukupna drvena masa Total standing volume	Ukupni prirast Total increment	Po 1 ha - Per 1 ha			Drvena masa Volume	Prirast Increment
				Hrast Oak	Jasen Ash	Ostalo Other sp.		
god. year	ha	m ³	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
1 - 20	5939	-	-	-	-	-	-	-
21 - 60	14580	2426496	110986	57	46	63	166	7.61
61 - 100	21305	6085130	149550	147	78	61	286	7.02
- 100	14220	4091330	75093	185	65	37	287	5.27
Suma Total	56052	12602976	335629	-	-	-	-	-
Prosjeak Ordinary				130	63	53	246	6.63
%				53	26	21	100	2.7

U tablici 2. je prikazana struktura sastojina srednje Posavine u odnosu na dobne razrede, površine, drvene mase, prirast po vrstama drveća i ukupno (Matić i ć, 1984b).

Iz tablica možemo uočiti da su na navedenim područjima drvene mase mnogo niže od normalnih. To je posebno uočljivo u sastojinama starijim od 40 godina.

Svi navedeni negativni utjecaji su doveli do takva stanja u lužnjakovim sastojinama koje možemo nazvati vrlo kritičnim.

Sušenja koja su naročito u zadnje vrijeme više ili manje prisutna u ovim sastojinama izazivaju čitav niz problema u gospodarenju šumama, a koji imaju dalekosežne posljedice. Ti su problemi naročito izraženi zbog:

- fiziološkog slabljenja pojedinih stabala i čitave sastojine što se manifestira opadanjem prirasta drvene mase,
- sušenja pojedinih stabala i čitavih sastojina uz vrlo brzo propadanje drvene mase zbog truljenja i napada štetnika, što se odražava na smanjenu vrijednost sortimenata,
- zamočvarenja i zakorovljenja terena zbog kojih su troškovi sječe, izrade i transporta drva znatno povećani,
- naglog sušenja starijih stabala i sastojina, zamočvarenja i zakorovljenja tla, izostanka uroda sjemena i nemogućnosti prirodne regeneracije,
- propadanja mladih sastojina u razvojnom stadiju pomlatka u uvjetima prekomjerne vlažnosti staništa,
- sušenja stabala i poremećenosti strukture sastojine, gubljenja obilježja stabilnoga šumskog ekosistema i stalnih regresivnih procesa koji vode do totalne degradacije.

Tab. 3. Broj pomlatka po 1 ha hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe kod različita intenziteta sušenja — number of young growth per 1 ha of pedunculate oak, field ash and black alder at different dieback intensity

Starost sastojine: 60-90 god. Stand age: 60-90 years				
Intenzitet sušenja Dieback intensity	HRAST OAK	JASEN ASH	JOHA ALDER	UKUPNO TOTAL
%	kom.			
40	1450	6012	3037	10499
50	66	3666	1400	5132
60	325	3750	1575	5650
70	216	3200	1833	5249
80	300	4400	3350	8050

INTENZITET SUŠENJA LUŽNJAKOVIH SASTOJINA
ZBOG POREMEĆAJA PODZEMNIH I POPLAVNIH VODA —
DIEBACK INTENSITY IN PEDUNCULATE OAK STANDS
CAUSED BY GROUND AND FIRST BOTTOM WATERS

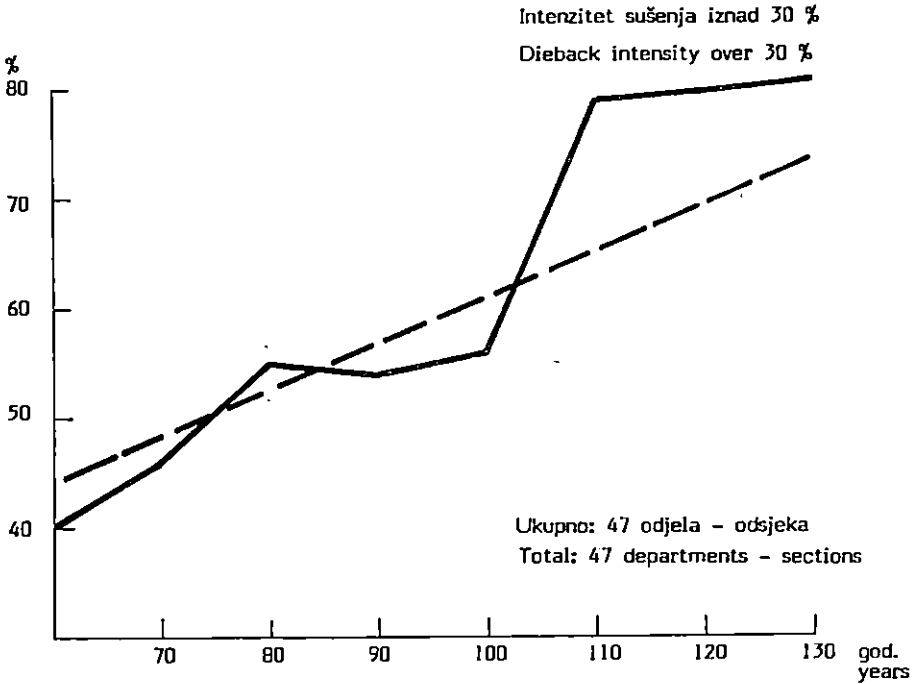
Srednjodobne i stare lužnjakove sastojine u uvjetima poremećaja podzemne i poplavne vode reagiraju sušenjem. Ukoliko se radi u sniženju nivoa podzemnih voda, opadanje prirasta, slabljenje stabala i sušenje ima dugotrajniji karakter i nešto sporiji tempo. Proces propadanja je ubrzan ako se poremećaj javlja u nivou i dinamici površinskih voda, a katastrofalna sušenja imamo kad uz sniženi nivo podzemnih voda imamo i pojavu stagnirajućih poplavnih voda.

Uvjeti koji dovode do katastrofalnih sušenja djeluju na mlade, srednjodobne i stare sastojine s tim da je intenzitet sušenja niži u mlađim sastojinama. Kod ovih pojava naročitu važnost ima trajanje djelovanja poplavnih stagnirajućih voda i dubine spuštanja nivoa podzemnih voda.

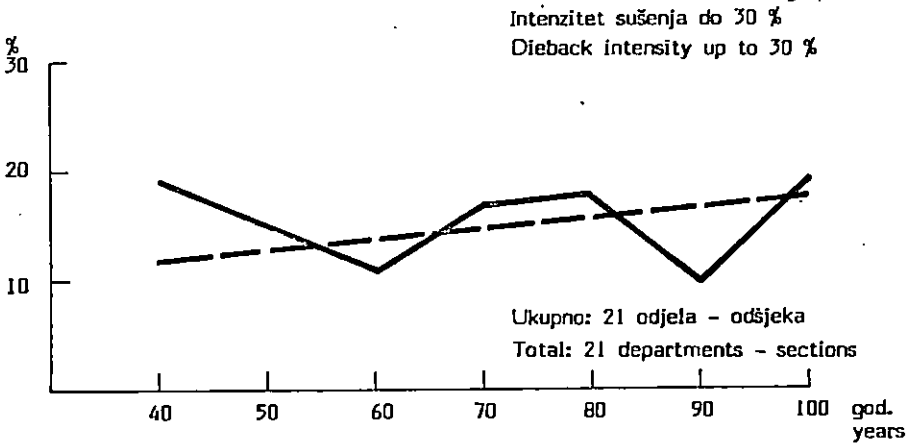
RASPODJELA UČESTALOSTI INTENZITETA SUŠENJA
 HRASTA LUŽNJAKA PO STAROSTIMA SASTOJINE
 (RAZDOBLJE 1983-1987)

Frequency distribution of dieback intensity of
 pedunculate oak according to stand age (1983-1987)

Graf 1
 graph 1



Graf 2
 graph 2

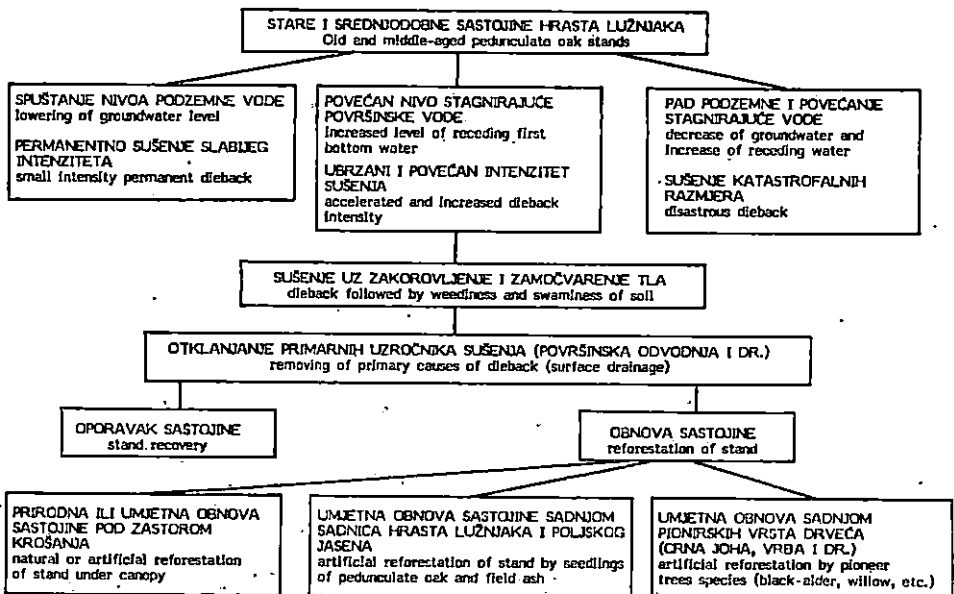


U našim istraživanjima sušenja lužnjakovih sastojina u Posavini došli smo do rezultata koji potvrđuju pretpostavku da je visina poplavne stagnirajuće vode i njeno trajanje uz opadanje nivoa podzemnih voda značajan faktor koji utječe na intenzitet sušenja. U grafikonu 1. smo prikazali raspodjelu učestalosti intenziteta sušenja hrasta lužnjaka iznad 30% po starostima sastojine, a odnosi se na 47 odjela i odsjeka gospodarske jedinice. U navedenim odjelima je ustanovljen pad nivoa podzemnih voda, a kako se oni nalaze u nižim dijelovima gospodarske jedinice gdje su stvorene umjetne i prirodne kasete, poplavna stagnirajuća voda je prisutna veći dio godine. Kao rezultat tog stanja imamo sušenje intenziteta 40-80% u sastojinama starosti 60 do 130 godina.

Na grafikonu 2. prikazali smo intenzitet sušenja u sastojinama od 40 do 100 godina u odjelima koji su bili manji dio godine pod negativnim utjecajem stagnirajuće poplavne vode. Intenzitet sušenja se kreće ispod 30% i iznosi u istraživanom razdoblju 11-19%, što ne znači da je proces sušenja zaustavljen i da još ne traje.

Iz rezultata prikazanih u grafikonu 1. i 2. možemo zaključiti da intenzitet sušenja lužnjakovih sastojina ovisi o starosti sastojine i intenzitetu negativnog utjecaja vode izraženom u visini stagnirajuće poplavne i u dubini podzemne vode. Što je sastojina starija, intenzitet sušenja je veći uz podjednako negativno djelovanje vode. Sastojina stara 40 godina prikazana u grafikonu 2. s intenzitetom sušenja od 19% predstavlja izuzetak zbog vrlo dugotrajnog utjecaja stagnirajuće poplavne vode, zbog čega je i mlada sastojina smještena u tipičnu kasetu reagirala sušenjem od 19%.

Prilog 1
Annex:



UZGOJNI RADOVI U OŠTEĆENIM SASTOJINAMA — SILVICULTURAL MEASURES IN DAMAGED STANDS

Cilj uzgojnih zahvata u oštećenim lužnjakovim sastojinama koje se suše i propadaju jest u što efikasnijem privođenju opustošenih površina šumskoj proizvodnji. Da bi rad na formiranju što stabilnijih, produktivnih sastojina optimalnih strukturnih osobina bio uspješan, potrebno je prije svega ukloniti razloge koji su doveli do degradacijskih procesa u tim sastojinama i koji i dalje djeluju negativno. Zbog toga je neophodno uspostaviti redoslijed radova tako da se prvo radi na poboljšanju uvjeta staništa, a zatim na formiranju stabilnih i produktivnih sastojina.

S obzirom na nenormalne uvjete u kojima se nalaze sastojine u području sušenja i uzgojni radovi koje trebamo u njima provoditi odstupat će i po vremenu i dinamici izvođenja od uobičajenih radova. Mnoge sastojine u područjima sušenja su izgubile suvislost, a to je osnovno svojstvo koje karakterizira svaku sastojinu. Osim toga stanište, odnosno tlo, gubi svojstvo plodnosti, jer je ono posredno utjecalo na pojavu sušenja.

Nestankom većeg dijela kvalitetnih stabala, zamočvarivanjem i zakorovljivanjem tla nestala je u većini slučajeva i mogućnost prirodne obnove sastojina, a isto tako zbog sličnih razloga dolazi često u pitanje i uspjeh umjetne obnove. Zbog svega navedenog uzgojne radove u ovakvim sastojinama moramo organizirati na taj način da istovremeno radimo na:

- poboljšanju uvjeta u tlu za šumsku proizvodnju i na pripremi staništa,
- njezi i formiranju ostalih neosušenih sastojina u suvisle manje ili veće sastojine koje će u novim uvjetima u tlu nastaviti s proizvodnjom,
- obnovi onih sastojina koje za to imaju momentalno najbolje uvjete, bilo da se radi o postojećem pomlatku i prirodnoj obnovi ili umjetnoj obnovi.

Kako iz navedenog vidimo, uzgojni radovi pripreme staništa, obnove sastojina i njege koji traju tijekom čitave ophodnje i koji su prostorno i vremenski odijeljeni u novonastalim uvjetima moraju biti izvedeni istovremeno, često u istom odsjeku ili odjelu. To je jedino mogući put s obzirom na to da izvanredni i nenormalni uvjeti nastali sušenjem lužnjakovih šuma traže izvanredne i dosada neuobičajene zahvate. Sve će to biti moguće izvesti ukoliko na terenu imamo sposoban i sa stručnim problemima okupiran kadar, gospodarske osnove koje će biti fleksibilne i tolerantne u trasiranju putova k istom cilju te šumarsku inspekciju rasterećenu činovničkog i formalističkog gledanja na šumu i radove koji se u njoj provode.

IZBOR VRSTA DRVEĆA U SASTOJINAMA U KOJIMA SE OBAVLJA OBNOVA — SELECTION OF TREE SPECIES FOR REFORESTATION OF DAMAGED STANDS

Ako pretpostavimo da sušenje u većini slučajeva izaziva površinska stagnirajuća voda uz druge isto tako bitne poremećaje, onda je jasno da u takvim uvjetima ne bi mogla rasti ni jedna vrsta drveća sličnih ekoloških zahtjeva, bioloških svojstava i gospodarske vrijednosti kao hrast lužnjak koji propada i nestaje. Pre-

ma tome treba još jednom istaknuti nužno je prije svega stvoriti bolje stanišne uvjete, a onda gdje je to potrebno, pristupiti rekultivaciji opustošenih površina.

Unošenje hrasta i orijentacija na hrast lužnjak pri obnovi ovih sastojina treba biti osnovno opredjeljenje do kojeg možemo doći posrednim ili neposrednim putem.

Istražujući prirodno pomlađivanje i sukcesiju autohtonih vrsta drveća na površinama koje je zahvatilo sušenje, došli smo do rezultata koje smo prikazali u tablici br. 3. U njoj smo donijeli podatke o broju pomlatka u sastojinama starosti 80 do 90 godina po 1 ha mjereći pomladak hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe i ukupno, a po različitom intenzitetu sušenja od 40% do 80%.

Iz priložene tablice je vidljivo da se najveći broj pomlatka javlja u sastojinama koje su najmanje zahvaćene sušenjem (do 40%), a da se broj pomlatka hrasta smanjuje s povećanjem intenziteta sušenja. To je i logična pojava kad znademo da nestankom hrasta nastaju teži uvjeti u tlu i na tlu, što ide na uštrb pomlađivanja.

Srednje vrijednosti broja pomlatka hrasta se kreću od 1450 kom. po ha do 66 komada, a srednje visine pomlatka se nalaze u rasponu od 18 do 63 cm, što dokazuje da se hrast u novonastalim uvjetima teško održava i propada.

Ponik hrasta se javljao u rasponu od 100 do 500 kom. po hektaru. Poljski jasen pokazuje mnogo veće vrijednosti od hrasta lužnjaka. On se javlja u rasponu od 3.200 do 6.012 komada po ha, a nalazi se u visinskim razredima od 18 do 375 cm. To znači da za njega u takvim uvjetima postoje bolji uvjeti nego za hrast. Obično se može uočiti i progresivna sukcesija jasenova ponika i pomlatka na svim površinama. Pojava nizinskog brijesta je uočena i registrirana, ali brojčani podaci govore da u narednom periodu ne možemo računati na brijest u ovim prostorima. Crna joha slično kao i poljski jasen pokazuje tendenciju naglog širenja te se na pokusnim plohama nalazi u rasponu od 1400 do 3350 komada po ha. Joha se kao i jasen nalazi u svim visinskim klasama.

U proučavanju kvalitete pomlatka i mladika uočeno je da se veći broj jasena i johe pojavljuje kao izbojci iz panjića i prelomljenih i oštećenih stabalaca te da nemaju neku naročitu kvalitetu. To ukazuje na neophodnost zahvata njege u pomlatku tih vrsta drveća.

Ako promatramo ukupan broj pomlatka svih vrsta drveća na osušenim površinama, vidimo da se on kreće od 10.499 kom. do 5.132 kom. po ha, što se ne može zanemariti pri obnovi ovih površina. Iz rezultata istraživanja pomlatka autohtonih vrsta drveća koje se javljaju na površinama koje su opustošene sušenjem lužnjakovih sastojina, a poznavajući biološka svojstva, ekološke zahtjeve i gospodarske osobine vrsta drveća, možemo zaključiti da su hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha tri temeljne vrste s kojima trebamo raditi na obnovi ovih sastojina.

Hrast lužnjak i poljski jasen su poznate vrste drveća koje su u nizinskim šumama ispoljile sav raskoš svojih kvalitetnih svojstava, međutim crna joha koja pokazuje tendenciju širenja na opustošenim površinama nije često plijenila našu pažnju. Prije svega moramo zaključiti da je joha vrsta drveća na koju ćemo ubuduće morati ozbiljno računati i da ona postupno zauzima mjesto neophodne »treće« vrste drveća koju je nekada imao nestali nizinski brijest.

UTVRĐIVANJE NAČINA OBNOVE I REKONSTRUKCIJE SASTOJINA — DECISIONS ON THE REFORESTATION METHODS AND STAND RECONSTRUCTION

Radovima na načinu obnove i rekonstrukcije sastojina na svim opustošenim površinama mora prethoditi detaljan i stručan šumskouzgojni plan. S tim planom je potrebno snimiti sve sastojine i dijagnosticirati stanje u kakvom se one nalaze. Na osnovi snimljenog stanja potrebno je odrediti pravce zahvata u sastojini.

Hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha moraju i dalje biti osnovne vrste koje će unositi u ove sastojine. Međutim, kako smo već naveli, radovi na promjeni stanišnih uvjeta površinskom odvodnjom uz omogućavanje nesmetane cirkulacije i otjecanja suvišnih površinskih voda trebaju biti dominantni u radovima privođenja ovih staništa punoj proizvodnji.

Na onim staništima gdje su sušenja reducirala drvenu masu iznad 30% i gdje su nakon toga ostale nesuvislo obrasle površine potrebno je pristupiti obnovi sastojina. Uz prirodnu obnovu postojećim pomlatkom glavnih vrsta drveća treba primijeniti umjetnu obnovu unošenjem sadnica tih vrsta.

Na onim mjestima gdje je korov preuzeo dominaciju na tlu treba obavljati i pripremu staništa uz upotrebu strojeva za pripremu (rotofreze, grebači, valjkasti sjekači i dr.). Isto tako negdje će biti neophodno uzgajati crnu johu i selekcionirane vrbe kao pionirske vrste koje će za određeno vrijeme stvoriti uvjete u tlu za povratak autohtone sastojine lužnjaka na ta staništa. Sve stare sastojine koje su zadržale svojstvo sastojina (suvislost, primjerna drvena masa, omjer smjese i dr.) treba i dalje uzgajati, radi proizvodnje drvene mase i iskorištavanja stabala kao prirodnih crpki za vodu i radi postupnoga prirodnog pomlađivanja. Prirodno i umjetno pomlađivanje uz iskorištavanje oplodnih sječa na malim površinama (krugovima) treba biti u ovoj situaciji glavni princip obnove ovih sastojina.

ZAKLJUČCI — CONCLUSIONS

Budući da je sušenje i propadanje šuma vrlo kompleksan problem koji se javlja u vrlo složenim sastojinskim i ekološkim uvjetima, umjesto uobičajenih zaključaka donosim prilog br. 1 u kome je dano naše viđenje ovog problema gledano s uzgojnog stajališta.

LITERATURA — REFERENCES

- Cestar, D., 1983: Tipovi nizinskih šuma zapadne Posavine. »Radovi« br. 54. Zagreb.
- Klepac, D., 1976: Some use of permanent plots in growth and yield research in even-aged pedunculate oak stands in the S. R. Croatia of SFR Yugoslavia. Skogshoghskolan Royal College of Forestry, Stocholm.
- Kovačić, Đ., 1981: Raspodjela učestalosti broja stabala i drvene mase kao mjera unapređenja šumske proizvodnje u nekim prirodnim sastojinama hrasta lužnjaka u SR Hrvatskoj. (Disertacija) Zagreb.
- Matić, S., 1984a: Šume hrasta lužnjaka i njihova prirodna obnova (Die Stieleichenwälder und ihre natürliche Verjüngung). Bilten društva ekologa BiH, knjiga I: 211-217, Sarajevo.
- Matić, S., 1984b: Uzgojni radovi u šumama hrasta lužnjaka Slavonije i Baranje kao mjera povećanja kvalitete drvene mase (Pflanzarbeiten in den Stieleichenwäldern Slawoniens und Baranjas als Mass für die vergrößerte Qualität der Holzmasse). Zbornik radova »Istrazivanje, razvoj i kvaliteta proizvoda u preradi drva«: 120-138, Osijek.

Matić, S., 1985: Intenzitet prorede i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomlađivanje sastojina hrasta lužnjaka. Referat održan prilikom proslave 125-godišnjice Šumarskog fakulteta. 1—9. Zagreb.

Adresa autora:

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

SLAVKO MATIĆ

SILVICULTURAL MEASURES IN STANDS DAMAGED BY DIEBACK OF PEDUNCULATE OAK

Summary

Attention is paid to the fact that the pedunculate oak present an important species in Croatia and that it has been exposed for quite a number of years to certain negative changes which inflict its stability.

Today's status of pedunculate oak forests in Croatia is characterized by low wood volume, bad habitat conditions and disturbed natural regeneration. The causes for such a status have been pointed out and the disturbances of the first bottom and ground waters regime were given the leading position.

The dying intensity of pedunculate oak trees caused by ground and first bottom water disturbances depends on stand age and the degree of the negative influence of both ground and first bottom waters.

Silvicultural operations in the damaged stands should be directed towards soil improvement and habitat preparation, care for the rest of the stand, regeneration of all stands that are capable for either natural or artificial reforestation.

The analysis of natural regeneration in dead stands lead to the conclusion that most natural new growth occurs in the least wilted stands. The conclusion after analyzing the regeneration was that the pedunculate oak, black alder and field ash are the major tree species that are to be counted on in future for the reforestation of these stands. The reforestation of these stands should take into consideration the fact that both natural and artificial regeneration together with the seed cut over small areas should be the main principles of regeneration.

The conclusions are focused on the dieback as a complex issue mostly occurring in middle-aged and old stands. The reasons should be looked for in: the lowering level of groundwaters resulting in a dieback of smaller intensity; an increased level of receding bottom waters causing growing intensity of dieback; decrease of groundwaters and increase of the receding water resulting in disastrous dieback of forests. By eliminating the primary causes of forest dieback, the stand may recover in the beginning stage of wilting; natural or artificial reforestation under the canopy of older trees is another solution followed by artificial reforestation by planting oak and ash. In the most serious cases, artificial reforestation by planting the pioneer tree (black alder, willow, etc.) may be carried out.

ANKICA PRANJIĆ & NIKOLA LUKIĆ

PRIRAST STABALA HRASTA LUŽNJAKA
KAO INDIKATOR STANIŠNIH PROMJENAINCREMENT OF PEDUNCULATE OAK TREES
AS INDICATOR OF RESIDENCE CHANGE

Primljeno: 20. I. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Dendrokronološka istraživanja su provedena u tipičnoj šumi hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971), u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) i u tipičnoj šumi poljskog jasena (*Leucoio* - *Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959). Cilj nam je bio ustanoviti dendrokronološke promjene i stresove u pojedinim zajednicama, odnosno datirati takva zbivanja. Istraživanja u tipičnoj šumi hrasta lužnjaka i običnog graba pokazuju da su se u 1977/78. godini zbivale značajne promjene koje na hrast lužnjak utječu nepovoljno, a na poljski jasen povoljno. U šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem vladaju vrlo loši životni uvjeti više od 20 godina. U toj zajednici širina goda kod svih istraživanih vrsta konstantno pada. Zbog utjecaja vrlo jakih nepovoljnih faktora koji su kratkotrajno djelovali hrast lužnjak doživljava stres 1982/83. godine, što se odrazilo jačim sušenjem njegovih stabala. U tipičnoj šumi poljskog jasena uočavaju se stanišne promjene u 1977/78. godini.

Ključne riječi: širina goda, hrast lužnjak, poljski jasen, crna joha, dendrokronologija.

UVOD — INTRODUCTION

Nizinska šuma se nalazi pod utjecajem mnogih ekoloških faktora koji uvjetuju razvoj individua (stabala) unutar ekosistema. U stablu su registrirani svi utjecaji koji na njega djeluju. Širina goda pokazuje dobre i loše uvjete rasta u prošlosti. To je mjerljiva veličina, stabilna, ne mijenja se nakon formiranja.

Međutim, širina goda, odnosno debljinski prirast nastaje pod utjecajem svih pozitivnih i negativnih faktora nekog staništa, koji mogu djelovati pojedinačno i zajedno, a rezultat njihova djelovanja je uvijek izražen kumulativno u širini goda. To znači da na osnovi širine goda vrlo teško retrogradno promatramo utjecaj pojedinih faktora, premda je njegovo djelovanje registrirano u širini goda.

Uzmemo li u obzir da se stablo razvija pod utjecajem združenih faktora, čiji utjecaj može biti sinergičan (Karnosky, 1976; Krause & Kaiser, 1977), kumulirajući (Matsushima & Brewer, 1972) ili antagonističan

(Davis, 1977), te da različite vrste drveća pri tome različito reagiraju, onda nam je jasno da osim debljinskog prirasta moramo uzeti u obzir i druge veličine (visinski prirast, suhu drvnu tvar, biomasu i dr.) da bi nam što jasnija bila zbiivanja u prostoru i vremenu nekog staništa.

Osim toga mnoge promjene u staništu se događaju prije nego što je to moguće evidentirati (Kulagin, 1985; Šijatov, 1986). Posebno to dolazi do izražaja pri zagađivanju šume. Kisele kiše na primjer smanjuju i visinski i debljinski prirast (Matziris & Nakos, 1978; Johnson et al. 1981; Puckett, 1982), ali se to ne registrira na prirastu iste godine već nešto kasnije.

Također rast nekih vrsta u šumskom ekosistemu može biti čak povećan, iako na njih utječe faktor koji smanjuje prirast, ako te vrste postižu prednost u konkurenciji, odnosno ako su druge vrste osjetljivije na taj faktor (Kozlowski, 1980a, b i 1985).

Sve to upućuje na to da je selekcija indikatora promjene staništa dosta odgovoran posao, te da u svakom slučaju treba uzeti u razmatranje što više stanišnih faktora (Kozlowski, 1986a, b).

CILJ ISTRAŽIVANJA — AIM OF RESEARCH

Naša istraživanja se odnose na izučavanje debljinskog prirasta, odnosno širine goda u 1,30 m hrasta lužnjaka, poljskog jasena i johe u različitim zajednicama. Imajući u vidu karakteristike debljinskog prirasta, u nekim zajednicama smo uzeli u razmatranje i visinski prirast hrasta lužnjaka. Cilj nam je bio ustanoviti dendrokronološke promjene i stresove u pojedinim zajednicama, odnosno datirati takva zbivanja.

OBJEKT ISTRAŽIVANJA — AREAS OF INVESTIGATION

Dendrokronološka istraživanja su provedena u tipičnoj šumi hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli - Quercetum roboris typicum* Rauš 1971), u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) i u tipičnoj šumi poljskog jasena (*Leucoio - Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959). Naša istraživanja su obuhvatila hrast lužnjak, poljski jasen i johu. Istraživanja su uglavnom provedena u gospodarskoj jedinici »Kalje« Šumskog gospodarstva Sisak. Međutim, radi uspoređivanja koristit ćemo se i nekim našim rezultatima dobivenim u spomenutim zajednicama, ali na području Šumskog gospodarstva Karlovac, Bjelovar i Nova Gradiška.

SAKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA — COLLECTION AND DATA PROCESSING

Jedan dio naših podataka je dobiven bušenjem primjernih stabala u prsnoj visini, odnosno parcijalnom analizom, a drugi totalnom analizom prirasno-primjernih stabala. To znači da smo na određenom broju primjernih stabala ustano-

Tab. 1.

Lokalitet Region	Odjel Compartment	Starost Age Godina Years	Broj stabala Number of trees N	Temelj- nica Basal area G m ²	Parcijalna analiza Partial stem analysis			Totalna analiza Complete stem analysis	
					Hrast Oak n	Jasen Ash n	Joha Black alder n	Hrast Oak n	Jasen Ash n
<i>Carpino betuli - Quercetum roboris typicum</i> Rauš 1971									
Repaš—D4	41c	100	200	25.1	21	28			
Kalje—L4	52b	110	131	29.4	34	17	6		
Opeke	127b	100	162	31.9	35	4		2	2
<i>Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae</i> Horv. 1938									
Kalje—L2	24d	90	406	24.6	52	5	12	4	
Kalje—L3	20a	80	352	24.7	56	11		4	
Kupčina—K1	1a	130	215	37.3	47			2	2
Opeke	120	140	163	34.5	19	9			
<i>Leucoio - Fraxinetum angustifoliae typicum</i> Glav. 1959									
Kupčina—R3	1b	110	43	4.2		2			
Međustru- govi—K7	K—7	80	338	42.6		49			

vili sve vrste prirasta, međutim ovdje ćemo se ograničiti samo na debljinski (odnosno širinu goda) i visinski prirast spomenutih vrsta.

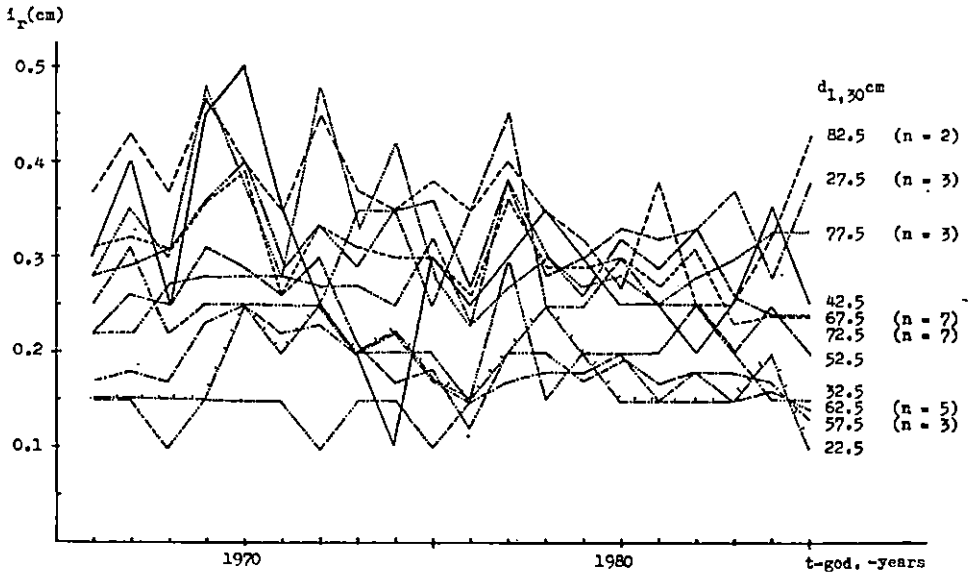
Da bismo barem donekle opisali sastojine u kojima su obavljena istraživanja, donosimo osnovne podatke o njima, kao i broj snimljenih prirasno-primjernih stabala (tabela 1).

Primjerna stabla su snimljena u sastojinama starim 80—140 god. na primjernim površinama veličine oko 1 hektar. Presslerovim svrdlom uzeti su izvrci na kojima je bilo najmanje 20 godina. Stabla su grupirana po prsnim promjerima tako da smo eliminirali utjecaj prsnih promjera.

Nakon analize izvrtaka na grafikon je nanesen radijalni debljinski prirast (i_r), odnosno širina goda i varijabilnost širine goda unutar kalendarske godine u ovisnosti o kalendarskoj godini, posebno za svaki debljinski stupanj. Naše podatke smo sortirali i analizirali po šumskim zajednicama.

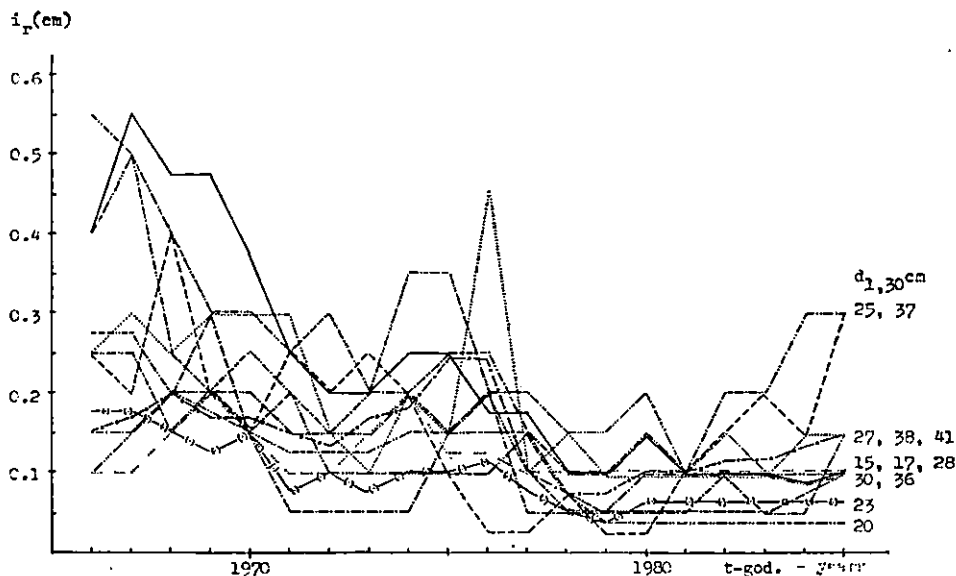
Razmotrit ćemo najprije širinu goda hrasta lužnjaka i poljskog jasena u tipičnoj šumi hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971).

Prema našim podacima u gospodarskoj jedinici Kalje, odjel 52 b, varijabilnost širine godova unutar kalendarske godine je vrlo malena u vremenskom intervalu 1977. do 1984. i za hrast lužnjak (graf. 1) i za poljski jasen (graf. 2). Prema tome naša se sastojina u tom vremenskom periodu nalazila pod utjecajem nekog nepovoljnog faktora koji je izazvao promjene na tom staništu. Unatoč



Graf. — Graph 1. *Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971

Gospodarska jedinica — Management unit: Kalje—L4, Odjel — Forest department: 52b,
Vrsta drveta: hrast lužnjak — Tree species: pedunculate oak, n = 34 stabla — trees, i_r (cm) =
= širina goda — annual ring



Graf. — Graph 2. *Carpino betuli* - *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971

Gospodarska jedinica — Management unit: Kalje—L4, Odjel — Forest department: 52b, Vrsta drveta: poljski jasen — Tree species: field ash, n = 17 stabala — trees, i_r (cm) = širina goda — annual ring

tome što je iz samog grafikona vidljiva promjena varijabilnosti mi smo proveli eliminiranje utjecaja apsolutne širine goda (Huberova metoda) i testiranje širine godova tog vremenskog perioda (test označivanja) i došli do istih zapažanja.

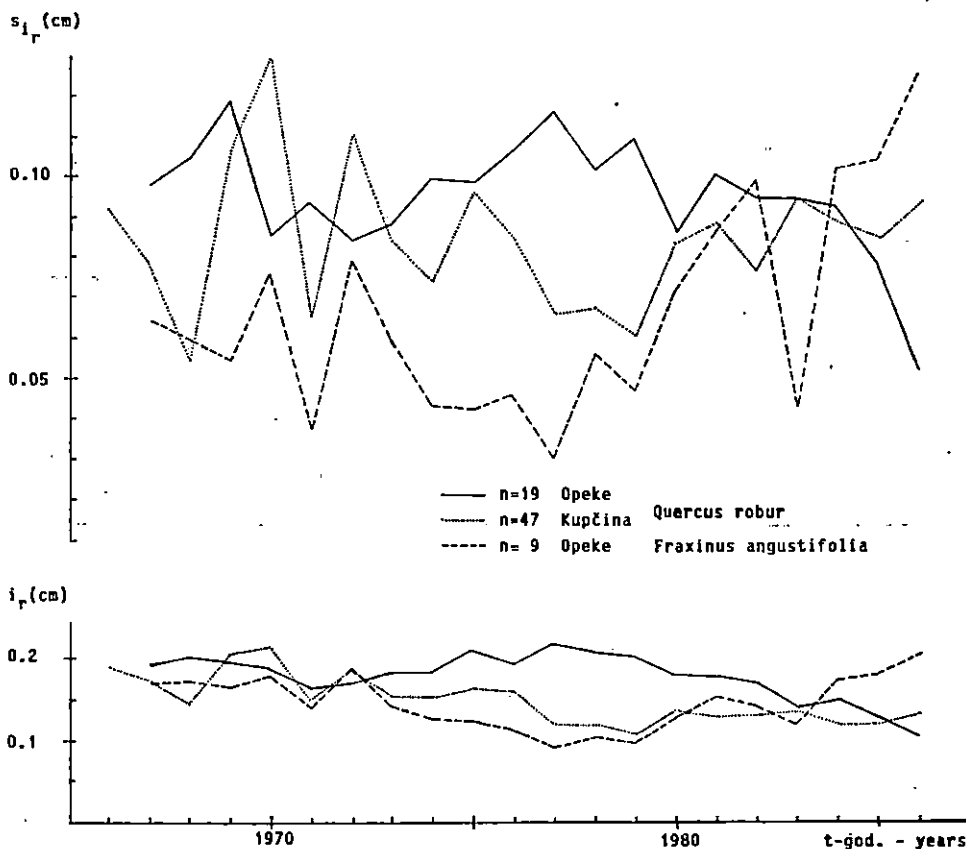
Međutim, ako našu sastojinu usporedimo sa sastojinama u gospodarskoj jedinici Repaš, odjel 41 c, i gospodarskoj jedinici Opeke, odjel 127, vidimo da su i u tim sastojinama nastupile stanišne promjene u 1978. godini. Širina goda hrasta lužnjaka od 1978. godine pada, a poljskog jasena raste (graf. 3).

Premda je na osnovi ovih podataka vrlo teško, gotovo nemoguće reći o kojem se faktoru ili faktorima radi, ipak je jasno da je u 1977. i 1978. došlo do stanišnih promjena u tipičnoj šumi hrasta lužnjaka i običnog graba, te da su te promjene za hrast lužnjak nepovoljne, za poljski jasen u Kalju nepovoljne, a u sastojinama Repaša i Opeka povoljne.

Osim toga utjecaj toga faktora na naše sastojine je duži od godine dana, jer je uočljiv trend pada, odnosno porasta prirasta (za jasen).

U šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938) u gospodarskoj jedinici Kalje snimljena su prirasno-primjerna stabla u odjelu 20 a i 24 d.

Naši podaci pokazuju da je hrast lužnjak u spomenutim sastojinama kroz cijeli vremenski period od 20 godina živio pod relativno teškim uvjetima (graf. 4, graf. 5).

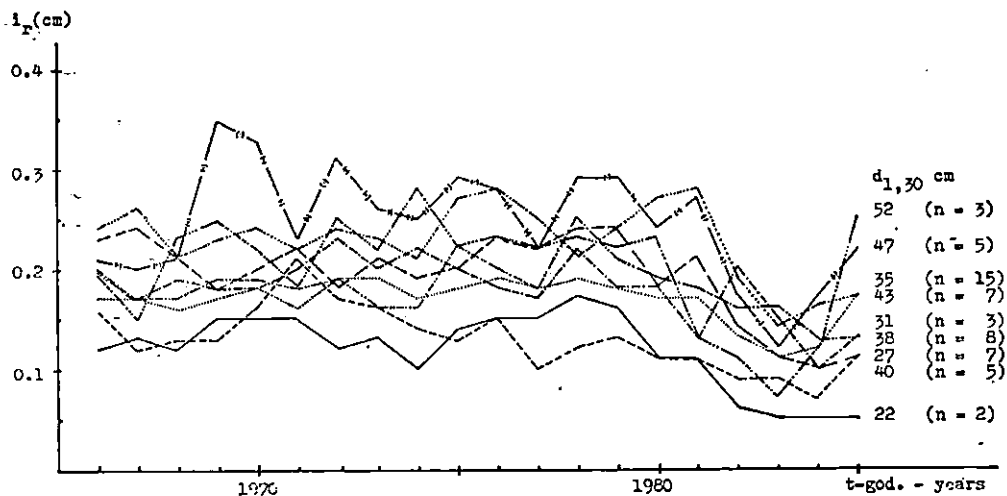


Graf. — Graph 3. *Carpino betuli - Quercetum roboris typicum* Rauš 1971

Gospodarska jedinica: Opeke i Repaš — Management unit: Opeke and Repaš, Odjel — Forest department: 127, 41c, i_r (cm) = srednja širina goda — mean annual ring s_r (cm) = standardna devijacija širine goda — annual ring standard deviation, n = broj stabala — number of trees

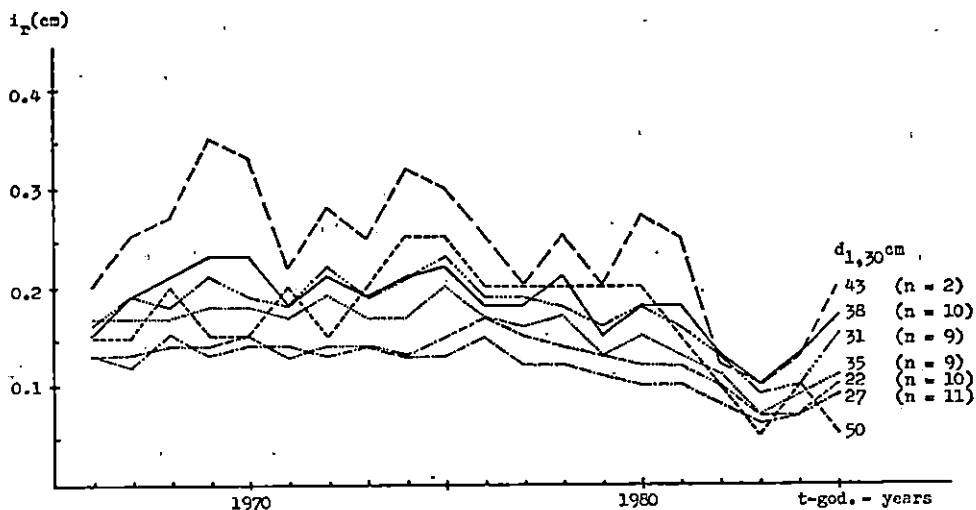
Međutim, u toj zajednici dolazi do katastrofe u 1982. i 1983. godini, odnosno sastojine u tim godinama doživljavaju »stres«, što se lijepo vidi na graf. 4. i 5. Na hrast lužnjak u 1982. ili 1983. godini djelovao je kratkotrajno vrlo jak nepovoljan faktor. Taj faktor nije imao utjecaja na širinu goda poljskog jasena, premda se jasenova stabla u tim sastojinama nalaze u vremenskom intervalu od 1971. do 1984. pod nekim nepovoljnim faktorom ili faktorima (graf. 6).

Širina goda jasenovih stabala općenito kroz cijeli promatrani vremenski period pokazuje da jasen u tim sastojinama ima vrlo loše životne uvjete (god je manji od 2 milimetra), a posebno loše u vremenskom intervalu od 1971. do 1984. Od 1984. širina goda jasenovih stabala raste, što bi mogla biti posljedica i sušenja hrastovih stabala u tim sastojinama.



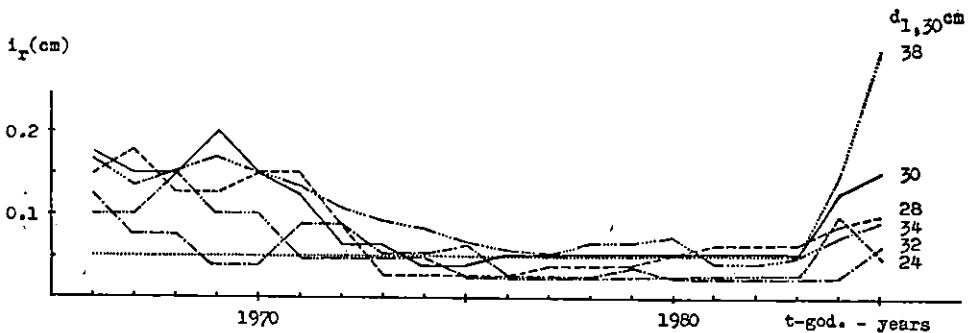
Graf. — Graph 4. *Genisto elatae - Quercus roboris Caricetosum remotae* Horv. 1938

Gospodarska jedinica — Management unit: Kalje—L3, Odjel — Forest department: 20a, Vrsta drveta: hrast lužnjak — Tree species: pedunculate oak, n = 56 stabala — trees, i_r (cm) = širina goda — annual ring



Graf. — Graph 5. *Genisto elatae - Quercetum roboris Caricetosum remotae* Horv. 1938

Gospodarska jedinica — Management unit: Kalje—L2, Odjel — Forest department: 24d, Vrsta drveta: hrast lužnjak — Tree species: pedunculate oak, n = 52 stabala — trees, i_r (cm) = širina goda — annual ring



Graf. — Graph 6. *Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938
 Gospodarska jedinica — Management unit: Kalje—L4, Odjel — Forest department: 20a, Vrsta
 drveta: poljski jasen — Tree species: field ash, n = 11 stabala — trees, $i_r(\text{cm})$ = širina go-
 da — annual ring

Usporedimo li širine goda hrastovih i jasenovih stabala sa stablima iste zajednice u gospodarskoj jedinici Jastrebarsko (K—1) i gospodarskoj jedinici Opeke, odjel 120 (stacionar), vidimo da postoje značajne razlike u trendu širine goda.

Od 1979. godine širina goda hrastovih stabala u lipovljanskim šumama pada, a u Kupčini se nazire blag porast, što nam posebno dobro indicira varijabilnost širine goda (graf. 7).

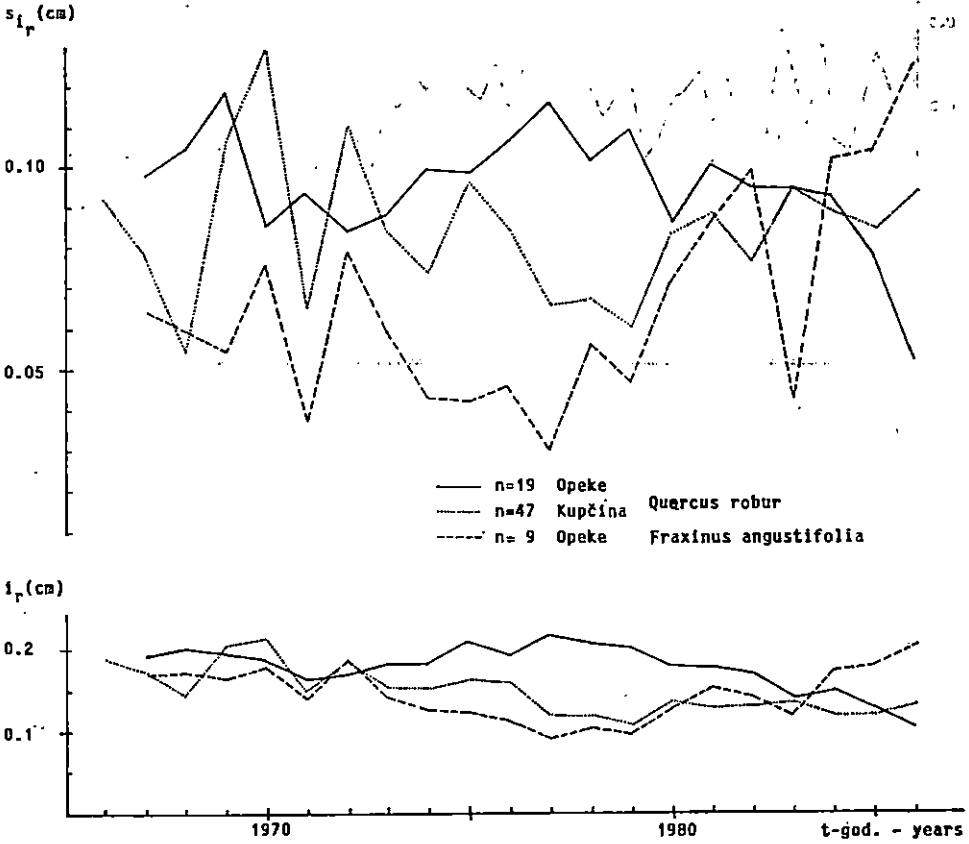
Stresova u tim sastojinama nije bilo. Širina goda jasenovih stabala raste u lipovljanskim šumama od 1979.

Prema tome možemo kao značajnu godinu promjene staništa hrastovih stabala uzeti i 1977., 1978. i 1979. godinu, jer su te godine registrirane u prirastu i lipovljanskih i jastrebarskih šuma, dok u Kalju'tih godina u toj zajednici barem prema našim podacima nisu nastupile posebne promjene.

Međutim, podaci totalne analize stabala hrasta lužnjaka u Kalju (graf. 8) pokazuju kontinuirano smanjivanje debljinskog prirasta od 1962. godine (promjena trenda), pa prema tome u tako lošim prilikama i nije moguće registrirati promjene u debljinskom prirastu, odnosno širini goda. Iz svega toga slijedi da osim nepovoljnih faktora generalnog karaktera postoji i niz faktora lokalnog karaktera čije je djelovanje također kraće ili duže s jačim ili slabijim intenzitetom.

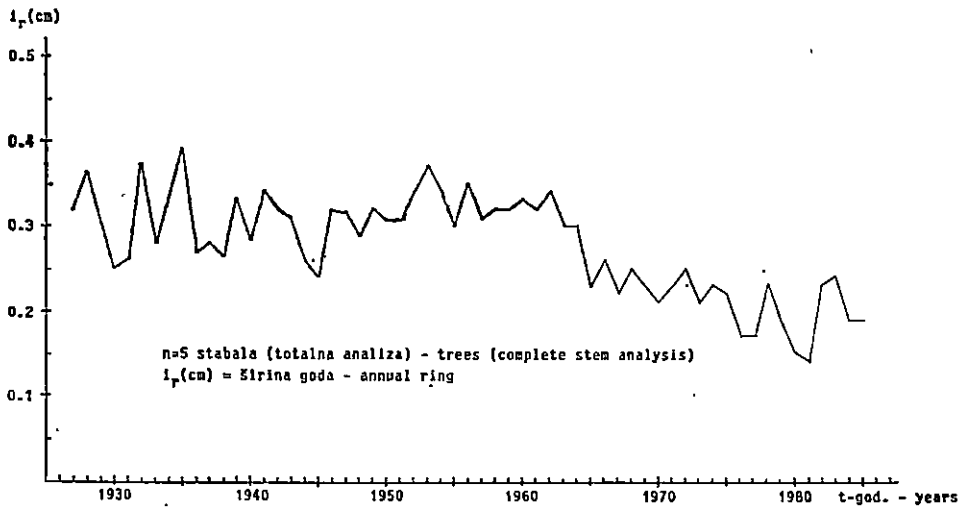
Kod stabala totalne analize promatrali smo i visinski i debljinski prirast (graf. 9) pojedinih stabala. Ovi podaci nas također upućuju na 1960. godinu i nagli pad i visinskog i debljinskog prirasta.

U šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem promatrali smo i debljinski prirast johovih stabala (graf. 10). Gotovo kroz cijeli vremenski period od 1966. do 1985. godine opseg širine goda johovih stabala je između 1 i 2 mm. U vremenskom periodu od 1977. do 1982. godine debljinski prirast je nešto smanjen. Općenito možemo reći za johova stabla da na njih spomenuti nepovoljni faktori nisu ostavili posebno značajan utjecaj.



Graf. — Graph 7. *Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938

Gospodarska jedinica: Kupčina i Opeke — Management unit: Kupčina and Opeke, Odjel — Forest department: 1a, 120, i_r (cm) = srednja širina goda — mean annual ring s_{i_r} (cm) = standardna devijacija širine goda — annual ring standard deviation, n = broj stabala — number of trees



Graf. — Graph 8. *Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938
 Gospodarska jedinica — Management unit: Kalje—L3, Odjel — Forest department: 20a, Vrsta
 drveta: hrast lužnjak — Tree species: pedunculate oak

Navest ćemo još usporedbe radi istraživanja vezana za tipičnu šumu poljskog jasena (*Leucoio - Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959).

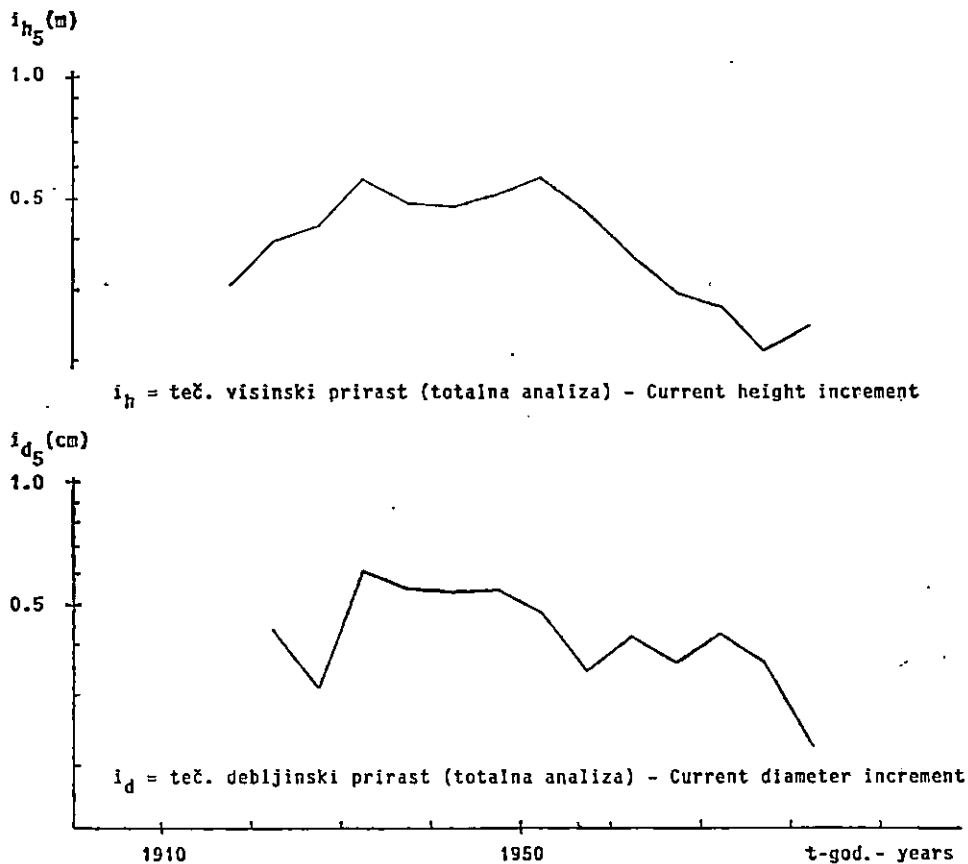
Širina goda jasenovih stabala u toj zajednici od 1977/78. pokazuje izrazit porast na lipovljanskom i jastrebarskom području (graf 11). Prema tome mogli bismo reći da su jasenove sastojine u 1977/78. godini doživjele stres nakon kojeg debljinski prirast jasenovih stabala naglo raste.

U svakom slučaju potrebno je nastaviti istraživanja u tom smjeru.

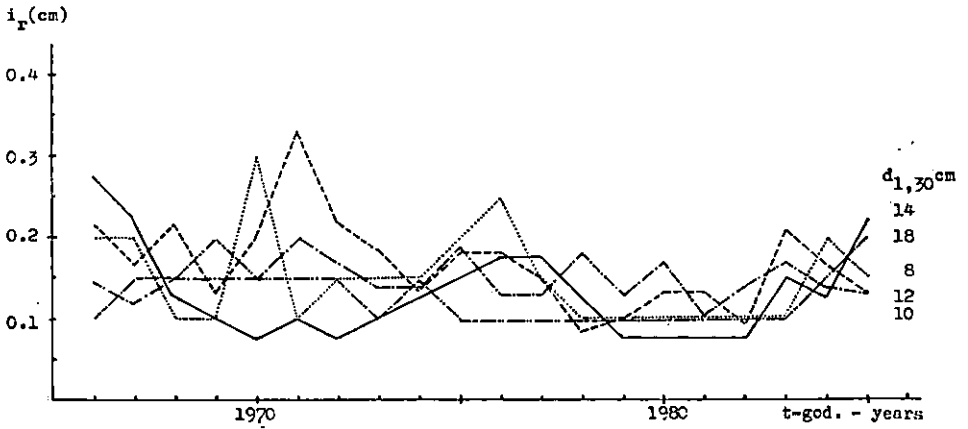
ZAKLJUČAK — CONCLUSIONS

Jedan od najvažnijih indikatora stanišnih promjena je debljinski prirast, odnosno širina goda. Međutim, kako su u debljinskom prirastu kumulativno registrirani utjecaji svih faktora staništa, to je vrlo teško ili gotovo nemoguće samo na osnovi širine goda promatrati djelovanje pojedinih faktora. Stoga je osim širine goda nužno uzeti u obzir i ostale veličine stabla i druge indikatore promjena staništa.

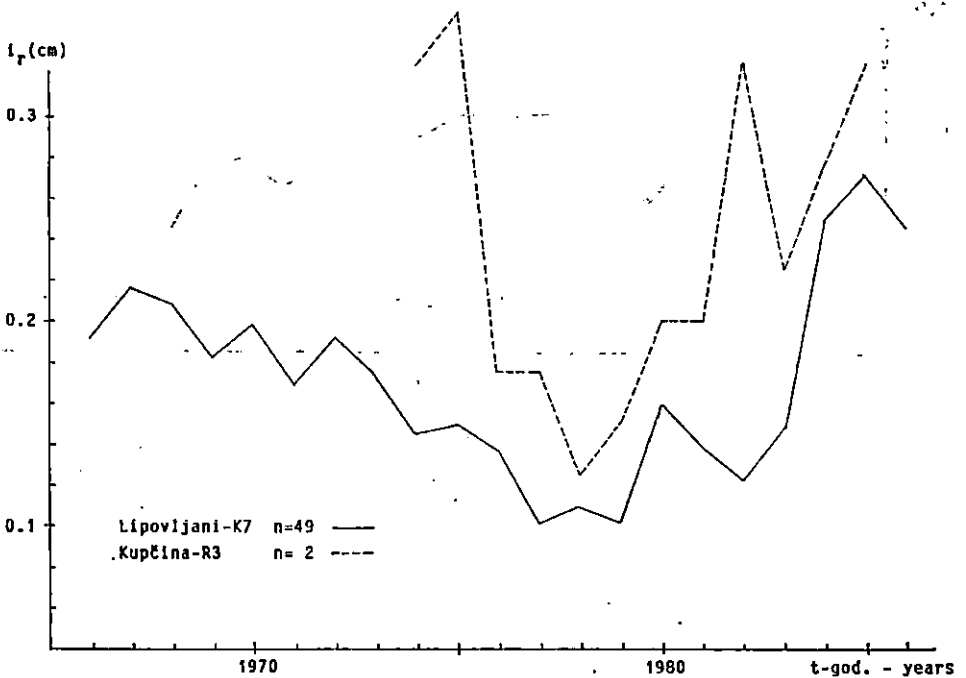
Naša istraživanja se odnose na tri zajednice: tipičnu šumu hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli - Quercetum roboris typicum* Rauš 1971), šumu hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938), tipičnu šumu poljskog jasena (*Leucoio - Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959), odnosno na stabla hrasta lužnjaka, poljskog jasena i johe.



Graf. — Graph 9. *Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938
Gospodarska jedinica — Management unit: Kalje—L3, L2, Odjel — Forest department: 20a,
24d, Vrsta drveta: hrast lužnjak — Tree species: pedunculate oak, n = 8 stabala — trees



Graf. — Graph 10. *Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938
 Gospodarska jedinica — Management unit: Kalje—L2, Odjel — Forest department: 24d,
 Vrsta drveta: crna joha — Tree species: black alder, n = 12 stabala — trees, $i_r(\text{cm})$ = širina
 goda — annual ring



Graf. — Graph 11. *Leucoio - Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959
 Vrsta drveta: poljski jasen — Tree species: field ash, $i_r(\text{cm})$ = širina goda — annual ring,
 n = broj stabala — number of trees

Veći dio istraživanja je proveden u gospodarskoj jedinici Kalje, premda smo se usporedbe radi djelomično koristili i rezultatima dobivenim u šumskim predjelima Repaš, Kupčina i Lipovljani.

Prikazat ćemo sumarno dobivene rezultate:

1. Prema našim istraživanjima u tipičnoj šumi hrasta lužnjaka i običnog graba zbivale su se značajne promjene staništa u 1977/1978. Od 1977. hrast lužnjak i poljski jasen imaju smanjen debljinski prirast u Kalju. U ostalim sastojinama jasenov prirast raste.

2. U šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem vladaju vrlo loši životni uvjeti više od 20 godina.

a) U šumi Kalje hrast lužnjak doživljava »stres« 1982/1983. godine. Na hrast lužnjak je utjecao vrlo jak, kratkotrajan nepovoljan faktor.

b) Jasenova stabla u toj zajednici se nalaze pod vrlo jakim nepovoljnim faktorom od 1971. pa sve do 1984. godine.

c) Od 1979. godine širina goda hrastovih stabala u lipovljanskim šumama pada, a u Kupčini raste. Stresa u tim sastojinama nije bilo.

d) Podaci totalne analize upućuju nas na 1960. godinu u kojoj se jako smanjuje i visinski i debljinski prirast.

e) Kod johovih stabala zapaženo je smanjivanje širine goda od 1977. do 1982. godine.

3. U tipičnoj šumi poljskog jasena registrirane su promjene staništa 1977/1978. godine i na lipovljanskom području i na području Kupčine. Od 1977. prirast jasena je u porastu.

4. Općenito za promatrane nizinske zajednice nastaju promjene u staništu već od 1960. godine.

5. Kritična godina stanišnih promjena i za hrast i za jasen je 1977. god. kada za hrast lužnjak nastupaju nepovoljni, a za poljski jasen uglavnom povoljni uvjeti.

6. U šumi Kalje sastojine hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem doživljavaju »stres« u 1982. i 1983. godini.

LITERATURA — REFERENCES

- Davis, D. D., 1977: Response of ponderosa pine primary needles to separate and simultaneous ozone and PAN exposures. *Plant Disease Reporter* 61:640-644.
- Johnson, A. H., T. G. Siccamo, D. Wang, R. S. Turner & T. M. Barringer, 1981: Recent changes in patterns of tree growth rate in the New Jersey Pine-lands: A possible effect of acid rain. *Journal of Environmental Quality* 10:427-430.
- Karnosky, D. F., 1976: Threshold levels for foliar injury to *Populus tremuloides* by sulphur dioxide and ozone. *Canadian Journal of Forest Research* 6:166-169.
- Kozłowski, T. T., 1980a: Impacts of air pollution on forest ecosystems. *Bio Science* 30:88-93.
- Kozłowski, T. T., 1980b: Responses of shade trees to pollution. *Journal of Arboriculture* 6:29-41.
- Kozłowski, T. T., 1985: Effects of SO₂ on plant community structure. In *Sulphur dioxide and vegetation: Physiology ecology and policy issues*. Stanford, USA: Stanford University Press.
- Kozłowski, T. T., 1986: Responses of Woody Plants to Environmental Pollution. *Forestry Abstracts* 1:5-51.

- Kozłowski, T. T., 1986: Environmental Pollution and Tree Growth, *Forestry Abstracts* 2:105—132.
- Krause, G. H. M. & H. Kaiser, 1977: Plant response to heavy metals and sulphur dioxide. *Environmental Pollution* 12:63—71.
- Kulagin, Ju. Z., 1985: Industrial'naja dendroekologija i prognozirovanie, »Nauka«, Moskva.
- Matsushima, J. & R. F. Brewer, 1972: Influence of sulfur dioxide and hydrogen fluoride as a mix or reciprocal exposure on citrus growth and development. *Journal of the Air Pollution Control Association* 22:710—713.
- Matziris, D. I. & G. Nakos, 1978: Effect of simulated 'acid rain' on juvenile characteristics of aleppo pine (*Pinus halapensis* Mill.). *Forest Ecology and management* 1:267—272.
- Puckett, L. J., 1982: Acid rain, air pollution, and tree growth in southeastern New York. *Journal of Environmental Quality* 11:376—381.
- Sijatov, S. G., 1986: Dendrochronologija verhnjej granici lesa na Urale. »Nauka«, Moskva.

Adrese autora:

Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Katedra za dendrometriju
41001 Zagreb, pp. 178

ANKICA PRANJIĆ & NIKOLA LUKIĆ

INCREMENT OF PEDUNCULATE OAK TREES AS INDICATOR OF RESIDENCE CHANGE

Conclusion

Among the most important indices of habitat changes is the diameter increment, i. e. ring thickness. However, since the impacts of all habitat factors are cumulatively registered in diameter increment, it is very difficult, almost impossible, to observe the activities of singular factors considering the ring thickness only. It is therefore indispensable to take into consideration, besides the ring thickness, other tree values and different indices of habitat changes.

Our investigations relate to three associations: the typical forest of pedunculate oak and hornbeam (*Carpino betuli - Quercetum roboris typicum* Rauš 1971); the forest of pedunculate oak with wood-waxen and divided reed (*Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938); the typical forest of field ash (*Leucoio - Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 1959). In other words, they relate to the trees of the pedunculate oak, field ash and alder.

For its most part, the research was carried out in the Kalje management branch, although the data obtained in the Repaš, Kupčina and Lipovljani branches have been partly used for comparison's sake.

The obtained data can be summarized as follows:

1. According to our investigations, the typical forest of pedunculate oak and hornbeam underwent considerable habitat changes in the course of 1977/1978. Since 1977, the pedunculate oak and field ash in Kalje have shown a decreased diameter increment. Ash increment in other stands has been increasing.

2. In the forest of pedunculate oak with wood-waxen and divided reed there have been very unfavourable living conditions for more than twenty years.

a) in the Kalje forest, the pedunculate oak was subjected to a »stress« in 1982/1983. It was a very strong, though short, unfavourable factor.

b) Ash trees in this association were subjected to a very strong unfavourable factor between 1971 and 1984.

c) Ring thickness of oak trees in the Lipovljani forests has been on the decrease since 1979, whereas in Kupčina it has increased. No stress situations have been registered in these forests.

d) Total analysis data refer to the year 1960, when both height and diameter increment extremely decreased.

e) Ring thickness in alder trees decreased between 1977 and 1982.

3. In the typical forest of field ash, habitat changes were registered in 1977/78, both in the Lipovljani and Kupčina areas. Since 1977, ash increment has been on the increase.

4. On the whole, the observed flatland associations have undergone habitat changes since as early as 1960.

5. The critical year of habitat changes both for oak and ash was 1977, when the pedunculate oak underwent unfavourable, the field ash generally favourable, conditions.

6. In the Kalje forest, the forests of pedunculate oak with wood-waxen and divided reed underwent a stress in 1982 and 1983.

ANTE KRSTINIĆ

SELEKCIJA KLONOVA STABLASTIH VRBA PODESNIH ZA OSNIVANJE KULTURA U POSAVINI

SELECTION ARBORESCENT WILLOW CLONES SUITABLE FOR RAISING PLANTATIONS IN POSAVINA

Primljeno: 10. XII. 1987.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Selekcionirani klonovi stablastih vrba pokazali su se vrlo podesnim za osnivanje kultura na različitim tipovima hidromorfnih tala na području SR Hrvatske. Eksperimenti su pokazali da među klonovima postoje vrlo izražene genotipske razlike s obzirom na fenotipsku stabilnost, adaptabilnost i produktivnost. Utvrđena je također i interakcija klon x stanište, što nalaže selekciju klonova za svako pojedino stanište ili grupe srodnih staništa, te multiklonski pristup pri osnivanju kultura. Kulture stablastih vrba osnivaju se kao glavne kulture na najboljim bonitetima, gdje je moguća visoka produkcija drvne mase u kratkim ophodnjama, te kao pretkulture na težim, zaglejanim, zakorovljenim i plavljenim tlima radi lakše obnove prirodnih sastojina vrednijih vrsta listača, u prvom redu hrasta lužnjaka i poljskog jasena. Produkcija najboljih klonova na području Posavine kreće se u širokom rasponu između 10 i 35 m³/ha prosječnog prirasta, zavisno o tipu tla i vodnom režimu.

Ključne riječi: stablaste vrbe, hidromorfna tla, pretkulture.

UVOD — INTRODUCTION

Selekcionirani klonovi stablastih vrba, u prvom redu autohtone bijele vrbe (*Salix alba* L.), pokazali su se vrlo podesnim za osnivanje kultura na različitim tipovima hidromorfnih tala u Podravini, Pomurju, Podunavlju i Posavini. Istraživanja su otkrila da kod testiranih klonova postoji interakcija klon x stanište, tj. specifična adaptacija na određene stanišne uvjete. Zbog toga je potrebno selekcionirati klonove za svako pojedino stanište, odnosno za grupe sličnih staništa. Samo na taj način je moguće garantirati uspjeh osnovanih kultura u smislu preživljavanja i produkcije drvne mase (Krstinić, 1984).

Kulture stablastih vrba u Posavini mogu se osnivati na području nizinskih šuma na čistinama, unutar i izvan areala šume, na različitim tipovima hidromorfni tala (Kovačić & Krstinić, 1975, 1984). Budući da je raznolikost stanišnih prilika na području nizinskih šuma u Posavini vrlo izražena; to je potreb-

no i u ovom slučaju respektirati specifične zahtjeve pojedinog klona u odnosu na stanište, te u tom smislu selekcionirati kako bi se postigli maksimalni efekti što se tiče preživljavanja i produkcije. Multiklonski pristup u osnivanju kultura stablastih vrba mora biti prisutan, jer su multiklonske kulture garancija stabilnosti ekosistema (Krstinić, 1981). Kada govorimo o staništu, moramo naglasiti da bitan utjecaj na uspijevanje stablastih vrba ima tip tla i vodni režim.

Kulture stablastih vrba u Posavini imaju dvojaku funkciju. Mogu se osnivati kao glavne kulture na staništima koja su nepodesna za uzgoj vrednijih vrsta listaća, i na staništima gdje je zagarantirana maksimalna produkcija drvene mase. Kulture stablastih vrba u Posavini mogu se osnivati i kao pretkulture, i to na devastiranim površinama, na površinama koje su često poplavljivane, a poplavna voda je visoka pa dolazi do šternog djelovanja leda na sadnice i pomladak, na jako zakorovljenim površinama (obraslim zeljastim korovima ili čivitnjačom) (*Amorpha fruticosa* L.). Dokazano je da je podizanjem kultura vrba na takvitu površinama moguća biološka kontrola korovne vegetacije (Krstinić & Komlenović, 1986). Na ovaj način je moguće stvoriti preduvjete za pridolazak važnijih vrsta listaća, u prvom redu hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) (Matić, 1971; Dekanić, 1975; Kovačić & Krstinić, 1984). Na specifičnim staništima u Posavini, kao npr. »Čret«, Šumarija Novoselec, na tresetno-glejnom tipu tla selekcionirani klonovi stablastih vrba s dobrom konverzijom N mogu korisno poslužiti za osnivanje mješovitih kultura s crnom johom (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) (Krstinić & Komlenović, 1986). Na ovaj se način može ostvariti dalji napredak u produkciji drvene mase, melioraciji tla, kontroli korovne vegetacije i stabilnosti ekosistema osnovnih kultura.

U ovom prikazu htjeli bismo se osvrnuti na naša dosadašnja pozitivna i negativna iskustva u podizanju kultura stablastih vrba selekcioniranim klonovima na području Posavine, koja nam mogu poslužiti kao putokaz za uspješnije provođenje čistina Posavine šumskim kulturama.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA — RESULTS AND DISCUSSION

Na području Posavine klonske testove i testove familija stablastih vrba osnovala je Katedra za šumarsku genetiku i dendrologiju Šumarskog fakulteta u Zagrebu na 24 lokaliteta u ukupnoj površini od 30,68 ha. Pokusi su osnovani na različitim tipovima hidromorfni tala: močvarno-glejnom tlu, nizinskom pseudogleju, amfogleju i tresetno-glejnom tlu. U ovom ćemo radu razmatrati rezultate istraživanja u okviru onih eksperimenata čija je plantažna starost najmanje 5 godina.

Općenito možemo konstatirati da su eksperimenti uspjeli na onim površinama gdje se primjenjivala propisana tehnologija osnivanja nasada kod proizvodnje sadnog materijala, sadnje i zaštite osnovnih eksperimenata od visoke divljači. Naime, istraživanja su pokazala da su ožiljenice starosti 2/2 najadekvatniji sadni materijal za osnivanje kultura stablastih vrba na području Posavine čije se visine kreću između 4 i 6 m. Dubina sadnje je između 80 i 100 cm, a razmaci sadnje 3 x 3 m (Kovačić & Krstinić, 1975). Uz takav sadni materijal i



Sl. — Fig. Klonski test stablastih vrba u »Lonjskom polju«, Šumarija Jasenovac, lokalitet »Mliječno polje — Mostine«, sa prirodnom obnovom poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.)
— Clonal test of arborescent willows in »Lonjsko polje« (flooded area, along the Sava river), Forest district Jasenovac, locality »Mliječno polje — Mostine«, with natural regeneration of ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.)

Foto — Photo: Dipl. ing. Davorin Kajba

gušću sadnju mogu se ublažiti štetni utjecaji visokih voda i leda, a tlo se isušuje povećanom transpiracijom. Na taj se način stvaraju preduvjeti za prirodnu obnovu poljskog jasena, što se može vidjeti u eksperimentu »Vrbine«, Šumarija Kutina i »Mliječno polje« šumarije Jasenovac. Jače ožiljenice pokazale su prednost pred manjim sadnicama i na različitim tipovima hidromorfnih tala koja nisu plavljena. Nadalje se pokazalo da je tijekom prvih 5 godina plantažne starosti potrebno zaštititi osnovane nasade od visoke divljači. Nakon spomenute plantažne starosti kod većine selekcioniranih klonova formira se deblji sloj periderme, pa tada sadnicama ne prijete veća opasnost od visoke divljači. U pogledu sposobnosti stvaranja peridermarnog sloja među selekcioniranim klonovima stablastih vrba utvrđene su vrlo izražene genotipske razlike, što znači da je selekcija i na ovo svojstvo vrlo efikasna.

Amfiklejno tlo se pokazalo kao najnepovoljniji tip hidromorfnih tala za osnivanje vrbovih kultura na području Posavine (npr. lokalitet Bušići—Jantak, Šumarija Novoselec). Na tom tipu tla utvrđen je visok mortalitet sadnica različitih klonova, dok klonovi s najboljim preživljavanjem ne daju veće prosječne priraste od 10 m³/ha. Takvih klonova je vrlo malo, i to su u pravilu oni klonovi koji imaju sposobnost stvaranja žile srčanice (S18, V052, V04 i S131). Osnivanje vrbovih kultura na takvim tlima dolazi u obzir samo u formi pretkulture, kada se želi biološkim putem ostvariti kontrola korovne vegetacije zeljastih i nekih drvenastih vrsta (npr. čivitnjače).

Na nizinskom pseudogleju, koji je rijetko plavljen (npr. »Gaj«, Šumarija Kutina), mogu se očekivati prirasti do maks. 15 m³/ha godišnje, i to samo kod manjeg broja klonova, odnosno familija bijele vrbe (*Salix alba* L.), sa specifičnom adaptacijom na takva staništa. Za staništa ovog tipa preporučamo sljedeće klonove: V093, S131, S18, V052, V04, 11/1 i S86.

Na zaglejanim tlima, gdje dolazi do čestih plavljenja, eksperimenti su pokazali da je moguće ostvariti visoku produkciju drvne mase ukoliko se kulture osnivaju sa selekcioniranim sadnim materijalom, specifične adaptacije uz propisanu tehniku uzgoja. Na takvim staništima mortalitet pojedinih klonova kreće se i do 100%, dok manji broj selekcioniranih klonova ima visoko preživljavanje (do 95%) uz istodobno i visok prirast drvne mase. Na eksperimentalnoj plohi 18 klonova u »Mliječnom polju« Šumarije Jasenovac, kod plantažne starosti od 2 + 12 godina, raspon drvne zalihe kretao se u granicama između 106 i 195 m³/ha, s prosječnim prirastom između 8,8 i 16 m³/ha. Kod plantažne starosti od 2 + 13 godina, drvna zaliha se kreće u granicama između 118 i 218 m³/ha, a tečajni prirast u trinaestoj godini kreće se u rasponu između 6 i 37 m³/ha, zavisno od klona. Kod ove plantažne starosti na pokusnoj plohi je utvrđeno obilno prirodno pomlađivanje poljskog jasena. Broj jednogodišnjih i dvogodišnjih biljaka kreće se od 3 do 5 po m². Adventivno korijenje na deblima vrbe ide do visine oko 1,5 m, što odgovara visini poplavne vode tijekom vegetacije. Najbolje rezultate u ovom eksperimentu su polučili klonovi: V160, V158, Br. 1BB, V99, V052, 11/1 i V39. Na ovakvim, teškim zaglejanim tlima, gdje su poplave česte i duge, uz istodobno i visok nivo poplavnih voda, kako izvan vegetacije tako i tijekom vegetacije, kulture selekcioniranih klonova stablastih vrba osnivaju se u pravilu kao glavne kulture, no ovaj eksperiment pokazuje da one mogu uspješno poslužiti i kao pretkulture. Na drugom lokalitetu u Lonjskom polju, »Vrbi-

ne«, Šumarija Kutina, kod plantažne starosti od 15 godina utvrđene su drvene zalihe u rasponu između 146 i 530 m³/ha, uz godišnji prosječni prirast između 10 i 35 m³/ha (Kovačić & Krstinić, 1984). Trebamo naglasiti da na ovom lokalitetu od prirode dolazi bijela vrba i da postiže krupne dimenzije, zahvaljujući povoljnim fizikalnim i hidrološkim svojstvima tla na dubini većoj od 2,0 m, pa se stoga to stanište ne može smatrati tipičnim reprezentantom čistina Lonjskog polja. Zanimljivo je napomenuti da je u ovom eksperimentu ostvarena potpuna biološka kontrola korovne vegetacije (zasjena sklopom), štetnog djelovanja leda nema, smanjena je vlažnost tla, što je sve omogućilo obilno prirodno naplođenje poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) (vidi sliku). Ovaj i prije iznesen primjer ukazuje na mogućnost korištenja vrbovih kultura na Lonjskom polju kao pretkultura radi lakše obnove šuma vrednijih vrsta listača, u prvom redu hrasta lužnjaka i poljskog jasena. U pokusu su najbolje rezultate postigli klonovi bijele vrbe: 11/1, MP1, V99, V40, V39 i V37.

Na tresetno-glejnom tipu tla, lokalitet »Čret«, Šumarija Novoselec, kod plantažne starosti 2 + 5 godina, uz razmake sadnje 3 x 3 m, drvene zalihe za 10 klonova kreću se u rasponu između 56 i 80 m³/ha, uz prosječne priraste između 12 i 16 m³/ha. Najbolji klon u pokusu imao je tečajni prirast u petoj godini od 44 m³/ha. U tom eksperimentu nisu uključeni najproduktivniji klonovi pa smatramo da bi podizanje kulture s klonovima koji su u Podravini, Pomurju i Podunavlju pokazali visoku produktivnost polučili mnogo bolje rezultate. Za to stanište stoga preporučujemo klonove: V160, V158, V093, V99, Br. 1BB, S86, Rep. 2 i 11/1. Vrbove kulture u ovom slučaju mogu dobro poslužiti i kao pretkulture radi lakše obnove jasenovih sastojina, a mogu se osnivati i u asocijaciji s crnom johom (*Alnus glutinosa* L. Geartn.).

Kulture bijele vrbe i crne joha pokazuju mnoge prednosti u smislu produkcije drvene mase, kontrole korovne vegetacije, povećane transpiracije, obogaćivanja tla dušikom i stabilnosti ekosistema u komparaciji s čistim kulturama bijele vrbe.

Klonovi koji imaju dobru konverziju N, vezanog crnom johom, mogu korisno poslužiti i za podizanje pretkultura na zemljištima obraslim čivitnjačom u smislu njezine biološke kontrole i korištenja čivitnjačom vezanog N u produkciji drvene mase bijele vrbe. Takve kulture stvaraju vrlo dobre preduvjete za obnovu hrastovih i jasenovih sastojina. Pozitivan primjer u tom smislu je pokus klonova na zemljištu obraslom amorfom na lokalitetu »Prašnik«, Šumarija Okučani. Broj hrastovih biljaka u kulturi vrbe s amorfom bio je veći, a biljke su izgledale vitalnije u komparaciji s biljkama koje su rasle na zemljištu obraslom čistim amorfom.

Na aluvijalnim tlima uz rijeku Savu treba osnivati kulture s najproduktivnijim klonovima uz veće razmake sadnje (4 x 3, 4 x 4 ili 5 x 4 m). Pozitivan primjer mogućnosti osnivanja kultura na takvim tipovima tala daju rezultati klonskog testa na inundacijskom području rijeke Save kod Velike Gorice.

Za potrebe operativnog šumarstva postoji veći broj priznatih klonova, klonova u fazi priznavanja i klonova koji pokazuju specifične adaptacije na pojedine tipove staništa. U SR Hrvatskoj su osnovani živi arhivi klonova stablastih vrba, koji sadrže oko 200 različitih klonova. Selekcionirani sadni materijal stablastih vrba reproducira se u ovim rasadnicima na području SR Hrvatske: »Pod-

turen«, Šumarije Čakovec; »Limbuš«, Šumarija Kloštar Podravski; »Gaj«, Šumarija Kutina; »Bobrovac«, Šumarija Podravska Slatina; »Opatovac«, Šumarija Vukovar i rasadnik »Osijek«, Šumarija Osijek.

ZAKLJUČAK — CONCLUSION

Na području Posavine, na različitim tipovima hidromorfni tala, mogu se s uspjehom osnivati kulture stablastih vrba. Kao glavne kulture osnivat će se na staništima koja su nepodesna za uzgoj drugih vrsta šumskog drveća i na staništima na kojima je u ovakvim kulturama moguće ostvariti visoku produkciju drvne mase u kratkim ophodnjama. Kulture selekcioniranih klonova stablastih vrba treba osnivati kao pretkulture na onim staništima koja su podesna za uzgoj vrednijih vrsta listača, a gdje je njihova direktna obnova otežana.

LITERATURA — REFERENCES

- Dekanić, I., 1975: Utvrđivanje najpogodnijih vrsta drveća i metoda obnove opustošenih površina sušenjem hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list 4/6:119—127, Zagreb.
- Kovačić, Đ. & A. Krstinić, 1975: Uspijevanje nekih klonova stablastih vrba na čistinama Lonjskog polja. Šum. list 1/3:23—53, Zagreb.
- Kovačić, Đ. & A. Krstinić, 1984: Uspijevanje nekih klonova stablastih vrba na čistinama Lonjskog polja. Šum. list 3/4:107—116, Zagreb.
- Krstinić, A., 1979: Mini-monograph on *Salix alba* L. Technical consultation on fast growing plantation broad leaved trees for mediterranean and temperate Zones. FAO. Lisbon 11 pp.
- Krstinić, A., 1981: Problematika multiklonskih kultura stablastih vrba. Radovi, Šumarski institut Jastrebarsko, № 44:119—125.
- Krstinić, A., 1984: Fenotipska stabilnost, adaptabilnost i produktivnost nekih klonova stablastih vrba. Annales pro experimentis foresticis editio peculiaris I:5—24, Zagreb.
- Krstinić, A., 1986: Breeding tree-shaped willows. Poplar and willows in Yugoslavia, Poplar Research Institute, Novi Sad, p. 86—104.
- Krstinić, A. & N. Komlenović, 1986: The effect of Black Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) on the growth of White Willow (*Salix alba* L.) Clones Proc. 18th IUFRO World Congress Division 2, Vol. II: 436—445, Ljubljana.
- Matić, S., 1971: Prirodno pomlađivanje poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) u Posavini. Savjetovanje o Posavini, Zagreb, p. 343—346.
- Skorić, A., 1977: Tipovi naših tala. Sveučilišna naklada »Liber«, Zagreb, 134 pp.
- * * * 1984: Savjetovanje: Dosadašnja dostignuća i mogućnosti unapređenja gospodarenja nizinskim šumama. Annales pro experimentis foresticis editio peculiaris I, Zagreb, p. 95—152.
- * * * 1986: Završni izvještaj o izvršenom radu na programu znanstveno-istraživačkog rada za razdoblje od 1981—1985. godine, Zavod za istraživanja u šumarstvu, Zagreb, 223 pp.

Adresa autora:

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Katedra za šumarsku genetiku i dendrologiju
41001 Zagreb, pp. 178

ANTE KRSTINIĆ

SELECTION ARBORESCENT WILLOW CLONES
SUITABLE FOR RAISING PLANTATIONS
IN POSAVINA

Summary

Selected arborescent willow clones displayed very suitable for raising plantations on different types of hydromorphic soils in Croatia. Experiments have shown that between clones exhibit genotypic differences with regard to phenotypic stability, adaptability and production. It was also established the interaction clone x site, what means selection for each site or similar sites and multyclonal approach to establishment of willow plantations. Plantations of arborescent willows should be established on the best sites where it is possible to produce high wood volume in short rotations. Second, as pioneer plantations on heavy, clayed, flooded soils, and where the weed vegetation is very abundant with the aim of easier natural and artificial regeneration more valuable broad leaved species especially *Quercus robur* and *Fraxinus angustifolia*.

Production of the best clones in Posavina region ranges between 10 and 35 m³/ha of mean increment depending upon the soil type and water regime.

ŠIME MEŠTROVIĆ

UREĐIVANJE ŠUMA HRASTA LUŽNJAKA
ZAHVAĆENIH SUŠENJEMMANAGEMENT OF PEDUNCULATE OAK
FORESTS AFFECTED BY DIEBACK

Primljeno: 10. II. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Osnove gospodarenja za gospodarske jedinice propisuju po prostoru i vremenu sve radove za šume i šumska zemljišta koji se imaju izvršiti u razdoblju od 10 godina s projekcijom na idućih 10 godina, sve uz pretpostavku da šuma za to vrijeme ne doživi znatnije nepredviđene promjene. Najčešća promjena u našim šumama su sušenja jedne vrste drveća ili cijele sastojine. Kako ekološke i gospodarske promjene utječu na propise gospodarenja i kako propisima gospodarenja pratiti te promjene uz što manje ekonomske žrtve?

Ključne riječi: gospodarska jedinica, ophodnja, oplodna sječa, prirodno pomlađivanje, etat

UVOD — INTRODUCTION

Pismene tragove o sušenju šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) nalazimo u našoj šumarskoj literaturi od godine 1846. (u prvim brojevima Šumarskog lista) bilo da se govori o sušenju pojedinih vrsta drveća nizinskih šuma ili o sušenju šume u cjelini. Sušenja su najčešće zahvaćala manja područja ili pojedine vrste, pa se šuma s vremenom oporavljala. Uzroci sušenja su bili različiti, ali uvijek su bili usko vezani za stojbinske prilike, pa i onda kada je neposredni uzrok bio napad nekog štetnika, tome je prethodilo fiziološko slabljenje sastojine uzrokovano promjenama u stojbinskim prilikama.

Zahvaljujući adaptibilnosti pojedinih vrsta, pa i cijele zajednice, na nove prilike s jedne strane te uspostavljanju ravnoteže u stojbinskim prilikama s druge strane, sušenja su u svom ciklusu imala svoju progresiju, kulminaciju i pad. Šume su se zatim uz pomoć gospodarskih mjera obnavljale. Što su utjecaji čovjeka na ekosistem veći, to su i mogućnosti sušenja šuma veće, a trajanje oporavka duže.

Sušenja su se pojavljivala i pojavljivat će se na raznim lokalitetima, različitih vrsta i nejednaka intenziteta. Pitanje je kako postupiti s obzirom na propise osnove gospodarenja kojima su regulirani sječni i šumskouzgojni zahvati prostorno i vremenski.

Navedene probleme razmotrit ćemo na primjeru koji je tijekom posljednjih 5 godina na malom prostoru ostavio najveće tragove. To je sušenje hrastovih šuma u gospodarskoj jedinici »Kalje« — Šumarija Lekenik.

GOSPODARSKA JEDINICA »KALJE« — MANAGEMENT UNIT »KALJE«

Zahvaljujući podacima gospodarske osnove za Šumariju Lekenik koju je 1942. i 1943. godine sastavio D. K a j f e š, za velik dio šuma gospodarske jedinice »Kalje« imamo značajne podatke o gospodarenju u tim šumama unazad 110 godina, a to znači gotovo od njihova postanka.

Godine 1873. prodao je grof Erdödy svoj plemićki posjed Zelin- Čiče s površinom od 9.750 ha šuma knezovima T h u r n u i T a x i s u. U sklopu posjeda kojim su knezovi upravljali do 1945. godine bili su sadašnji odjeli 15, 17, 21 do 23, 25 do 33 i 36 do 41 gospodarske jedinice »Kalje« s površinom od 640,92 ha.

Ostali dijelovi sadašnje gospodarske jedinice »Kalje« nalazili su se do agrarne reforme godine 1945. pod upravom zemljišnih zajednica Dužica, Greda i Vukovina (921,98 ha), a bilo je i državnih šuma kotara Sisak (746,13 ha). Prema tome, od 2.309 ha šuma s oko 28% šuma gospodarili su vlasnici koji su za te šume imali i gospodarsku osnovu izrađenu uglavnom prema »Naputku« iz 1903. godine. Na oko 40% površine sadašnje gospodarske jedinice gospodarilo se više prema potrebama i mogućnostima zemljišne zajednice. Šumama pod državnom upravom također se je gospodarilo po određenim programima.

Agrarnom reformom 1945. godine ove su šume ujedinjene u jedinstvenu cjelinu i predane na upravljanje Šumariji Lekenik. Za gospodarsku jedinicu »Kalje« u današnjem opsegu prva gospodarska osnova izrađena je 1957. godine, i to za 20 godina. Nova i zasada posljednja osnova gospodarenja izrađena je 1978. godine.

Prema podacima ove su šume nastale većinom prirodnim pomlatkom poslije velikih sječa 1869—1872. godine, neposredno prije prodaje posjeda. Druge su velike sječe, tzv. ministarske sječe, uslijedile godine 1920. i 1921. Površine koje nisu prirodno obnovljene poslije prvih sječa pošumljene su početkom ovoga stoljeća sistemom sadnje na rabate, posebno u predjelu zvanom Čistine. U isto vrijeme i istom metodom podignute su i šume u predjelu Vulače na bivšim gmajnama na površini od 162,91 ha. Ove šume s centralnim dijelom gospodarske jedinice »Kalje« čine jedinstvenu cjelinu. Ono ujedno predstavlja i tipično poplavno područje koje periodički poplavljuje rijeka Odra. K a j f e š 1942. godine piše: »Na pretpostavci da je bila poplava onda kada je lugar morao makar i djelomično vršiti obilazak svog revira u čamcu to na 16. godišnjem iskustvu poplava 'Kalja' traje godišnje oko mjesec i pol dana«, a poplave se najčešće javljaju u ožujku i studenom. Maksimalne poplave su zabilježene 1937. godine, a trajale su 140 dana (gotovo punih 5 mjeseci). Normalno doticanje vode i njeno oticanje (povremene poplave) bilo je prijeko potrebno za opstanak ovih šuma i za uspjeh pošumljivanja na rabatima od posebnog značenja.

Uspješnu obnovu šuma u predjelu »Kalja« treba zahvaliti činjenici da su kroz dugi vremenski interval ovdje neposredno rukovodili nadsavjetnik Haniga

kao nadstojnik ureda u Lekeniku i distrikta »Kalje« od 1895. do 1933. godine i nadšumar Vesetečka u Cerju od 1873. do 1909. godine (K a j f e š, 1942).

U tom traženju načina i sistema bilo je i neuspjelih pokušaja s unošenjem drugih vrsta drveća u ovo područje. Tako su još 1876. godine vršeni pokusi s borom, smrekom, arišem, orahom, jasenom, šljivom, pa i eukaliptusom. Rezultat je bio uvijek isti: autohtone vrste, tj. hrast, jasen i joha su ostali kao jedine značajne vrste za ovo područje. Jedino se je donekle održao američki jasen koji se je pokazao otpornijim na nižim i težim terenima. Osim svih tih traženja zaključak glasi: »Radi najviše izgleda u uspjeh u buduće ćemo sve sastojine bez iznimke uzgajati prirodnim putem. U svim postojećim umjetnim gajevima mora se udio hrasta postepeno umanjiti već prema potrebi na polovicu ili i niže sve dok hrast ne ozdravi sasvim« (K a j f e š, 1942). Prema tome, hrast je i ranije stradao vjerojatno od drugih uzročnika, ali se je opet vraćao na svoje stanište.

I uz velike sječe još prije 115 godina, zatim ministarske sječe 1920. i 1921, pa sječe između 1928. i 1933. godine, te uz zabilježena prva sušenja hrasta 1909. i brijesta 1935, koji je gotovo potpuno nestao iz šume, objedinjavanjem cijelog područja u jednu gospodarsku jedinicu nastali su dobri uvjeti za rad u ovim šumama. Svi su propisani kriteriji gospodarenja u gospodarskoj osnovi iz 1942. godine poštovani: sastojinsko gospodarenje s oplodnim sječama i prirodnim pomlađivanjem uz različitu ophodnju za razne vrste drveća i obavezno potrajnost prihoda.

STANJE ŠUMA I PROPISI GOSPODARSKE OSNOVE IZ 1957. I 1979. GODINE — CONDITION FORESTS AND PRESCRIPT OF MANAGEMENT PLAN FROM 1957 ET 1979.

Osnovne postavke gospodarske osnove iz 1957. godine bile su iste kao i one ranije, a ostvarivanje cilja gospodarenja temelji se na ovim principima:

»Šume ove gospodarske jedinice uzgajati će se visokim uzgojem...«

»Glavne vrste drveća koje su sada zastupane hrast 0,8, jasen 0,1 i joha 0,1 treba ih svakako zadržati... Treba nastojati da se u sastojinama zrelim za sječju omjer smjese kreće u granicama: hrast 0,5 — jasen 0,3 — joha 0,1 i grab 0,1...«

»Za ovu jedinicu odabrana je ophodnja od 120 godina za hrast, za jasen je dovoljna ophodnja 60—80 godina, a za johu 60 godina...«.

»Oplodni način sječe najbolje odgovara održavanju proizvodne snage tla, prilikama staništa, vrsti drveća i svrsi gospodarenja, a ujedno omogućuje pomlađenje sječina prirodnim putem« (K o s t e l i ć, 1957).

Godine 1976. ta je osnova revidirana redovno. Ona daje pregled stanja šuma u toj godini i iskaz dotada izvršenih radova. Principi gospodarenja i dalje su zadržani, pa i visina etata, iako je on s obzirom na stanje šuma mogao biti povećan (K a j g a n o v i ć, 1967).

Nova osnova gospodarenja umjesto 1976. izrađena je 1978. godine s važnošću od početka 1979. Prilikom izrade te osnove konstatirano je da su radovi u proteklom 22-godišnjem razdoblju tekli prema zacrtanim propisima.

Početakom 1979. godine izvršena su potrebna mjerenja i radovi za izradu osnove gospodarenja za naredno razdoblje. Po toj osnovi u svemu su zadržani principi gospodarenja šumama zacrtani u prethodnim osnovama.

Jedina je izmjena bila u produljenju ophodnje za hrast na 140 godina, što nije bilo teško obrazložiti dobivenim pokazateljima razmjera dobnih razreda i vrlo dobrim stanjem šume (Meštrović, 1979).

I za izradu osnova gospodarenja i za reviziju detaljno je snimana drvena masa i prirast, što nam daje mogućnost komparacije, a uz evidenciju sječa drvnih masa i računsku kontrolu podataka mjerenja.

Za gospodarsku jedinicu podaci su prikazani u tabeli 1.

Tab. 1

Godina Year	Površina Area ha	Drvena zaliha (m ³) Growing stock (m ³)		Tečajni god. prirast (m ³) Current annual increment	
		Svega — Total	Po ha — Per ha	Svega — Total	Po ha — Per ha
1957.	2718	304165	112	15650	5.76
1967.	2272	445385	196	12837	5.65
1979.	2272	701272	308	17984	7.91

Godine 1957. i 1967. mnoge su sastojine još bile mlade, pa je u njima procjenjivana drvena masa, ili je izostavljena iz procjene (prvi dobní razred), a osim toga pri obračunu drvnih masa u inventurama nisu upotrijebljene iste tarife. Iz podataka o drvnim masama vidljiva je velika vitalnost svih sastojina. Hrast je u ukupnoj drvanoj masi sudjelovao sa 70%.

Za isto razdoblje etati su realizirani u opsegu prikazanom u tabeli 2.

Tab. 2

Godina Year	Etat — Carrying capacity			Posječeno — Felling		
	Glavni prihod Principal yield	Prethodni prihod Selective yield	Svega Total	Glavni prihod Principal yield	Prethodni prihod Selective yield	Svega Total
1957—1966.	3372	46344	49716	4481	33256	37737
1967—1978.	16506	36093	52599	18127	54837	72964
1957—1978.	19878	82437	102315	22608	88093	110701

Realizacija je u 22-godišnjem razdoblju bila samo za 8% viša od etata, što je gotovo idealno. Treba posebno naglasiti da u tom vremenu nije bilo šteta u šumi; pa ni od sušenja. U ukupnoj sječivoj masi bilo je oko 30% slučajnih užitaka, i to uglavnom na trasi ceste.

Iz podataka je nadalje vidljivo da je prosječno godišnje sječeno 5000 m³ ili oko 1/3 prirasta, pa je dobivena drvena zaliha (308 m³/ha) čak mnogo veća od

normalne (280 m³/ha). I uz to, a s obzirom na stanje šume i otvorenost, planirani je etat od 10.400 m³ bio vrlo oprezan, odnosno oko 2/3 prirasta. Za predviđenu realizaciju bila je planirana i gradnja ceste u dužini od 6 km.

Interesantni su podaci o drvnim masama za neke sastojine predjela »Kalje« iz 1942. i 1978. godine (tabela 3).

Tab. 3. Podaci o drvnim masama za predjel »Kalje« iz 1942. i 1978. godine — Solid volume in 1942 and 1978.

Stara oznaka Old № of Compartment	Površina ha Area	Drvena masa m ³ m ³ /ha Solid volume	Nova oznaka New № of Compartment	Površina ha Area	Drvena masa m ³ m ³ /ha Solid volume
1	26.28	9060	37	26.28	14541
2c	7.38	1910	39c	7.38	2650
3c	15.16	3760	40c	16.40	6185
4a+b	11.31	2740	41a	11.77	4871
5a+b	31.70	4580	27	31.70	11199
6b	19.57	2950	28b	19.57	5728
7b	11.34	2030	29b	11.99	4585
8a	11.35	1770	30a+b	10.98	3697
9d	7.61	2160	31d	8.17	3719
10a	21.61	6210	26a	21.27	8526
11a	33.56	5590	36a+b	27.56	15023
12	28.09	6100	38	28.09	12655
13a	15.75	3750	33a	9.87	3408
14a	20.53	6390	32a	20.38	9483
15e	6.11	1430	25e	5.30	2879
16	27.86	—	23b+c i 24b+c	27.86	7512
17	33.01	—	22b+c	33.01	9023
18	21.20	—	21a+b+c	21.20	6542
19	28.54	—	16a+b	28.54	5337
20	42.77	—	17a+b	42.77	5601
Svega Total	420.73	60430	144	410.09	143264

Iz podataka tabele 3. vidi se da je u promatranim odsjecima drvena zaliha porasla od 60.430 m³ na 143.264 m³, odnosno da je prosječna drvena masa po hektaru porasla od 144 na 349 m³ ili za 205 m³ tijekom 35 godina. To znači da je prosječni prirast na glavnoj sastojini iznosio 5,8 m³/god., odnosno da je sječena 1/3 prirasta, a da su se 2/3 ili još više gomilale na drvnoj masi. To potvrđuje ispravnost podataka dobivenih za gospodarsku jedinicu kao cjelinu.

Gospodarenje šumama gospodarske jedinice Kalje«, početo 1979. godine po propisima osnove gospodarenja, teklo je do 1983. godine u okvirima predviđenim osnovom.

Godine 1983. pojavljuju se prva sušenja u odjelima 23, 24, 31, 35, 38 s ukupno doznačenom i posječenom drvnom masom od 1.828 m³. Ta je drvna masa iznosila oko 20% etata i više se ne smatra normalnim slučajnim užitkom, pogotovo što se pojavila na određenim lokalitetima.

Godine 1984. sušenje je nastavljeno i već je doseglo alarmantne razmjere od 12.952 m³ ili za 30% više od redovnoga godišnjeg etata, a samo malo manje od prirasta. Značajno je da se sušenje nije pojavilo na cijeloj površini nego u nekim dijelovima vrlo intenzivno. To su odjeli: 23a, 23d, 25a, 26a, 31d, 33a, 33c, 35, 34, 36a, 37, 39a, 39c, 49e, 57a, u kojima se je osušilo ukupno 12.952 m³.

Godine 1985. sušenje je poprimilo katastrofalne razmjere jer je uprava morala zbog sušenja doznačiti i posjeći četverogodišnji etat, a kako je to bila sedma godina važenja osnovne gospodarenja u kojoj je posječeno već više od 10-godišnjeg etata, narušena je potrajnost gospodarenja i neminovno je trebalo ići na reviziju gospodarenja. Revizija je dogovorena, ali nije izvršena u očekivanju rezultata sušenja i istraživanja.

Tijekom 1985. godine sušenje je zahvatilo uglavnom ove odsjeke: 23a, 25a, 29a, 31a, 31d, 32a, 32b, 33a, 37, 38, 39a, 39c, 39e, 40, 41, 47b, 48b, 50b, u drвноj masi s 40.060 m³.

Godine 1986. doznačeno je za sječu, a dijelom i posječeno, zaprepašćujućih 93.693 m³ ili 10-godišnji etat. Sušenje je zahvatilo i one odjele koji dosada nisu bili zahvaćeni, osim odjela 15—19 i 53—54.

Značajno je da doznačena osušena drvna masa za sječu u 1987. godini iznosi 27.918 m³. Da li je to znak prestanka, odnosno smanjenja, pokazat će slijedeća godina. U svakom slučaju sušenjem su zahvaćeni i ostali odsjeci.

Ukupno je tijekom 1984—1987. godine osušeno 174.623 m³ drvne mase hrasta lužnjaka. To je jednako gotovo 10-godišnjem prirastu šume.

Promatrajući tabelarne podatke iznesene u poglavlju uzgojnih istraživanja i kartu koja je tamo prezentirana (Matić, 1987), dolazimo do zaključka da je sušenje najprije nastalo u odsjecima koji su udaljeniji od recipijenta (Odra), a do kojih dopiru kanali. Drugim riječima, sušenje se je najprije pojavilo tamo gdje je voda došla i nije se mogla povući, odnosno tamo gdje je ona ostala dulje i gdje se zabarila. Osnovno je pravilo da hrast ne samo podnosi nego traži kratkotrajne poplave i vodu koja se kreće. Kanali koji su se kopali pored odvodnje imali su zadaću da se u njima i oko njih voda giba. Znači, protok vode, doticanje i oticanje, nužno je i potrebno, ali doticanje i ostajanje pa i manje količine vode je pogubno.

Drugo je pak pitanje čistoće vode, odnosno njena kvaliteta. Ako uz to što se zadržava i ostaje kao stajačica u plitkom sloju voda sadrži određenu količinu teških metala, SO₂ ili drugo, ona svakako brže razara korijenski sistem i dovodi do uništenja.

Problem zagađenosti zraka u našim istraživanjima nismo posebno tretirali, iako je sigurno da i ono ima utjecaja na sušenje. U sistemu svih faktora zagađenost može biti i presudni jezičak na vagi.

Sprečavanje poplavljanja bilo bi također pogrešno ili možda pogubno za starije hrastove sastojine koje su adaptirane na ove uvjete. Pri podizanju mlade sastojine bilo prirodnim ili umjetnim putem neophodno je stvoriti stabilne određene stojbinske prilike, jer mlado stablo koje će početi živjeti u određenim pri-

likama ono se na njih (uvjete) navikne, pa mu promjena u kasnijoj dobi ne odgovora. Za hrast je adaptibilnost donekle moguća do dobi oko 50 godina, poslije te dobi stablo sporije reagira i normalno kod težih promjena nastaju posljedice.

PROPISI OSNOVE GOSPODARENJA — MANAGEMENT PLAN REGULATIONS

Sušenje šuma ne samo da uvjetuju gospodarsku destabilizaciju i remeti kompletno planove već ono nanosi i velike financijske štete. U ovom slučaju smanjuje se drvna masa najmanje za bijel, a smanjuje se i kvaliteta drvne mase.

Postavlja se pitanje što raditi sa sastojinama koje se počnu sušiti, a da se ne ulazi svaku godinu u šumu i ne sijeku samo osušena stabla. U tom pravcu predlažemo:

Ako je sušenje u jednoj godini zahvatilo do 20% drvne mase sastojina predviđenih za prorede, a u ukupnoj masi gospodarske jedinice ne prelazi godišnji etat za više od 25%, realizirat će se sječa sušaca na račun etata za tu godinu.

Kada sušenje zahvati više od godišnjeg etata međuprihoda uvećanog za 25%, treba odmah revidirati osnovu s time da se u sastojinama koje su zahvaćene sušenjem procijene zdrava stabla, potencijalno bolesna i bolesna stabla. Na temelju takve procjene donijet će se smjernice što raditi u tim sastojinama. U principu, ako su takve sastojine iznad 2/3 ophodnje, a sušenjem je zahvaćeno više od 30% drvne mase glavne sastojine, treba takve sastojine predvidjeti za pomlađivanje oplodnom sječom. Ukoliko je sušenje jačega intenziteta, može se predvidjeti čista sječa s pričuvcima — oko 20 stabala po hektaru. Jasno, ako je sušenje samo na dijelovima odsjeka, treba posjeći samo te dijelove. To će biti najčešći slučaj, pa ćemo tako dobiti grupimičnu strukturu.

Kada sušenje zahvati sastojine zadnjega dobnog razreda više od 20%, u njima se bez obzira na propise provodi oplodna sječa, s time da su postupnost pojedinih sijekova i njihov intenzitet usko vezani s intenzitetom sušenja.

U sastojinama mladim od 2/3 ophodnje i s intenzitetom sušenja do 20% ne interveniramo osim u smislu redovnih proreda kojima prvenstveno vadimo oštećena stabla. Kada su oštećenja iznad 20% intenziteta, doznačujemo i sijećemo oštećena stabla bez obzira na to da li su uvrštena u godišnji plan sječa ili nisu.

Grupe koje se sijeku treba pošumiti žirom ili sadnicama ukoliko nema prirodnog pomlatka. Kao uzor za sadnju u uvjetima gospodarske jedinice »Kalje« može poslužiti i sadnja izvedena 1900. do 1908. godine na rabate. Rezultate takva rada iz predjela Vulače donosimo u tabeli 4.

Prema prosječnim dobnim prirastima ove sastojine odgovaraju sastojinama I. boniteta prema Wimmenauerovim prirasno-prihodnim tablicama sa slabom preredom. To znači da su sastojine podignute sistemom na rabate pokazale odlične rezultate.

U propisu za sadnju žira iz 1886. godine uz ostalo stoji: »Ako dakle ne želimo razbacivati vrijeme i novac u ludo, onda je potrebno da na takvim mjestima tlo najprije temeljito pripreмимо. Najbolje ćemo to postići kopanjem jaraka.

Tab. 4

Odsjek Compartment	Površina Area ha	Starost god.	Drvena zaliha m ³ m ³ /ha Growing stock		Dobni prirast m ³ Periodic increment
23a	26.58	82	13.342	502	6.12
23d	16.98	72	7.602	448	6.22
24a	18.11	72	5.476	302	4.19
24d	15.25	87	6.599	433	4.98
34	43.43	79	18.473	425	5.38
35	42.56	79	16.641	391	4.95
Ukupno Total	162.91		68.133	418	5.22

Na naročito mokrom tlu mogu se kopati rabati s međuprostorom 3—5 m. Na iskopanoj te nasutoj zemlji sadi se žir dosta gusto te tako nastane sadnja na rabatu.

Ili neka se ne troši na priredbu tla ništa, ili neka se mršava i plitka tla vrlo temeljito prirede prije pošumljenja. Polovične mjere nemaju izgleda te se kao uzaludne ne smiju primjenjivati.«

ZAKLJUČAK — CONCLUSION

Uređivanje šuma je trajno vođenje gospodarenja i planiranja (B a a d e r, 1945). Gospodarenje šumama je djelatnost od općeg društvenog interesa, a gospodari se na temelju osnove gospodarenja koja propisuje vrstu i opseg radova za pojedinu gospodarsku jedinicu (Zakon o šumama SRH). Svi propisi osnove gospodarenja donose se temeljem stajbinskih prilika i sastojinskih odnosa utvrđenih znanstvenim metodama za normalne i predvidive uvjete, a vodeći računa o stabilnosti ekosistema i društvenim potrebama.

Kada dođe do poremećaja ekoloških faktora koji nepredvidivo negativno djeluju na šumu kao cjelinu ili na pojedine njene elemente, uređivanje šuma mora biti elastično, djelovati se mora brzo kako bi posljedice ekološki negativnih utjecaja bile što manje. To i jest smisao trajnog vođenja gospodarenja i planiranja.

Primjer velikog sušenja šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) na relativno maloj površini (2272 ha) jest gospodarska jedinica »Kalje«, gdje je tijekom četiri godine (1984—1987) osušeno i posječeno 174.623 m³ drvene mase, što je ravno 10-godišnjem prirastu. Osušilo se je 25% ukupne drvene mase šume, odnosno 36% drvene mase hrasta lužnjaka (uglavnom se hrast sušio). Revizija osnove gospodarenja je nužna, a propise gospodarenja treba temeljiti na znanstvenim osnovama istraživanja koja su u toku.

LITERATURA — REFERENCES

- Baader, G., 1945: Die Forsteinrichtung als nachhaltige Betriebsführung und Betriebsplanung, Frankfurt, zweite Auflage, pp. 322
- Kajfeš, D., 1942: Uredajni elaborat za gospodarsku jedinicu »Kalje«, Zagreb, pp. 187
- Kajganović, M., 1967: Gospodarska osnova za gospodarsku jedinicu »Kalje«, Sisak, pp. 180
- Kostelić, O., 1957: Gospodarska osnova gospodarske jedinice »Kalje«, Zagreb, pp. 284
- Meštrović, S., 1979: Osnova gospodarenja za gospodarsku jedinicu »Kalje«, Zagreb, pp. 426
- Matić, S., 1987: Uzgojna istraživanja u gospodarskoj jedinici »Kalje«, Zagreb.

Adresa autora:

Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Katedra za uređivanje šuma
41001 Zagreb pp. 178.

ŠIME MEŠTROVIĆ

MANAGEMENT OF PEDUNCULATE OAK
FORESTS AFFECTED BY DIEBACK*Conclusion*

Forest management is permanent management and planning (B a a d e r, 1945). Forest management is an activity of general social interest, and is carried out on the basis of management plans which regulate the kind and volume of work for a particular management unit (Forest Law in SR Croatia). All management plan regulations are drawn up on the basis of site conditions and composition of a stand, determined by scientific methods for normal and evisaged conditions, and taking into account ecosystem stability and social needs.

When disturbance of ecological factors occur which can have an unpredictably negative effect on the forest, as a whole or particular elements, forest management must be flexible and fast in order to diminish the consequences of ecologically negative effects. This is in fact the meaning of the application of permanent management and planning.

An example of a large dieback in Pedunculate oak (*Quercus robur*) forests in a relatively small area (2272 ha) is the management unit of Kalje, where during a period of 4 years (1984—1987) 174,623 m³ of wood volume perished and was felled, which equals a ten-year increment. Dieback destroyed 25% of the total volume of wood, namely 36% of the Pedunculate oak volume of wood (dieback predominantly affected the oak). Revision of management plans is necessary and management regulations should be based on the scientific results which are presently being carried out.

ANTE P. B. KRPAN

NEKE ZNAČAJKE SUŠENJA HRASTA LUŽNJAKA (*QUERCUS ROBUR* L.) SA STANOVIŠTA EKSPLOATACIJE ŠUMA

SOME CHARACTERISTICS OF PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) DIEBACK IN TERMS OF LOGGING

Primljeno: 10. II. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Sušenje šuma hrasta lužnjaka u SR Hrvatskoj otvorilo je niz problema u području gospodarenja šumama, pa tako i u području eksploatacije šuma. U ovom radu razmatraju se gubici pri sječi i izradi hrasta lužnjaka općenito i gubici uzrokovani sušenjem, s posebnim osvrtom na bijel i koru. Sušenja većih razmjera mijenjaju planiranu dinamiku radova u eksploataciji šuma, a nužnost brze intervencije radi smanjivanja gubitaka umanjuje kvalitetu planiranja, operativne pripreme i izvođenja radova. Takav rad donosi daljnja opterećenja osjetljivim ekosustavima nizinskih šuma. Razmatran je i problem dijagnosticanja zdravstvenog stanja stabala.

Ključne riječi: sušenje hrasta, gubici pri sječi i izradi, gubici zbog sušenja, kora, bijel, dijagnostika, aktivnosti i tehnologije eksploatacije šuma.

UVOD — INTRODUCTION

Sušenje šumskih vrsta drveća nije nepoznata činjenica u našim prostorima. *Andrić* (1986) navodi da je sušenje vrsta drveća »problem broj jedan« za zaštitu šuma od početka stoljeća do danas. Suše se hrast, jasen, jela, smreka, kesten, bukva, a, kako je poznato, brijest je nestao iz naših nizinskih šuma.

U Njemačkoj, prema *Bronckeu* (1986), a i u mnogim zemljama Evrope, sušenje šuma naglo napreduje. Godine 1983. zabilježena su oštećenja na 3.4% ukupne površine (7,370.200 ha), a već 1985. godine zabilježen je porast na 52% površine.

Najnovije sušenje hrasta lužnjaka na području šumskog gospodarstva Sisak zbog svog opsega i tokova sušenja unijelo je strepnju i pred šumarske krugove postavilo mnoga pitanja. Jedno od najznačajnijih moglo bi biti: U kojoj je mjeri ugrožena populacija hrasta lužnjaka?

Problem sušenja, a sada i umiranja šuma, plijenio je i plijeni pažnju mnogih eminentnih svjetskih i domaćih istraživača. Tako se u radovima *Prpića* (1987) i *Prpića* i dr. (1986) razmatra problematika najnovijih sušenja nekih naših vrsta u Gorskom kotaru i Posavini.

Ali, potrebno je napomenuti da novijih istraživanja s aspekta eksploatacije šuma, svojstava drva osušenih stabala i uporabnih vrijednosti takva drva u nas nema. Ovim radom želimo odškrinuti vrata istraživanjima posljedica sušenja hrasta lužnjaka sa stanovišta eksploatacije šuma.

O ISKORIŠĆENJU DRVA PRI SJEČI I IZRADI — ON WOOD UTILIZATION AT FELLING AND PRIMARY CONVERSION

Iskorišćivanje biološki proizvedene drvene tvari moguće je promatrati na različitim razinama. U eksploataciji šuma u nas proizvodimo sortimente u području tzv. »krupnog drva«, dakle iznad 7,0 cm promjera s korom, premda se u kemijskoj i mehaničkoj preradi i u proizvodnji energije danas upotrebljava i tanji materijal iz redovite šumske proizvodnje, pa i usitnjeno drvo dobiveno iveranjem.

Svjedoci smo svjetskih težnji za kompleksnim korišćenjem biomase stabala u svim segmentima njezina puta do krajnjeg korisnika i težnji za smanjivanjem gubitaka (otpada). U tom kontekstu potrebno je shvatiti kako borba za što veću iskorišćenost proizvedenog drva započinje zapravo već pri sječi i izradi stabala.

Kako bismo mogli provesti analizu iskorišćenja drvene mase stabala kod kalamiteta izazvanih sušenjem (umiranjem) šuma, potrebno je upoznati se s tom problematikom u normalnoj proizvodnoj situaciji.

U izgospodarenim srednjodobnim i starijim sastojinama hrasta lužnjaka, prema dosadašnjim istraživanjima, kod klasične, sortimentne metode moguće je iskorišćenje oko 80% u odnosu na drvenu masu krupnog drva. Prema B o j a n i n o v i m (1965) istraživanjima otpad (gubitak) kreće se od 25,7% kod debljinskog podrazreda od 17,5 cm do 17,0% kod debljinskog podrazreda 52,5 cm.

Izuzimajući trulež i dijelove stabala koji su neupotrebljivi za izradu šumskih sortimenata iz drugih razloga, gubitak pri sječi i izradi uvjetovan je standardiziranim (tj. propisanim) načinom mjerenja i odnosi se na:

1. gubitak zbog zaokruživanja promjera naniže
2. gubitak zbog zaokruživanja duljina naniže
3. gubitak zbog propisane nadmjere
4. gubitak zbog greške Huberove formule
5. gubitak pri obaranju radi zasjeka
6. gubitak zbog kore
7. gubitak zbog nadmjere za složajeve prostornog drva.

U tabeli 1. prikazani su gubici nastali pri sječi i izradi stabala hrasta lužnjaka za određene debljinske podrazrede (prema B o j a n i n u, 1965).

Kora je također faktor gubitka pri sječi i izradi, ali različit kod listača i četinjača.

Tehnička oblovinina i prostorno drvo listača mjeri se i isporučuje s korom (JUS D. BO.022 od 1984), s tim da se volumen tehnike svodi na volumen samog drva odbijanjem dvostruke debljine kore od promjera ili odbijanjem volumena kore od volumena trupca s korom, čime odnosni dio kore gubimo.

Proizvodi četinjača se u klasičnoj izradi mjere i isporučuju bez kore. Sva kora je ostajala u šumi i tako činila otpad. U suvremenim tehnologijama izrade če-

Tab. 1. Izvori gubitaka pri sječi i izradi — Sources of debris at felling and primary conversion

Izvor gubitka Source of debris	Debljinski podrazred Diameter subclass	Gubitak Logging debris
	cm	%
Mjerenje promjera Measuring of diameter	17.5	4.6
	32.5	3.9
	52.5	2.5
Mjerenje duljina Measuring of length	17.5	4.6
	32.5	3.9
	52.5	2.5
Huberova formula Huber's formula	17.5	2.3
	32.5	1.6
	52.5	1.1
Nadmjera za špronc Allowance for trimming	17.5	1.1
	32.5	1.2
	52.5	1.6
Kora Bark	17.5	16.6 (20.0)*
	32.5	13.9 (15.8)*
	52.5	11.0 (14.2)*
Ukupno Total	17.5	25.7
	32.5	21.5
	52.5	17.0

* Postotak kore prema volumenu krupnog drva stabla — Percentage of bark of the tree wood volume

tinjača koranje, mjerenje i dio trupljenja prenosi se iz šume na centralna mehanizirana stovarišta. Takav način otvara mogućnosti iskorišćenja kore kao sekundarne sirovine, u energetske ili druge svrhe.

Iz prakse je poznat negativan odraz sušenja stabala na iskorišćenje drvene mase pri sječi i izradi i na uporabnu vrijednost drva. U času užitka osušenog stabla umanjena su, ako ne i uništena, fizičko-mehanička, estetska i druga svojstva drva kojima se, inače, ističe do nezamjenjivosti.

Prema rezultatima provedenih istraživanja u g. j. »Kalje« sušenju lužnjakovih stabala prethodilo je fiziološko slabljenje stabala kroz duži period P r p i ć i dr. (1986). To vrijeme narušene stabilnosti ekosustava bilo je dovoljno za ofanzivni atak i razorno djelovanje organizama prirodno zaduženih za takve zadatke u kružnom toku materije, što za posljedicu ima destruiranu bijel stabala na moguću potpunu destrukciju drvene mase tanjih sortimenata.

Dakle, pri sječi i izradi stabala hrasta lužnjaka na površinama zahvaćenim sušenjem, uz »redovite«, ranije opisane gubitke, pojavljuje se i gubitak zbog trule i natrule bijeli, a s prolongiranjem sječe gubici destruirane srži i otpale kore.

O problemu gubitaka nastalih zbog bijeli i kore može se raspravljati s obzirom na razine iskorišćenja biomase stabla. Naši standardi uzimaju kod nekih sortimenata u razmatranje bijel te propisuju:

— za furnirske trupce I. i II. klase dopušta se prešla, natrula i mušičava bijel uz bonifikaciju,

Tab. 2. Volumen i postotak bijeli kod hrasta lužnjaka u ovisnosti o promjeru i duljini trupaca i o širini bijeli — Volume and percentage of sapwood in pedunculata oak in accordance with the log length and diameter and sapwood breadth

Srednji promjer trupca Piece mean diameter	Temeljnica Basal area	Širina bijeli Breadth of sapwood	Površina bijeli Area of sapwood	Duljina trupaca — Length of logs (m)										Postotak bijeli Percentage of sapwood
				2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		
				Volumen trupca Volume of log	Volumen bijeli Volume of sapwood	Volumen trupca Volume of log	Volumen bijeli Volume of sapwood	Volumen trupca Volume of log	Volumen bijeli Volume of sapwood	Volumen trupca Volume of log	Volumen bijeli Volume of sapwood	Volumen trupca Volume of log	Volumen bijeli Volume of sapwood	
cm	m ²	cm	m ²	m ³										%
20	.0314	3	.0087	.0174	.0261	.0348	.0435	.0522	27.7					
		4	.0113	.0226	.0339	.0452	.0565	.0660	36.0					
		5	.0137	.0628	.0274	0.0942	.0411	0.1256	.0548	0.1570	.0685	0.1884	.0822	43.6
		6	.0160	.0320	.0480	.0640	.0800	.0960	50.9					
		7	.0181	.0362	.0543	.0724	.0905	.1086	57.6					
30	.0707	3	.0134	.0268	.0402	.0536	.0670	.0804	19.0					
		4	.0176	.0352	.0528	.0704	.0880	.1056	24.9					
		5	.0216	.0432	.0648	.0864	.1080	.1296	30.5					
		6	.0255	.1414	.0510	0.2121	.0765	0.2828	.1020	0.3535	.1275	0.4242	.1530	36.1
		7	.0292	.0584	.0876	.1168	.1460	.1752	41.3					
8	.0327	.0654	.0981	.1308	.1635	.1962	46.3							
40	.1257	3	.0182	.0320	.0480	.0640	.0800	.1092	12.7					
		4	.0239	.0478	.0717	.0956	.1195	.1434	19.0					
		5	.0295	.0590	.0885	.1180	.1475	.1770	23.5					
		6	.0349	.2514	.0698	0.3771	.1047	0.5028	.1396	0.6285	.1745	0.7542	.2094	27.8
		7	.0402	.0804	.1206	.1608	.2010	.2412	32.0					
8	.0453	.0906	.1359	.1812	.2265	.2718	36.0							
9	.0502	.1004	.1506	.2008	.2510	.3012	39.9							

50	.1963	3	.0228		.0456		.0684		.0912		.1140		.1368	11.6		
		4	.0301		.0602		.0903		.1204		.1505		.1806	15.3		
		5	.0373		.0746		.1119		.1492		.1865		.2238	19.0		
		6	.0442		.0884		.1326		.1768		.2210		.2652	22.5		
		7	.0511	.3926	.1022	0.5889	.1533	0.7852	.2044	0.9815	.2555	1.1778	.3066	26.0		
		8	.0578		.1156		.1734		.2312		.2890		.3468	29.4		
		9	.0643		.1286		.1929		.2572		.3215		.3858	32.9		
		10	.0706		.1412		.2118		.2824		.3530		.4236	36.0		
		60	.2827	3	.0325		.0650		.0975		.1300		.1625		.1950	9.7
				4	.0414		.0828		.1242		.1656		.2070		.2484	12.9
5	.0501				.1002		.1503		.2004		.2505		.3006	15.9		
6	.0587				.1174		.1761		.2348		.2935		.3522	19.0		
7	.0671			.5654	.1342	0.8481	.2013	1.1308	.2684	1.4135	.3105	1.6962	.4026	22.0		
8	.0753				.1506		.2259		.3012		.3765		.4518	24.9		
9	.0784				.1568		.2352		.3136		.3920		.4704	27.7		
10	.0864				.1728		.2592		.3456		.4320		.5184	30.6		
70	.3848			3	.0322		.0644		.0966		.1288		.1610		.1932	8.4
				4	.0436		.0872		.1308		.1744		.2180		.2616	11.3
		5	.0530		.1060		.1590		.2120		.2650		.3180	13.8		
		6	.0631		.1262		.1893		.2524		.3155		.3786	16.4		
		7	.0731	.7696	.1462	1.1544	.2193	1.5392	.2924	1.9240	.3655	2.3088	.4386	19.0		
		8	.0829		.1658		.2487		.3316		.4145		.4974	21.5		
		9	.0919		.1838		.2757		.3676		.4595		.5514	23.9		
		10	.1021		.2042		.3063		.4084		.5105		.6126	26.5		

Krpan A. P. B.: Neke značajke sušenja hrnska lužnjaka (*Quercus robur* L.) sa stanovišta eksploatacije šuma. Glas. šum. pokuse 25:111-121, Zagreb, 1989.

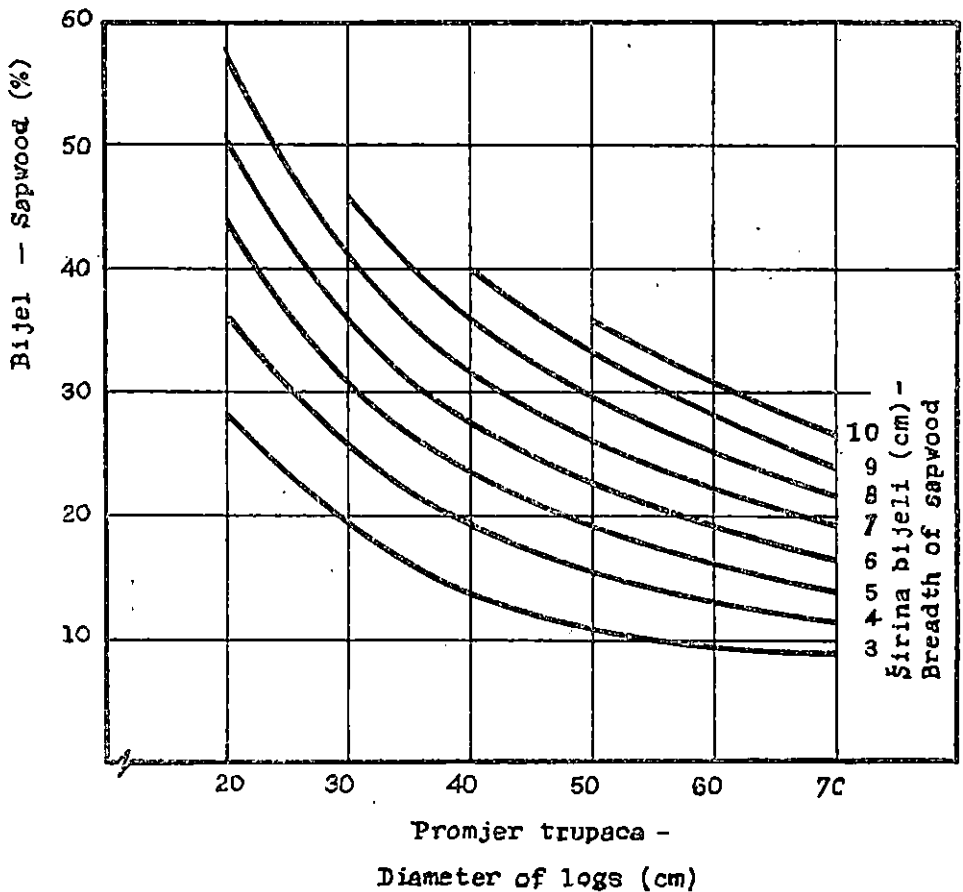
— za I. i II. klasu pilanskih trupaca isto kao za furnirske trupce; za III. klasu standard izrijeком ne propisuje, ali po logici »dozvoljene veće greške nego za I. i II. klasu« vjerojatno prihvaća prešlu, mušićavu i natrulu bijel,

— za I. klasu ogrijeva dopušta 10% natrulih i do 30% prozuklih komada, a za II. klasu do 20% natrulih i do 50% prozuklih komada.

Standard se brine o tome da li će se iz određenog sortimenta moći dobiti predviđeni proizvod u daljoj upotrebi, a budući da većina predviđenih proizvoda ne sadrži bijel, adekvatno je tretira.

Naravno da postoje šumski sortimenti kod kojih se, zbog načina upotrebe, ne dopušta destruirana bijel (npr. rudničko drvo) — J U S za šumske proizvode (1979), (1980), (1984).

Na razini kompleksnog iskorišćenja biomase ni bijel ni kora ne tretiraju se kao gubitak, što propadanjem na još dubećim osušenim stablima postaju. U tablici 2. i na slici 1. prikazano je teoretsko učešće bijeli u oblovinu za neke srednje promjere i duljine trupaca od 2,0 do 6,0 metara.



Sl. — Fig. 1. Nizovi postotaka bijeli prema širini bijeli i promjeru trupca — Sapwood percentage series as to sapwood breadth and log diameter

Iz tih podataka može se doći do predodžbe o značenju gubitka zbog bijeli. Uz pretpostavku da je srednji promjer tehničke oblovine iz populacije suhih stabala 30 cm, a dvostruka širina bijeli 5,0 cm, gubitak iznosi 30,5% drvne tvari. Na kalkulativnih 100.000 m³ tehničke oblovine hrasta lužnjaka na bijel otpada 30.500 m³ drvne tvari, što prema H a k k i l i (1987) čini energetski ekvivalent od 6.275 tona nafte.

Kora drveća jednako je dobro gorivo kao i drvo, a poznato je da je njezina dobrotu, izražena ogrjevnom snagom, u korelaciji sa sadržajem vlage. Prema M a k a r e v i ć u, kako navodi R e b u l a (1977), energetski ekvivalent kilogramu nafte iznosi 4,4 kg kore (80% vlažnosti). Prema tome, ako se u kalkulaciju uključi oko 15.500 tona hrastove kore, tj. ekvivalent od 3.523 tona nafte, direktni ekvivalentni gubitak uzrokovan sušenjem samo na bijeli i kori iznosi 9.798 tona na 100 tisuća m³ tehničke oblovine.

Apsolutni gubici su mnogo veći jer je potrebno uključiti izgublenu količinu drva srži i troškove nastale u procesu šumarske proizvodnje.

Sušenje k tomu donosi, iz navedenih razloga, pomak tehničkih sortimentata prema prostornim sortimentima, što rezultira realnim smanjenjem vrijednosti proizvedenog drva.

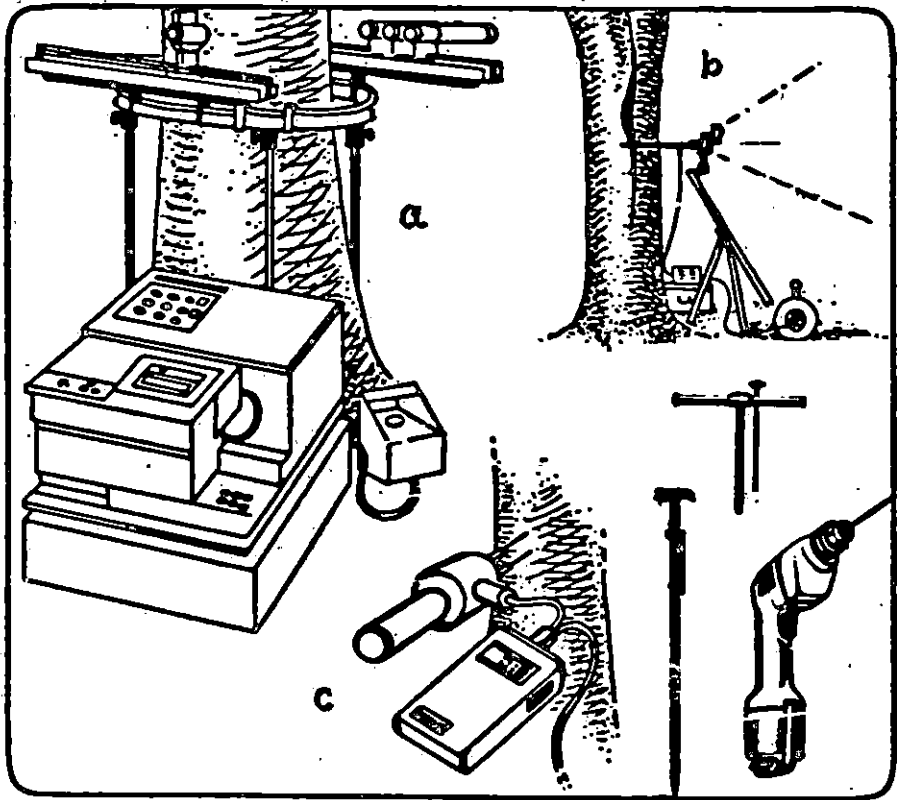
Već ova nepotpuna analiza direktnih šteta izazvanih sušenjem nedvosmisleno ukazuje na katastrofalne posljedice sušenja, koje po svom karakteru prelaze okvire jednoga šumskoprivrednog područja zadirući u politiku grane i ekonomiju republike.

Postavlja se pitanje da li smo na nivou šumarstva republike razvili pretpostavke za spreman doček i racionalno ponašanje u slučaju nastanka velikih kalamiteta? Osim preciznih planova djelovanja u takvim situacijama nužno je formiranje ekipa i razvijanje metoda za pouzdanu dijagnostiku zdravstvenog stanja sastojina, pri čemu bi bili od koristi u svijetu već razvijeni uređaji, prikazani na slici 2.

O UTJECAJU SUŠENJA NA AKTIVNOSTI U EKSPLOATACIJI ŠUMA — INFLUENCE OF TREE DIEBACK ON LOGGING ACTIVITIES

Sušenje hrasta lužnjaka na području šumskog gospodarstva Sisak događa se na nekim površinama bez očigledne najave i u kratkom vremenskom roku. Na drugim lokalitetima uočljiva je djelomično otpala kora i destrukcija bijeli na još živućim stablima. U oba slučaja radovi eksploatacije šuma moraju se obaviti izvan okvira redovnoga godišnjeg planiranja (prema gospodarskoj osnovi) i u što kraćem vremenu. To dovodi u pitanje kvalitetu planiranja, operativne pripreme i samo izvođenje radova. Posebno je osjetljivo pitanje operativne pripreme i izvođenja radova, pogotovo privlačenja drva. Puna dimenzija osjetljivosti osvijetlit će se upoznavanjem s kod nas primjenjivanim tehnologijama eksploatacije u specifičnim terenskim prilikama koje vladaju općenito u nizinskim šumama, pa i u području zahvaćenom sušenjem.

Današnje tehnologije u nizinskim poplavnim šumama temelje se na sortimentnoj i pretežno debljovnoj ili poludebljovnoj metodi izrade uz primjenu srednje teških i teških mehanizacijskih sredstava za privlačenje. Neovisno o tome da li je



Sl. — Fig. 2. Instrumenti za dijagnostiku zdravstvenog stanja stabla — Instruments for diagnosing health condition of trees. (Siewniak-Kusche 1984). a) Tomograf — Tomograph; b) Arboskop — Arboscope; c) Mjerač vitaliteta — Vitality meter

u pitanju iznošenje traktorima s prikolicom (forwarding) ili privlačenje po tlu (skidding), sve generacije strojeva koje se danas upotrebljavaju u eksploataciji šuma *kreću se po tlu*, odnosno šumskim cestama (vlakama), ostvarujući, ovisno o vrsti prijenosnih uređaja, veći ili manji pritisak na podlogu.

S druge strane, osnovne karakteristike terena naših nizinskih šuma su duboka, koherentna tla i visok stupanj momentalne vlage tla u toku najvećeg dijela godine. Stručnjacima je poznato da slobodna voda u koherentnim tlima smanjuje nosivost tla, te na taj način djeluje kao granični faktor u primjeni mehanizacijskih sredstava za privlačenje.

Drugim riječima, uz odličnu pripremu rada šumski sortimenti se mogu privlačiti s najmanjim opterećenjem ekosustava u dva slučaja — po smrznutom i po suhom tlu.

Temperatura, kao klimatsko obilježje određenog područja, ostaje izvan domašaja ljudskog upravljanja. Čovjek je stoljećima djelovao na vodne režime, a

- Prpić, B., 1987: Ekološka i šumsko-uzgojna problematika šuma hrasta lužnjaka u Jugoslaviji — The Ecological and Silvicultural Problems with Pedunculata Oak in Jugoslavia. Šumarski list 111 (1—2):41—52.
- Prpić, B., 1987: Sušenje šumskog drveća u SR Hrvatskoj s posebnim osvrtom na opterećenja Gorskog Kotara kiselim kišama s teškim metalima — Absterben der Waldbäume in der SR Kroatien mit besonderer Rücksicht auf die Belastung von Gorski Kotar durch saueren Regen und Schwermetalle. Šumarski list 111 (1—2):53—60.
- Prpić, B., A. Vranković, Đ. Rauš, S. Matić, A. Pranjić & Š. Meštrović, 1986: Utjecaj ekoloških i gospodarskih čimilaca na sušenje hrasta lužnjaka u g. j. »Kalje« Šumskog gospodarstva Sisak. — Studija, Šumarski fakultet Zagreb.
- Rebula, E., 1987: Kalorična vrednost jelove i smrčeve kore. Informacije za tehniku i tehnologiju u šumarstvu 1/1987. J.P.Š.C. S. Š. P. Beograd: 207—228.
- Siewniak, M. & D. Kusche, 1984: Baumpflege heute. Berlin, Hannover: Patzer: 1—295.

Jugoslavenski standard

- JUS D.BO.022 1984.
- JUS D.B5.023 1984.
- JUS D.B1.023 1980.
- JUS D.B4.031 1979.

Adresa autora:

Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Katedra za iskorišćivanje šuma
41001 Zagreb, pp. 178.

tim putem i na režim vlaženja tla, ali nikada taj utjecaj nije pogodio šumi. Današnje akumulacije, retencije i kasete u posavskim šumama dovode u pitanje uopće pojavu dovoljne nosivosti tala za postojeće tehnologije eksploatacije šuma.

Navedeno pojašnjava goleme objektivne teškoće u provedbi redovnih radova iskorišćivanja u šumama hrasta lužnjaka. Njegovim sušenjem problemi se potenciraju.

Ovdje je potrebno istaknuti kako je u današnjim uvjetima, a prema očekivanoj perspektivi razvoja, ostao sužen prostor za racionalizaciju radova na sječi, izradi i privlačenju drva, pogotovo što u većini područja ne treba računati na velike skokove. Niske cijene šumskih proizvoda, skupa radna snaga, tehnika i energija, a time i tehnologije eksploatacije s jedne strane i težnja za izvršavanjem godišnjega fizičkog volumena proizvodnje s manjim brojem izvršioca s druge, odrazile su se negativno na kvalitetu radova na sječi, izradi i privlačenju drva. To je problem šumarstva Jugoslavije (uz časne iznimke, a ispoljava se lažnom racionalizacijom, tj. izostavljanjem radnih zahvata pa time manjom kvalitetom izrade, oštećenjem tla i dubjećih stabala, oštećenjem strojeva i uređaja te ugrožavanjem zdravlja rukovaoca strojevima.

Svijest o značenju ekološke osnove iskorišćivanja šuma subjektivna je slabost struke. Ta je svijest umanjivana pritiscima različitih predznaka, od kojih je dohodak svakako najznačajniji. Prisutne su niska razina obrazovanja izvršioca i niska razina kontrole proizvodnje.

Ni najsavršenija tehnologija ne generira samu sebe, što pogotovo vrijedi za specifične tehnologije eksploatacije šuma. To znači da se odvijajuća tehnologija u svakom dijelu vremena i prostora mora voditi, kontrolirati, prilagođavati i usavršavati.

Radi zaštite biološke proizvodnje šumskih zajednica hrasta lužnjaka i drugih pred nama je zadatak podizanja razine stručnog rada te iznalaženja tehničkih sredstava i tehnologija za manje štetan rad, odnosno bolje očuvanje stabilnosti ekosustava u danim uvjetima. Time bi se donekle poboljšalo i pitanje eksploatacije sastojina hrasta lužnjaka zahvaćenih sušenjem te pitanje bolje iskorišćenosti drva pri sječi i izradi.

I na kraju, istina je da jedna proizvodnja ne može tražiti smisao sama u sebi, a istina je također da je dio proizvodnje naših multifunkcionalnih šuma, imajući upotrebnu vrijednost, uvijek služio društvu. Društvo bi, zauzvrat, trebalo podići sadašnju razinu svijesti o vrijednosti drva, o potrebi potpunijeg iskorišćivanja drvne tvari i o tome da se optimalna biološka proizvodnja odvija u vrlo osjetljivom području *življenja ekosustava* po sasvim određenim ali, nažalost, lako povredljivim zakonitostima.

LITERATURA — REFERENCES

- Androić, M., 1986: Uzroci umiranja šuma u nas i u svijetu. Zbornik radova »Jugoslovensko savetovanje o primeni pesticida« 8:9—18.
- Bojanin, S., 1965: Gubitak kod sječe i izrade hrasta lužnjaka (*Quercus pedunculata* Ehr.) obzirom na učešće sortimenata. Drvna industrija 16 (3/4):26—35.
- Broncke, H., 1986: Waldsterben — Der Einsatz für die Erhaltung der Wälder geht weiter. Forstliche Mitteilungen 39:19.
- Hakkila, P., 1987: Šumska biomasa kao izvor energije. Informacije za tehniku i tehnologiju u šumarstvu 2/1987. J. P. Š. C. S. P. Beograd: 7—18.

ANTE P. B. KRPAN

SOME CHARACTERISTICS OF PEDUNCULATE
OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) DIEBACK IN TERMS
OF LOGGING

S u m m a r y

Dying back of pedunculate oak in Croatia has enticed a number of problems both in forest management and exploitation.

This paper discusses the debris produced at felling and conversion of pedunculate oak and that caused by dying with a special attention paid to sapwood and bark.

A large-scale dieback changes the planned rate of logging activities, whereas the necessity to intervene for alleviating the losses leads to deterioration of planning quality, operative preparations and work execution. Such work entails further endangerment of susceptible flatland forest ecosystems.

The problems of diagnosing the health conditions of trees are also discussed.

UROŠ GOLUBOVIĆ

EKONOMSKE POSLJEDICE SUŠENJA SASTOJINA HRASTA LUŽNJAKA

ECONOMIC CONSEQUENCES OF THE DIEBACK OF PEDUNCULATED OAK STANDS

Primljeno: 10. XII. 1987.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

U međusobnoj konkurentskoj borbi za opstanak u sastojini — potpuno je normalna pojava pojedinačnog sušenja stabala koja se pri redovnim uzgojnim zahvatima uklanjaju iz sastojine. Međutim, početkom ovog stoljeća primijećeno je ozbiljnije masovno sušenje hrasta lužnjaka u nekim zemljama Evrope (Rumunija, SSSR) i SAD, a prije dvadesetak godina to masovno sušenje hrastovih šuma konstatirano je i u našoj zemlji. Ono je, naime, takvih razmjera da se u pojedinim krajevima suše i čitave gospodarske jedinice sastojina hrasta lužnjaka — tako da su tamošnji šumari prinuđeni neplanski namirivati godišnje etate sječa samo iz takvih šuma, odnosno od sušaca.

U našoj zemlji ima oko 2,5 milijuna hektara pod čistim i mješovitim sastojinama hrasta lužnjaka sa drvnom masom, zajedno sa hrastom kitnjakom, blizu 100 milijuna m³, na kojoj godišnje priraste i do 3 milijuna m³ kvalitetne drvne mase hrastovine velike nacionalne vrijednosti. Zbog toga je šumarske znanstvenike ozbiljno zabrinula ta pojava, pa su zato odmah pristupili znanstvenim istraživanjima uzroka, a mi ekonomskih posljedica sušenja naših hrastika. Rezultate jednog od takvih ekonomsko-posljedičnih istraživanja sušenja sastojina hrasta lužnjaka donijeli smo i u ovome radu.

Ključne riječi: Hrast lužnjak, sušenje hrasta, štete od sušenja, na prirastu, na kvaliteti, na deklasiranju, na odbijanju bjeljike, na troškovima.

UVOD — INTRODUCTION

Prema navodima iz literature (Androić, 1975) prvo ozbiljnije sušenje hrasta lužnjaka primijećeno je u Rumunjskoj i SSSR-u u prvoj deceniji ovoga stoljeća. Nešto kasnije primijećeno je ozbiljnije sušenje sastojina hrasta lužnjaka i u SAD-u, dok je kod nas ta pošast uočena prije dvadesetak godina, ali joj nije u prvi mah pridavali ozbiljnu pažnju. Mislili smo, naime, da se radi o redovitim, pojedinačnim i, u konkurentskoj borbi, prirodnom odumiranju fiziološki oslabljenih stabala. Doduše, masovno sušenje »Kozarčeva sumornog brijesta«, uzrokovano poznatom holandskom bolešću (*Ceratocystis ulmi* Mor.), zabrinjavalo je naše šumare, a posebno taksatore, još u početku ovoga stoljeća, ali sušenje hrasta lužnjaka, osim onog sporadičnog, nije ih uznemiravalo.

Tek, kako navedosmo, prije dvadesetak godina ne samo da je primijećeno nego nas je i ozbiljno uznemirilo masovno sušenje naših hrastika. Nije rijetkost da se suše i čitavi odjeli, pa i gospodarske jedinice (Kalje), tako da se često podmiruju i godišnji etati samo s tim sušcima.

Ne smije se zaboraviti da u Jugoslaviji ima oko 2,5 milijuna ha čistih i mješovitih sastojina hrasta lužnjaka i da, zajedno s kitnjakom, drvena masa hrastovine u našoj zemlji iznosi blizu 100 milijuna m³, na kojoj godišnje priraste i do 3 milijuna m³ kvalitetne drvne mase (Golubović, 1984; Sabadi, 1987).

Zato nas je to s razlogom zabrinulo, pa zbog toga naši istraživači, svaki iz svoje specijalnosti, uporno tragaju za uzrocima, a mi za ekonomskim posljedicama sušenja hrasta lužnjaka.

Prije 10 godina počeli smo s takvim istraživanjima, i neke rezultate smo, makar kao prethodne, već objavili (Golubović, 1984; Kraljić & Golubović, 1980), a mnogim podacima, odnosno mjerenjima tek predstoji obrada.

Za ovaj rad uzeli smo iz tih mjerenja nasumce nekoliko eklatantnih primjera i prikazali ih u tabelama 1. do 8. uz kratke komentare ili analize svake od njih. Pri uzimanju tih primjera ili uzoraka vodili smo ipak računa da njima »pokrijemo« cijelo područje hrastika u SR Hrvatskoj (od Spačve do Repaša) i da u njima budu, po mogućnosti, zastupljeni svi dobni razredi sastojina i bonitetni razredi staništa.

No, budući da smo, prema našoj metodologiji rada, mjerenja obavljali u redovnim sječinama, odnosno na oborenim stablima i izrađenim sortimentima, to u ovome pokusu nemamo mlađih sastojina od 55 godina, a ni drugih osim I. bonitetnog razreda staništa. To stoga što sječine za ovaj pokus nijesmo birali, nego smo ih uzimali po principu slučajnosti, i to one koje su te godine, kada smo snimali, došle na red za sječju po uobičajenom planu sječa za tu godinu. Time smo, a i u našem daljem postupku, isključili eventualni subjektivni moment pri ovako ozbiljnim istraživanjima od kojih se očekuje, ako nije neskromno reći, bar posljedična dijagnoza stanja u našim šumama.

CILJ ISTRAŽIVANJA — AIM OF THE INVESTIGATION

U ovom radu i za ovu priliku (znanstveni simpozij) postavili smo nekoliko ciljeva istraživanja, a osnovni moto svakom od njih jest da utvrdimo da li se i koliko u sušenjem zahvaćenim sastojinama hrasta lužnjaka smanjuje: debljinski prirast, kvaliteta i vrijednost drvne mase, te kakvi su i koliko su povećani troškovi u šumskom gospodarstvu što ih je neplanski uzrokovalo to sušenje.

U ovom radu ćemo dokumentirano odgovoriti samo na neka od tih pitanja bez pretenzija za konačnim rješenjima, odnosno odgovorima koji se ne mogu ni dati bez dodatnih, kompleksnijih i timskih istraživanja.

METODA RADA I REZULTATI ISTRAŽIVANJA — METHODS OF WORK AND RESULTS OF INVESTIGATION

U duhu s postavljenim ciljem istraživanja odmah smo na terenu izabrali sušenjem zahvaćene i njima odgovarajuće, po starosti, po bonitetnom razredu sta-

ništa i načinu gospodarenja, zdrave hrastove sastojine. Još k tome, sve su te sastojine trebale doći na red za sječu po, o nama neovisnom, planu sječa baš u toj godini kada smo istraživali. Takvih sastojina, odnosno sječina, pronašli smo 44, od kojih su 22 bile zahvaćene sušenjem, a 22 su bile zdrave. Od njih smo »složili« 22 tandema ili para sastojina, da opet ponovimo, istih starosti, istog bonitetnog razreda staništa i istog načina gospodarenja. Za ovu priliku od njih smo odabrali samo dva para sastojina različitih starosti. Prvi par je, prema tabeli 1, star 68, a drugi 126 godina. I jedan i drugi par su bili na prvom bonitetnom razredu i u njima je proveden jedan od redovitih sjekova (proredni, pripravn, na-plodni, dovršni).

U zdravoj hrastovoj sastojini starosti 68 godina posjekli smo 150 stabala i iz njih izradili 295 komada sortimenata (K-kvalitete, I, II. i III. klase pilanskih trupaca, te R-drvo), a u sušenjem zahvaćenoj sastojini starosti 67 godina posjekli smo 89 stabala i iz njih izradili 158 komada sortimenata. Na temelju količinske i kvalitetne strukture drvne mase tih sortimenata te ondašnjih važećih jediničnih cijena utvrdili smo ukupnu vrijednost posječenog i izrađenog drvnoj masi, a iz nje i prosječnu vrijednost ili srednji kvalitetni broj po jedinici proizvoda. Te smo podatke donijeli u tabeli 1.

U zdravoj pak 125 godina staroj hrastovoj sastojini posjekli smo 175 stabala i iz njih izradili 292 komada sortimenata (u pravilu furnirske i pilanske oblovi-ne), a u sušenjem zahvaćenoj sastojini starosti 127 godina posjekli smo 108 stabala i iz njih izradili 199 komada odnosnih sortimenata. Isto kao i kod mlađeg tandema ili para sastojina i kod ovih smo utvrdili prosječne vrijednosti po jedinici proizvoda drvne mase, kao i postotke smanjenja te vrijednosti u sušenjem zahvaćenim sastojinama u odnosu na zdrave. I te podatke donosimo u tabeli 1.

Na tim istim sortimentima, odnosno na njihovu debljem i tanjem kraju, u oba para istraživanih sastojina odmjerili smo na presjecima pod kutom od 90°

Tab. 1.
Table 1.

Sastojina hrasta lužnjaka Penduculated oak stands		Bonitetni razred staništa Fertility class of habitats	Starost sastojine (godina) Age of stands (years)	Broj posječenih stabala u sastojini (komada) Number of trees felled in stands (pieces)	Broj izrađenih sortimenata (komada) Number of assortments made (pieces)	Drvena masa sortimenata (m ³) Volume of assortments (cu.m.)	Prosječna vrijednost sortimenata (din/m ³) Average value of assortments (din/cu.m.)	Manja vrijednost sušenjem zahvaćene sastojine u odnosu na zdravu za (%) Lesser value of dieback-affected stands relative to healthy ones (%)
I tandem (par) sastojina Pair I of stands	zdrava Healthy	I	68	150	295	43,70	708	13,7
	sušenjem zahvaćena Dieback-affected	I	67	89	158	29,14	611	
II tandem (par) sastojina Pair II of stands	zdrava Healthy	I	125	175	292	487,76	4,174	40,2
	sušenjem zahvaćena Dieback-affected	I	127	108	199	225,85	2,496	

po 10 cm od kore i na njima izbrojili godove. Iz toga smo utvrdili sredine. Te smo podatke donijeli u tabeli 2. Osim toga smo na tim istim presjecima sortimentata izbrojili posljednjih 20 godina od kore i izmjerili širinu, također pod kutom od 90°, toga plašta ili omotača koji je narastao u posljednjih 20 godina, odnosno otkako je primijećeno ozbiljnije sušenje u tim šumama. Nakon potrebne računске operacije da se utvrde srednje veličine tih podataka ustanovili smo i smanjenje debljinskog prirasta drvene mase uzrokovano sušenjem hrasta lužnjaka. I te smo podatke prikazali u tabeli 2.

Tab. 2
Table 2

Sastojina hrasta lužnjaka Penduculated oak stands		Bonitetni razred staništa Fertility class of habitats	Starost sastojine (godina) Age of stands (years)	Prosječni broj godova na presjeku sortimenta širine 10 cm od kore Average number of annual rings on the cross sections of assortments 10 cm wide from the bark	Sušenjem zahvaćena sastojina zaostaje za zdravom za (godina) Dieback-affected stands lag behind healthy ones by (years)	Debljinski prirast drvene mase u posljednjih 20 godina (mm) Diameter increment of standing timber in the last 20 years (mm)	Manji prirast sušenjem zahvaćene sastojine u odnosu na zdravu za (%) Lesser increment in dieback-affected stands relative to healthy ones (%)
I tandem sastojina Pair I of stands	zdrava Healthy	I	68	38,3	4	35,7	13,7
	sušenjem zahvaćena Dieback-affected	I	67	42,3		30,8	
II tandem sastojina Pair II of stands	zdrava Healthy	I	125	44,3	127	45,8	21,6
	sušenjem zahvaćena Dieback-affected	I	127	57,0		35,9	

Ali prilikom mjerenja ustanovili smo da je bjeljiku, bez snažnijeg povećala, teško mjeriti, odnosno na njoj izbrojati godove, zato što je ona u sušenjem zahvaćenim sastojinama već počela trunuti. I šumari na terenu kazali su nam da s bjeljikom iz sušenjem zahvaćenih sastojina imaju ozbiljnih problema prilikom prodaje sortimentata. Kupci, naime, uvjetuju da se sortimenti iz takvih sastojina bonificiraju, čime je šumarstvo oštećeno:

- za smanjenje srednjih promjera sortimentata zbog odbitka bjeljike, čime se ti sortimenti, prema JUS-u, klasiraju u nižu kvalitetnu klasu;
- za iznos ili količinu drvene mase bjeljike kao supstancije;
- za troškove sječe i izrade, izvoza i utovara bjeljike.

U težnji da pokušamo dati odgovore i na ta pitanja proširili smo naša istraživanja i na tu komponentu, odnosno bjeljiku.

Naprijed smo istakli da je bjeljiku teško mjeriti u sušenjem zahvaćenim sastojinama zbog njezina brzog propadanja (2—3 god.). Zato smo morali pronaći nove sječine s osnovnim ciljem da utvrdimo naprijed navedeno pod a, b i c.

Dakle, te smo sječine pronašli u 8 šumarija i 11 odjela, starosti sastojina od 55 do 140 godina, i u njima izmjerili bjeljiku na 2.289 komada sortimentata (na oba čela) ili na 1.489,99 m³ drvene mase.

Tab. 3
Table 3

Naturalni podaci snimljeni u šumarijama: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani i Novska							
Natural data recorded in the forest districts of: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani and Novska							
Broj istraživanih Number of investigated		Starost istraživanih sastojina (godina) Age of stands investigated (years)	Broj izrađenih sortimenata (komada) Number of assortments made (pieces)	Istraživana drvena masa Investigated stock of			Postotak bjeljike u istraživanoj drvnoj masi sortimenata % Percentage of sapwood in assortments investigated %
Šumarija Forest districts	odjela Forest divisions			sortimenata Assortments	sortimenata bez bjeljike Assortments without sapwood	bjeljike Sapwood	
				m ³ cu. m.			
8	11	55-140	2,289	1,489,99	1,139,55	350,55	23,5

Na temelju tih mjerenja izračunali smo apsolutni i postotni iznos bjeljike u ukupnoj drvnoj masi sortimenata. Te smo podatke donijeli u tabeli 3.

Na temelju važećih jediničnih cijena sortimenata iz vremena kada smo ova istraživanja obavili i kvalitetne strukture drvene mase sortimenata što smo je imali u pokusu izračunali smo njezinu »normalnu« i deklasiranu vrijednost, a iz njih i postotak smanjenja vrijednosti drvene mase zbog deklasiranja sortimenata uzrokovanog sušenjem hrasta lužnjaka. Sve smo te podatke prikazali u tabeli 4.

U tabeli 5. donijeli smo tzv. »normalnu« vrijednost drvene mase sortimenata i njezinu vrijednost nakon odbitka drvene mase bjeljike. Iz te dvije vrijednosti izračunali smo apsolutni iznos za koji se smanjila »normalna« vrijednost odbitkom vrijednosti drvene mase bjeljike, a iz ovih i postotak smanjenja »normalne« vrijednosti drvene mase zbog odbitka bjeljike.

U tabeli 6. ta smo dva smanjenja spojili i izračunali ukupni postotak smanjenja »normalne« vrijednosti drvene mase sortimenata zbog smanjenja srednjih

Tab. 4.
Table 4.

Vrijednosni podaci snimljeni u šumarijama: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani i Novska							
Value data recorded in the forest districts of: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani and Novska							
Broj istraživanih Number of investigated		Starost istraživanih sastojina (godina) Age of stands investigated (years)	Broj izrađenih sortimenata (komada) Number of assortments made (pieces)	Vrijednost istraživane drvene mase Value of investigated stock of			Postotak smanjenja vrijednosti drvene mase deklasiranjem sortimenata za: % Percentage of decrease in the value of stock due to declassing by: %
Šumarija Forest districts	odjela Forest divisions			sortimenata Assortments	nakon deklasiranja sortimenata After declassing	smanjena deklasiranjem sortimenata za: Diminished by declassing by:	
				dinara Dinars			
8	11	55-140	2,289	3,799,911	3,387,151	412,760	10,9

Tab. 5.
Table 5.

Vrijednosni podaci snimljeni u šumarijama: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani i Novska							
Value data recorded in the forest districts of: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani and Novska							
Broj istraživanih Number of investigated		Starost istraživanih sastojina (godina) Age of stands investigated (years)	Broj izrađenih sortimenata (komada) Number of assortments made (pieces)	Vrijednost istraživane drvene mase Value of investigated stock of			Postotak smanjenja vrijednosti drvene mase zbog odbitka bjeljike za: % Percentage of decrease in the value of stock due to deduction of sapwood by: %
šumarija Forest districts	odjela Forest divisions			sortimenata Assortments	nakon odbitka bjeljike After deduction of sapwood	smanjena odbitkom bjeljike za: Decreased through deduction of sapwood by:	
				dinara Dinars			
8	11	55-140	2,289	3,799,911	2,962,347	837,564	22,0

promjera sortimenata uslijed odbitka bjeljike i odbitka drvene mase bjeljike kao supstancije.

I napokon u tabeli 7. pozabavili smo se trećom, odnosno troškovnom komponentom oko uzaludnog rada na drvnjoj masi bjeljike.

Za tu komponentu smo prikupili podatke u 6 šumarija, odnosno u 9 sječina, u kojima je posječeno 40.908 m³ drvene mase. Na temelju različite strukture i veličine pojedinačnih troškova sječe i izrade, izvoza i utovara u svakoj šumariji i sječini ponderiranjem smo utvrdili prosječne troškove sječe i izrade, izvoza i utovara drvene mase po jedinici proizvoda i primijenili ih na drvenu masu bjeljike. Iz toga smo izračunali postotak smanjenja vrijednosti drvene mase sortimenata zbog uzaludnog rada (troškova) na drvnjoj masi bjeljike.

Time smo ujedno odgovorili na sva tri postavljena pitanja u vezi s bjeljikom, pa sada možemo prijeći i na kratku analizu rezultata istraživanja.

Tab. 6.
Table 6.

Vrijednosni podaci snimljeni u šumarijama: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani i Novska							
Value data recorded in the forest districts of: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani and Novska							
Broj istraživanih Number of investigated		Starost istraživanih sastojina (godina) Age of stands investigated (years)	Broj izrađenih sortimenata (komada) Number of assortments made (pieces)	Vrijednost istraživane drvene mase Value of investigated stock of			Postotak smanjenja vrijednosti drvene mase zbog deklasiranja sortimenata i odbitka bjeljike za: % Percentage of decrease in the value of stock due to declassing and deduction of sapwood by: %
šumarija Forest districts	odjela Forest divisions			sortimenata Assortments	nakon deklasiranja sortimenata i odbitka bjeljike After declassing and deduction of sapwood	smanjena deklasiranjem sortimenata i odbitkom bjeljike za: Diminished by declassing and deduction of sapwood by:	
				dinara Dinars			
8	11	55-140	2,289	3,799,911	2,549,587	1,250,324	32,9

Tab. 7
Table 7

Troškovni podaci snimljeni u šumarijama : Vrbovec, Novoselac, Spačva, Repaš, Lipovljani i Novska Cost data recorded in the forest districts of : Vrbovec, Novoselac, Spačva, Repaš, Lipovljani and Novska							
Broj istraživanih Number of investigated		Ukupno posje- ćena drvena masa	Prosječna pon- derirana cijena sječe i izrade izvoza i utovara sortimenata	Ukupna posječe- na i izrađena izvezena i utova- rena drvena ma- sa bjeljike (tab. 3.) m ³	Ukupni troškovi za sječu i izra- du izvoz i utovar bjeljike	Ukupna vrijednost drvene mase sortimenata (tab. 4,5,6) din:	Postotak smanje- nja vrijednosti drvene mase sor- timenata zbog rada oko bjeljike za: %
šumarija Forest districts	odjela Forest divisions	m ³ Total stock felled cu. m.	din./m ³ Average weighted price of felling working hauling and loading of assortments din /cu. m.	Total volume of sapwood felled worked hauled and loaded [Table 3] cu. m.	din. Total costs of felling working hauling and loading of sapwood Din.	Total value of assortments [Tables 4,5,6] Din.	Percentage of decrease in the volume of assort- ments due to work on sapwood by %
6	9	40,908	646,37	350,44	226,514	3,799,911	60

ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA I ZAKLJUČCI — ANALYSIS OF THE INVESTIGATION RESULTS AND CONCLUSION

Da bismo olakšali i sebi i čitaocu, analizu rezultata istraživanja otpočeli ćemo s tabelom 8, a s tom tabelom ćemo je i završiti. Upravo smo je zato i sastavili i u njoj prikazali sve relevantne podatke koji su nam i bili ciljem istraživanja.

No, prije toga vratit ćemo se pitanjima postavljenim u poglavlju o cilju istraživanja ovog rada, a iz podataka donesenih u tabeli 8. davat ćemo na njih odgovore.

Da li se i koliko u sušenjem zahvaćenim sastojinama hrasta lužnjaka smanjuje debljinski prirast, kvaliteta i vrijednost drvene mase?

Prema podacima u tabeli 8. debljinski prirast drvene mase u sušenjem zahvaćenim sastojinama manji je od prirasta drvene mase u zdravim sastojinama (iste starosti, istog bonitetnog razreda staništa i istog načina gospodarenja) za 13,7% u mladim, a 21,6% u dozrijevajućim sastojinama hrasta lužnjaka. Zbog toga mlade sušenjem zahvaćene sastojine, prema tabeli 2, zaostaju za zdravima za 4 godine, a dozrijevajuće za 12,7 godina. Kvalitetna struktura drvene mase izražena srednjim kvalitetnim brojem ili prosječnom vrijednosti 1 m³ drvene mase manja je za 13,7% u mladim, a za 40,2% u dozrijevajućim sušenjem zahvaćenim sastojinama od onih zdravih (iste starosti, istog bonitetnog razreda staništa i istog načina gospodarenja).

Također prema tabeli 8. drvena masa bjeljike u ukupnoj istraživanoj drvnjoj masi sortimenata iznosi 23,5%. Budući da drvena masa bjeljike u slučaju sušenja sastojina hrasta lužnjaka prva propada, to ju je, kao takvu, nužno bonificirati kupcima. Tom se prilikom gubi od ukupne vrijednosti drvene mase na deklasiranju sortimenata zbog odbitka bjeljike 10,9%, i zbog odbitka bjeljike kao supstancije daljih 22,0%, ili ukupno zbog deklasiranja sortimenata i odbitka bjeljike 32,9%, a to je upravo 1/3 od ukupne vrijednosti drvene mase.

Tab. 8
Table 8

Sinteza rezultata istraživanja u šumarijama: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani i Novska									
Synthesis of the results of the investigations conducted in the forest districts of: Čazma, Vrbovec, Novoselac, Spačva, Kloštar-P, Repaš, Lipovljani and Novska									
EKONOMSKE POSLJEDICE SUŠENJA SASTOJINA HRASTA LUŽNJAKA ECONOMIC CONSEQUENCES OF THE DIEBACK OF PEDUNCULATED OAK STANDS									
Smanjenje vrijednosti drvene mase po 1m ³ Decrease in the value of standing timber per cu. m.		Smanjenje prirasta drvene mase Decrease in increment of standing timber		Postotak bjeljike u istraživanoj drvnjoj masi (tab. 3) Percentage of sapwood in the standing timber investigated (Table 3)	Postotak smanjenja vrijednosti drvene mase Percentage of decrease in the value of standing timber				
u mladim in young	u dozrijevajućim in ripening	u mladim in young	u dozrijevajućim in ripening		Zbog deklasiranja sortimenata (tab. 4) Due to declassing of assortments (Table 4)	Zbog odbijanja bjeljike (tab. 5) Due to deduction of sapwood (Table 5)	Zbog deklasiranja sortimenata i odbijanja bjeljike (tab. 6) Due to declassing of assortments and deduction of sapwood (Table 6)	Zbog troškova oko rada na bjeljici (tab. 7) Due to costs of work on sapwood (Table 7)	Ukupno smanjenje vrijednosti drvene mase zbog sušenja hrasta lužnjaka Total decrease in the value of standing timber due to dieback
sastojinama (tab. 1 i 2) stands (Tables 1 and 2)									
%									
13,7	4,2	13,7	2,6	23,5	10,9	22,0	32,9	6,0	38,9

I na kraju troškovi sječe i izrade, izvoza i utovara drvene mase bjeljike, koje kupac ne priznaje, iznose 5,96% ili okruglo 6,0% od ukupne vrijednosti istraživane drvene mase hrastovine.

Prema tome, ukupno smanjenje vrijednosti drvene mase hrastovine zbog sušenja hrasta lužnjaka iznosi 38,9%, a to je i zabrinjavajuće i uznemiravajuće za stručnu, pa i širu javnost.

LITERATURA — BIBLIOGRAPHY

- Androić, M., 1975: Prethodni rezultati timskog istraživanja uzroka sušenja hrasta u slavonskim šumama. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti. Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, knjiga II:59—78.
- Golubović, U., 1984: Ekonomske posljedice truljenja i bonificiranja bjeljike pri sušenju hrasta lužnjaka (*Q. robur* L.) u šumama SR Hrvatske. (Investigations into the Economic Consequences of Sapwood Rotting Due to the Dying Back of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) in the Forest of the Socialist Republic of Croatia). Šumarski list 9—10:413—426.
- Kraljić, B. & U. Golubović, 1980: Ekonomske posljedice sušenja hrasta lužnjaka (*Q. robur* L.). Prethodni izvještaj. (Economic Consequences of the Dying Back of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.). Preliminary report). Šumarski list 1—2:3—15.
- Sabadi, R., 1987: Gospodarsko značenje hrastovine u Jugoslaviji. (Economic Importance of Oakwood in Yugoslavia). Šumarski list 5—6:197—207.

Adresa autora:

Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za istraživanja u šumarstvu
41001 Zagreb, pp. 178

UROŠ GOLUBOVIĆ

ECONOMIC CONSEQUENCES OF THE DIEBACK
OF PEDUNCULATED OAK STANDS*Summary*

In the mutual struggle for survival in forest stands it is a normal phenomenon that individual trees dieback and are through regular silvicultural work removed from the stands. However, a rather serious, large-scale dying back of pedunculated oak in some European countries (Rumania, USSR) and the USA was observed at the beginning of this century, and some twenty years ago massive dying back of this species was also noted in Yugoslavia. The phenomenon has taken such proportions that in individual regions entire forest management units have been affected, so that local foresters are compelled in an unplanned way to meet the annual felling quotas from such forests, i. e. from died-back trees.

In Yugoslavia there are about 2,5 million hectares of land under pure and mixed pedunculated oak stands whose standing timber together with sessile-flowered oak totals almost 100 million cu. m., and whose annual volume increment amounts up to 3 million cu. m. of high-quality growing stock of great national value. This has caused serious concern among forest specialists, who have immediately started scientifically to investigate the causes of this phenomenon. We have, on our part, begun to study the economic consequences of the dieback of oak woods in Yugoslavia. The results of one of our investigations of this kind are presented in this paper too.

For this investigation we selected 44 pedunculated oak stands in the Socialist Republic of Croatia and arranged them into 22 pairs of stands of the same age, fertility class habitat and the same mode of management. In each of these pairs one stand was regularly completely healthy and the other seriously affected by the dieback. According to an especially devised methodology, we measured all relevant data to arrive at the necessary conclusions regarding the economic consequences of the dieback of oak forests.

On the basis of only two pairs of the investigated stands aged 68 and 126 years respectively, and on the basis of data presented in Table 8 of this paper, we can conclude as follows:

(1) The average quality of standing timber in the younger pedunculated oak stands (68 years) affected by the dieback was 13,7 per cent and in the ripening stands (126 years) even 40,2 per cent below the average quality of healthy stands (Table 1).

(2) Diameter increment of standing timber in the younger stands (68 years) affected by the dieback was by 13,7 per cent and in the ripening ones by 21,6 per cent smaller than in the same but healthy such stands (Table 2).

As a result, the younger stands affected by the dieback lagged behind the healthy ones by 4 years, and the ripening ones by even as much as 12,7 years (Table 2).

(3) The percentage of sapwood un the investigated assortments amounted to 23,5 per cent (Table 3). In dieback-affected stands sapwood first begins to decay or rots away in 2 to 3 years, which must for this reason be allowed for to buyers of assortments. In such forestry sustains the following losses:

(a) 10,9 per cent due to the declassing of assortments through deduction of sapwood (Table 4);

(b) 22,0 per cent due to deduction of sapwood as substance (Table 5);

(c) 6,0 per cent due to increased expenses on work on the sapwood allowed for (Table 7);

(d) Altogether 38,9 per cent because of the diminished value of assortments (Table 8) as the economic consequences of the dieback of pedunculated oak stands in Yugoslavia. This gives rise to serious concern.

KATARINA OPALIČKI

UTJECAJ FAUNE TLA NA FIZIOLOŠKU KONDIICIJU I SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA (*QUERCUS ROBUR* L.)

THE INFLUENCE OF THE SOIL PHAUNA ON THE PHYSIOLOGICAL CONDITION AND THE DRYING OF THE SLAVONIAN OAK (*QUERCUS ROBUR* L.)

Primljeno: 10. XII. 1987.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Prikazani su rezultati istraživanja faune površinskog sloja tla (edafskog sloja) u sastojinama hrasta lužnjaka (*Genisto elatae - Quercetum roboris* Horv. 1938) u SR Hrvatskoj. Istraživanja su vršena na tri različita lokaliteta koji se međusobno razlikuju po intenzitetu sušenja hrasta lužnjaka. Rezultati su prikazani tabelarno (tab. 1—4), a dominantni razred odnosno vrsta istaknut je na čelu tabele, radi toga što na dominantnu vrstu otpada 50% i više uhvaćenih primjeraka. Lagana prestrojavanja u korist dominantne vrste vidljiva su između pojedinih lokaliteta u tabelama. Općenito se zapaža da su korisne vrste malobrojne i samo na jednom lokalitetu dominira vrsta *Lumbricus terrestris*, poznata kao najaktivniji član humusnog sloja tla. Korisna entomofauna uhvaćena u klopkama veoma je oskudna vrstama. Dolaze svega tri porodice kornjaša (*Coleoptera*). Rod *Calosoma* potpuno je iščezao kao i porodica *Cicindellidae*, ranije poznati grabežljivci u lužnjakovim biocenozama. Iščezavanje korisnih vrsta, kao i smanjenje njihove brojnosti ukazuje na poremetnju ravnoteže u humusnom sloju. Uzroke ovoj pojavi treba tražiti u nedostatku vlage, promjeni pH u tlu, te prisutnosti pesticida i drugih štetnih tvari.

Ključne riječi: hrast lužnjak, fauna tla, mikroorganizmi, edafski sloj, insekti, paučnjaci, stonoge, puževi, kišne gliste, mokrice

UVOD — INTRODUCTION

Sušenje sastojina hrasta lužnjaka u SR Hrvatskoj nije na svim lokalitetima jednakog intenziteta. Ponegdje su stabla veoma vitalna i odoljevaju svim nepovoljnim vanjskim utjecajima. Osim gospodarskih zahvata koji su u procesu sušenja odigrali značajnu ulogu, a i štetne entomofaune (defolijatori), ostala je još nepoznanica u kolikoj mjeri je narušena plodnost šumskog tla i funkcija mikroorganizama te ostale faune u edafskom sloju pod utjecajem zračnih polutanata, pesticida i drugih kemikalija. Odlučili smo stoga da ispitamo komparativnim metodama na nekoliko lokaliteta kvalitativni i kvantitativni sastav

faune tla površinskog sloja. Poznato je da je upravo ovaj površinski sloj tla ili tzv. edafski sloj izuzetno važan za normalno funkcioniranje, odnosno rast i razvoj šumske biocenoze.

U tom površinskom sloju tla žive brojni mikroorganizmi, koji su bitni činioci u stvaranju humusnog sloja i hranidbenih funkcija korijenskoga sistema. Brojnost pojedinih vrsta mikroorganizama mijenja se ovisno o tipu šumskog tla, njegovoj kemijskoj i fizičkoj strukturi. Pretežni dio šumskog tla pripada mikroflori (alge, gljivice, lišajevi, bakterije), a manji dio mikrofauni (protozoe i virusi). Osim tih najsitnijih organizama u edafskom sloju živi i krupnija fauna, koja se može svrstati u dvije grupe: mezofauna i makrofauna. Te su grupe veoma brojne i obiluju različitim vrstama, od kojih su neke veoma osjetljive na promjene stanišnih prilika. Težište naših istraživanja je usmjereno na te dvije grupe faune, koje su podesnije za istraživanja od faune protozoa čija se populacija obnovi za svega 1—3 dana, a u godini imaju od 50 do 300 generacija, te je veoma teško bilo uočiti bilo kakve promjene nastale pod utjecajem vanjskih činilaca.

OBJEKTI ISTRAŽIVANJA — LOCALITY OF INVESTIGATION

Primjerne plohe izabrane su u sastojinama hrasta lužnjaka prema intenzitetu sušenja, a na osnovi subjektivne procjene na tri lokaliteta: G. J. »Turopoljski lug«, odjel 63, Šumarija Velika Gorica; G. J. »Česma«, odjel 21 a, Šumarija Ivanska; G. J. »Česma«, odjel 83 b, Šumarija Vrbovec. Na svakom lokalitetu osnovane su dvije plohe na tzv. gredi i mikrodepresiji.

METODE ISTRAŽIVANJA — METHODS OF INVESTIGATION

Na odabranim primjernim plohama izvršena je okularna procjena zdravstvenog stanja sastojina. Izabrana su probna stabla na kojima je mjeran opseg i visina. Postavljene su umjetne niše od valovite ljepenke za hvatanje štetne faune. Niše su postavljene tijekom veljače i ožujka, a pregledavane su dva puta u toku vegetacijske sezone. Uzorci tla uzimani su dva puta godišnje, u proljeće i jesen, kopanjem jama (25 x 25 x 20 cm) — (0,0625 m²). Na svakoj plohi uzeto je po 8 proba. Probe su uzimane u neposrednoj blizini probnih stabala. Kolekcionirani materijal je sortirani, izbrojeni i determinirani. Makrofaunu tla utvrđivali smo ukopavanjem klopki u tlo, kao klopke upotrijebljene su plastične čaše veličine 1 dl. Na svaku plohu postavljeno je 13 klopki. Materijal je sakupljan svakih 15—20 dana. Dostavljeni materijal je djelomično prepariran, determiniran i utvrđena je biomasa. Svi ti poslovi obavljani su u suradnji s osobljem iz operative. Ulov nije na svim lokalitetima bio jednako uspješan. Na nekim lokalitetima pasle su domaće svinje, dok su neke klopke propale zbog vremenskih nepogoda (poplave).

Osim navedenih metoda utvrđivali smo brojnost gubara i mrazovaca klasičnim metodama koje se koriste u našoj operativi (jajna legla, ljepivi prstenovi). Tim metodama kolekcioniran je opsežan materijal na čijem sređivanju mi pomažu članovi Katedre za zaštitu šuma: Boris Hrašovec, dipl. inž. šum., asistent, i Leopold Cvetao, tehnički suradnik.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA — RESULTS AND DISCUSSION

Fauna utvrđena uzimanjem zemljišnih proba može se svrstati u nekoliko osnovnih grupa *Evertebrata*: *Annelida* (kolutičavci), *Arthropoda* (člankonošci), *Mollusca* (mekušci), razredi: *Crustacea* (raci, rakovi), *Arachnoidea* (paučnjaci), *Myriapoda* (stonoge), *Insecta* i *Gastropoda* i dr. To su pretežno vrste koje pripadaju mezofauni, srednjih razmjera tijela. Svakako među najaktivnije i najkorisnije stanovnike edafskog sloja spada kišna glista (*Lumbricus terrestris*), zatim njoj veoma srodne vrste iz porodice *Enchyridae*, čija je veličina 10—25 mm. Kišne gliste predstavljaju bazu hranidbenih resursa. Njima se hrane krtice, miševi, ptice, žabe, grabežljive stonoge i insekti. U probavilu glista dolazi do razgradnje celuloze i djelomične mineralizacije biljnih tkiva. Kišne gliste stimuliraju razvoj niza grupa mikroorganizama, čija je brojnost mnogo veća u ekskrementima gujavica nego u okolnom tlu. One obogaćuju tlo vitaminima grupe B, koji stimulira mikrobnu aktivnosti. Prema nekim podacima u evropskim listopadnim šumama njihova brojnost iznosila je (Giljarov, 1952) po 1 m² 500—800 kom., a minerali prerađeni iz tla u probavilu glista (kalij, magnezij, fosfor) u pijesak ili koprolit iznosili su 75—100 tona po ha. Gliste godišnje vraćaju u tlo oko 100 kg dušika po ha. Posebno su podesne za izučavanje promjena sredine nastalih pod utjecajem čovjeka. Svojim hodnicima omogućuju bolju aeraciju i prodiranje vode u zonu korijenskoga sistema te prorahljuju tlo. Kišne gliste veoma su osjetljive na nedostatak vlage. Od *Annelida* dolaze još *Nematoda* (valjkaste gliste). Utvrđene su različite vrste insekata, pretežno ličinke štetnih kornjaša žičnjaka, mračnjaka i dr., zatim ličinke štetnih opnokrilaca (*Ape-thymus abdominalis*). Često su brojne ličinke *Diptera*, čija je uloga višestruka. Od *Apterygota* javljaju se *Collembola* i *Thysanura*. Skokunci pripadaju pretežno porodici *Poduridae* i *Sminthuridae*, koje su poznate kao štetnici. Od ostalih vrsta brojne su stonoge, od kojih duplonošci (*Diplopoda*) igraju važnu ulogu u humifikaciji tla. Hrane se mrtvim biljnim ostacima uvlačeći u tlo otpalo lišće, a njihovi ekskrementi postaju sitnozrnaste strukture i sastavni dio tla. Osim toga njihov pokrov sadrži mnogo kalcijeva karbonata, koji učvršćuje tlo i omogućuje njegovo odnošenje (ispiranje) vodom. U posljednje vrijeme *Diplopoda* privlače osobitu pažnju kao indikatori zagađenosti, jer se u njihovim oklopima gomilaju radioaktivni elementi (stroncij, uran) i teški metali (olovo, cink). Teško podnose život u kiselim sredinama. *Chilopoda* su uglavnom grabežljivci. Paučnjaci konstatirani u zemljišnim probama spadaju pretežno u mezofaunu, to su sjenokosci, škorpioni i dr., mahom grabežljivci, mnogi su i otrovni. Kao sitnih paučnjaka osobito su brojne grinje, i to *Oribatidae* (oklopne grinje). Kao primarni razlagač otpalog lišća i drvnog materijala javljaju se mokrice. Većina vrsta su saprofagi. Mokrice ne dolaze tamo gdje nema kalcija i bakra. Kalcij je neophodan za njihov oklop, a bakar je sastavni dio njihova dišnog pigmenta. U tabeli 1, 2, 3. prikazan je sastav faune tla prema brojnosti. Dominantna vrsta nalazi se na vrhu tabele. Nisu uočljive razlike u sastavu faune na gredi i nizi, a ni između pojedinih lokaliteta. Nema razlika u kvalitativnom ni kvantitativnom sastavu faune ni između zemljišnih proba uzimanih u proljeće i jesen, iako je u pravilu veća aktivnost faune za vrijeme mirovanja vegetacije, tj. u jesen. No istraživanja traju tek jednu kalendarsku godinu, a zemljišne probe za ovaj jesenski period još nisu obrađene.

Tab. 1. Kvantitativni i kvalitativni sastav faune tla utvrđen uzimanjem zemljišnih proba (25 x 25 x 20 cm) — The qualitative and quantitative structure of the soil fauna, determined by soil probes (25 x 25 x 20 cm)

G. J. ČESMA, IVANSKA — LOCALITY

	1986. godina — year Jesen — Autumn	1987. godina — year Proljeće — Spring
	Razred <i>Insecta</i>	Razred <i>Nematoda</i>
	Red <i>Hymenoptera</i>	<i>Insecta</i>
	<i>Diptera</i>	Red <i>Collembola</i>
	<i>Coleoptera</i>	<i>Diptera</i>
	<i>Collembola</i>	<i>Coleoptera</i>
	<i>Myriapoda</i>	<i>Hymenoptera</i>
Greda	<i>Diplopoda</i>	<i>Lepidoptera</i>
Dry soil	<i>Chilopoda</i>	<i>Myriapoda</i>
	<i>Oligochaeta</i>	<i>Chilopoda</i>
	<i>Opisthopora</i>	<i>Arachnida</i>
	<i>Gastropoda</i>	<i>Acarina</i>
	<i>Nematoda</i>	
	<i>Arachnida</i>	
	<i>Acarina</i>	
	<i>Crustacea</i>	
	<i>Isopoda</i>	
	Prosječno: 58 primjeraka (Average: 58 samples)	Prosječno: 45 primjeraka (Average: 45 samples)
	<i>Insecta</i>	<i>Myriapoda</i>
	<i>Coleoptera</i>	<i>Chilopoda</i>
	<i>Hymenoptera</i>	<i>Diplopoda</i>
	<i>Collembola</i>	<i>Insecta</i>
	<i>Diptera</i>	<i>Coleoptera</i>
	<i>Dermaptera</i>	<i>Diptera</i>
Niza	<i>Lepidoptera</i>	<i>Collembola</i>
Wet soil	<i>Myriapoda</i>	<i>Thysanura</i>
	<i>Diplopoda</i>	<i>Oligochaeta</i>
	<i>Nematoda</i>	<i>Opisthopora</i>
	<i>Arachnida</i>	<i>Nematoda</i>
	<i>Aranea</i>	<i>Gastropoda</i>
	<i>Oligochaeta</i>	<i>Crustacea</i>
	<i>Opisthopora</i>	<i>Isopoda</i>
	<i>Gastropoda</i>	<i>Arachnida</i>
		<i>Acarina</i>
	Prosječno: 56 primjeraka (Average: 56 samples)	Prosječno: 72 primjeraka (Average: 72 samples)

Tab. 2. Kvantitativni i kvalitativni sastav faune tla utvrđen uzimanjem zemljišnih proba (25 x 25 x 20 cm) — The qualitative and quantitative structure of the soil fauna, determined by soil probes (25 x 25 x 20 cm)

G. J. TUROPOLJSKI LUG, VELIKA GORICA — LOCALITY

		1986. godina — year	1987. godina — year
		Jesen — Autumn	Proljeće — Spring
Greda Dry soil	Razred	<i>Nematoda</i>	Razred
		<i>Insecta</i>	Red
	Red	<i>Collembola</i>	<i>Myriapoda</i>
		<i>Thysanura</i>	<i>Chilopoda</i>
		<i>Myriapoda</i>	<i>Diplopoda</i>
		<i>Diplopoda</i>	<i>Insecta</i>
		<i>Chilopoda</i>	<i>Diptera</i>
		<i>Oligochaeta</i>	<i>Collembola</i>
		<i>Opisthopora</i>	<i>Hemiptera</i>
		<i>Crustacea</i>	<i>Coleoptera</i>
		<i>Isopoda</i>	<i>Crustacea</i>
		<i>Gastropoda</i>	<i>Isopoda</i>
		<i>Arachnida</i>	<i>Nematoda</i>
		<i>Aranea</i>	<i>Arachnida</i>
		<i>Aranea</i>	
		<i>Acarina</i>	
	Prosječno: 32 primjeraka (Average: 32 samples)	Prosječno: 51 primjerak (Average: 51 samples)	
Niza Wet soil		<i>Nematoda</i>	<i>Myriapoda</i>
		<i>Insecta</i>	<i>Chilopoda</i>
		<i>Coleoptera</i>	<i>Diplopoda</i>
		<i>Hymenoptera</i>	<i>Insecta</i>
		<i>Thysanura</i>	<i>Coleoptera</i>
		<i>Collembola</i>	<i>Diptera</i>
		<i>Diptera</i>	<i>Collembola</i>
		<i>Oligochaeta</i>	<i>Nematoda</i>
		<i>Opisthopora</i>	<i>Crustacea</i>
		<i>Myriapoda</i>	<i>Isopoda</i>
		<i>Diplopoda</i>	<i>Oligochaeta</i>
		<i>Chilopoda</i>	<i>Opisthopora</i>
		<i>Arachnida</i>	<i>Arachnida</i>
		<i>Aranea</i>	<i>Aranea</i>
	<i>Acarina</i>		
	<i>Opiliones</i>		
	Prosječno: 49 primjeraka (Average: 49 samples)	Prosječno: 37 primjeraka (Average: 37 samples)	

Tab. 3. Kvantitativni i kvalitativni sastav faune utvrđen uzimanjem zemljišnih proba (25 x 25 x 20 cm) — The qualitative and quantitative structure of the soil fauna, determined by soil probes (25 x 25 x 20 cm)

G. J. ČESMA, VRBOVEC — LOCALITY

	1986. godina — year Jesen — Autumn	1987. godina — year Proljeće — Spring
		Razred
		Red
		<i>Oligochaeta</i>
		<i>Opisthopora</i>
		<i>Myriapoda</i>
		<i>Chilopoda</i>
		<i>Diplopoda</i>
		<i>Insecta</i>
		<i>Coleoptera</i>
		<i>Collembola</i>
		<i>Diptera</i>
		<i>Lepidoptera</i>
		<i>Crustacea</i>
		<i>Isopoda</i>
		<i>Gastropoda</i>
		<i>Arachnida</i>
		<i>Aranea</i>
		<i>Acarina</i>
		Prosječno: 48 primjeraka (Average: 48 samples)
		<i>Oligochaeta</i>
		<i>Opisthopora</i>
		<i>Insecta</i>
		<i>Diptera</i>
		<i>Coleoptera</i>
		<i>Collembola</i>
		<i>Thysanura</i>
		<i>Hymenoptera</i>
		<i>Myriapoda</i>
		<i>Chilopoda</i>
		<i>Diplopoda</i>
		<i>Crustacea</i>
		<i>Isopoda</i>
		<i>Arachnida</i>
		<i>Acarina</i>
		<i>Aranea</i>
		<i>Nematoda</i>
		<i>Gastropoda</i>
		Prosječno: 133 primjeraka (Average: 133 samples)
Greda Dry soil		
Niza Wet soil		

Ono što se iz tabele može uočiti to su prestrojavanja faune u korist pojedinih grupa. Prosječan broj utvrđenih primjeraka faune, određen za kompletnu plohu na osnovi 8 zemljišnih proba, veoma je promjenjiva veličina, ali na dominantnu vrstu otpada preko 50% primjeraka.

Slika o fauni tla ne bi bila potpuna bez mezofaune i makrofaune koje žive u šumskoj stelji, a utvrđene su metodom klopki. U tabeli 4. prikazana je biomasa te faune, koja se povećava od proljeća prema ljetnoj sezoni zajedno s porastom njene aktivnosti. To su vrste koje pripadaju u razred *Insecta*, a manjim dijelom u razred *Myriapoda* i *Arachnoidea*. Entomofauna utvrđena metodom klopki veoma je oskudna vrstama. Dolaze svega tri porodice kornjaša:

Tab. 4. Fauna uhvaćena u klopkama biomasa u gramima — The fauna of the soil Traped biomass in gr.

	G. J. ČESMA, IVANSKA — LOCALITY		G. J. ČESMA, VRBOVEC — LOCALITY	
	Greda Dry soil	Niza Wet soil	Greda Dry soil	Niza Wet soil
1. 05. 87.	0.93	2.23	0.32	0.55
15. 05. 87.	0.05	0.12	0.02	1.26
1. 06. 87.	1.23	1.11	11.87	5.46
15. 06. 87.			3.76	4.36
1. 07. 87.			3.28	2.98
15. 07. 87.			0.67	1.88
1. 08. 87.			3.25	0.02
15. 08. 87.			3.55	3.13

Carabidae, *Silphidae* i *Staphylinidae*. Od trčkova dolazi samo rod *Carabus*, dok je *Calasoma* (gusjeničari) potpuno nestao iz lužnjakovih sastojina. Nije ulovljen ni jedan jedini primjerak. Porodica *Cicindelidae* također je potpuno nestala. Rod *Carabus* pojavljuje se sa svega 3—4 vrste. *Silpha quadripunctata*, poznati predator, nije utvrđena, od kusokrilaca dolaze svega dvije vrste. Nestanak navedenih vrsta svjedoči o krupnim promjenama stanišnih prilika u edafskom sloju, što ćemo u daljim istraživanjima pokušati detaljnije objasniti.

Da bismo utvrdili prisutnost štetne faune, postavili smo umjetne niše. Rezultati ulova prikazani su u tabeli 5, 6, 7. Na vrhu tabele navedena je dominantna vrsta za pojedini lokalitet, odnosno plohu, pa zatim slijede ostale po brojnosti. Utvrđeni defolijatori izazvali su veoma mali gubitak asimilacijske površine, mjestimice parcijalni golobrst. U nišama je utvrđen velik broj grabežljivih vrsta, te bolesne i parazitirane gusjenice gubara.

Utvrđivanje brojnosti gubara uhodanom metodom (brojenje jajnih legala) nije se pokazalo sasvim pouzdanim. U nišama je nađen dovoljan broj gusjenica, iako je utvrđeno samo jedno leglo na ha.

Tab. 5. Fauna sakupljena pomoću umjetnih niša — The fauna collected with artificial shield

G. J. ČESMA, IVANSKA — LOCALITY

Razred	<i>Insecta</i> — kukci
	<i>Tortrix viridana</i>
	<i>Lymantria dispar</i>
Greda	<i>Chethocampa processionea</i>
P 1	<i>Stereonychus fraxini</i>
Dry soil	<i>Gastropoda</i> — puževi
	<i>Crustacea</i> — raci
	<i>Myriapoda</i> — stonoge

Ostale vrste insekata nađenih u nišama pripadaju korisnoj entomofauni (*Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Raphidides*, *Diptera*)

Ukupno: 175 primjeraka; biomasa = 26.63 g

Total: 173 samples; biomass = 26.63 gr.

Razred	<i>Insecta</i>
Niza	<i>Pterygota</i>
P 2	<i>Stereonychus fraxini</i>
Wet soil	<i>Apterygota</i>
Red	<i>Thysanura</i>
	<i>Gastropoda</i>
	<i>Crustacea</i>
	<i>Myriapoda</i>
	<i>Arachnida</i>

Ostale vrste insekata nađenih u nišama pripadaju korisnoj entomofauni (*Coleoptera*, *Diptera*)

Ukupno: 53 primjerka; biomasa = 3.15 g

Total: 53 samples; biomass = 3.15 gr.

Tab. 6. Fauna sakupljena pomoću umjetnih niša — The fauna collected with artificial shield

G. J. ČESMA, VRBOVEC — LOCALITY

	Razred	<i>Insecta</i>
		<i>Pterygota</i>
		<i>Lymantria dispar</i>
Greda		<i>Tortrix viridana</i>
P 1		<i>Cnethocampa processionea</i>
Dry soil		<i>Apterygota</i>
	Red	<i>Thusanura</i>
		<i>Crustacea</i>
		<i>Myriapoda</i>

Ostale vrste insekata nađenih u nišama pripadaju korisnoj entomofauni (*Rhaphidides*, *Coleoptera*)

Ukupno: 46 primjeraka; biomasa = 15.45 g

Total: 46 samples; biomass = 15.45 gr.

	Razred	<i>Insecta</i>
		<i>Pterygota</i>
		<i>Lymantria dispar</i>
Niza		<i>Cnethocampa processionea</i>
P 2		<i>Tortrix viridana</i>
Wet soil		<i>Apterygota</i>
	Red	<i>Thysanura</i>
		<i>Crustacea</i>

Ostale vrste insekata nađenih u nišama pripadaju korisnoj entomofauni (*Hymenoptera*, *Rhaphidides*, *Coleoptera*, *Diptera*).

Ukupno: 108 primjeraka; biomasa = 4.71 g

Total: 108 samples; biomass = 4.71 gr.

Tab 7. Fauna sakupljena pomoću umjetnih niša — The fauna collected with artificial shield

G. J. TUROPOLJSKI LUG, VELIKA GORICA — LOCALITY

Razred	<i>Insecta</i>
	<i>Lymantria dispar</i>
	<i>Cnethocampa processionea</i>
	<i>Apethymus abdominalis</i>
Greda	<i>Gastropoda</i>
P 1	<i>Crustacea</i>
Dry soil	<i>Arachnida</i>

Ostale vrste insekata nađenih u nišama pripadaju korisnoj entomofauni (*Diptera*, *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Rhaphidies*)

Ukupno: 38 primjeraka; biomasa = 18.77 g

Total: 38 samples; biomass = 18.77 gr.

Razred	<i>Insecta</i>
Niza	<i>Cnethocampa processionea</i>
P 2	<i>Apethymus abdominalis</i>
Wet soil	<i>Gastropoda</i>
	<i>Crustacea</i>
	<i>Arachnida</i>

Ostale vrste insekata nađenih u nišama pripadaju korisnoj entomofauni (*Diptera*, *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Rhaphidides*)

Ukupno: 28 primjeraka; biomasa = 7.26 g

Total: 28 samples; biomass = 7.26 gr.

Napomena: Od *Gastropoda* (puževi) utvrđene su vrste iz porodice *Arionidae*, *Arion subfuscus* porodice *Limacidae*, *Limax maximus*.
Oni nisu uključeni u ukupnu biomasu.

ZAKLJUČCI — CONCLUSIONS

Općenito možemo zaključiti da je aktivnost faune u nizi mnogo slabija nego na gredi. Opća slika sastojine na nizi doima se beznadno. Ukoliko pomladak postoji, ima na sebi rakaste tvorevine, tlo je zbijeno s mnogo sirova humusa i biljnih ostataka. Na gredi se mogu zapaziti na nekim od lokaliteta mlade hrastove biljčice. Stara stabla koja još vegetiraju imaju na deblu i kori oštećenja od ksilofagnih insekata. Prisutno je veoma mnogo penjačica (*Hedera helix*), koje obavijaju deblo od žilišta te prodiru duboko u krošnjju. Uz žilišta na deblima se mogu zapaziti promjene u boji kore. Ako odgulimo koru, mogu se primijetiti lepezasti miceliji mednjače. Ravnoteža u edafskom sloju veoma je narušena, prema tome i djelatnost faune, bez koje nema tvorbe humusa ni funkcioniranja životne zajednice. Uzroke toj pojavi treba tražiti u promjeni ekoloških prilika: nedostatku vlage, promjeni pH u tlu, te prisutnosti pesticida i drugih štetnih tvari.

LITERATURA — REFERENCES

- Giljarov, M. S., 1951: Rol' počvenih živonih u formirovanii gumusovogo sloja počvi. Uspjehi sovrem. biologii, T. XXXI, vip. 2.
- Giljarov, M. & D. Krivoluckij, 1985: Zizn' v počve. Molodaja garda, Moskva.
- Rauš, Đ., 1974: Prilog poznavanju jednogodišnjih količina prostirke u šumskim zajednicama Posavine. Acta Biologica Jugoslavica. Vol. 8, No 2, Beograd.
- Vajda, Z., 1974: Nauka o zaštiti šuma. Školska knjiga, Zagreb.

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

KATARINA OPALIČKI

THE INFLUENCE OF THE SOIL PHAUNA ON THE
 PHYSIOLOGICAL CONDITION AND THE DRYING
 OF THE SLAVONIAN OAK (*QUERCUS ROBUR* L.)

Summary

The intensity of drying in the Slavonian oak areals isn't equal on all localities. Some trees are very vital and resistable to all unfavourable conditions. There is a big influence of the management works in the proces of drying, so the damaged entomofauna (depholiators). The unknown fact is the measure of the disturbed function of microorganisms and the other phauna in the edaphic layer, under the influence of air polution, pesticides and other polutants. To found that we have started the investigations of the phauna of edaphic layer of soil (the surface layer) in the cultures of Slavonian oak tree (*Genisto elatae Quercetum roboris* Horv. 1938). Investigations included three locations with various intensity of drying of oak. The phauna was determinated with various methods (soil probations, traps, shields, etc.). We have found: Classes: *Crustacea* (crabs), *Arachnoidea* (spiders), *Myriapoda* (centipede), *Insecta*, *Gastropoda*, *Oligochaeta*. This results are shown tabelary (Tab. 1—4) with the dominant class at the first place in the tab. The dominant class numbers more than 50 deliberated samples. Between various locations they are visible distinguishies on the side of dominant species.

The usefull phauna was trapped, but no abound with species. We found just three families *Coleoptera*: »*Carabidae*, *Silphidae* and *Staphilinidae*«. Genus *Carabus* is the only example, but the genus *Calosoma* is apsolutly disappeared, so did the family *Cicindellidae*. In the tab. 5—7 there are shown the defoliators of the oak tree and the predator species wich food they are. Disappearance of the usefull species, and the increasing of their number in the layer of humus points out that the balance is disturbaed caused by the lack of humidity, the change of acidity in the soil, and the presence of pesticides and other polutions. Investigations continued on that trail.

MILAN GLAVAŠ

FITOPATOLOŠKA ISTRAŽIVANJA UZROČNIKA SUŠENJA HRASTA LUŽNJAKA (*QUERCUS ROBUR* L.)

PHYTOPATHOLOGICAL INVESTIGATIONS OF CAUSAL AGENTS OF PEDUNCULATE OAK DIEBACK (*QUERCUS ROBUR* L.)

Primljeno: 10. II. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Na sušenje hrasta lužnjaka u nas utječu mnogobrojni faktori. Mnogi od njih predisponiraju stabla za napad različitih parazitskih gljiva koje sudjeluju u procesu sušenja. U radu se prikazuju traheomikozne gljive hrasta, *Ophiostoma quercus* i *O. merolinensis*. Govori se o patološkim svojstvima *O. quercus* i uvjetima pod kojima može biti štetna. Od mnogobrojnih gljiva utvrđenih na granama hrasta detaljnije se prikazuje *Colpoma quercinum*. Smatra se štetnom gljivom jer dovodi do sušenja grančica na kojima je većina lišća i na taj način dolazi do redukcije krošnje. Druge gljive na granama su manje štetne.

Ključne riječi: hrast lužnjak, stablo, grana, bolest, venuće, sušenje, štetnost, gljiva.

UVOD — INTRODUCTION

Poznato je da gljive mogu uzrokovati bolesti i sušenje različitih vrsta šumskog drveća. Njihov napad najčešće je povezan s predispozicijom stabala do koje dolazi djelovanjem jednog ili češće čitavog niza različitih biotskih ili abiotskih faktora. Obično ti faktori djeluju zajednički, i to istovremeno, ili slijede jedan drugoga. U svakom slučaju oni su međusobno povezani, a sinkronizirano djelovanje više faktora može imati teške posljedice za određenu vrstu drva, pa i za cijeli šumski ekosistem. Sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nas očit je primjer sinkroniziranoga dužeg djelovanja više štetnih faktora.

Uzroci sušenja hrastovih stabala i zaštitne mjere istražuju se desetljećima. U sadašnje vrijeme sve se više nameće potreba donošenja i provođenja mjera sanacije površina ogoljelih nakon katastrofalnih sušenja hrasta (Kalje, npr.). Da bi se sanacijske mjere mogle provesti i da bi se osigurao trajan opstanak novopodignute šume, potrebno je poznavati sve faktore koji su izazvali sušenje stabala. Također je potrebno poznavati uvjete koji će osiguravati normalan razvoj i opstanak hrasta lužnjaka. Da bi se uzročni faktori bolje razumjeli, valja ih pro-

učavati i promatrati pojedinačno ili u grupama, a nakon toga uzeti ih u obzir kao cjelinu. Od brojnih faktora na ovom mjestu promatrat ćemo mikološki kompleks uzročnika sušenja hrasta lužnjaka u nas, imajući uvijek na umu da je povezan i stalno ovisan o čitavom nizu drugih faktora.

Iz literature je poznato (R.A.M. — R.P.P. 1 — 70) da u svijetu na brojnim hrastovima (preko 400 vrsta) dolazi nekoliko stotina gljivičnih vrsta koje uzrokuju različite štete. Dakako da je među njima samo manji broj veoma štetnih gljiva, a i njihov napad uglavnom ovisi o djelovanju drugih faktora koji im omogućavaju infekciju i razvoj.

U našim nizinskim šumama utvrđen je određeni broj gljivičnih vrsta na hrastu lužnjaku. Među njima samo neke uzrokuju patološka stanja sa štetnim posljedicama. Stoga se ovdje govori o tim važnijim gljivičnim vrstama i njihovu značenju za hrastove šume. U radu se daju rezultati višegodišnjih fitopatoloških istraživanja mikoza hrasta lužnjaka na različitim lokalitetima.

MATERIJAL I METODE RADA — MATERIAL AND METHODS

Na terenu su utvrđivane bolesti pojedinačnih stabala i stupanj oštećenosti. Za utvrđivanje gljiva uzimani su uzorci iz korijena, debla i grana. Ti su uzorci uzimani u većini slučajeva s oborenih stabala, drvnih ostataka u šumi i panjeva. Sa svakog stabla uzorci su uzimani iz prizemnog dijela, sredine stabala i iz krošnje. Pojedini uzorci uzeti su iz prizemnog dijela stojećih i polusuhih stabala.

Također je sakupljen žir radi utvrđivanja njegova zdravstvenog stanja. Proučavano je i oboljenje lišća.

Istraživalo se na lokalitetima na području Koprivnice, Strizivojne, Vinkovaca, Lipovljana, Zagreba i Turopoljskog luga.

U laboratoriju su obrađeni sakupljeni uzorci radi utvrđivanja i determinacije prisutnih gljiva. Gljive su izolirane u čiste kulture, čije su osobine proučavane u laboratorijskim uvjetima. Radilo se običnim tehnikama i običnim ili složenijim mikološkim metodama prema konkretnim prilikama. Gljive na granama su determinirane direktnim mikroskopiranjem. U nekim slučajevima dijelovi grana držani su u vlažnim petrijevim posudama radi postizanja sazrijevanja gljiva.

Utvrđene i izolirane gljive vrlo su različitog značenja za hrast i različitih parazitskih svojstava. Ovdje ćemo prikazati vrste koje uzrokuju bolest provodnih elemenata i važnije vrste koje izazivaju sušenje grana, odnosno najvažnije vrste koje sudjeluju u sušenju hrastovih stabala.

BOLESTI PROVODNIH ELEMENATA — DISEASES OF THE VESSEL ELEMENTS

Bolesti provodnih elemenata biljaka uzrokuju gljive iz nekoliko rodova, a među njima posebno su značajne vrste roda *Ceratocystis* Ellis et Halsted emend. Bakshi (ceratos — rog, ticalo, cyst — vreća, kesa, torba), sinonim *Ophiostoma* H. et Sydow. Taj rod obuhvaća blizu 100 vrsta, od kojih mnoge dolaze na hrastovima (Glavaš, 1984a). Međutim, od svih *Ceratocystis* (*Ophiostoma*) vrsta

koje dolaze na hrastovima samo manji broj uzrokuje bolesti provodnih elemenata i dovodi do venuća i sušenja hrastovih stabala. Kao uzročnici venuća hrastovih stabala smatraju se ove vrste (Glavaš, 1984a):

Ophiostoma roboris C. Georgescu, J. Teodoru — dolazi u SSSR-u i Rumunjskoj

O. valachicum C. Georgescu, J. Teodoru, M. Bodea — dolazi u SSSR-u, Rumunjskoj i Čehoslovačkoj

O. kubanicum Scz. — Par. — dolazi u SSSR-u

Ceratocystis fagacearum (Bretz) Hunt — dolazi u Sj. Americi i Rumunjskoj

C. longirostellata Bakshi — dolazi na hrastovima u Rumunjskoj i drugim vrstama u SAD-u kao gljiva pavila.

Neki autori (Ševčenko, 1978, Čeremisinov i sur., 1970) ovoj grupi pripisuju i gljivu:

Ophiostoma quercus (Georgev.) Nannf. i vrstu

O. merolinensis (Georgev.) Nannf. (Đorđević, 1930, Spaić, 1974).

Zadnje dvije vrste utvrđene su na hrastovima u našoj zemlji. Različita su mišljenja o patološkim svojstvima tih gljiva. One su u svakom slučaju interesantne, pa im dalje poklanjamo posebnu pažnju.

Ophiostoma merolinensis (Georgev.) Nannf.

Ovu je gljivu Đorđević (1930) pronašao u trahejama hrasta lužnjaka u Merolinu i Zutici 1929. godine. Za promjene u drvu bijeli smatrao je da su nastale kao reakcija živog drva na djelovanje parazita i na njegova toksična svojstva, odnosno da se radi o tipičnom uzročniku bolesti provodnih elemenata hrasta.

Važno je istaći da je Đorđević (1930) na kori i u bjeljici oboljelih hrastova nalazio crne mrlje i smatrao je da su one indikator prisutnosti ove gljive. Na osnovi te tvrdnje na terenu se svojevremeno mislilo da se radi o napadu gljive *O. merolinensis* u slučajevima prisutnosti crnih mrlja na hrastovim stablima. Također se smatralo da je ta gljiva uzrokovala sušenje stabala s crnim mrljama.

Da bi se gornje postavke potvrdile, sakupljen je veći broj uzoraka drva bijeli na čijoj su kori bile prisutne crne mrlje. Uzorci su potjecali s više lokaliteta Podravine i Slavonije. Sakupljeni uzorci su obrađeni u laboratoriju, ali ni u jednom slučaju nije izolirana gljiva *O. merolinensis*. Prema tome ne može se prihvatiti tvrdnja da su crne mrlje na kori i bijeli hrastovih stabala indikator njene prisutnosti. U vezi s tim o ovoj gljivi kao uzročniku provodnih elemenata ne možemo govoriti, osim prihvaćajući Đorđevićevu postavku, za koju nemamo provjera. Naime, ovu gljivu poslije Đorđevića nitko nije pronašao ni izolirao. U mikološkim zbirkama ne postoji kultura ove gljive, pa je i Hunt (1956) tretira na osnovi Đorđevićeva opisa. Čak je pitanje da li ova gljiva po svojoj morfologiji peritecija i askusa, kako je to opisao Đorđević, spada u rod *Ophiostoma* (*Ceratocystis*).

U svakom slučaju za ovom gljivom i dalje će se tragati, pa ukoliko je pronađemo, obavit će se potrebna istraživanja.

Ophiostoma quercus (Georgiev.) Nannf.

Gljivu *Ophiostoma quercus* Đorđević (1926, 1927) našao je u bijeli jednog staroga dubecg hrasta, koja je bila obojena tamnim uzdužnim zonama. Smatrao je da gljiva fiziološki utječe na zdravstveno stanje hrastova i da ima udjela u pojavi sušenja stabala, ali da nije od presudnog značenja za sušenje hrasta. Dao joj je veću važnost kao gljivi plavila bijeli. Kasnije je više autora istraživalo ovu gljivu i nitko nije dokazao da je uzročnik venuća hrastovih stabala (Glavaš, 1984).

S naše strane ta je gljiva opsežno istraživana, što ovdje ukratko prikazujemo.

Utvrđeno je da je gljiva *O. quercus* općenito rasprostranjena u svim hrastovim šumama. Nije odveć česta na stojećim stablima, a ta su stabla polusuha ili suha ili se na njima nalaze mehaničke ozljede. Gljiva naseljava samo one ozljede kod kojih je osigurana visoka i trajna površinska vlaga (npr. jaka zasjena). Ni u jednom slučaju nije utvrđena gdje se vlaga nije mogla stalno zadržavati. Međutim, gljiva je vrlo česta na panjevima, trupcima, ogrjevu i drugim drvnim ostacima u šumi. Vrlo je česta i lako se uočava na poprekim prerezima u drvu bijeli, kojem daje plavkastosiv izgled. Također dolazi na žiru od vremena otpadanja žira nadalje.

Ranijih godina (Glavaš, 1984) gljiva je izolirana iz velikog broja uzoraka drva bijeli i žira s više lokaliteta. U zadnje dvije godine uzorci drva bijeli potječu iz Turopoljskog luga, a žir iz Stupničkog luga.

U laboratoriju je gljiva izolirana u čiste kulture direktnim prenošenjem spora s koremijskim i peritecijama na hranjivu podlogu (krumpir dekstroza (agar), kada su oni već bili razvijeni na drvu. Utvrđeno je da gljiva vrlo brzo raste i u širokom rasponu temperature.

Istraživano je širenje hifa u drvu režući radialne i tangentne presjeke drva bijeli koji su mikroskopirani. Širenje hifa najbolje se moglo pratiti na uzorcima drva na kojima se gljiva dugo razvijala i dobro prorasla elemente drva. Na takvu drvu stanice parenhima i jednorodnih drvnih trakova prorastu brojnim hifama, a dosta rijetko su hife primijećene u prostorima traheja. Kad se gljiva svojim hifama ipak proširi u traheje, u njima nalazi povoljan prostor i uvjete za razvoj micelijskih konidija, koremijskih i peritecija.

Gljivu *O. quercus* neki autori, npr. Ševčenko (1978) i Čeremisinov i sur. (1970), smatraju uzročnikom bolesti provodnih elemenata i time venuća i sušenje hrasta, mada o tome nema čvrstih dokaza. Đorđević (1927) govori da gljiva nalazeći se u provodnim elementima hrasta djelomično ili potpuno začepljuje traheje i time fiziološki utječe na zdravstveno stanje hrastova, te da ima udjela u pojavi sušenja stabala, iako ovo zadnje nije dokazano. Ni u jednom slučaju nalaza gljive u stojećim stablima u lumenima traheja nisu nađeni periteciji ni koremijski koji bi direktno onemogućili kolanje biljnih sokova i doveli do venuća i sušenja stabala. S druge strane u takvim trahejama dolazilo je do razvoja tila koje su djelomično ispunjavale prostore traheja i ometale protok sokova, pa se u tom smislu može pripisati štetnost ovoj gljivi kao uzročniku sušenja hrastovih stabala.

Što se tiče vrlo čestog nalaza ove gljive na mrtvom drvu i na temelju brojnih provjera na prvo je mjesto stavljamo kao gljivu plavila, a tek sekundarno i u ma-

njoj mjeri kao gljivu koja uzrokuje bolest traheja, što ni u kom slučaju ne treba zanemariti. Ovome treba dodati da je gljiva vrlo česta i tokom cijele godine rasprostranjena na ostacima hrastova drva u šumi. Na taj način u šumi je konstantno prisutan jak inokulum za vršenje novih infekcija na ozljedama stabala i žiru. Nadalje je utvrđeno da ona među gljivama prva naseli svjež rez drva bijeli ili ozljedu. Ukoliko gljiva na tim mjestima nalazi dovoljno vlage, brzo se razvije. Prema tome izložena bjeljika hrasta je povoljan supstrat za infekciju i razvoj gljive *O. quercus*. Ako se nakon ostvarene infekcije gljiva uspije razviti na fiziološki oslabljenim stablima, sigurno će ubrzati proces njihova sušenja.

Što se tiče poduzimanja obrane protiv napada ove gljive, jedino je moguće poduzimati mjere za smanjivanje njena inokuluma. U vezi s tim treba prilikom radova u šumi što manje oštećivati stabla i što manje praviti mehaničke ozljede na njima. Nadalje treba što prije izvoziti izrađene sortimente iz šume kako ne bi služili kao supstrat za razvoj gljive. Osim toga na opstanak gljive utječu i prirodni agensi. Naime, u pokusima s kulturama je utvrđeno da su koremiji i periteciji odlična hrana grinjama koje na taj način uništavaju gljivu. Na nekoliko uzoraka drva s razvijenom gljivom *O. quercus* pronađena je i superparazitska gljiva *Gonatobotryum fuscum*, koja ju je također uništavala. Također je utvrđen antagonistički odnos gljive *Trichoderma viride* prema *O. quercus*, što također nije bez značenja.

Ophiostoma sp.

Osim vrste *O. quercus* na hrastovu drvu bijeli na uzorcima iz dva oborena sušca u šumi Leskovac kod Vinkovaca i uzorcima jednog oborenog sušca iz Turapoljskog luga izolirana je još jedna *Ophiostoma* (*Ceratocystis*) sp. U toku su laboratorijska istraživanja izolirane gljive.

UZROČNICI SUŠENJA GRANA — CAUSAL AGENTS OF THE BRANCHES DIEBACK

Na hrastovim granama dolaze mnogobrojne gljive koje crpu hraniva iz kore i drveta. Za neke od tih vrsta je poznato da kod oslabljenih stabala prelaze na patogeni rast i da svojom djelatnošću mogu dovesti do ugibanja grana. Naročito je velik broj gljiva na odumirućim ili odumrlim granama. *B u t i n & K o w a l s k i* (1983) na takvim granama hrasta lužnjaka u SR Njemačkoj utvrdili su 48 vrsta gljiva, od kojih je bilo 75% askomiceta i deuteromiceta, 24% bezidiomiceta i 1% zigomiceta. Oni navode da su neke od tih gljiva naročito česte, a da druge igraju ulogu pratilica. Kod većine gljiva postoji ovisnost o debljini grane. Tanje grane su gotovo isključivo naseljene askomicetima i deuteromicetima, dok baziidiomiceti preferiraju deblje grane. Nadalje neke naseljavaju samo koru, druge naseljavaju koru, ali prelaze i u drvo, a treće dolaze samo u drvu.

U našim istraživanjima na granama hrasta lužnjaka utvrdili smo također velik broj gljiva, od kojih ovdje navodimo najvažnije i najčešće vrste.

Colpoma quercinum (Pers. ex Saint Amans) Wallrr.

Sinonimi: *Clithris quercina* (Pers. ex Saint Amans) Karst. i drugi
(Darker, 1967)

Colpoma quercinum je vrlo rasprostranjena gljiva u hrastovim šumama. Utvrđena je na velikom broju tanjih grana hrasta lužnjaka i kitnjaka u Turopoljskom lugu, Maksimiru i na širem području oko Nove Gradiške. U svim slučajevima nalaza na inficiranim granama bio je prisutan velik broj plodnih tijela gljive, a ponekad je cijela grana bila prekrivena za tu gljivu tipičnim plodnim tijelima. Butin & Kowalski (1983) svojim su istraživanjima također utvrdili da je to najčešća i najvažnija gljiva kore i čistač hrasta od grana. Ona preferira tanke grane do 2 cm debljine. Također dolazi i na vrhovima mladih hrastića.

Kora zaraženih grančica i mladih stabalaca poprimi crvenkastomedu boju, zatim odumiru zaraženi dijelovi i oni postaju bjelkasti. Na osnovi takva procesa bolesti i razvoja simptoma bolesne grane se jasno razlikuju u zelenoj krošnji drveća i dobro se primjećuju i izdaleka.

Na odumrlim granama ljeti nastaju meke do 0,5 mm velike piknide gljive (Sokolov, 1976). Gljiva je manje poznata po svom nesavršenom stadiju koji nosi naziv *Constroma didymum* (Butin & Kowalski, 1983). U jesen se na tim mjestima mogu vidjeti tamne linije na kojima se kora izdigne. Tu nastaju pustule raspoređene popreko ili koso na grani. Ta izdignuća predstavljaju apotecije gljive. Oni se potpuno razviju obično druge godine poslije oboljenja grane (Sokolov, 1976). Prema našim istraživanjima apoteciji i askospore sazrijevaju u ranom proljeću, ali su u tom pravcu potrebna detaljna istraživanja. Kada su apoteciji razvijeni, lako se uočavaju na bolesnoj grančici i služe kao dijagnostički znak prisutnosti gljive. Za vlažna vremena otvaraju se širokom pukotinom izlažući zelenkastožuti himenijalni sloj, koji se sastoji iz kijačastih askusa i nitastih bezbojnih parafiza među njima. Ševčenko (1978) navodi da za suhog vremena apoteciji ponekad ispadnu čitavi, a na granama ostaju samo udubljenja. Infekcija se vrši askosporama, koje prodiru kroz mehaničke ozljede kore.

Nedvojbeno je da gljiva *Colpoma quercinum* uzrokuje bijelu trulež drva grančica i grana. Oboljela grana brzo truli i ugiba. Međutim, u literaturi postoje različiti podaci i mišljenja o patogenosti i štetnosti ove gljive. Tako Butin & Kowalski (1983) prihvaćaju Negerovo & Dawsonovo (1907) mišljenje da ova gljiva prodire u zdravo tkivo kore. Oni to prihvaćaju na osnovi rezultata svojih istraživanja kada su utvrdili da ta gljiva prva naseljava grane, i to ona tkiva koja ranije nisu napadnuta niti su nekrotizirala. Rhode (1936) upozorava da je potrebna predispozicija stabla za napad ove gljive. Damski & Kowalski (1983) nalazili su je samo na mladim hrastovima koji su biti oštećeni imisijama ili su oslabili od mraza (cit. po Butinu & Kowalskom, 1983). Ševčenko (1978) smatra da *C. quercinum* igra korisnu ulogu čisteći stablo od grana, ali da se ne smije dopustiti da u šumi dođe do uvjeta koji potiskuju razvijanje hrasta. Isto tako Butin & Kowalski (1983) ističu da se *C. quercinum* može označiti kao najvažniji i najkorisniji čistač grana hrasta, pri čemu se njena uloga prije svega odnosi na razgradnju drveta. Cech (1987) ipak smatra da gljiva ubrzava odumiranje izbojaka i grana.

Sve navedeno možemo uzeti kao valjane činjenice. Pogotovo se može prihvatiti da je potrebna predispozicija stabala za napad gljive i razvoj bolesti. S druge

strane ne smije se nikako zanemariti činjenica koju smo utvrdili na većem broju hrastova da ta gljiva dolazi na mladim izbojcima koji zapravo nose glavninu lišća krošnje. To treba stalno imati u vidu, jer ugibanjem tih grančica krošnja ostaje bez velikog broja listova. Na taj način u cjelini je smanjen asimilacijski aparat stabla, što za fiziološki oslabljeno stablo (pod djelovanjem različitih faktora) ili oštećenu krošnju može biti presudno za sušenje cijeloga hrasta. Promatramo li gljivu s te strane, ona znatno dobiva na značenju kao jedan od mnogobrojnih štetnih faktora za hrast.

Fusicoccum quercus Oudem.

Na hrastovima dolazi nekoliko *Fusicoccum* vrsta, kao npr. *F. advenum* (Sall.) Died., *F. asperum* (Bonard.) Berl. et Vogl., *F. testudo* v. Höhn., *F. noxium* Ruhl, *F. quercinum* Sall. i *F. quercus* Oudem. (Migula, 1921). Sve te vrste dolaze na kori grana hrasta.

Mi smo *F. quercus* utvrdili sporadično na više lokaliteta, a u šumi »Orljak« — Strizivojna otkrivali smo je često. Gljivu smo nalazili na djelomično suhim granama s još živom korom. Na oboljelim granama oštećen je kambij, pa su se zato sušile grane. Butin & Kowalski (1983) navode da se *F. quercus* kao sumnjiva fitopatološka gljiva za hrastove grane može staviti na prvo mjesto. Oni nadalje navode da gljiva uzrokuje ograničene nekroze na kori 2—5-godišnjih hrastova i da su za njen napad potrebni određeni uvjeti (npr. smanjenje vode u tlu) od kojih hrast doživi stres. Mi smo također gljivu nalazili na staništima hrasta sa smanjenom količinom vode. Zato se može smatrati da *F. quercus* izaziva odumiranje grana i time ubrzava proces sušenja fiziološki oslabljenih hrastovih stabala.

Coryneum depressum Schmidt ex Steudel

Sutton (1975) u svojoj studiji detaljno je obradio rod *Coryneum* i srodne rodove, pa i *Coryneum* vrste koje dolaze na hrastovima. On čak daje poseban ključ za determinaciju *Coryneum* vrsta na hrastovima. Prema tome ključu na hrastovima dolaze ove *Coryneum* vrste: *C. megaspermum* Syd., *C. depressum* Schmidt ex Steudel, *C. elevatum* (Riess) Sutton, *C. japonicum* (Sacc.) Sutton, *C. neesii* Sutton i *C. umbonatum* Nees ex Steudel. Od tih vrsta na hrastu lužnjaku, prema istom autoru, dolaze *C. depressum* i *C. umbonatum*. Obje vrste utvrđene su i s naše strane, zbog čega ih i prikazujemo.

C. depressum je evropska vrsta koja osim na lužnjaku dolazi i na nekoliko drugih vrsta hrastova u gotovo svim zemljama Evrope. Iako se u literaturi ne nailazi na podatke o štetnosti ove gljive, smatramo da ima određeno patološko značenje. Naime, mi smo ovu gljivu nalazili na polusuhim i suhim granama hrasta lužnjaka debljine do nekoliko centimetara. Utvrdili smo je na više lokaliteta u Slavoniji i u Turopoljskom lugu. Upravo nalaz gljive na polusuhim hrastovima i još živim granama upućuje na to da ona utječe na brže sušenje napadnutih grana.

Druga vrsta, *Coryneum umbonatum*, spada u veoma poznate *Coryneum* vrste na velikom broju hrastova u Sj. Americi i Evropi. Ona je u svim našim slučajevima utvrđena na suhim granama, pa joj kao patogenoj vrsti ne dajemo važnost.

ZAKLJUČAK — CONCLUSION

Među mnogobrojnim uzročnicima sušenja hrasta lužnjaka značajno mjesto zauzimaju patogene gljive. Tokom višegodišnjih istraživanja nastojali smo utvrditi koje sve gljive dolaze na hrastovim stablima i kakvo je njihovo značenje. U svim slučajevima nalaza gljiva redovito se radilo o fiziološki oslabljenim stablima ili smo ih nalazili na polusuhim i već suhim stablima i na mehaničkim ozljedama.

U radu su tretirane samo neke značajnije gljivične vrste. O drugim gljivama koje smo utvrdili ovdje se ne govori, jer su manjeg značenja kao paraziti i rjeđe su utvrđene, ili se radi o saprofitskim vrstama na mrtvim tkivima kore i grana.

Što se tiče vrlo česte prisutnosti mednjače, *Armillariella mellea* (Vahl. et Fr.) Karst., na sušcima hrasta, za nju bi trebala posebna studija, a ista se potreba nameće i za mikoze žira.

Uzročnici venuća hrasta posebno su istraženi i ovdje tretirani iz više razloga. Naime, poznato je da među *Ophiostoma* (*Ceratocystis*) gljivama postoje vrlo patogene vrste koje uzrokuju bolest provodnih elemenata i koje izazivaju katastrofalna sušenja pojedinih vrsta drveća, kao npr. brijesta, platane, hrasta i dr. Sama činjenica da su na hrastu lužnjaku u nas ranije utvrđene *Ophiostoma* gljive zabrinula je stručnjake. Bojazan je bila pojačana zbog sudbine koju je doživio brijest zbog holandske bolesti, što je svima poznato. Stoga smo istraživali *Ophiostoma* gljive na hrastovima.

Danas nam je poznato da je *O. quercus* veoma rasprostranjena u hrastovim šumama, ali nije agresivna kao ona na brijestu. Ona dolazi na fiziološki oslabljenim stablima koja su predisponirana za sušenje, a gljiva taj proces može samo ubrzati. Ovu vrstu na prvom mjestu smatramo gljivom plavila. Druga vrsta, *O. merolinensis*, nije pronađena. Treća, još nedeterminirana vrsta je u obradi, pa ćemo o njoj govoriti kada završe istraživanja.

U drugom dijelu rada govori se o gljivama na granama hrasta. Na granama je utvrđen velik broj gljiva. Sve te gljive u većoj ili manjoj mjeri uzrokuju sušenja grana, ali također fiziološki oslabljenih stabala. Među tim gljivama vrsta *Colpoma quercinum* zauzima značajno mjesto jer uništava izbojke koji nose glavninu lišća, pa krošnja ostaje bez velikog broja listova te se stabla suše. Naši nalazi gljive slažu se s navodima u literaturi da njenom napadu prethodi fiziološka slabost stabala.

Fusicoccum quercus i *Coryneum depressum* značajne su jer dolaze na još živući kori debljih grana i vode ka njihovu sušenju.

Općenito se može reći da gljive na hrastu dolaze na fiziološki oslabljenim stablima. Na jednom stablu istovremeno je više vrsta gljiva, koje udruženim djelovanjem ubrzavaju proces sušenja stabla. Direktno mjere borbe protiv gljiva nemoguće je provoditi u hrastovim sastojinama. Jedino ostaje da se uzgojnim mjerama podržava što je moguće bolja kondicija i vitalnost stabala. Vitalna stabla će biti sposobna svojim obrambenim reakcijama da se suprotstave napadu gljiva i razvoju bolesti.

LITERATURA — REFERENCES

- Butin, H. & T. Kowalski, 1983: Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen II. Die Pilzflore der Stieleiche (*Quercus robur* L.). Eur. J. For. Path. 13:428—439.
- Cech, T., 1987: Eichensterben in Ostösterreich — Entwicklung, Ursachen, Massnahmen. Der Pflanzenarzt, Pflanzenschutz 11—12:5—7.
- Čeremisinov, A. A., S. F. Negruckij & I. I. Leškovecva, 1970: Griby i gribnye bolezni derev'ev i kustarnikov. Izd. »Lesnaja promyšlennost'«, Moskva.
- Darker, G. D., 1967: A revision of the genera of the *Hypodermataceae*. Can. J. Botany 45:1399—1444.
- Đorđević, Đ., 1926: *Ceratostomella quercu* n. sp. Comptes rendus Acad. des Sciences 183:759—761. (R. A. M., 6, 198/199).
- Đorđević, P., 1927: *Ceratostomella quercus* n. sp. nov. parazit na slavonskom hrastu. Izdanje Ministarstva šuma i rudnika, 9 str., Beograd.
- Đorđević, P., 1930: Bolest slavonskih hrastova *Ceratostomella merolinensis* n. sp. Izdanje Instituta za naučna šumarska istraživanja, 31 str., Beograd.
- Glavaš, M., 1984: Prilog poznavanju gljive *Ophiostoma quercus* (Georgev.) Nannf. u našim hrastovim šumama. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje br. 1:63—94.
- Glavaš, M., 1984a: *Ceratocystis* (*Ophiostoma*) gljive na hrastovima. Šumarski list 108: 505—514.
- Hunt, J., 1956: Taxonomy of the Genus *Ceratocystis*. Lloydia 19:1—58.
- Migula, W., 1921: Kryptogamen- Flora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz. Band III. Pilze. 4. Teil. 1. Ableitung. Fungi imperfecti. Hugo Bermühler, Berlin.
- Rhode, T., 1936: Beitrag zur Kenntnis einer krebsartigen Eichenkrankheit und ihrer Pilzflora. Mitt. Forstwirt., Forstwiss. 7:63—116.
- Sokolov, I., 1976: Poglavlje u knjizi Zizn' rastenij, 2 griby. Izdanje »Prosveščeniye«, Moskva.
- Spaić, I., 1974: O sušenju hrastika. Šumarski list 98:273—284.
- Sutton, B. C., 1975: *Coelomycetes*. V. *Coryneum*. Mycological Papers, No. 138. Com. Myc. Inst. Kew, Surrey, England, 224 pp.

Adresa autora:

Šumarski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Katedra za zaštitu šuma
41001 Zagreb, pp. 178

MILAN GLAVAŠ

PHYTOPATHOLOGICAL INVESTIGATIONS
OF CAUSAL AGENTS OF PEDUNCULATE
OAK DIEBACK (*QUERCUS ROBUR* L.)*S u m m a r y*

Pedunculate oak drying has been present in our country for many years. Recently disastrous dryings appeared on certain localities. Investigations have found the cause in numerous abiotic and biotic factors which act synchronized. Among the biotic factors certain part is played by many fungi appear on physiologically weakened trees. The work speaks about some of these fungi.

The first part of the work speaks about causal agents of vessel elements diseases of the oak. It generally deals with *Ophiostoma* (*Ceratocystis*) group of fungi which have caused wilt and drying of oak trees in the world. *Ophiostoma merolinensis* which is considered to cause oak wilt in our country hasn't been found in our investigations. *Ophiostoma quercus* is very common fungus in oak forests. It is very common on dead wood but on standing physiological weakened trees it comes less frequently.

The second part of the work deals with causal agents of branch drying. *Colpoma quercinum* is very common and important because it causes drying of twigs carrying the majority of leaves. That's how the crown remains without large number of leaves which leads to faster drying of the tree. Other fungi such *Fusicoccum quercus*, *Coryneum depressum* and some other appear on thicker branches and lead to their drying.

MIROSLAV HARAPIN

UTJECAJ DEFOLIJACIJE NA SUŠENJE HRASTOVIH NIZINSKIH ŠUMA

INFLUENCE OF DEFOLIATION ON FOREST DIEBACK OF LOWLAND OAK FORESTS

Primljeno: 20. I. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

U radu je obrađena problematika sušenja šuma, defolijatora i suzbijanja defolijatora u SR Hrvatskoj. Sušenja nastaju kada dođe do koincidencije nepovoljnih biotskih (insekti, gljive) i abiotskih (vodozračni režim, klima, antropogeni utjecaji, imisije) čimilaca. Defolijacija može biti inicijalni ili terminalni faktor. Suzbijanjem defolijatora može se spriječiti fiziološki poremećaj kod drveća. Suzbijanja se provode u žarištima najjačeg napada insekata i u ekonomski najvrednijim šumama. Navedeni su najvažniji defolijatori u nizinskim hrastovim šumama: hrastovi savijači, hrastove ose listarice, mrazovci, zlatokraj i gubar. Suzbijanje defolijatora, odnosno sprečavanje golobrsta samo je zadnja logična mjera u nizu intervencija čovjeka u šumi.

Ključne riječi: sušenje šuma, defolijacija, suzbijanje, biotski i abiotski čimnici, fiziološki poremećaji, defolijatori nizinske hrastove šume.

UVOD — INTRODUCTION

Sušenje šuma je težak i zabrinjavajući fenomen. To najbolje pokazuje porast svijesti o vrijednosti i ulozi šuma. Možemo reći da je sušenje šuma ekopatološka pojava s naglašenom koneksijom antropogenog utjecaja. Smatra se da šume pripadaju najbolje očuvanim kopnenim prirodnim ekosistemima, no izuzev male nepristupačne površine današnje šume imaju obilježje kultiviranih sredina i zbog jakog utjecaja čovjeka sve više sličje agroekosistemima. Šume su dosada bile toliko pod utjecajem da ne možemo dalje bez intervencije. Tehnički i tehnološki napredak sve više ugrožava šume. Šume su previše podređene ekonomskom interesu. Na mnogim lokalitetima uskoro ćemo imati takvo stanje s obzirom na sušenje da nam neće biti cilj proizvodnja drva, već će glavni cilj biti da šuma kao organizam živi i funkcionira.

Sušenje šuma u SR Hrvatskoj ima epidemijski karakter. Već unatrag nekoliko desetljeća registrirana su sušenja pojedinih vrsta šumskog drveća na velikim površinama. Suši se hrast lužnjak. Brijest je nestao iz naših šuma. Jela se masovno suši. Pitomi kesten je ugrožen od raka kestenove kore. Suši se jasen, lipa i bukva. Zapažena su sušenja smreke, borova i ostalih šumskih vrsta drveća. Sušenjem su obuhvaćene ekonomski najvažnije vrste.

SUŠENJE ŠUMA — DIE-BACK

Područje naših šuma zbog geografskih položaja i raznolikosti u reljefu i klimi ima veoma složenu problematiku zaštite šuma, složeniju nego što imaju ostale zemlje Evrope.

Od četinjača iznosimo samo problem sušenja jele. Epidemijsko sušenje jele u Gorskom kotaru na lokalitetu Mlaka u Fužinama započelo je 50-ih godina. Jela je tu na rubu svog južnog areala rasprostranjenosti bila jako napadnuta i ugrožena od moljca jelovih iglica (*Argyresthia fundella* F. R.). Provedeno je avio-suzbijanje. Jelin moljac je bio primarni faktor, sekundarni su bili suša i način gospodarenja, a termalni imisije (A n d r o i ć, 1978).

U nizinskim hrastovim šumama najugroženiji je hrast lužnjak i jasen. Godine 1910. počeo se u Slavoniji sušiti hrast lužnjak. To se sušenje većim ili manjim intenzitetom nastavlja do danas. Unatrag nekoliko godina sušenje poprima sve veće razmjere i možemo govoriti o epidemijskom sušenju i ugibanju hrasta lužnjaka.

Hrast spada među vrste drveća s relativno velikim brojem štetnika iz klase insekata. On je u odnosu na ostale šumske vrste najugroženiji. Gubar (*Lymantria dispar* L.) najvažniji je štetnik hrasta. Pojava gubara u našim nizinskim šumama prati se već duže od jednog stoljeća. Do unatrag 10-ak godina gubar je bio glavni defolijator u nizinskim hrastovim šumama. Zadnja gradacija gubara bila je u Kalju (Šumarija Lekenik) od 1981 do 1984. god., gdje je 1982/83. bila totalna defolijacija na velikoj površini. Gubar se je javljao u pravilnim ciklusima, gradacije su trajale 3—5 godina, a latenca između njih 2—4 godine. Prema S c h w e r d f e g e r u (1970) gradacije su kontinuirane, kontraktivnog tipa. Sada prenamnoženoga gubara ima samo mjestimično u takozvanim žarištima, premda se posvuda može naći. Najnoviji podaci pokazuju da je gubar u laganoj progradaciji. Inače na Jadranu imamo na nekoliko lokaliteta (Cres, Zadar, Silba, Split, Pelješac) velike golobrste.

Štetnici nizinskih hrastovih šuma jesu: hrastovi savijači, a najzastupljeniji je zeleni hrastov savijač (*Tortrix viridana* L.); mrazovci, veliki i mali (*Eranis defoliaria* Cl., *Operophtera brumata* L.); hrastove ose listarice (*Apethymus abdominalis* Lep., *A. braccatus* Gmel.) i zlatokraj (*Euproctis chrysorrhoea* L.). Ima još čitav niz defolijatora koji dolaze mjestimično u nizinskim šumama, ali se masovno ne pojavljuju: hrastov četnjak (*Thaumetopoea processionea* L.), kukavičji suznik (*Malacosoma neustria* L.) i drugi.

Hrastov savijač je počeo zauzimati prvo mjesto i ne samo u nizinskim hrastovim šumama nego i u Istri, Primorju i Dalmaciji.

Mrazovci su oduvijek prisutni u našim šumama, ali nikada ranije nije registrirana njihova prenamnoženost kao što je to bilo kod gubara. Od 60-ih godina mrazovci su eskalirali u defolijatore prvoga reda. Negdje u tom periodu mrazovci su uzeli primat gubaru kao najvećem štetniku hrasta. Gubara je bivalo sve manje a mrazovaca sve više. Prema podacima DPS mrazovci u nizinskim hrastovim šumama u 1986. god. prvi put nakon dugog niza godina nisu se nigdje pojavili u kritičnom broju.

Hrastova osa listarica pojavila se je u šumama na području Siska oko 1911. god. Sredinom 50-ih god. registrirana je u šumama Petrinje i Lipovljana. Napad je bio veoma jak. Danas su hrastove ose listarice značajni štetnici u nizinskim

hrastovim šumama. Na području Popovače prije dvije godine nakon aviosuzbijanja palo je na kontrolnu ploču (1 m²) 612 pagusjenica osa listarica.

Zlatokraj dva puta godišnje napada lišće hrasta. Kako je tipičan polifag kao i gubar hrani se lišćem i ostalih listača. U proljeće kao rani štetnik napada pupove i mlado lišće, jer prezimi kao gusjenica u zaprecima od suhog lišća na vrhu krošnje hrastovih stabala. U toku ljeta nova generacija mladih gusjenica skeletizira lišće. Tako je 1982/83. god. u Hrvatskoj registriran napad zlatokraja na 86.000 ha. I on ima svoja žarišta. Te godine kod Starih hrastova Š. g. Nova Gradiška nakon tretiranja palo je 508 gusjenica/m².

SUZBIJANJE — CONTROL

Do 1950. god. gubar se u nas suzbijao mehanički bilo da su se premazivala jajna legla ili su se uništavale gusjenice. Nakon toga u Jugoslaviji je uvedeno kemijsko aviosuzbijanje štetnika u šumama. Ispitivan je način aplikacije i efikasnost dodirnih insekticida iz grupe kloriranih ugljikovodika. Tako je DDT imao goleme prednosti u odnosu na klasične insekticide. U ono vrijeme nisu poznata negativna svojstva DDT-a na ekologiju i fiziologiju. 1972. godine zabranjena je upotreba ili je ograničena primjena organoklornih insekticida samo za šume u Jugoslaviji. Metoda toplog aerosola omogućila je primjenu svega 3 l/ha 15%-tnog preparata, t. j. 450 g aktivne supstancije/ha.

Kasnije su gubara i navedene defolijatore suzbijali s Dipterexom i Avisolom DM (Dipterex + Malation). Pokusno je suzbijano bakterijskim preparatima (Baktukal, Dipel, Thuricide), Dimilinom i Decisom.

Biopreparati nisu dali zadovoljavajuće rezultate u nizinskim šumama. Dimilinom nisu također postignuti zadovoljavajući rezultati jer je to larvicid, odnosno inhibitor metamorfoze presvlačenja pa se kao i biološki preparati mora aplicirati na razvijeno lišće, a djeluje usporeno sa zakašnjenjem od barem nekoliko dana u odnosu na dodirne insekticide. Osim toga postoji problem fenološke heterogenosti listanja kod hrasta (rani, kasni hrast). Decis (piretroid-deltametrin) pokazao se vrlo efikasan. Njime se postižu odlični rezultati od samo 5 g aktivne supstancije/ha. Piretroidi kao i ostali kontakti insekticidi su s ekološkoga gledišta nepovoljni jer imaju univerzalno insekticidno djelovanje (politoksičnost).

DDT je jednom bio veliko otkriće, kasnije uspješan insekticid i napokon zabranjen. Ta priča sa sredstvima za preventivnu i represivnu zaštitu i danas se ponavlja ne samo u šumarstvu nego i u poljoprivredi, veterini, medicini itd.

Efikašni načini suzbijanja koje šumarska operativa traži, osobito s politoksičnim insekticidima, u suprotnosti su sa suvremenom ekologijom i zato se sve više primjenjuju biološke metode, razni inhibitori razvoja, feromoni, anti feromoni, genetičke i druge metode.

DEFOLIJACIJA — DEFOLIATION

Zelimo naglasiti utjecaj defolijacije na sušenje drveća, odnosno šuma. Kad nema lišća, stabla ne mogu podizati vodu u krošnju, a s druge strane nastaje poremećaj u prehrani i prirastu zbog nedostatka produkata asimilacije. Tada nastupa stanje fiziološkog poremećaja, a to je predispozicija za sušenje.

Prema H u b e r u (1941) hrast, brijest, jasen i kesten provode vodu samo trahejama zadnjega goda. To je vrlo uska zona. Zato su navedene vrste veoma osjetljive kad ih poslije golobresta napadnu gljive (traheomikoze), pa sušenje nastupa veoma brzo.

Od velikog broja istraživača koji su se bavili defolijacijom u vezi s priraštom, sušenjem ili poremećajem šumskog ekosistema spominjemo: A n d r o i ć a, C a m p b e l l a, K l e p c a, M a r c u a, S p a i ć a.

A n d r o i ć (1978) je ukazao da defolijacija dovodi do ozbiljnog poremećaja ekološke ravnoteže. Prema istom autoru biološke i fiziološke posljedice defolijacije sastoje se u poremećaju protoka energije, kruženja materije, fotosinteze, asimilacije, transpiracije, mikroklima, kompozicije flore i faune, mikrobiološke aktivnosti, mineralizacije organske materije, uroda žira. Floristička, faunistička i mikrobiološka kompozicija u šumskom ekosistemu mijenja se kvantitativno i kvalitativno na tlu i u tlu.

Gh. M a r c u et al. (15 koautora) daju dosada najiscrpniji materijal o problematici sušenja hrasta. U Rumunjskoj se od 1,200.000 ha hrastovih šuma sušenje javilo na 40.000 ha. Intenzivno se istraživalo od 1957. do 1961. god. Ovdje navodimo tri zaključka istraživanja koji se odnose na defolijaciju:

1. Golobrest smanjuje visinski, debljinski i volumni prirast. Jednokratni golobrest smanjuje prirast za 40%, a dvostruki za 60%. Kod idućega golobresta smanjuje se prirast 50 i 75%. Brzina protoka u drvu smanjuje se 10—15%. Dvostruki godovi su uvijek posljedica defolijacije.

2. Defolijacije djeluju na poremećaj biokemijskih i fizioloških procesa u stablu. Nakon jedne defolijacije ugiba 10% stabala, poslije druge 70%. Ako nastupi i treća defolijacija, ugiba do 93% stabala.

3. Defolijacija i napad pepelnice i posredne i neposredne posljedice koje iz toga izlaze jedan su od bitnih faktora u procesu sušenja hrasta. Naglo sušenje uzrokovano je uzastopnim defolijacijama. Mnogi abiotski i biotski faktori dovode do sušenja. Među njima defolijatori imaju primarno značenje.

Ključni uzrok sušenja je koincidencija defolijacije i nepovoljnog vodozračnog režima u tlu uz ostale nepovoljne biotske (gljive) i abiotske činioce (klima, imisije, antropogeni utjecaji).

U nizu faktora koji uzrokuju sušenje hrastovih šuma totalna defolijacija ima inicijalni karakter. Velika sušenja su se u nas javila na površinama gdje su bila žarišta više uzastopnih defolijacija (Evin buđak, Ilijina greda, Brezovica na području Š. g. Sisak). Isto tako totalna i parcijalna defolijacija može biti dodatna karika u lancu drugih uzročnika (stres od defolijacije u Kalju, Š. g. Sisak, 1982/83). Defolijacija je često terminalni faktor.

Specijalisti ekolozi, pedolozi, hidrolozi i dr. dat će odgovore koje težine su ostali faktori i na koji način se mogu spriječiti ili eliminirati. Mi dakle možemo eliminirati barem jedan faktor rizika, a to je defolijacija.

Pogrešno je mišljenje da defolijacija slijedi poslije fiziološkoga poremećaja. Defolijatori su tipični primarni štetnici i hrane se lišćem zdravih stabala, dakako i bolesnih. Ako dođe do golobresta u poremećenom šumskom ekosistemu, onda defolijacija može biti terminalni faktor.

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK — DISCUSSION AND CONCLUSION

Defolijacija je nezaobilazan činilac u procesu epidemijskog sušenja i ugibanja šuma.

Opće je poznato da represivne mjere imaju dobre i loše strane. Tako npr. i promjena vodnog režima u sadašnjem postojećem stanju neće dati samo dobre rezultate za sve uvjete i za sve vrste šumskog drveća. Mora se pritom imati na umu kompliciran i skup sistem navodnjavanja i odvodnjavanja s veoma zagađenom vodom, a da ne spominjemo one uzročnike sušenja koje zasada ne možemo eliminirati.

Stručnjaci koji snose dio odgovornosti za defolijaciju pa provode preventivne i represivne mjere nisu oduševljeni kemijskim suzbijanjem. Ovdje moramo naglasiti da oni znaju da je šuma kao filter toliko pod utjecajem antropogenih faktora i saturirana imisijama da su rezidui koji ostaju poslije tretiranja u šumama zanemarivi i da se mogu iskazati u dijelovima promila u kvantitativnom i kvalitativnom odnosu prema poljoprivredi, odnosno hrani koju dnevno konzumiramo.

Šumu ne gledamo kao na zdrava čovjeka koji je obolio od prehlade pa se razmišlja da li uzeti aspirin ili ne. Šuma je na nekim lokalitetima kao težak bolesnik kojeg više ne možemo izliječiti, ali mu možemo produžiti život. Za šumu je to s obzirom na potrajnost gospodarenja i obnovu veoma važno. Nije svejedno koliko ćemo sušaca sjeći odjednom ili kroz duži niz godina.

Moramo prihvatiti stvarnost. Više ne možemo čekati da se šuma sama obnovi nakon uzastopnih totalnih ili parcijalnih brštenja. Kemijsko suzbijanje je nužno zlo. Provodi se samo u žarištima najjačeg napada defolijatora i u najvrednijim šumama. Za uspješno biološko suzbijanje nedostaju sredstva i kadrovi. Suzbijanje je samo zadnja logična mjera u nizu intervencija čovjeka u šumi.

LITERATURA — REFERENCES

- Androić, M., 1978: Entomološki faktor u lancu uzroka koji dovode do poremetnje ekološke ravnoteže u šumskim ekosistemima. Šum. list 102 (11—12):458—464, Zagreb.
- Campbell, R. W., 1979: Gypsy moth: Forest influence. U. S. Forest Servis, Agricultural Information Bulletin 423, Washington.
- Huber, B., 1941: Pflanzenphysiologie. Leipzig.
- Klepac, D. & I. Spaić, 1965: Utjecaj nekih defolijatora na debljinski prirast hrasta lužnjaka, Šum. list 89 (3—4):93—101, Zagreb.
- Marcu, Gh. et al. 1966: Studiul cauzelor si al metodelor de prevenire si combatere a uscarii stejarului. Institutul de cercetari forestiere, Bucuresti.
- Schütt, P., 1983: So stirbt der Wald. München.
- Schütt, P., 1984: Der Wald stirbt an Stress. München.
- Schwerdtfeger, F., 1970: Die Waldkrankheiten. Paul Parey, Hamburg.
- Spaić, I., 1974: O sušenju krastika. Šum. list 98 (7—9):273—284, Zagreb.
- ***, 1985: Regards sur la santé de nos forêts. Revue forestiere Francaise, Numero special, Nancy.

Adresa autora:

Šumarski institut Jastrebarsko
41420 Jastrebarsko

MIROSLAV HARAPIN

INFLUENCE OF DEFOLIATION ON FOREST
DIEBACK OF LOWLAND OAK FORESTS*Summary*

The dieback of forests in SR Croatia is of epidemiological character. The dieback of particular forest tree species dates from a few decades back in the past. Pedunculate oak dies back, elm has disappeared from our forests. There is a large scale die back of fir. Chestnut is endangered by chestnut blight. Ash, lime, beech die back and recently spruce and pine have begun to die back.

Pedunculate oak is the most threatened species in lowland oak forests. Lowland oak forest pests are the following: oak tortrix (*Tortrix viridana* L.) winter moth (*Erannis defoliaria* Cl., *Operophtera brumata* L.) oak sawflies (*Apethymus abdominalis* Lep., *A. braccatus* Gmel.) and brown-tail moth (*Euproctis chrysorrhoea* L.). There are, from time to time oak processionary moth (*Thaumetopoea processionea* L.), tent caterpillar (*Melacosoma neustria* L.) and others. Gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) is for some years in latency.

Pest control has been carried out by 15% DDT preparations up to few years ago. 3 l per ha, i. e. 450 g of active ingredient per ha has been applied by not air-craft fogging. The following preparations have been used after that: Dipterex, Avisol DM (Dipterex + Malation), Dipel, Thuricide, Dimilin and Decis. Biological preparations and Dimilin did not offer satisfactory effects. Decis provides excellent effects with just 5 g of active substance per ha.

Defoliation is an inevitable factor in a process of epidemiological forest dieback and decay. The main cause of dieback is a coincidence of defoliation and unfavourable air-water regime of soil together with other unfavourable biotic (fungi) and abiotic factors (climate, anthropogenous influences, immissions). Defoliation can be initial or terminal factor in a complex process of forest dieback.

IVAN ĐURIČIĆ

ŠUMSKO UZGOJNE KARAKTERISTIKE HRASTA KITNJAKA (*QUERCUS PETRAEA* LIEBL.) NA KALNIKU

SILVICULTURAL CHARACTERISTICS OF THE KALNIK SESSILE-FLOWERED OAK

Primljeno: 28. III. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Autor je dao prilog poznavanju šumskouzgojnih karakteristika hrasta kitnjaka i sastojina koje on tvori. Imajući u vidu dosadašnje gospodarenje dat je prijedlog načina gospodarenja s kitnjakovim šumama na Kalniku. Primjenjeni su načini i intenziteti proreda koje prema autoru ne narušavaju strukturu sastojina i prirast. Iznešen je stav o utjecaju zahvata prorede na kvalitet i vrijeme prirodne regeneracije sastojina. Određen je turnus procjeđivanja s obzirom na prirast, etat prorede i ekonomičnost iskorišćenja drvene mase.

Ključne riječi: uzgajanje šuma, njega šuma, prorede, turnus prorede, biološka svojstva, ekološki zahtjevi, prirast, prirodno pomlađivanje, struktura sastojine.

UVOD — INTRODUCTION

Kalnička gora je jedna od najljepših planina sjeverozapadne Hrvatske. Ovaj pejzaž ispresijecan stotinama parcela i klijeti, koje su ovdje činilac života, stvara dojam savršene ljepote i sklada čovjeka i prirode. »Danas se te kvalitete zaboravljaju i nova arhitektura donesena civilizacijom djeluje strano i nametnuto tom ambijentu i načinu života koji se još uvijek nije u biti promijenio. Ako bismo htjeli preko arhitekture stvarati i odgajati, onda bi predašnje kvalitete trebalo poštivati, prenijeti u novi način građenja, ponegdje prema potrebi korigirati ili nadopuniti« (Zlatić & Koretić, 1970).

Planina Kalnik je prirodno nalazište hrasta kitnjaka, koji ovdje vrlo dobro uspijeva, te tvori čiste i mješovite sastojine.

Naša istraživanja šumskouzgojnih karakteristika hrasta kitnjaka obavljena su u centralnom dijelu Kalnika u šumama šumarije Ludbreg i Križevci. Mada je to područje Kalnika vrlo rano naseljeno i vidljiv je jak utjecaj čovjeka, pisanih podataka o vegetaciji Kalnika ima vrlo malo.

Prema uređajnim elaboratima na Kalniku su zastupljene ove autohtone i alohtone vrste drveća:

- Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) 60%
- Hrast kitnjak (*Quercus petraea* Liebl.) 20%
- Obični grab (*Carpinus betulus* L.) 10%
- Tvrde i meke listače 5%
- Četinjače 5%.

Listače čine uglavnom prirodne sastojine koje pokrivaju 90% površine Kalnika, a četinjače koje je unio čovjek pokrivaju svega 10% površine. Unošenje četinjača u šume Kalnika počelo je već početkom 19. stoljeća, a posebno u šume čiji su vlasnici bili Zagrebački kaptol, razni feudinci i velikoposjednici, koji su prirodne sastojine posjekli, te umjesto njih unijeli četinjače.

Različito vlasništvo šuma na Kalniku uvjetovalo je i različite načine gospodarenja.

Danas su najljepše prirodne sastojine na Kalniku bivše državne šume i šume imovnih općina. Privatne šume su posljednjih nekoliko godina gotovo potpuno devastirane. To se najljepše vidi na južnim obroncima centralnog dijela Kalničke gore koji je gotovo sav u privatnom posjedu.

Devastacijom nije ugrožen samo proizvodni potencijal tih šuma nego i njihov zaštitni faktor, odnosno ugrožen je čovjekov okoliš.

U industrijski razvijenim zemljama Evrope općekorisne funkcije šuma daleko premašuju vrijednost prirasta drvne mase. To njihovo značenje sve više dolazi u prvi plan. U privatnim šumama na Kalniku nemilice se sijeku zadnja deblja stabla hrasta kitnjaka, koja su na tržištu najvrednija. To je uvjetovano potrebama za sirovinom i energijom, a moguće je zbog slabe organizacije i kontrole gospodarenja u privatnim šumama.

Sve zemlje troše velika sredstva za pronalaženje novih izvora energije. Okrećemo se suncu i ostalim izvorima energije, dok šuma, neiscrpna tvornica drva, već se odavno koristi sunčevom energijom za proizvodnju biomase, te nam je stavlja na raspolaganje. Nama ostaje da razumno i stručno raspoložemo s tim neiscrpnom blagom, a to ćemo postići ako upoznamo funkcioniranje vrlo složenih šumskih ekosistema, negujemo ih i ubiremo ono što nam permanentno pružaju. Iako će potrebe za energijom i drvetom kao sirovinom biti još veće nego danas, ipak će mnoge gospodarske šume postati rekreativni, zaštitni i turistički objekti. Kalnik nije ostao imun na takva shvaćanja i potrebe, pa se godine 1970. prišlo njegovu prostornom uređenju. Napravljen je Generalni prostorni plan memorijalno-turističkog područja Kalnika, kojim su najljepši dijelovi Kalnika posebno izdvojeni kao zaštitni, rekreativni i turistički objekti. Šteta što je do danas malo tog plana provedeno u djelo. Od ukupne površine Kalnika šume pokrivaju 26% površine, u kojima je najvrednija vrsta hrast kitnjak.

OPCENITO O KALNIKU — GENERAL DATA ON KALNIK

Samo ime Kalnik označava tri pojma — planinu, staru gradinu i selo. Planina Kalnik spada u istočni ogranak Karavanki, pa se njegov centralni dio kao impozantni bedem dug oko 30 km i prosječno visok 400—500 metara ispriječio mnogim najezdama Tatara, Avara i Turaka na granici Zagorja, Prigorja i Podravine.

Naseljavanje je u ove krajeve počelo vrlo rano, o čemu svjedoče mnogi srednjovjekovni dvorci i utvrđenja i skupine starih naselja. Tako se tjesnac Vratno, koji je stvorio potok Kamešnica, a kuda je vodio stari rimski put za Varaždinske Toplice, spominje 1207. god. kao »porta lapidea«. Velika i gusta naseljenost uvjetovala je potiskivanje šumske vegetacije, posebno na južnim toplim ekspozicijama.

Međe Kalnika nisu posve jasne, jer se Kalnik s pobrđem nastavlja na susjedne gore. Na sjeverozapadu Kalnik se ograncima naslanja na prigorje Ivančice i Medvednice, dok mu je zapadna međa dolina rječice Krapine. Na sjeveru se Kalnik pruža do Topličke gore, na sjeveroistoku prelazi u dravsku ravnicu. Na jugoistoku postepeno prelazi do doline potoka Koprivnice i Glogovnice, gdje se Kalnik povezuje s ograncima Bilogore.

U Kalničkoj gori možemo razlikovati trup gore, prigorje i podgorje.

Dužina Kalnika od prijevoja Paka na jugozapadu do ravnice Drave na sjeveroistoku iznosi oko 30 kilometara, dok mu je širina trupa oko 5 do 8 kilometara.

Reljefno Kalnička gora nije cjelovita gorska masa, već je dubokim dolinskim brazdama uzduž i poprijeko razlomljena u skupine vrhunaca.

Srednji dio Kalnika se izdvaja visinom i izgledom. Tu su najviši vrhovi Vranilac 643 i Peca 620 metara.

Potočna mreža i osnovne crte reljefa Kalničke gore nisu u suglasnosti. Potočne doline su većinom u transverzalnom položaju prema osnovnim crtama reljefa. Glavni vodotoci južnoga kalničkog gorja su Glogovnica i Kamešnica, koje presijecaju glavni greben i odvođe vodu iz centralnog dijela trupa, a sa zapada tu ulogu ima potok Hruškovec. Ti su potoci duži od sjevernih koji utječu u rijeku Bednju, a to su Drenovčica, Kruški potok i Balanski potok.

Riječna mreža užeg prigorja veoma je gusta i vrlo često potoci presijecaju gorske nizove, vrhove i kose, što uvjetuje veliku razvedenost Kalnika. Zbog svoje razvedenosti, sastava tla, klimatskih i hidroloških karakteristika na Kalniku nalazimo raznolik i interesantan biljni pokrov. Za botaničare najzanimljiviji je greben Kalnika, posebno njegova sjeverna strana. Tu nalazimo posebno zaštićene vrste: *Primula auricula*, *Taxus baccata*, *Lilium martagon*, *Ilex aquifolium*, *Daphne laureola*, *Cephalanthera longifolia* i niz vrsta koje bi trebalo zaštititi, kao što su *Acer tataricum*, *Prunus mahaleb*, *Cotoneaster vulgaris*, *Saxifraga aizoon*.

Nadmorska visina šumom obraslih površina kreće se od 200 do 643 metra, a poljoprivredne površine dosežu do 400 metara apsolutne visine. U ovom potiskivanju šume očituje se nastojanje ljudi da svaki pedalj pretvore u obradive površine, posebno na južnim obroncima Kalničke gore (sl. 1).

Mnogi namjernici bacivši pogled s Kalnika prema Križevcima ostali su zadivljeni ljepotom pejzaža i raskošnim šarenilom njegovih boja, kao i pejzaže čitava Hrvatskog zagorja.

Citirat ću Ivana R a o s a koji pjesničkim riječima opisuje — među ostalim — i Kalnik: »Jesu li Alpe posustale i klonule ili su se u susretu sa zelenom Panskom nizinom toliko postidjele svoje ledene surovosti da su se prometnule u mekane, vuničaste brežuljke, pitome i dražesne kao mlade životinjice stvorene za igru i draganje. Ti posljednji izdanci Alpa, ta razigrana mladunčad mrka rodi-

telja uhvatila se u kolo baš ovdje, u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske. Rijeka Sava s juga, Drava sa sjevera, a s istoka i zapada šumovite, nevisoke gore Medvednica, Kalnik, Macelj i Ravna Gora zatvaraju ovo gorsko kolo, usred kojeg se uzdiže Ivančica. Oko nje u nevidljivom ritmu boja i volumena plešu razigrani bregovi i brežuljci, poljca i doline, rijeke i potoci, jezera i termalni izvori. Vapnenc i dolomit, lapori, pješčenjaci i gline, te eruptivi s bujnim prirodnim raslinstvom i kultiviranim površinama slažu se u bezbroj likova, prelijevaju u tisućama boja . . . čitav se kraj doimlje kao neka nedogledna apstraktna slika. To je u dvije riječi to zanosno, toliko opijevano i oslikavano Hrvatsko zagorje, najnapučeniji kraj Jugoslavije.«

PROBLEM ISTRAŽIVANJA — ISSUES OF RESEARCH

Dovršne sječe šuma na Kalniku u razdoblju 1912—1930. uvjetovale su stvaranje velikih površina šuma visokog uzgojnog oblika, sada starih od 50 do 70 godina. U tim sastojinama nisu vršeni redovni uzgojni zahvati (njega pomlatka, čišćenje i prorjeđivanje). Posljedice izostanka njege sastojina očitovale su se u današnjem izgledu tih sastojina. One su pretežno s nagomilanom drvnom masom, prevelikim brojem stabala, stablima manjih promjera u odnosu na starost i bonitet stobine, velikim brojem prirodno izlučenih i odumrlih stabala (sušaca) i manjom zastupljenošću hrasta kitnjaka u omjeru smjese u korist obične bukve i običnog graba. Mješovite sastojine hrasta kitnjaka, obične bukve i običnog graba od rane mladosti zahtijevaju punu pažnju šumara uzgajivača. S obzirom na to da je hrast kitnjak u mladosti uzgojno najslabiji, potrebno je vrlo rano intervenirati s njegovom kako bismo mu pomogli u borbi s običnim grabom i običnom bukvom koji u mladosti brže rastu.

Činjenica je da su ove sastojine slabo njegovane i po načinu i po intenzitetu zahvata. Također smo svjesni da se one danas nalaze u dobi od 50 do 70 god. kad zahvati preredom nisu tako efikasni kao u mladim sastojinama. Jasnò nam je da u prirodnim sastojinama postoji gornja granica proizvodnje drva koju ne možemo povećati nikakvim preredama, što su u svojim radovima istakli B a d o x (1953), K l e p a c (1962) i drugi. Imajući na umu navedeno, mislimo da su preredni zahvati u ove sastojine neophodni radi dobivanja kvalitetnijeg prirasta, formiranja stabilne strukture sastojina, reguliranja omjera smjese, iskorišćivanja »zaleđene« drvene mase, pripreme stabala i sastojine za prirodnu regeneraciju i dr.

Iz svega navedenog izlazi problem istraživanja koji je vezan za hrast kitnjak i njegove sastojine na Kalniku.

Potrebno je istražiti:

1. Kakve su šumskouzgojne karakteristike hrasta kitnjaka i njegovih sastojina na Kalniku;
2. Na koji način treba gospodariti s ovim sastojinama, respektirajući dosadašnje gospodarjenje, a da se ne umanjí proizvodnja drvene mase i kvaliteta deblovine;
3. Koje metode (načine) i kakav intenzitet prorjeđivanja možemo upotrijebiti u zahvatima u te sastojine, a da se ne naruši njihova struktura i ne smanji prirast drvene mase;

4. Kako će se provedeni zahvati reflektirati na pripremu sastojine za prirodnu regeneraciju i u koje vrijeme će ona započeti;

5. Kakav treba biti turnus prorjeđivanja s obzirom na prirast, etat prorede i ekonomičnost iskorišćivanja drvene mase.

EKOLOŠKI UVJETI ZA RAZVOJ HRASTA KITNJAKA NA KALNIKU — ECOLOGICAL CIRCUMSTANCES FOR THE GROWTH OF THE SESSILE-FLOWERED OAK ON KALNIK

GEOGRAFSKI POLOZAJ I GEOMORFOLOŠKE PRILIKE — GEOGRAPHIC POSITION AND GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS

Kalnik spada u srednjohrvatsko gorje i čini dio takozvanog žumberačko-medvedničko-kalničkoga gorskog niza, koji se prostire smjerom jugozapad—sjeвероисток, ima tzv. »balatonski« ili »medvednički« smjer pružanja. Predstavlja prirodni prijelaz Alpa u Panonsku nizinu. Zapadno od Kalnika nalazi se Hrvatsko zagorje, prema sjeveru i sjeveroistoku Podravina, a južno i jugoistočno nalazi se zavalala srednje Hrvatske.

Opća je karakteristika ovoga područja relativno gusta naseljenost, brza de- agrarizacija i razvoj gradskih središta. Kalnička gora uobičajeno se dijeli na tri odvojene geomorfološke cjeline — trup, prigorje i podgorje, a sve zajedno daju ugodan i pitom, topao, jedinstven i neponovljiv krajolik ovoga dijela sjeverozapadne Hrvatske.

Područje istraživanja prostire se na dijelu trupa Kalnika. Premda je trup gore kratak, iznosi svega oko 30 km, i uzak (5—8 km), njega karakterizira dinamičan reljef. U njemu se razlikuju tri paralelna niza gorskih vrhova i grebena, međusobno odvojenih dubokim i strmim potočnim dolinama. Impozantan je južni, rubni i najviši niz u koji spadaju — Bela Gorica (423 m), Mali Kalnik (429 m), Veliki Kalnik (643 m), Kalnička greda (547 m), Veliko brdo (408 m) i Gradec (368 m). Drugi centralni niz čine — Oštri vrh (560 m), Ljuba voda (547 m), Korenić (539 m), Peca (620 m), Melinec (531 m), Porutine (491 m) i Kamenjak (430 m).

Treći, sjeverni započinje s vrhom Veliki Drenovec (395 m), a zatim slijedi Ljubelj (558 m), Drobno kamenje i Glavica (437 m). Vrhovi i grebeni odvojeni su duboko usjećenim potočnim dolinama sa strmim padinama. Imaju smjer pružanja okomit na pružanje Kalnika, osim Ljuba potoka koji se pruža u pravcu istok—zapad.

GEOLOŠKO-LITOLOŠKA GRAĐA KALNIKA — GEOLOGICAL AND LITHOLOGICAL CONSTITUTION OF KALNIK

O geološko-litološkoj građi Kalničke gore u literaturi ima malo podataka, osobito se to odnosi na novije podatke. Prve radove o geološkoj građi Kalnika nalazimo u prošlom stoljeću. V u k o t i n o v i ć (1853) navodi da je jezgra Kalnika građena od gnajsa i serpentina, a spominje i vapnenac koji čini glavni greben gore. Njegove navode uglavnom potvrđuju kasnije H a n e r (1858), K o c h

(1918) i Kišpatic (1913). Drukčije navode i detaljniju obradu nalazimo u novijim radovima kojima smo se koristili u obradi ovoga poglavlja. To su radovi Poljaka (1942), Šimunića & Prtoljana (1981).

Velika geomorfološka raščlanjenost Kalnika u uskoj je vezi s njegovom geološko-litološkom građom. Stijene od kojih je Kalnik građen lako se ispiru i erodiraju, stoga je erozivni učinak vode doveo do intenzivnog dislociranja reljefnih oblika. U geološko-litološkoj građi izmjenjuju se brojne sedimentne i eruptivne stijene, različite starosti, dubine i čvrstoće.

Sedimenti trijasa najstariji su sedimenti istraživanog područja. Zastupljeni su vapnenastim, sitnozrnim i srednjozrnim dolomitima, mala im je rasprostranjenost, a izgrađuju vrhove Veliki Drenovec, Ljubelj i Drobno kamenje.

Kredni sedimenti imaju najveću rasprostranjenost na istraživanom području. Po svojoj građi, sastavu i osnovnim osobinama jako su heterogeni. Bitna je razlika između krednih sedimenata klastičnog razvoja i dolomitno-vapnenih breča kredne starosti.

Kredni klastiti sastoje se od brojnih litoloških članova, prevladavaju pješčenjaci nastali vezivanjem trošine različitih efuziva, tufova i škrljavaca. Značajna je u ovoj seriji i zastupljenost silificiranih vapnenaca. Kredni klastiti javljaju se u širokom pojasu od podnožja Pake, uz potok Paka, zatim na podnožju Ljuba vode, Pece, Bračeva vrha, Jasenova brda, te izgrađuju Medsko i Retko brdo. Mjestimično su isprekidani eruptivima.

Kredno-paleocenske dolomitno-vapnene breče nastale su vezivanjem fragmenata trijaskih dolomita. Protežu se cijelim istraživanim područjem u pravcu istok—zapad, izgrađuju Kalničku gredu, Kalnik, Pustu Barbaru i Belu goricu, dakle glavni i najviši rubni greben Kalničke gore.

Miocenski sedimenti imaju veliku rasprostranjenost u prigorju i podgorju Kalničke gore. U okviru trupa gore javljaju se u uskom pojasu sjeverno od glavnog grebena Kalnika. Sastoje se od brojnih, po svojim osobinama heterogenih litoloških članova. Najznačajniji su i najviše zastupljeni pješčenjaci, pijesci, šljunci, lapori i pjeskoviti lapori. Manja je rasprostranjenost miocenskih konglomerata i breča, litotamnijskih i laporovitih vapnenaca. Oni izgrađuju širok pojas na južnim padinama glavne kalničke grede, imaju veću raširenost oko sela Apatovca, izgrađuju brdo Gradec, Fičur, Grabik, Kamenjak i dr.

Kvartarni sedimenti imaju malu zastupljenost u trupu Kalničke gore.

Holocenski nanosi su zastupljeni kolutivnim i fluvijativnim sedimentima različitog sastava, stupnja usitnjenosti skeleta, zaobljenosti materijala, dubini, vodnom režimu i ostalim osobinama. Veće površine tih nanosa nalazimo uz Ljuba potok, Kamešnicu i Glogovnicu.

Eruptivne stijene Kalnika imaju relativno veliku rasprostranjenost u trupu gore. Probijaju mjestimično duboke naslage klastičnih krednih sedimenata. Veće površine nalaze se u gornjem toku potoka Kamešnice sjeverno od vrha Peca i sjeveroistočno od Ljuba vode. Izgrađuju zatim brdo Dobovčić, Korenić i Starec, a javljaju se i na brdu Malinec, Jasenovu brdu i Kesteniku.

Među eruptivima prevladava dijabaz, on je zahvaćen metamorfozom, pa se javljaju spiliti, manje je zastupljen gabro, albitski porfir, vulkanske breče i tufovi. Zajedničke su karakteristike tih stijena visok sadržaj baza, te sklonost intenzivnom trošenju i eroziji. Stoga su površine pod stijenama izbrazdane brojnim erozivnim jarugama.

TLA KALNIKA — THE SOILS OF KALNIK

O tlima Kalnika u našoj stručnoj literaturi ima vrlo malo podataka, a šumska tla trupa Kalnika nisu dosada uopće opisivana. Prva pedološka istraživanja izvršena su u okviru izrade pedološke karte SRH u mjerilu 1:50000. Kako ti radovi dosada nisu publicirani, za obradu ovoga poglavlja upotrijebljen je rukopisni materijal F. B a š i ć a (1981). U ovom radu, a u skladu s metodikom izrade pedološke karte, tla su klasificirana po kriterijima klasifikacije tala Jugoslavije (Š k o r i ć i sur., 1973).

Tla na vapnencima, dolomitima i vapnenačko-dolomitnim brečama — Soils on chalk, dolomite and chalk/dolomite dunes

Vapnenci i dolomiti trijasa i vapnenačko-dolomitne breče kredne starosti imaju neke zajedničke osobine: veliku tvrdoću, sporo fizikalno i kemijsko trošenje i nizak sadržaj netopivog ostatka. Reljefne prilike uz osobine podloge pogoduju intenzivnoj eroziji i prenošenju materijala stvorenog pedogenezom i njegovoj akumulaciji u pukotinama, škrapama i na reljefno nižim položajima. Osnovni su procesi pedogeneze u tim prilikama otapanje vapnenca i akumulacija netopivog ostatka u procesu stvaranja gline, akumulacija humusa, te intenzivno ispiranje i erozija. U rezultatu pedogeneze javlja se genetska serija tala: kamenjar (litosol), vapnenačko-dolomitna crnica (kalkomelanosol), smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol) i lesivirano tlo na vapnencu.

KAMENJAR (LITOSOL) — ROCKY SOIL

Javlja se uz goli kamen na najvišim vrhovima Kalnika, Puste Barbare i Kalničke grede. Predstavlja isprekidane manje akumulacije humusa i mineralne tvari u pukotinama, između ulomaka stijena i u škrapama. Osnovni je proces tvorbe ovoga tla akumulacija organske tvari. Tlo se trajno zadržava u početnim fazama razvoja zbog intenzivne erozije.

VAPNENAČKO-DOLOMITNA CRNICA (KALKOMELANOSOL) — LIMY DOLOMITE BLACK SOIL

Dolazi u relativno uskom pojasu ispod vrhova građenih od vapnenaca i dolomita (Ljubelj, V. Drenovec, Kalnička greda, Kalnik, Pusta Barbara). Osnovni je proces u genezi ovoga tla intenzivna akumulacija humusa i nakupljanje mineralnog dijela tla oglinjavanjem. To su plitka, suha, skeletna i zbog toga za vodu jako propusna tla. Nešto su svježija na sjevernim ekspozicijama i u mikroddepresijama i pukotinama, odnosno na mjestima akumulacije veće količine ulomaka stijena nastalih fizikalnim trošenjem. Reakcija im je neutralna i slabo kisela, jako humozna, bogata dušikom, slabo opskrbljena pristupačnim fosforom, a osrednje kalijem. To su staništa bazofilne kserotermne vegetacije.

SMEĐE TLO NA VAPNENCU I DOLOMITU (KALKOKAMBISOL) — BROWN SOIL ON LIME AND DOLOMITE

Ovo se tlo javlja mozaično s vapnenačko-dolomitnom crnicom i lesiviranim tlom na srednjem dijelu padina građenih od vapnenca, dolomita i vapnenačko-dolomitnih breča. Nastaju akumulacijom netopivog ostatka vapnenca u dubljem sloju na reljefno stabilnim položajima, uvalama, pukotinama i škrapama. To su rahla, rastresita i propusna, često skeletoidna tla, neutralne do slabo kisele reakcije, u površinskom horizontu dosta humozna, siromašna pristupačnim fosforom i osrednje opskrbljena kalijem. Dubina im se mijenja i na malom prostoru, a određena je reljefom matične podloge. U »džepovima« i škrapama dubina može prelaziti i 100 cm. Ta su tla suha i tvore toplu staništa, na kojima uspijevaju hrast kitnjak, cer i crni jasen.

LESIVIRANO TLO NA VAPNENCU I DOLOMITU — LOESSIAL SOIL ON LIME AND DOLOMITE

Najmanje zastupljena pedosistematska jedinica na ovom supstratu javlja se mozaično sa smeđim tlom, a formira se u uvalama i škrapama, dakle u zonama moguće dublje akumulacije netopivog ostatka. Ima indicija koje upućuju na dvoslojnu građu ovoga tla, pri čemu E horizont predstavlja alohtoni materijal, vjerojatno eolskog porijekla. To je duboko, teksturno diferencirano, jače isprano tlo, reakcija mu je dosta kisela, mnogo kiselija nego u smeđem tlu, dosta je humozno i siromašno bazama. Prirodno je stanište bukve.

TLA NA KREDNIM KLASTITIMA — SOIL ON CLASTIC CHALK

Kredni klastiti složenog su petrografskog sastava, različitih fizikalnih i kemijskih osobina, stoga pokazuju različitu brzinu i način trošenja. Reljefne prilike pogoduju intenzivnoj eroziji, ona je osobito izražena na škriljavcima koji pokazuju sklonost eroziji. Zajednička je osobina većine litoloških članova siromaštvo bazama. U takvim se uvjetima javlja serija tala na kiselim supstratima: ranker-kiselo smeđe-lesivirano tlo, uz brojne prijelazne oblike. Po zastupljenosti apsolutno prevladava lesivirano tlo.

HUMUSNO SILIKATNO TLO (RANKER) — HUMUS SILICATE SOIL

Javlja se s kiselim smeđim tlom, reljefnim vrhovima i strmim padinama (Peca, Ljuba voda, Korenić, Jasenovo, Medsko i Retko brdo). Osnovni je proces u ovom tlu akumulacija kiselog humusa u dubokom humusno-akumulativnom horizontu, fizikalno trošenje stijene i erozija. Erozijski je ujedno i osnovni činilac koji zadržava ovo tlo u početnim fazama evolucije. To je plitko, suho, rahlo i propusno tlo, jako humozno, kiselo, vrlo bogato dušikom, srednje opskrbljeno fosforom, a dobro kalijem. Ono je prirodno stanište hrasta kitnjaka i crnog jasena.

KISELO SMEĐE TLO (DISTRICNI KAMBISOL) — ACID BROWN SOIL

Ova pedosistematska jedinica javlja se u izmjeni s rankerom na strmim reljefnim položajima. To je tlo jako kisele reakcije, jako humozno, siromašno bazama, a dobro opskrbljeno pristupačnim fosforom i kalijem. Prirodnu vegetaciju na njemu čini obična bukva, hrast kitnjak i obični grab. Zbog tih osobina zakorjenjavanje je plitko, te su na tom tlu česte vjetroizvale.

LESIVIRANO TLO (LUVISOL) — LOESSIAL SOIL

Ovo tlo predstavlja klimakсни stadij evolucije tla na krednim klastitima Kalnika, po svojoj se zastupljenosti nalazi na prvom mjestu. Zauzima sve reljefno stabilnije pozicije izvan utjecaja erozije. Zahvaljujući sastavu stijena i ono ima teksturno lak materijal. To je tlo duboko, vlažno, propusno za vodu, dakle općenito povoljnih fizikalnih osobina. Reakcija mu je kisela do jako kisela, jako je humozno u plitkom površinskom horizontu, bogato ukupnim dušikom, a osrednje opskrbljeno pristupačnim fosforom i kalijem. To je prirodno stanište obične bukve i hrasta kitnjaka.

TLA NA ERUPTIVNIM STIJENAMA I METAMORFITIMA — SOILS ON ERUPTIVE ROCKS AND METAMORPHETES

Eruptivi i metamorfiti Kalnika po svojoj su prirodi stijene heterogenog sastava, građe i osobina. Zajednička im je osobina visok sadržaj baza, sklonost fizikalnom i kemijskom trošenju i sklonost eroziji.

EUTRIČNO SMEĐE TLO (EUTRIČNI KAMBISOL) — EUTRIC BROWN SOIL

Predstavlja iduću fazu evolucije tla na bazama bogatim eruptivima i metamorfitima Kalnika. U ovom tlu intenzivni su procesi kemijskog trošenja i tvorbe minerala gline. Zbog toga je ovo tlo teksturno teže, sadrži više vode i podložno je eroziji. Zahvaljujući visokom sadržaju skeleta, propusnost mu je ipak dosta visoka. Proizvodne osobine u velikoj su ovisnosti o dubini i stupnju trošenja substrata. To je prirodno stanište hrasta kitnjaka, a na dubljim varijetetima i sjevernim ekspozicijama povećana je zastupljenost bukve. Zbog male dubine i litičnog kontakta sa stijenom šumska vegetacija na ovom tlu pokazuje sklonost vjetroizvalama zbog plitkog zakorjenjivanja. Ledolom 1980. godine nanio je najveće štete baš na ovim površinama.

LESIVIRANO TLO (LUVISOL) — LOESSIAL SOIL

Lesivirano tlo na eruptivima i metamorfitima Kalnika predstavlja klimakсни stadij evolucije. S obzirom na visok sadržaj gline i zadržavanje vode u iluvijalnom horizontu to je duboko, vlažno tlo, povoljnih fizikalnih osobina. Jako je humozno u površinskom horizontu, reakcija je jako kisela, a slaba opskrbljenost bazama i hranivima. Ta su tla prirodna staništa hrasta kitnjaka, obično bukve i običnog graba.

KLIMATSKE PRILIKE — CLIMATE

Za obradu klime Križevaca i Kalnika koristili smo se podacima klimatološke stanice u Križevcima. Položaj stanice je $v = 46^{\circ}02'N$, $\lambda = 16^{\circ}35'E$, visina nad morem 146 m. Osim toga koristili smo se meteorološkim podacima iz stanice u selu Kalnik i Orehovec, čija promatranja nisu kontinuirana niti su vršena za sve elemente, pa ćemo klimu Križevaca obraditi, a na kraju dati osnovne podatke za Kalnik.

Prema Köppenovoj klasifikaciji to područje nosi oznaku C, tj. toplo umjerene kišne klime, za koju je karakteristično da se mrazovi i snijeg pojavljuju uglavnom u hladnom dijelu godine.

Temperatura najhladnijeg mjeseca kreće se od -30° do $-18^{\circ}C$, dok srednja temperatura najtoplijeg mjeseca nije veća od $22^{\circ}C$.

Cf znači da su oborine podjednako raspoređene tokom čitave godine, no ipak manji dio padne u hladnom dijelu godine CfW.

Kada je temperatura zraka u najtoplijem mjesecu ispod vrijednosti od $22^{\circ}C$, Köppen je oznaci klime dodao slovo »b«, a kako imamo dva maksimuma oborina, jedan u toku ranog ljeta, drugi kasno u jesen, to je dodao slovo »x«. Tako to područje prema Köppenu spada u »CfWbx« klimu.

Temperature zraka — Air temperature

Režim prizemnog sloja zraka jedan je od osnovnih obilježja klime nekog područja.

O vrijednosti temperature zraka ovisi intenzitet evapotranspiracijskih i asimilacijskih procesa, kao i kretanja razvoja i završetka vegetacijskog procesa kod biljaka.

Na ovom području srednja godišnja temperatura iznosi $9,8^{\circ}C$, uz kolebanja od $8,6^{\circ}C$ do $10,6^{\circ}C$. Najhladniji je mjesec siječanj $-33,5^{\circ}C$ (asp. min.), a najtopliji srpanj $+39,5^{\circ}C$ (aps. maks.) (tab. 1).

Maksimalna temperatura zraka na ovom području iznosi do $+39,5^{\circ}C$, a minimalna do $-33,5^{\circ}C$, što tvori amplitudu od $73^{\circ}C$.

Razdoblje srednjih dnevnih temperatura manjih od $5^{\circ}C$ počinje 12. ožujka i traje 252 dana. Posljednji dan, 18. studeni, nije zanimljiv, bar što se vegetacije tiče, jer se na toj temperaturi 18. studenoga bilje nalazi u stanju zimskog mirovanja.

Temperaturni prag od $15^{\circ}C$ karakterističan je za ljetno razdoblje, a počinje 18. svibnja i traje 120 dana, posljednji dan je 15. rujna.

Razdoblje u kojem srednje dnevne temperature prelaze $20^{\circ}C$ daje informaciju o ljetnim žegama. Prema tabeli 1. nemamo ni jedan takav dan.

Prve rane jesenske mrazove možemo očekivati sredinom listopada, a kasni proljetni mrazovi javljaju se najčešće između 15. i 19. travnja, ali i sredinom svibnja. Tako su 1925, 1926. i 1928. kasni mrazovi od 12. do 14. svibnja uništili mlade biljke u cijeloj dolini Vratna. Posebno je stradao bukov pomladak.

KLIMATOGRAM PO H. WALTERU

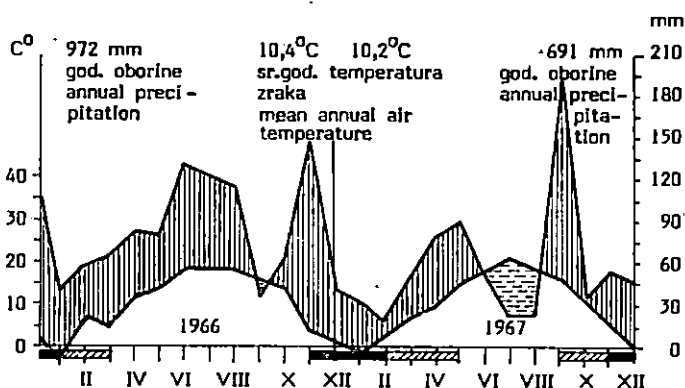
KRIŽEVCI 1966. i 1967. godine

Hs = 146

CLIMATOGRAM AFTER H. WALTER

KRIŽEVCI 1966 and 1967

Hs = 146



Šl. — Fig. 1. Klimatogram po H. Walteru — Climatogram after H. Walter

TUMAC — LEGEND

- 1 Mjeseci sa srednjom minimalnom temperaturom zraka ispod 0°C — Months with mean minimum air temperature under 0°C
- 2 Mjeseci sa apsolutnom minimalnom temperaturom zraka ispod 0°C — Month with absolute minimum air temperature under 0°C
- 3 Hod oborina po mjesecima — Precipitation per months
- 4 Hod prosječne temperature zraka po mjesecima — Average air temperature per months
- 5 Vlažni period — Humid period
- 6 Suhi period — Dry period
- 7 Srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca —7,5°C 1966, —6,7°C 1967
— Mean minimum air temperature of the coldest month —7,5°C 1966, —6,7°C 1967
- 8 Apsolutni minimum temperature zraka —18,5°C 1966, —19,5°C 1967 — Absolute minimum of air temperature —18,5°C 1966, —19,5°C 1967

Tab. 1. Križevci — srednja temperatura zraka u °C — Križevci — Mean air temperature C°

Godina year	Mjeseci — Months												God. Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1960.	—1.6	1.4	6.2	10.0	14.2	18.9	17.8	19.0	14.1	12.2	7.2	3.8	10.3
1961.	—1.2	3.3	8.0	13.4	13.4	18.8	18.5	18.4	16.2	12.0	6.0	6.2	10.6
1962.	—0.6	0.6	2.3	10.8	13.7	16.3	18.0	19.9	14.1	10.4	4.4	—3.5	8.9
1963.	—6.7	—3.8	3.3	10.7	13.6	18.5	19.6	18.9	14.9	8.8	9.7	—4.5	8.6
1964.	—7.0	—0.3	3.4	10.8	14.4	20.2	19.8	17.8	15.0	10.0	6.7	0.0	9.2
1965.	1.2	—2.1	6.0	8.9	13.7	18.1	19.3	17.3	15.7	8.8	3.2	2.6	9.4
1966.	—3.2	7.1	4.9	12.2	14.5	18.6	18.4	18.1	15.5	13.9	3.7	1.3	10.4
1967.	—2.8	2.6	7.2	9.6	15.5	17.7	21.4	18.9	16.4	11.4	5.4	—0.8	10.2
1968.	—2.6	2.9	6.1	11.9	15.4	18.6	19.6	18.2	14.9	10.6	5.7	—1.8	10.0
1969.	—2.6	—0.4	4.0	10.1	16.6	17.4	19.5	17.9	15.6	9.4	8.2	—2.9	9.4
1970.	—1.6	0.7	4.5	9.3	12.9	19.3	19.5	19.4	14.8	9.1	7.9	—0.2	9.6
1971.	—1.3	3.1	2.6	11.1	16.2	17.3	20.1	20.2	13.1	8.2	4.4	0.5	9.6
1972.	—1.5	3.7	7.8	10.4	14.3	18.8	20.8	18.1	12.5	8.9	4.9	0.6	9.9
1973.	—0.9	1.9	5.0	8.3	16.0	18.3	19.7	19.1	15.5	8.1	2.4	0.4	9.5
1974.	1.0	5.8	7.8	9.6	13.6	16.7	19.3	20.7	15.3	6.7	5.6	2.3	10.4
1975.	3.6	1.6	7.2	10.3	16.3	17.0	19.9	18.9	17.6	9.4	3.8	0.3	10.5
Višegod. prosjeak Average	—1.7	1.7	5.4	10.5	14.6	18.2	19.4	18.8	15.1	9.9	5.6	—0.1	9.8

Križevci — prosjeak 1931—1960. god. — Križevci — Average value 1931—1960

Srednje mjesečne temperature zraka u °C — Mean monthly air temperature C°												
1.8	0.0	4.8	10.2	15.0	18.5	20.3	19.3	15.4	9.8	4.9	0.7	
Apsolutne maksimalne temperature zraka u °C — Absolute maximum air temperature C°												
17.6	18.0	23.0	28.7	31.8	37.0	39.5	37.4	34.6	29.1	22.3	17.0	
Apsolutne minimalne temperature zraka u °C — Absolute minimum air temperature C°												
—33.5	—29.9	—19.7	—6.0	—5.5	0.0	3.5	2.2	—3.5	—9.5	—14.6	—23.5	

Tab. 2. Križevci — srednje mjesečne oborine u mm — Križevci — Mean monthly precipitation mm

Godina year	Mjeseci — Month												God. age	Veget. period Vegetative period
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1960.	51	43	51	54	45	71	179	80	109	93	118	49	943	538
1961.	19	36	38	53	131	79	71	27	17	74	88	42	675	378
1962.	58	43	58	104	109	56	181	12	85	13	200	42	961	547
1963.	51	48	33	12	31	92	30	143	63	54	72	42	671	371
1964.	0	12	49	101	118	47	70	60	75	122	32	95	781	471
1965.	60	6	59	69	116	106	143	100	85	0	152	141	1.037	619
1966.	48	56	64	82	79	130	123	115	35	61	147	42	982	564
1967.	35	19	52	74	88	49	23	24	193	33	53	48	691	451
1968.	16	21	10	11	51	67	68	111	104	32	102	56	649	412
1969.	70	74	40	43	63	112	40	182	78	30	60	41	833	518
1970.	74	59	110	95	55	72	84	122	20	40	57	44	832	448
1971.	20	14	63	49	77	106	34	81	42	7	61	20	574	389
1972.	32	72	42	116	192	63	175	99	48	31	108	11	989	693
1973.	37	46	9	121	43	71	72	16	71	44	57	70	657	394
1974.	50	45	24	23	154	105	55	53	104	185	52	30	880	494
1975.	18	10	52	51	86	124	105	71	41	97	40	43	738	478
Višego- dišnji prosje Average	40	38	47	66	90	84	91	81	73	57	87	51	806	485 60%

Tab. 3. Križevci — broj dana s oborinama 0.1 mm — Križevci — Number of rainy days ≥ 0.1 mm

Godina year	Mjeseci — Months												God. Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1960.	10	9	14	15	15	11	14	8	13	18	16	17	160
1961.	10	7	5	13	21	11	12	7	3	3	10	13	118
1962.	10	7	18	12	12	12	13	5	11	7	22	7	136
1963.	23	15	10	9	9	11	7	13	12	7	11	16	143
1964.	1	4	15	11	15	11	7	10	9	18	13	15	129
1965.	14	9	11	18	20	17	13	10	8	11	21	12	154
1966.	10	8	13	12	12	14	17	9	14	11	18	16	154
1967.	11	9	12	13	10	14	5	8	18	17	10	12	139
1968.	11	13	7	3	8	9	8	16	15	8	15	11	124
1969.	13	16	12	12	13	13	7	19	11	18	13	18	163
1970.	15	15	15	13	12	10	9	11	10	8	10	15	143
1971.	14	5	16	10	14	6	7	6	8	4	13	9	122
1972.	13	12	11	16	17	12	15	15	11	10	10	7	153
1973.	11	10	8	17	5	12	9	7	12	7	8	7	113
1974.	12	8	8	7	17	14	9	12	10	22	10	12	141
1975.	5	5	11	9	11	16	11	18	12	18	11	5	132
Višegod. prosje Average	11.4	9.5	11.7	11.8	13.1	12.7	10.2	11.8	11.1	12.0	13.8	11.6	140

Tab. 4. Križevci. — broj dana s oborinama ≥ 1.0 mm — Križevci — Number of rainy days ≥ 1.0 mm

Godina year	Mjeseci — Months												God. Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1960.	5	6	8	11	11	9	12	7	9	9	11	9	107
1961.	4	3	4	10	17	10	8	3	2	9	9	4	83
1962.	7	5	12	10	10	7	10	2	7	5	19	5	99
1963.	12	9	5	4	6	9	5	11	10	4	10	7	92
1964.	0	3	9	11	13	9	6	8	6	15	8	12	100
1965.	10	2	9	12	12	11	11	7	8	0	13	11	105
1966.	7	6	9	7	10	9	13	9	5	8	13	12	108
1967.	6	7	8	1	9	11	3	7	12	5	7	8	94
1968.	6	6	2	2	6	5	7	11	8	3	10	6	72
1969.	10	12	8	9	8	11	6	13	6	3	8	10	104
1970.	12	10	14	11	10	9	7	9	6	4	7	11	110
1971.	7	3	10	7	10	14	4	5	6	2	8	5	81
1972.	7	9	8	10	14	8	15	15	6	6	6	2	106
1973.	5	5	4	15	3	10	6	6	9	6	5	6	80
1974.	9	6	5	4	13	13	6	7	10	16	6	7	102
1975.	3	4	8	8	7	13	9	12	8	9	6	3	90
Višegod. prosjeak Average	6.9	6.0	7.8	8.3	9.9	9.9	8.0	8.3	7.4	6.5	9.1	7.4	96

Tab. 5. Križevci — broj dana s oborinama ≥ 10.0 mm — Križevci — Number of rainy days ≥ 10.0 mm

Godina year	Mjeseci — Months												God. Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1960.	1	2	2	1	0	3	6	2	4	4	5	1	31
1961.	0	1	2	1	3	2	3	1	1	4	2	2	22
1962.	2	1	1	4	5	3	5	0	5	0	9	2	37
1963.	0	1	1	0	0	3	1	7	3	2	3	2	23
1964.	0	0	1	4	3	1	3	3	4	3	1	3	26
1965.	3	0	2	2	4	4	8	3	2	0	6	5	39
1966.	1	3	2	3	3	4	6	4	2	2	5	1	36
1967.	1	0	2	3	1	2	1	0	6	1	1	1	19
1968.	0	0	0	0	2	3	2	5	4	2	5	1	24
1969.	2	3	1	1	1	4	2	7	3	2	1	1	28
1970.	2	2	4	4	1	2	3	5	0	2	2	1	28
1971.	0	0	1	2	2	4	1	3	1	0	3	0	17
1972.	0	1	1	5	8	2	5	4	1	1	4	0	32
1973.	2	2	0	6	2	2	2	0	3	1	2	2	24
1974.	1	2	1	1	6	3	2	2	5	10	2	1	36
1975.	0	0	2	1	3	2	6	1	1	3	1	1	21
Višegod. prosjeak Average	1.0	1.1	1.4	2.4	2.8	2.8	3.5	2.9	2.8	2.3	3.3	1.5	27.7

Tab. 6. Križevci — maksimalne jednodnevne oborine u mm — Križevci — Maximum daily precipitation mm

Godina year	Mjeseci — Months												God. Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1960.	33.3	17.2	16.7	12.4	9.7	18.2	42.9	40.9	22.2	22.3	34.8	14.6	42.9
1961.	9.7	30.0	17.5	10.1	46.6	31.8	23.0	17.3	15.3	18.4	35.4	15.4	46.6
1962.	18.7	19.0	17.6	19.5	16.9	18.7	47.3	7.5	22.2	4.5	39.3	17.3	47.3
1963.	8.5	17.7	16.6	4.9	9.5	32.1	10.6	24.8	15.8	31.0	27.1	11.0	32.1
1964.	0.1	14.0	14.0	23.3	49.4	22.6	21.3	14.4	26.7	38.6	12.8	17.8	49.4
1965.	14.5	2.1	12.6	19.3	29.8	30.0	31.2	35.9	49.0	0.2	24.2	30.6	49.0
1966.	16.0	15.6	23.5	26.0	18.2	55.0	26.9	44.0	13.6	23.2	22.5	10.3	55.0
1967.	13.0	6.5	15.1	20.8	53.0	15.9	16.0	7.6	37.0	15.7	15.1	14.7	53.0
1968.	3.9	9.3	4.5	5.6	13.8	21.4	29.5	22.0	25.1	14.2	21.9	34.6	34.6
1969.	26.5	13.1	11.5	18.9	41.0	34.5	11.3	40.5	42.0	12.4	14.1	11.0	42.0
1970.	16.3	17.9	19.0	20.7	11.6	22.8	28.5	39.1	9.0	17.1	22.0	13.3	39.1
1971.	3.7	6.2	35.1	16.5	22.2	19.3	13.6	25.4	15.9	5.0	22.7	5.0	35.1
1972.	9.8	34.0	25.6	27.8	31.8	15.2	36.2	25.0	17.5	11.4	30.5	7.9	36.2
1973.	12.2	13.5	2.4	19.5	23.8	21.2	27.9	4.5	26.0	23.7	29.0	22.7	29.0
1974.	13.2	18.5	12.3	10.5	37.0	32.0	23.3	15.3	22.8	26.5	25.2	13.0	37.0
1975.	7.4	4.9	22.3	24.3	28.1	58.0	24.4	10.9	14.1	34.2	11.9	38.8	58.0

Oborine — Precipitation

Osim temperature zraka oborine su jedan od važnijih elemenata klime nekog područja. Od velikog je značenja raspored oborina po mjesecima u godini, njihov, višegodišnji prosjek i maksimalne količine dnevnih oborina.

Višegodišnji prosjek oborina na ovom području je oko 806 mm. Kolebanja se kreću od 574 mm (1971. god.) do 1037 mm (1965. god.). U vegetacijskom razdoblju (IV—IX. mj.) prosječno padne 485 mm ili 60% ukupnih oborina. Ako promatramo raspored oborina po mjesecima u godini, vidimo da su najvlažniji ljetni mjeseci, a najmanja količina oborina padne u siječnju i veljači (tab. 2), što se smatra vrlo povoljnim rasporedom oborina.

Važan pokazatelj je i učestalost oborina. Na ovom području je oko 140 oborinskih dana (dani s ≥ 0.1 mm) uz kolebanja od 118—160 dana (tab. 3).

Broj dana s oborinama ≥ 1.0 mm kreće se od 81 do 110 dana. S oborinama preko 10.0 mm imamo 28 dana (tab. 4, 5). Maksimalne oborine u jednom danu iznosile su 55.0 mm (29. VI. 1966. god. — tab. 5).

Vrijedan pokazatelj klimatskih prilika određenog područja je potencijalna evapotranspiracija. Potencijalna evapotranspiracija predstavlja onu količinu vode s određene površine pod vegetacijom koja bi se potrošila kada bi u tlu bilo dovoljno vlažnosti. Po metodi L. Turca potencijalna evapotranspiracija za prosječnu, vlažnu i sušnu godinu za razdoblje 1960—1975. prikazana je u tab. 6.

Tab. 7. Prosječna godina (1960—1975) — Average year (1960—1975)

a) Vegetacijsko razdoblje — Vegetative period

MJESECI Month	IV	V	VI	VII	VIII	IX	UKUPNO Total
ETP mm	68.0	98.5	116.4	126.6	110.6	75.1	595.2
Oborine mm Precipitation	66.0	90.0	84.0	91.0	81.0	73.0	485.0
Manjak mm Loss in mm	2.0	8.5	32.4	35.6	29.6	2.1	110.2

b) Vanvegetacijsko razdoblje — Non-vegetative period

MJESECI Month	I	II	III	X	XI	XII	UKUPNO Total
Oborine mm Precipitation	40.0	38.0	47.0	57.0	87.0	51.0	320.0
ETP mm	0.0	7.6	31.3	40.9	17.0	0.0	96.8
Višak mm Surplus in mm	40.0	30.4	15.7	16.1	70.0	51.0	223.2

Vlažna 1965. godina — The humid year of 1965

a) Vegetacijsko razdoblje — Vegetative period

MJESECI Month	IV	V	VI	VII	VIII	IX	UKUPNO Total
ETP mm	52.4	83.5	116.3	139.2	107.1	77.6	576.1
Oborine mm Precipitation	69.0	116.0	106.0	143.0	100.0	85.0	619.0
Višak mm Surplus in mm	16.6	32.5	—	3.8	—	7.4	60.3

b) Vanvegetacijsko razdoblje — Non-vegetative period

MJESECI Month	I	II	III	X	XI	XII	UKUPNO Total
Oborine mm Precipitation	60.0	6.0	59.0	0.0	152.0	141.0	418.0
ETP mm	3.9	0.0	37.0	44.2	9.9	6.8	101.8
Višak mm Surplus in mm	56.1	6.0	22.0	—	142.1	134.2	360.4
Manjak mm Loss in mm	—	—	—	44.2	—	—	44.2

Sušna 1963. godina — The dry year of 1963

a) Vegetacijsko razdoblje — Vegetative period

MJESECI Month	IV	V	VI	VII	VIII	IX	UKUPNO Total
ETP mm	71.2	101.1	132.6	134.3	113.8	78.8	631.8
Oborine mm Precipitation	12.0	31.0	92.0	30.0	143.0	63.0	371.0
Manjak mm Loss in mm	59.2	70.1	40.6	104.3	—	15.8	290.0
Višak mm Surplus in mm	—	—	—	—	29.2	—	29.2

b) Vanvegetacijsko razdoblje — Non-vegetative period

MJESECI Month	I	II	III	X	XI	XII	UKUPNO Total
Oborine mm Precipitation	51.0	48.0	33.0	54.0	72.0	42.0	300.0
ETP mm	0.0	0.0	22.6	37.2	25.6	0.0	85.4
Višak mm Surplus in mm	51.0	48.0	10.4	16.8	46.4	42.0	214.6

Iz tabele je vidljivo da u prosječnoj godini postoji oko 110 mm manjka vode, dok je višak s oko 220 mm znatno izraženiji.

U izrazito vlažnoj 1965. godini bilo je oko 420 mm viška i oko 60 mm manjka oborina.

Sušne 1963. godine javilo se oko 290 mm manjka i oko 240 mm viška vode.

Manjak vode je najizraženiji u ljetnim mjesecima, a višak u studenom i prosincu. Prema tome hladni dio godine prati višak oborina, a topli dio godine klimatski manjak uz znatno izraženije viškove.

Iz tab. 8. možemo zaključiti da u prigorju Kalničke gore nema velikih razlika u srednjim mjesečnim i godišnjim temperaturama, one se kreću između 9 i 10 °C. Sâm trup Kalnika ima nešto nižu srednju godišnju temperaturu zbog svoje visine i ona iznosi oko 8 °C. Graf. 1. prikazuje srednje mjesečne temperature zraka za razdoblje 1954—1957.

Najviše oborina padne na području trupa Kalničke gore (više od 1000 mm), a prema jugu i Križevcima količina oborina pada.

Srednje godišnje količine oborina iznose za razdoblje 1955—1959.

Kalnički Ljubelj	1067 mm
Gornja Rijeka	969 mm
Orehovec	798 mm
Glogovnica	848 mm
Križevci	781 mm

Tab. 8. Srednja godišnja temperatura zraka (1954—1957) — Mean annual air temperature (1954—1957)

Mjesto Place	Mjeseci — Months												God. Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Kalnik	−1.3	−1.3	4.5	9.0	13.8	18.3	19.5	18.9	16.4	10.8	4.2	2.5	9.5
Orehovec	−1.1	−1.1	4.9	9.7	14.2	19.2	20.1	19.3	16.5	10.6	4.5	1.6	9.8
Križevci	−1.9	−2.1	4.2	8.9	13.8	18.9	19.8	18.6	15.1	9.2	4.0	1.3	9.1

Srednje temperature zraka godišnjih doba (°C) — Mean annual air temperature (°C)

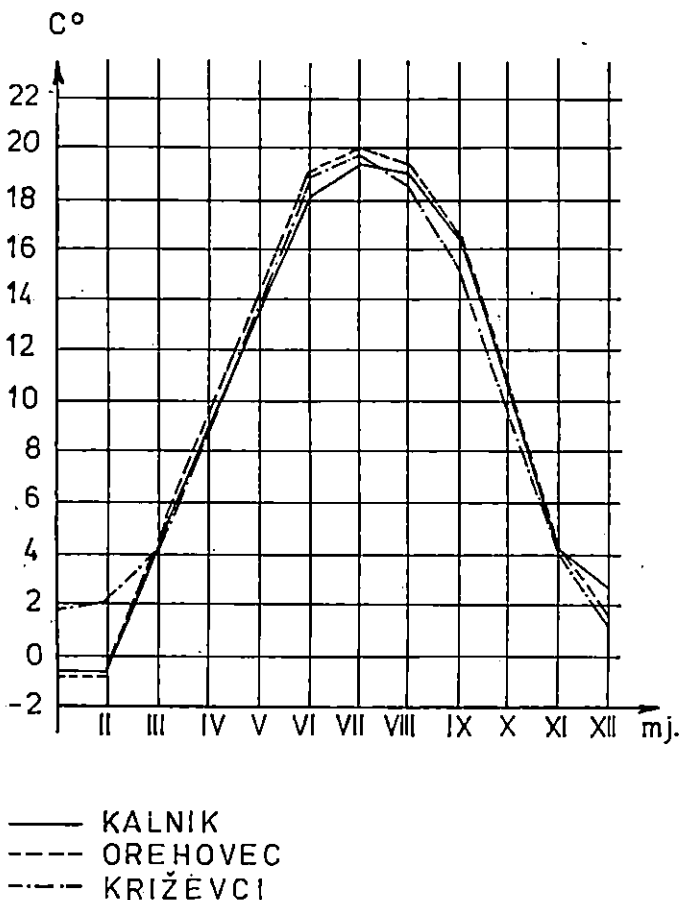
Mjesto Place	Proljeće (III—IV) Spring	Ljeto (VI—VIII) Summer	Jesen (IX—XI) Autumn	Zima (XII—II) Winter
Kalnik	9.1	17.2	10.5	0.0
Orehovec	9.6	19.5	10.5	−0.3
Križevci	9.0	17.8	9.4	−0.9

Srednje mjesečne i godišnje maksimalne temperature zraka (1954—1957) — Mean monthly and mean annual air temperature maximum (1954—1957)

Mjesto Place	Mjeseci — Months												God. Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Kalnik	2.0	1.6	7.8	12.5	17.7	22.5	23.3	22.7	20.6	14.3	6.5	5.0	13.0
Orehovec	1.6	2.4	9.4	13.9	19.1	24.2	25.3	24.9	22.1	15.4	7.2	4.7	14.2
Križevci	2.3	2.9	10.0	14.8	20.1	25.2	26.5	26.1	23.0	15.9	7.6	5.0	14.9

Srednje mjesečne i godišnje minimalne temperature zraka (1954—1957) — Mean monthly and mean annual air temperature minimum (1954—1957)

Mjesto Place	Mjeseci — Months												God. Annual
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Kalnik	−4.2	−5.2	0.5	4.8	9.4	13.6	15.0	14.6	12.3	6.4	1.9	−0.1	5.7
Orehovec	−4.8	−5.1	0.7	5.1	9.0	13.8	14.9	13.9	11.2	6.1	1.4	−0.8	5.5
Križevci	−6.4	−6.9	1.0	3.2	6.9	11.9	13.3	11.3	8.5	3.8	0.3	−2.1	3.6



Graf. — Graph. 1. Srednje mjesečne temperature Kalnika, Orehovca i Križevaca — Mean monthly temperatures of Kalnik, Orehovac and Križevci

Izneseni podaci ne pokazuju klimatske ekscese, koji se rijetko zbivaju, ali su od velikog značenja pri provođenju uzgojnih zahvata i njihova uspjeha.

Takav jedan klimatski eksces dogodio se na području Kalničke gore u noći između 4. i 5. studenog 1980, te 5. i 6. studenog iste godine, kada su nastale velike štete zbog stvaranja ledenog ovoja na krošnjama stabala.

Ledeni ovoj na granama stabala nastao je zbog tzv. »pothlađene kiše« koja se u dodiru s krošnjama stabala i tlom odmah smrzavala. Temperature zraka izmjerene u meteorološkoj stanici u Križevcima za te dane iznosile su od -1°C do -3°C , na području na nadmorskim visinama iznad 250 i 300 m, gdje su i nastale najveće štete, sigurno i niže.

U šumama na užem području Kalnika, kojima upravlja Šumarija Križevci, a koje zauzimaju površinu od 2792 ha, štetama je zahvaćena površina od 1500

ha različitim intenzitetom. Uništene su i pokusne plohe u odjelu 7, a ostale su znatnije oštećene, osim plohe u odjelu 19, koja nije zahvaćena štetama.

Prema rezultatima obilježbe stabala na tom području bilo je:

- izvaljenih stabala 33629 komada s drvnom masom od 11277 m³,
- prelomljenih stabala 31587 komada s drvnom masom od 8899 m³,
- stabala s jako oštećenom krošnjom 18192 komada, s drvnom masom od 8178 m³.

Ukupno je oštećeno 83408 stabala s drvnom masom od 28354 m³. Po vrsti drveća — hrasta kitnjaka bilo je 21947 stabala s drvnom masom od 9256 m³, obične bukve 38734 stabala s masom od 13274 m³, običnog graba 15668 stabala s drvnom masom od 2906 m³, te ostalih vrsta drveća 7059 stabala s masom od 27918 m³.

SUMSKE ZAJEDNICE KALNIKA U KOJIMA SE JAVLJA HRAST KITNJAK — FOREST ASSOCIATIONS OF KALNIK WITH THE SESSILEFLOWERED OAK

Fitocenoze hrasta kitnjaka na Kalniku obradili smo prema istraživanjima Ra u š a (1974). Njegovim se podacima koristimo u opisu vegetacije Kalnika. Kalnik je u svom većem dijelu obrastao šumom hrasta kitnjaka, običnim grabom i bukvom. Sjeverne i zapadne ekspozicije zauzimaju čiste bukove šume, a na izrazito južnim ekspozicijama glavnog grebena Kalnika javlja se šuma hrasta medunca i crnog graba.

Hrast kitnjak na Kalniku tvori ove fitocenoze:

1. ass.: *Quercus-Carpinetum croaticum* Horv. 1938
subass.: *rubetosum hirti* Rauš 1974
subass.: *caricetosum pilosae* Horv. 1942
2. ass.: *Orno-Quercetum petraea* Rauš 1974

Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s čupavom kupinom (*Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* Rauš 1974) klimatogena je zajednica hrasta kitnjaka i običnog graba, koja se u Hrvatskoj javlja u nekoliko varijanti.


U toj fitocenozi postavljena je ploha broj 1 u odjelu 1b i ploha 2 u odjelu 7a gosp. jed. »Kalnik-Kolačka«. U toj šumskoj zajednici u sloju drveća nalazimo hrast kitnjak (*Quercus petraea*), obični grab (*Carpinus betulus*), klen (*Acer campestre*), divlju trešnju (*Prunus avium*), običnu bukvu (*Fagus sylvatica*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*).

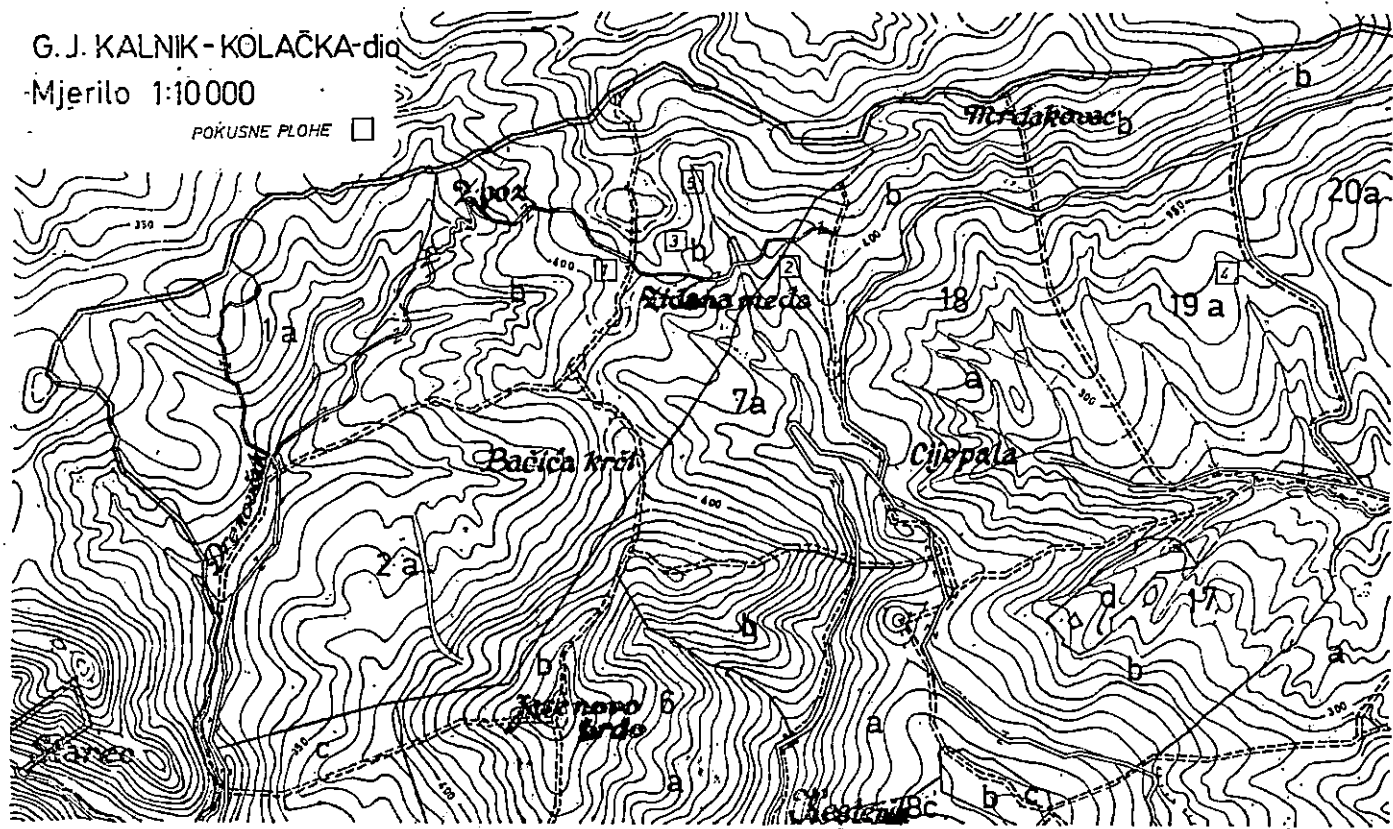
U sloju grmlja nalazimo lijesku (*Corylus avellana*), svib (*Cornus sanguinea*), običnu kuriku (*Evonymus europaea*) i drugo. U sloju prizemnog rašća obilno su zastupljene neutrofilne vrste: plućnjak (*Pulmonaria officinalis*), velecvijetni crijevaca (*Stellaria holostea*), bahornica (*Circaea lutetiana*), salamunov pečat (*Polygonatum multiflorum*), kopitnjak (*Asarum europaeum*), mala pavenka (*Vinca minor*) i druge.

Glavna diferencijalna vrsta je čupava kupina (*Rubus hirtus*) koja u ovoj subasocijaciji masovno dolazi.

G. J. KALNIK - KOLAČKA-dio

Mjerilo 1:10 000

POKUSNE PLOHE 



Durić, I.: Šumsko uzgojne karakteristike hrasta kitinjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kolačku. Glas. šum. pokuse 25:161-224, Zagreb, 1989.

Suma hrasta kitnjaka i običnog graba s trepavičastim šašem (*Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942) nastala je prirodnom regeneracijom hrasta kitnjaka i običnog graba. Tlo te zajednice je duboko, prilično isprano te je zato slabije ili jače kisele reakcije. Zbog toga se u toj zajednici grab postepeno povlači, pa čovjek mora pomagati progresiju, tj. čuvati grab. U toj zajednici postavljena je ploha 3 u odjelu 7b i ploha 4 u odjelu 19a. Sloj drveća tvore hrast kitnjak (*Quercus petraea*), obični grab (*Carpinus betulus*), obična bukva (*Fagus sylvatica*) i poneki cer (*Quercus cerris*).

Sloj grmlja je veoma slabo razvijen ili ga uopće nema. U sloju prizemnog rašća javljaju se svojstvene vrste: *Stellaria holostea*, *Asperula odorata*, *Carex silvatica*, *Viola sylvestris*, *Pulmonaria officinalis*, *Lathyrus vernus*, *Sanicula europaea*, *Geum urbanum*, *Geranium phaeum* i druge.

Od diferencijalnih vrsta subasocije zastupljene su: *Carex pilosa*, *Vicia oroboides* i *Salvia glutinosa*.

Suma hrasta kitnjaka i crnog jasena (*Orno-Quercetum petraeae* Rauš 1974)
— The forest of Sessile-flowered oak and black ash

Raste na Kalniku po hrptovima i grebenima isključivo na južnim ekspozicijama. Razvija se na plitkim ispranim i suhim tlima, te ima izrazito zaštitni karakter.

U sloju drveća dolazi hrast kitnjak (*Quercus petraea*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), cer (*Quercus cerris*) i poneka brekinja (*Sorbus torminalis*).

Sloj grmlja je slabo razvijen.

U sloju prizemnog rašća javlja se *Festuca silvatica* i kserotermne biljke kao *Lathyrus niger*, *Chrysanthemum corimbosum*, *Tamus communis*, *Satureja vulgaris* i druge.

POVIJESNI PODACI — HISTORICAL DATA

Revolucionarna kretanja burne godine 1848. dosta su utjecala na zbivanja u Hrvatskoj. Ekonomskim i društvenim razvojem nastaju mnoge promjene u strukturi hrvatskog društva. U dijelu Hrvatske pod upravom Vojne krajine sve su šume bile državne. Godine 1848. ukinuto je u Hrvatskoj kmetstvo, pa na temelju carskog patenta od 17. svibnja 1878. dolazi do diobe vlastelinskih šuma. Dio vlastelinskih šuma ostaje vlastelinu, drugi dio dobivaju bivši kmetovi da bi mogli u dotadašnjoj mjeri zadovoljavati svoje potrebe za drvetom. Tako nastaju zemljišne zajednice.

Ukidanjem Vojne krajine godine 1871. državne šume na području Vojne krajine podijeljene su na dva po vrijednosti jednaka dijela — državne šume i šume imovnih općina. Državne su ostale vrednije i ušćuvanije šume, udaljene od naselja i oslobođene prava služnosti, što je omogućilo gospodarenje tim šumama po principima šumarske znanosti.

Šume imovnih općina prema Zakonu od 8. lipnja god. 1871. dane su pravo-užitnicima za podmirenje njihovih potreba pod istim uvjetima koje su imali u državnim šumama. I u tim šumama uvedeno je obavezno potrajno šumsko go-

spodarenje. Na području današnje Bilogorsko-Podravske regije osnovane su godine 1874. Đurđevačka i Križevačka imovna općina za gospodarenje imovinskim šumama, obadvije sa sjedištem u Bjelovaru.

Za neposredno gospodarenje državnim šumama osnovano je na ovom području pet šumarija. Veći dio istraživanog područja Kalnika, na kojem se nalaze najljepše sastojine hrasta kitnjaka, pripale su pod upravu Šumarije Sokolovac. Primopredaja međa počela je 25. kolovoza godine 1874.

DOSADAŠNJE GOSPODARENJE — UP TO THE PRESENT TIME MANAGEMENT

Oko godine 1890. sastavljen je za istraživano područje (tada državne šume pod upravom Šumarije Sokolovac) opis sastojina na njemačkom jeziku, a godine 1908. sastavljen je eksploatacijski plan kojim su ustanovljene jedino drvene mase.

Prvi uređajni elaborat sastavio je godine 1929. I. L o n č a r. Elaborat vrijedi za prethodni prihod od godine 1931. do 1940, a za glavni prihod od godine 1931. do 1950.

Sljedeći elaborat izradio je godine 1951. šumarski inspektorat u Bjelovaru, odsjek za uređivanje šuma (M. D r n d e l i ć). Revidirani uređajni elaborat izradila je godine 1962. Sekcija za uređivanje šuma Zagreb (D. M a j e r).

Obnovljena osnova gospodarenja izrađena je godine 1972. izradilo ju je je Združeno šumsko poduzeće Bjelovar, odjel za uređivanje šuma (M. D r n d e l i ć).

Jače iskorišćivanje starih sastojina današnje Bjelovarsko-Podravske regije počelo je nakon izgradnje željezničke Pruge Budimpešta—Rijeka 1872. godine.

Godine 1903. izgrađena je šumska pruga od Glogovnice do Kalnika u dužini od 15 km. Dalji prijevoz do Križevaca u dužini od 11,5 km obavljen je kolima.

Kada je šume na Kalniku počela iskorištavati 1917. godine »Našička«, izgrađen je industrijski kolosijek od Glogovnice do željezničke stanice Carevdar.

Državne šume na Kalniku sječene su najintenzivnije u razdoblju od godine 1912. do 1930. Tada je posječeno oko 90% površine šuma na Kalniku pod upravom tadašnje Šumarije Sokolovac.

Tako je 1912/13. posječeno	18864 m ³ drvene mase
1913/14. „	1861 „ „ „
1914/15. „	4183 „ „ „
1915/16. „	23149 „ „ „
1916/17. „	17442 „ „ „
1917/18. „	19504 „ „ „
1918/19. nema podataka	
1919/20. posječeno	50520 „ „ „
1920/21. „	1898 „ „ „
1921/22. „	3122 „ „ „
1923/24. „	23611 „ „ „
1925/26. „	5146 „ „ „
1927/28. „	105477 „ „ „
1929/30. „	23756 „ „ „

Zbog naglog iskorišćivanja starih sastojina nije u potpunosti uspjelo prirodno pomlađivanje i zbog toga se tlo jako zakorovilo.

»Neuspjeh prirodno pomlađivanja je uglavnom posljedica prejakog proglijivanja bukovih sastojina u kojima je iza toga vjetar napravio mnogo kvara i odnosne oplodne sječe su ubrzo poprimile izgled čistih sječa« (Lončar, 1929).

Sjetva sjemena na tako zakorovljene površine nije uspijevala zbog stalne navale miševa, koji su ugrožavali ne samo žir nego i biljke. Zbog toga se popunjavalo jakim biljkama hrasta kitnjaka, pitomog kestena, gorskog javora, obične smreke, crnog bora i američkog borovca. Sadnice hrasta kitnjaka, pitomog kestena, gorskog javora, obične smreke proizvedene su u rasadniku na Kalniku, a sadnice obične bukve kojom se također popunjavalo vađene su iz prirodnog pomlatka. Obnovu su otežavali i kasni mrazovi naročito godine 1925, 1926. i 1928. Tada su se javili od 12. do 14. svibnja pa su pozeble mnoge mlade biljke, posebice obične bukve.

Popunjavanje sastojina na Kalniku završeno je oko 1935. godine i tada počinju uzgojni radovi na njezi mladica. U vrijeme intenzivnih sječa ostalo je mnogo neposječenih stabala koja nisu imala tehničke oblovine. Ona su se trebala što prije ukloniti.

Sječa zaostalih stabala i čišćenje sastojina, propisani osnovom iz 1931. godine, nisu izvršeni zbog rata i poslijeratne gradnje u nekim odjelima sve do 1950. godine.

Poslije propisa osnove iz godine 1931. tek je godine 1951. napravljena nova osnova gospodarenja za taj dio šuma Kalnika.

Osnovama gospodarenja za razdoblje od 1951. do 1960. god. u odjelima gdje se nalaze pokusne plohe propisano je ovo:

Odjel odsjek Department Section	Površina Area	Masa po ha/m ³ Volume per ha/m ³	Starost Age	Prirast prosječni po ha/m ³ Average increment per ha/m ³	Prirast tekući po ha/m ³ Current increment per ha/m ³	Propisano za sječu prorodom m ³ /ha Due for selection cut m ³ /ha
Osnovom za radoblje od 1951. do 1960. Plan for the period between 1951 and 1961						
1 a	41.22	160	48	3.3	5.1	25
b	36.79	100	43	2.3	4.7	24
7 a	19.22	32	26	1.2	4.3	22
b	18.99	162	48	3.2	5.5	28
19 a	56.37	107	41	2.6	5.9	29

Osnovom za radoblje od 1962. do 1971.

Plan for the period between 1962 and 1971

1 a	41.22	175	60	3.4	2.0	17
b	36.63	181	55	3.3	5.4	18
7 a	19.03	119	40	2.6	6.3	30
b	18.73	212	60	3.9	5.9	40
19 a	41.42	164	55	3.8	5.9	16
b	13.98	88	50	1.6	0.6	10

Osnovom za radoblje od 1972. do 1981.

Plan for the period between 1972 and 1981

1 a	41.22	240	66	4.0	6.3	25
b	36.63	261	66	4.5	6.5	30
7 a	32.22	226	47	4.8	8.0	31
b	35.14	318	70	4.5	8.0	36
19 a	36.35	272	66	4.4	7.5	19
b	14.10	171	55	4.0	7.5	11

Sigurno je velik utjecaj na gospodarenje šumama ovog kraja, pa i čitave Hrvatske, imalo Gospodarsko šumarsko učilište osnovano u Križevcima 19. studenog 1860. god. Iz križevačke škole nikla je prva generacija domaćih šumara. Prvi đaci završili su šumarske nauke na Križevačkom učilištu godine 1863. Šuma u kojoj su slušaoci Šumarskog učilišta obavljali praktične vježbe nalazi se u neposrednoj blizini Križevaca. To je danas sačuvana šuma Široko brezje. Zauzima zadnje južne obronke Kalničkog gorja. Šuma Široko brezje ima površinu od 168,44 ha. Godine 1871. Učilište je kupilo polovicu šume 84,20 ha, a druga polovica je bila pod gradskom upravom. Ophodnja od 100 godina i sječa metodom rašestarenja s hrastom kitnjakom kao glavnom vrstom drveća uvedena je zbog toga što je prilikom ugovora o zakupu to bio glavni uvjet grada Križevaca.

Sječni red propisan je osnovom iz godine 1873. za prvih deset godina, a osnovom iz 1883. za drugih deset godina. Na inicijativu I. Partaša, koji je upravljao zavodskom šumom, uvedeno je u razdoblju od 1887. do 1896. godine šumsko-poljsko gospodarenje. Svake godine sječena je površina od 0,842 ha čistom sječom, pri čemu se dobivalo 370–390 m³ drva (petogodišnji prosjek). Panjevi su vađeni, a sitna granjevina spaljivana, nakon čega se na toj površini godinu dana uzgajao kukuruz, krumpir ili druga poljoprivredna kultura koja se okopava. Sljedeće godine sijao se hrast kitnjak pod brazdu, na dubinu od 5 do 10 cm, s razmakom redova 1–1,5 m. I danas postoji šuma Široko brezje, te se u pojedinim odjelima lijepo vide redovi sadnje. Zdravstveno stanje tih sastojina vrlo je loše, ima dosta rakavih i suhovrhkih stabala, iako je šuma stara tek oko 100 godina.

U razdoblju od 1898. do 1910. napušteno je šumsko-poljsko gospodarenje zbog iscrpljenosti tla. Od 1931. godine uvedene su u gospodarenju šumom Široko brezje oplodne sječe.

Na sličan način kako se gospodarilo šumom Široko brezje gospodarilo se i vlastelinskim i crkvenim šumama te ostalim posjedima na Kalniku. Na Kalniku možemo još i danas naći ostatke kamenih ograda unutar kojih se lijepo vide stabla hrasta kitnjaka sađenog u redove (odjel 17,2).

OBJEKTI ISTRAZIVANJA — OBJECTS OF RESEARCH

Za objekte istraživanja poslužile su plohe postavljene 1973. godine u zajednicama hrasta kitnjaka na Kalniku. Plohe su postavili Đ. R a u š i S. M a t i ć.

Podacima koje su oni utvrdili koristili smo se uz adekvatnu obradu za svoje potrebe.

Pokusne plohe postavljene su u zajednicama:

1. Hrasta kitnjaka i običnog graba s čupavom kupinom (*Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* Rauš 1974) dvije plohe — ploha 1 u odjelu 1b i ploha 2 u odjelu 7a gosp. jed. Kalnik-Kolačka, Šumarije Križevci.

Ploha broj 1 nalazi se na sjeverozapadnoj ekspoziciji i ima inklinaciju 11°, starost sastojine je 71 godina.

Ploha broj 2 nalazi se na jugoistočnoj ekspoziciji, inklinacija 7°, starost 74 godine.

2. Hrasta kitnjaka i običnog graba s trepavičastim šašem (*Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942). U ovoj zajednici postavljene su dvije plohe — ploha broj 3 u odjelu 7b i ploha broj 4 u odjelu 19a gosp. jed. Kalnik-Kolačka.

Ploha broj 3 smještena je na južnoj ekspoziciji s inklinacijom od 15°, starost sastojine je 56 godina.

Ploha 4 smještena je na južnoj ekspoziciji s inklinacijom od 13°, starost sastojine je 76 godina.

3. Hrasta kitnjaka i crnog jasena (*Orno-Quercetum petraeae* Rauš 1974). U ovoj zajednici nalazi se ploha broj 5 u odjelu 7b gosp. jed. Kalnik-Kolačka. Ekspozicija te plohe je južna, a inklinacija iznosi 20°, starost sastojine je 74 godine.

Starost sastojina na plohama ustanovili smo na temelju osnove iz 1929. godine i brojenjem godova na srušenim stablima. Svaka ploha je veličine 50 x 50 metara sa zaštitnim pojasom od 10 metara.

RAD NA TERENU — FIELD WORK

Plohe su ograničene kestenovim stupovima, a horizontalnom linijom obilježena su rubna stabla. Svako stablo označeno je u prsnoj visini (1,30 m) bijelom ročkom promjera oko 1 cm. Iznad točke na svakom stablu je ispisan tekući broj stabla bijelom uljanom bojom. Klasifikacija stabala obnovljena je po Dekanovićevoj (1962) biološko-gospodarskoj klasifikaciji. Po toj klasifikaciji u regularnim sastojinama razlikujemo stabla proizvodnog i pomoćnog dijela sastojine. Proizvodni dio se sastoji od dominantne i nuzgredne etaže. Dominantnu etažu stvaraju najviša i biološki najpovoljnija stabla, a ona su glavni nosioci

proizvodnje. Nuzgrednu etažu čine stabla potisnuta iz glavne etaže, a dosta sudjeluju u proizvodnji drvne mase te mogu po potrebi zamijeniti stabla iz glavne etaže.

Pomoćni dio sastojine tvore stabla izlučena u podstojnu etažu. Biološki nisu sposobna za proizvodni dio sastojine, produkcijska sposobnost im je minimalna te imaju uglavnom zaštitnu funkciju.

Pri prorjeđivanju sva pažnja mora biti usmjerena u proizvodni dio sastojine, i to u dominantnu etažu, jer ta stabla svojim biološkim svojstvima jedne i više vrsta drveća daju najveći i najkvalitetniji volumni prirast.

Znači da način i intenzitet prorede diktiraju biološka svojstva drveća i cilj gospodarenja.

Metoda prorede određuje se u principu numerički. Iz proizvodnog dijela sastojine proredom se vadi od ukupne sječive mase u postocima najmanje toliko u koliko postotaka taj dio sastojine sudjeluje u ukupnoj masi sastojine, a iz pomoćnog dijela u postocima najviše toliko u koliko postotaka taj dio sastojine sudjeluje u ukupnoj masi.

Sva stabla dominantne etaže označili smo s dvije vertikalne crte (11), a s jednom vertikalnom crtom (1) nuzgrednu etažu.

Podstojna etaža obilježena je jednom horizontalnom crtom (—), a prirodno izlučena i suha stabla s dvije horizontalne crte (=), sve bijelom uljanom bojom.

Oznake u tabelama imaju ovo značenje:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| A — dominantna | proizvodni dio sastojine |
| B — nuzgredna | |
| C — podstojna | pomoćni dio sastojine |
| D — prirodno izlučena i suha stabla | |

Visina stabla mjerena je pomoću Blume-Leissova optičkog hipsometra i mjerenjem visina srušenih stabala. Stabla za sječju obilježili smo tijekom mjeseca veljače 1978. godine.

Ove nedovoljno njegovane sastojine, kako po intenzitetu tako i po načinu zahvata, zahtijevale su da se iz pomoćnog dijela sastojine za sječju odaberu sva suhovrha, suha i ostala stabla koja ne mogu više obavljati svoju osnovnu funkciju zasjenjivanja deblovine stabala proizvodnog dijela sastojina i zaštitu tla.

U proizvodnom dijelu sastojine moralo se zbog velike konkurencije u krošnjama pristupiti razmicanju krošnja da bi se stvorili bolji uvjeti za razvoj najkvalitetnijih stabala. Intenzitet prorede bio je veći nego je to propisano osnovom gospodarenja. Velik broj izlučenih stabala iz sastojine zahtijevao je intenzivan zahvat i u pomoćni dio sastojine zbog zakašnjele njege i njege slabog intenziteta.

Posječena i izvađena drvena masa putem proreda klasirana je na oblovinu iznad 10 cm srednjeg promjera s korom i na prostorno drvo od 2—5 cm i od 5 cm naviše.

Faktor pretvorbe prostorne mjere u kubnu za promjer od 2 do 5 cm izračunat je na temelju izmjerenih 477 oblica dužine 1 m i promjera 2—5 cm, te iznosi 0,39. Za promjer od 6 do 10 cm p. p. izračunat je na temelju izmjerenih

137 oblica dužine 1 m te iznosi 0'62. Za izračunavanje faktora pretvorbe upotrijebio sam pet složajeva po 1 prm za promjer 2—5 cm i pet složajeva po 1 prm za promjer 6—10 cm. Panj svakog oborenog stabla obilježio sam brojem koje je stablo imalo u dubećem stanju. Brojevi su udareni kolobrojem s gornje strane panja.

OBRADA PODATAKA — DATA PROCESSING

Obračun drvne mase obavljen je za hrast kitnjak pomoću dvoulaznih drvnogromadnih tabela za hrast kitnjak po *Schwapbachu* (1938) i visinske krivulje za hrast kitnjak, za običnu bukvu pomoću tablica za bukvu po *Maffentofelu* i visinske krivulje za bukvu i za obični grab pomoću tablica za obični grab (*Špiranec*, 1966) i visinske krivulje za grab. Za brekinju, gorski javor i ostalo drvna je masa obračunata pomoću tablica za hrast kitnjak po *Schwapbachu* i visinske krivulje za hrast kitnjak. Krivulja visina izvedena je i izravnana matematičko-grafičkom metodom na temelju izmjenjenih visina svih stabala na plohi.

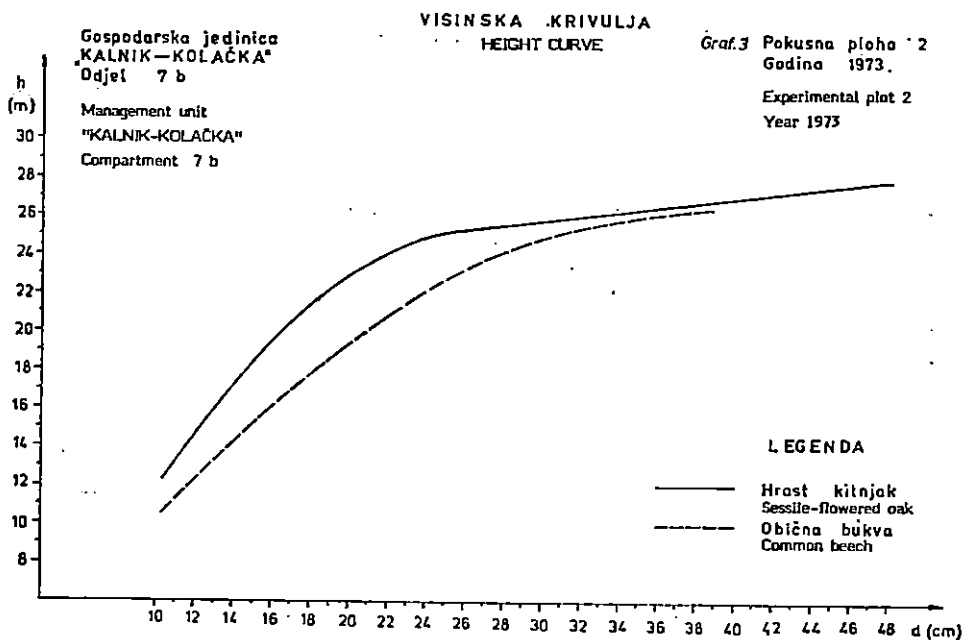
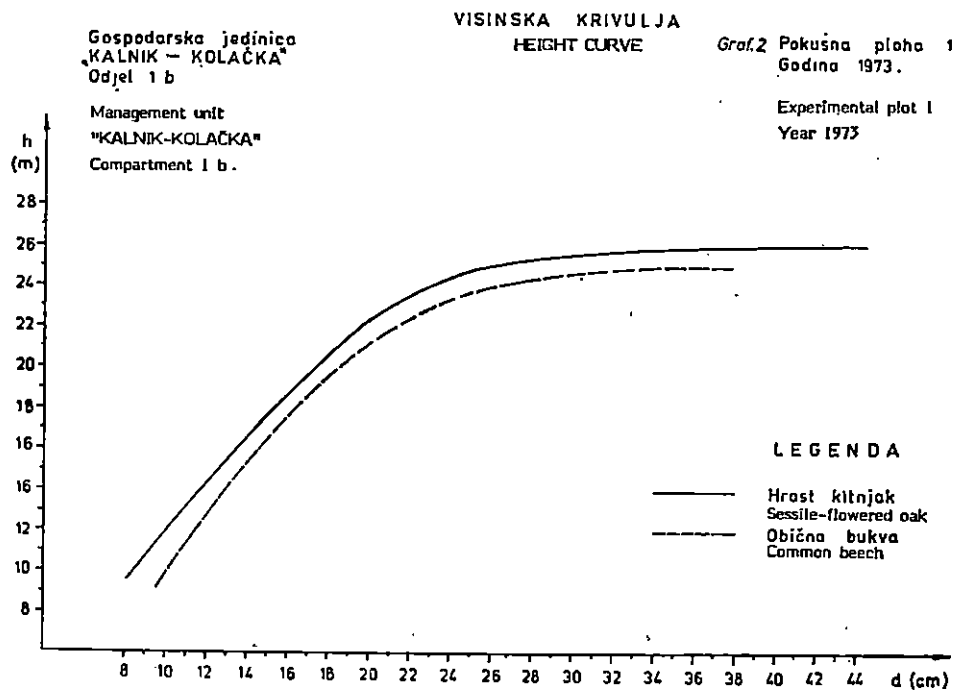
Tabele koje prikazuju broj stabala, temeljnicu i drvenu masu po vrstama drveća i etažama sastojina rađene su na temelju obrade podataka izmjere i klasifikacije stabala razvrstanih u debljinske stupnjeve širine 1 cm. Tabele za posječenu i izrađenu drvenu masu izrađene su na temelju izrađenoga tehničkog drva u koje je ušla tanja oblovinna, »višemetrična«, te ostalo drvo za industrijsku preradu kako se klasira i izrađuje u praksi i prostorno drvo od 2 do 5 cm i od 6 do 10 cm koje je moguće koristiti za industrijsku preradu ili ogrjev.

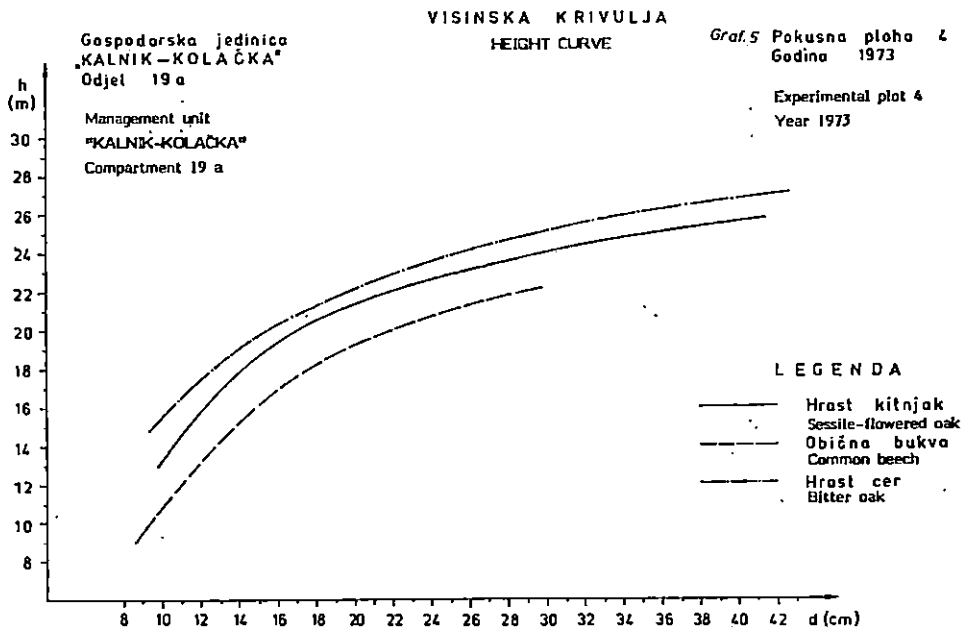
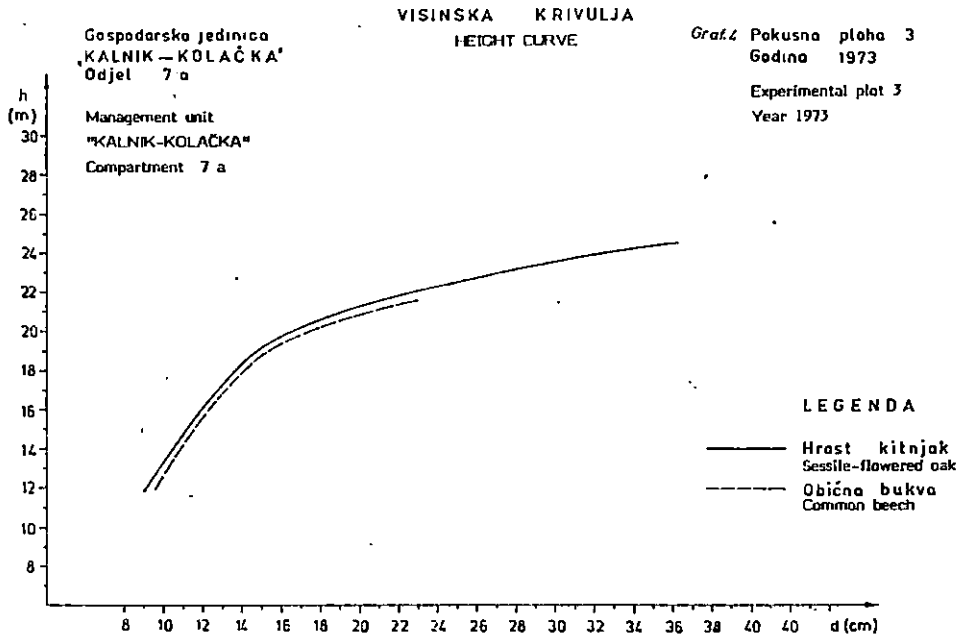
Za podatke o tečajnom godišnjem volumnom prirastu koristili smo se podacima iz *Rauš & Matićeva* rada (1973), obračunatim po *Mayerovoj* metodi tarifnih diferencija do svog mjerenja 1978, kada sam podatke o prirastu dobio kontrolnom metodom.

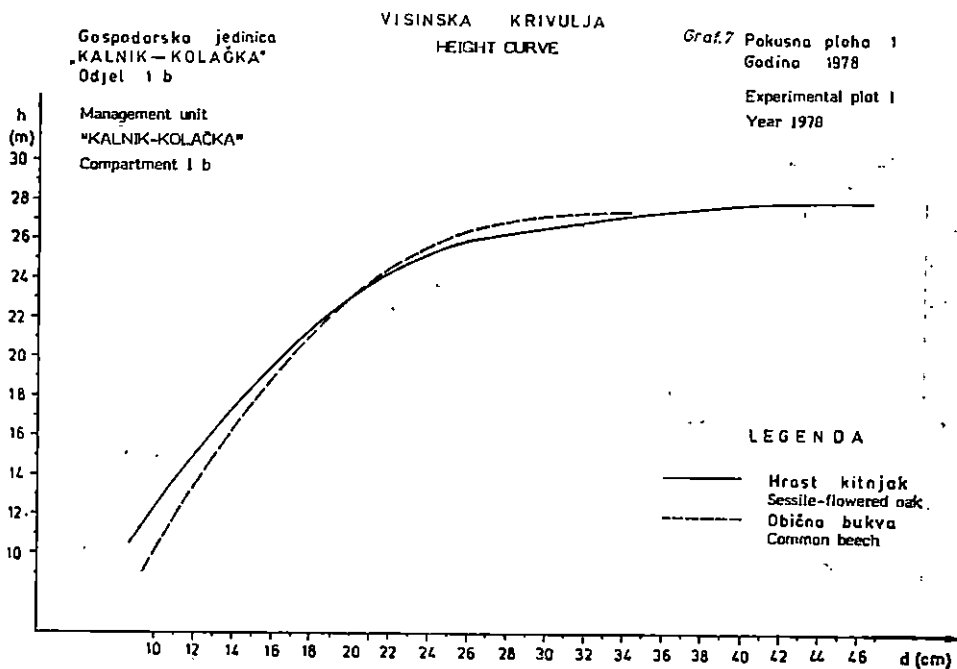
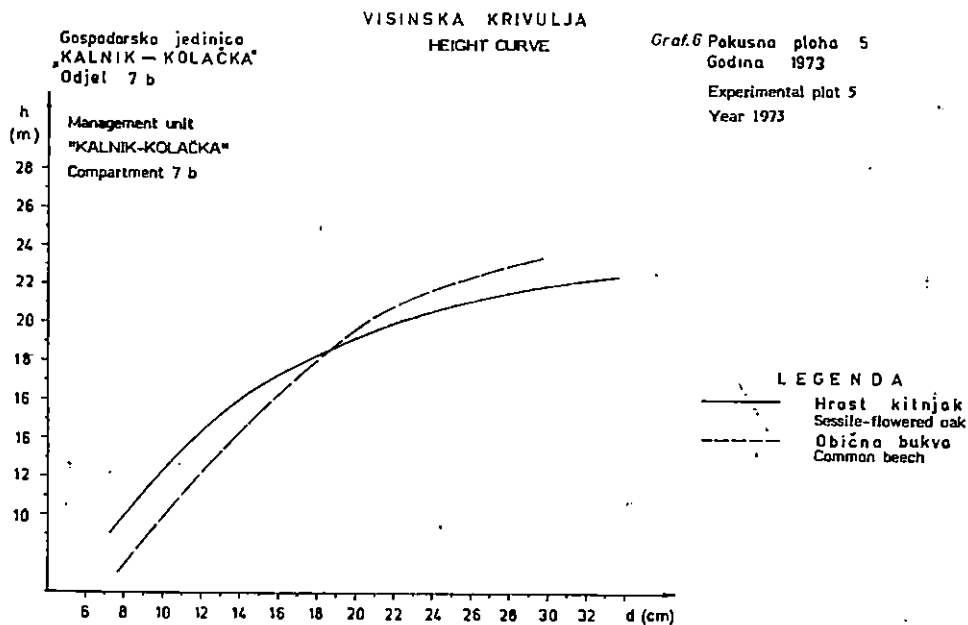
REZULTATI ISTRAŽIVANJA — RESULTS OF RESEARCH

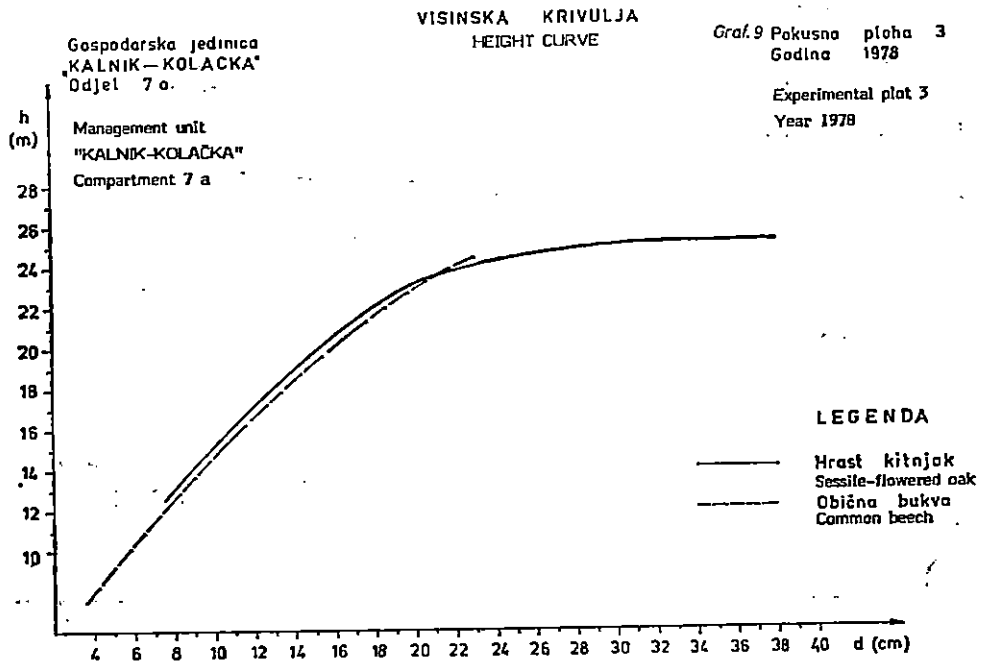
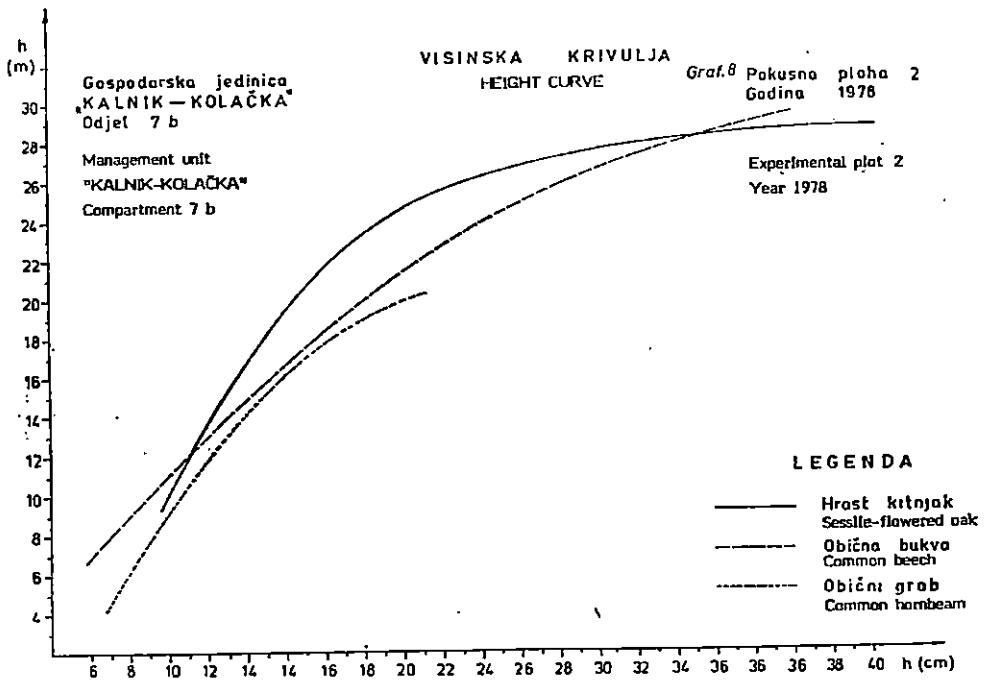
Visine glavnih vrsta drveća mjerenih godine 1973. prikazane su visinskim krivuljama na graf. 2; 3, 4, 5. i 6. Promatrajući visinske krivulje, na svim pokusnim plohama možemo zapaziti da je visinska krivulja hrasta kitnjaka u svim debljinskim stupnjevima dominantna u odnosu na običnu bukvu s izuzetkom kod krivulje na plohi broj 5, gdje bukva kod prsnog promjera od 18 cm preuzima visinsku dominaciju.

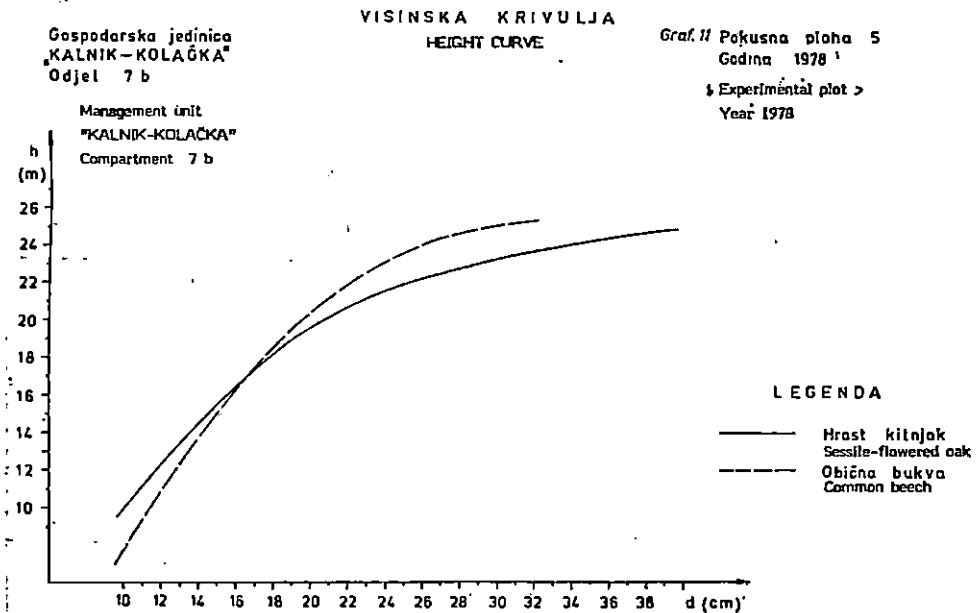
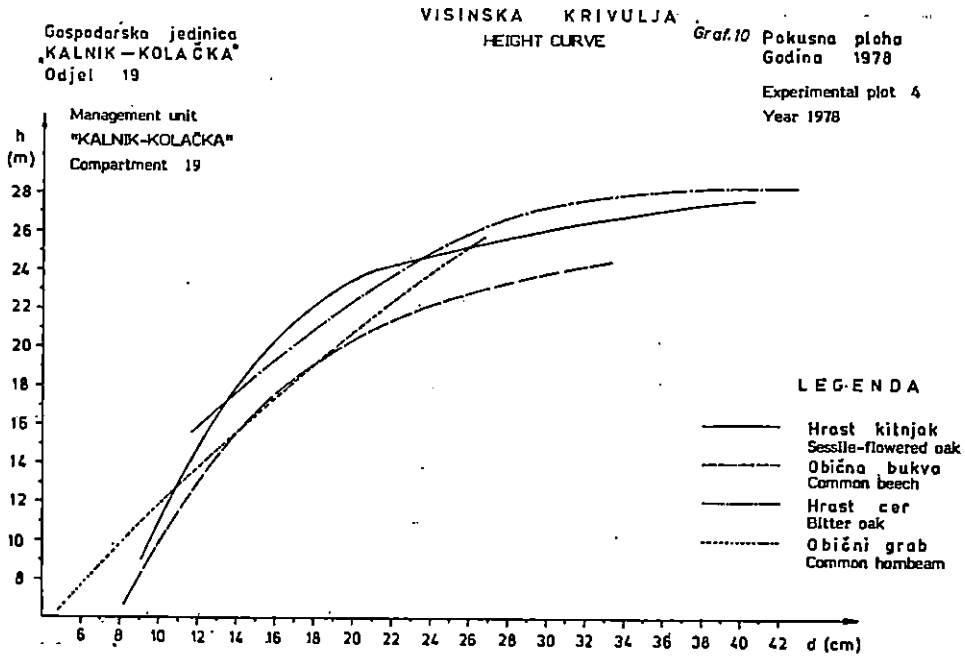
Visine glavnih vrsta drveća mjerene 1978. prikazane su visinskim krivuljama na graf. 7, 8, 9, 10. i 11. One pokazuju da je bukva preuzela visinsku dominaciju na svim plohama osim na plohi broj 4, gdje kod prsnog promjera od 24 cm visinsku dominaciju preuzima cer, a obični grab kod promjera od 26 cm počinje ugrožavati hrast kitnjak. Prema istraživanjima *Klepčica* (1963) visinski prirast hrasta kitnjaka dominira u dobi oko 50—60. godine, dok kod bukve visinski prirast kulminira u dobi oko 60—70. godine, što ovisi o mnogim faktorima. Općenito visinski prirast kulminira ranije kod heliofilnih nego kod skiofilnih vrsta.



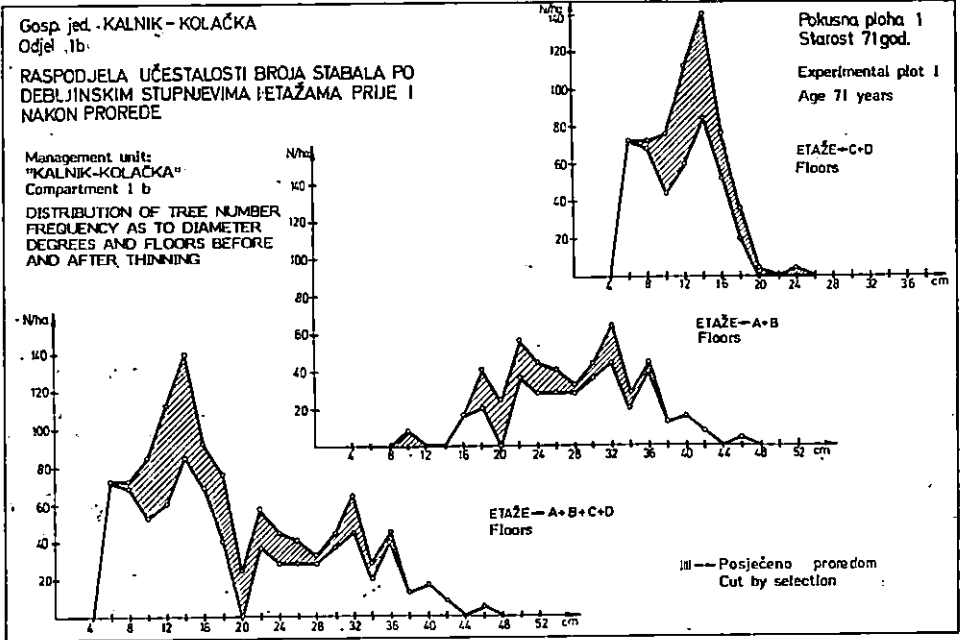




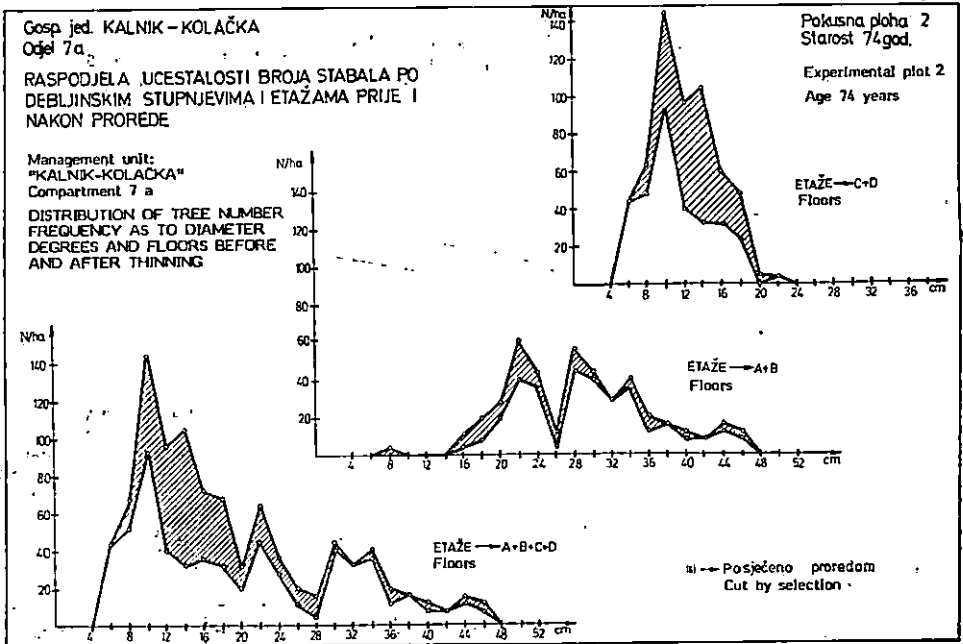




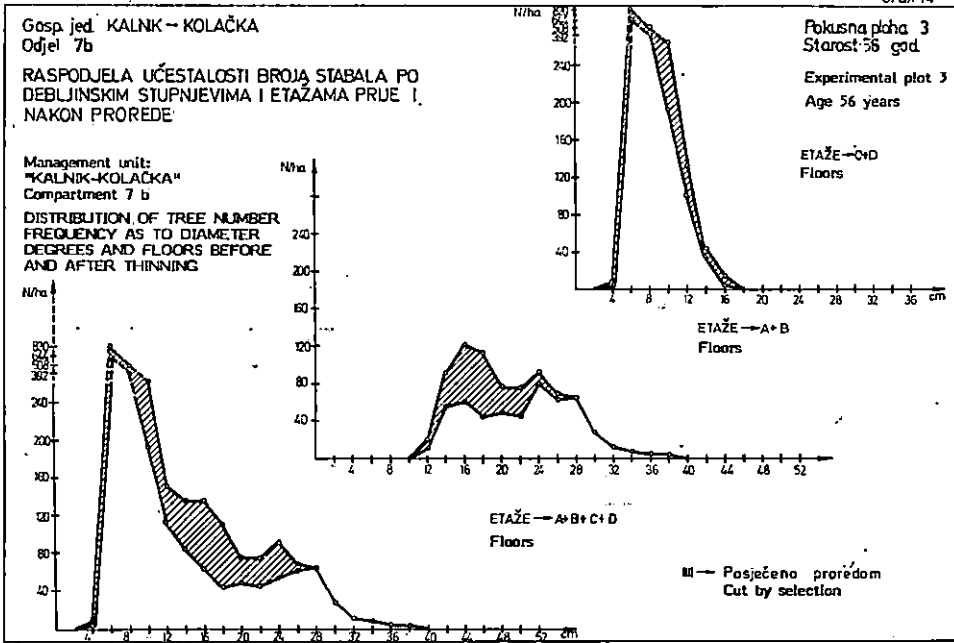
Graf. 12



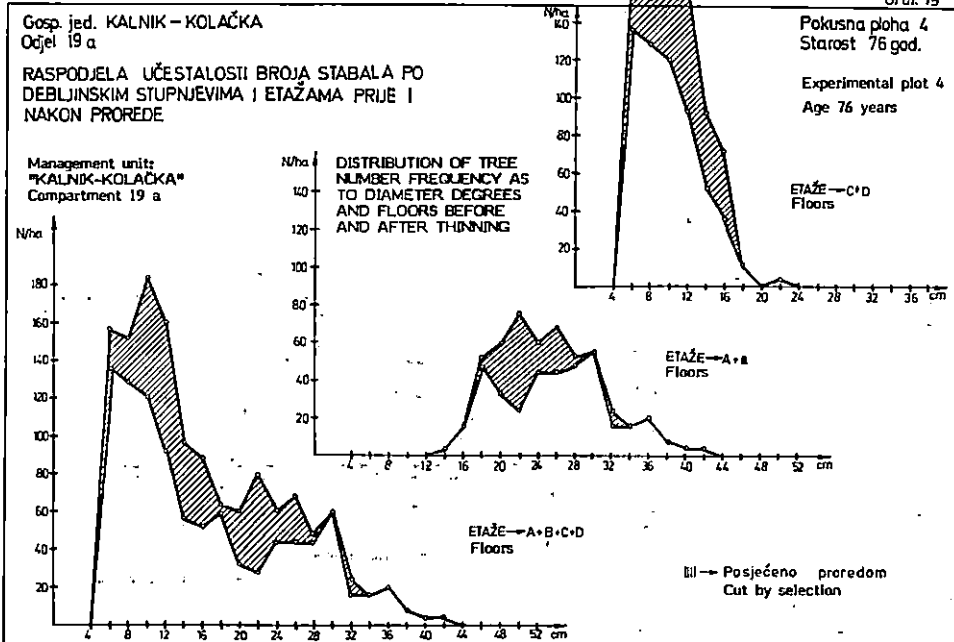
Graf. 13



Graf. 14



Graf. 15



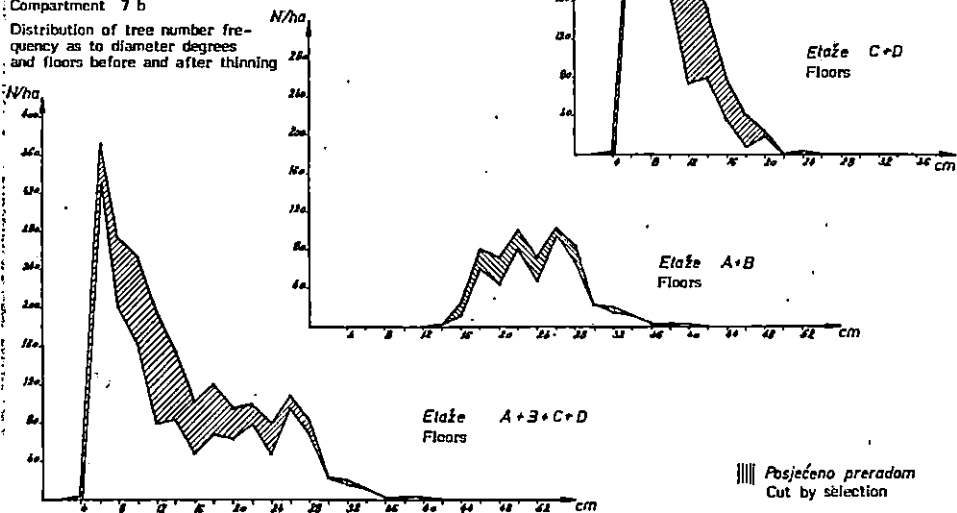
Gosp. jed. "Kalnik-Kolačka"

Odjel. 7b

Raspodjela učestalosti broja stabala po debljinskim stupnjevima i etažama prije i nakon prorede.

Management unit
"KALNIK-KOLAČKA"
Compartment 7 b

Distribution of tree number frequency as to diameter degrees and floors before and after thinning

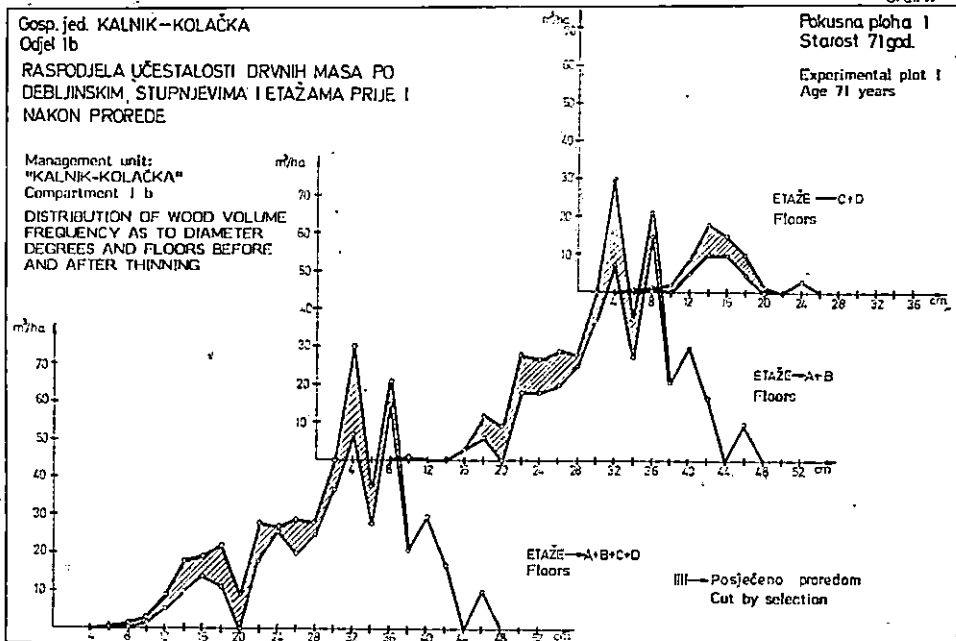


Gosp. jed. KALNIK-KOLAČKA
Odjel. 1b

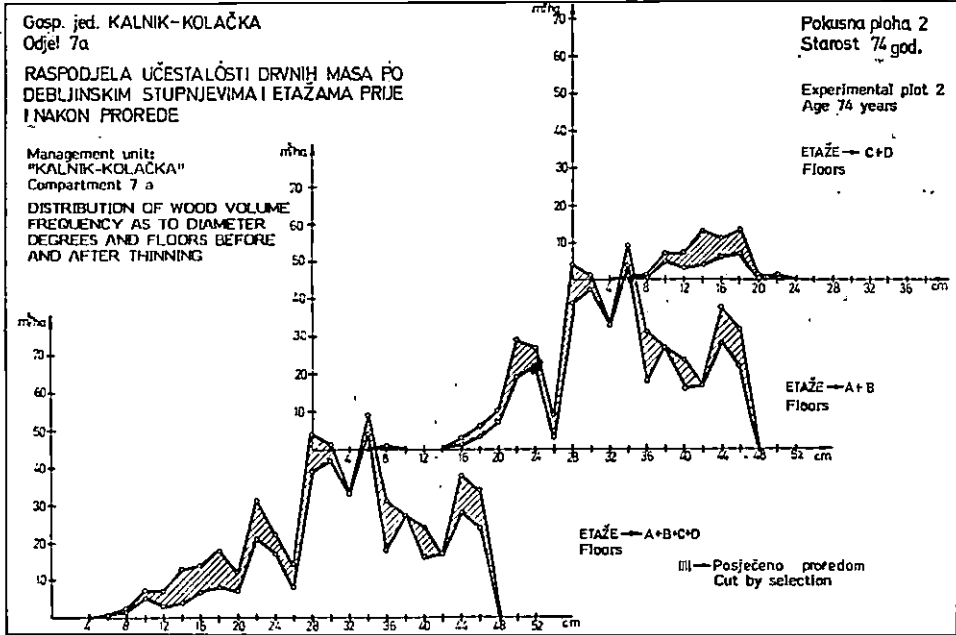
RASPODJELA UČESTALOSTI DRVNIH MASA PO DEBLJINSKIM, STUPNJEVIMA I ETAŽAMA PRIJE I NAKON PROREDE

Management unit:
"KALNIK-KOLAČKA"
Compartment 1 b

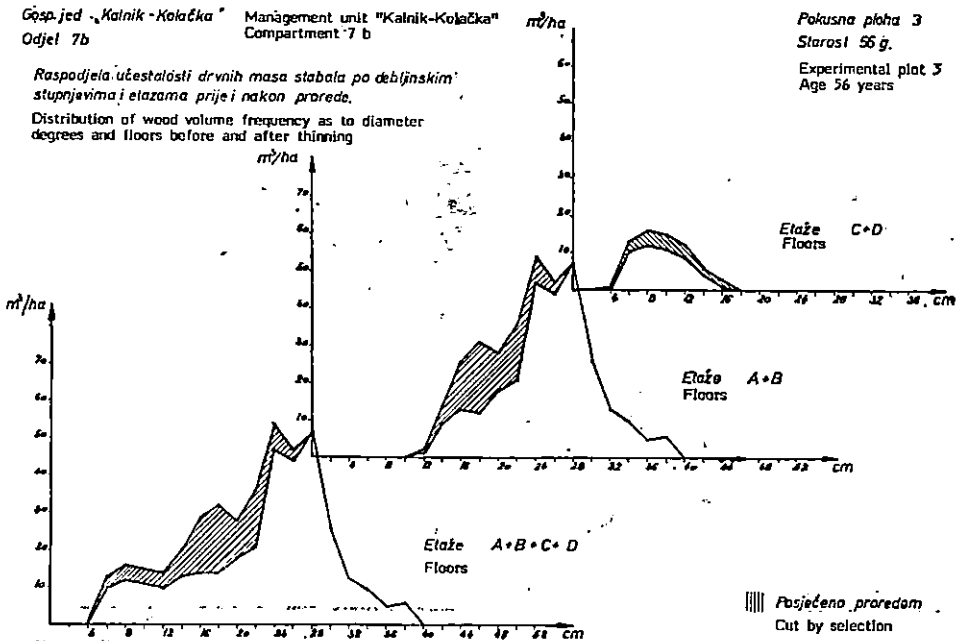
DISTRIBUTION OF WOOD VOLUME FREQUENCY AS TO DIAMETER DEGREES AND FLOORS BEFORE AND AFTER THINNING



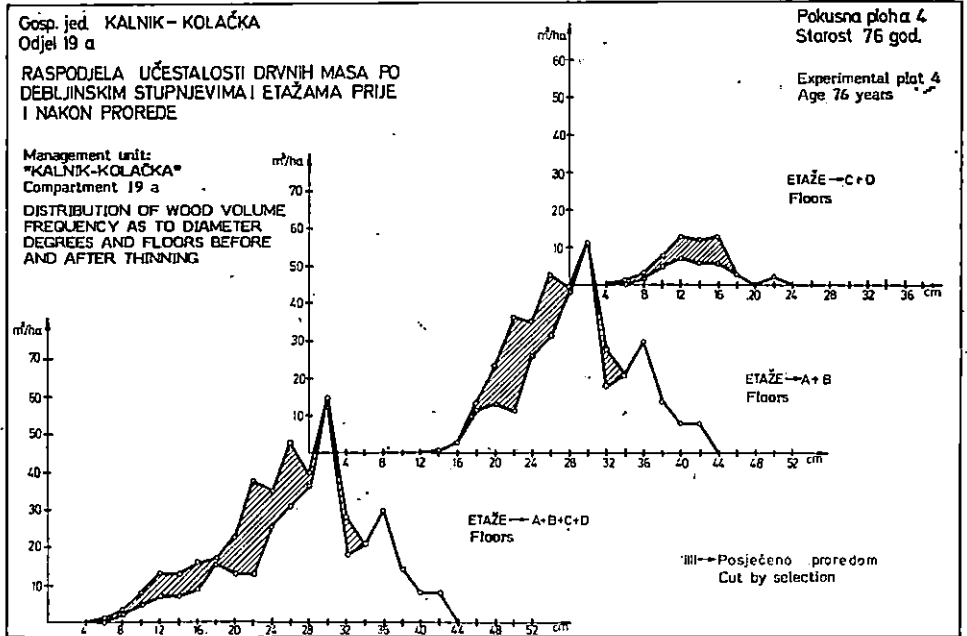
Graf. 18



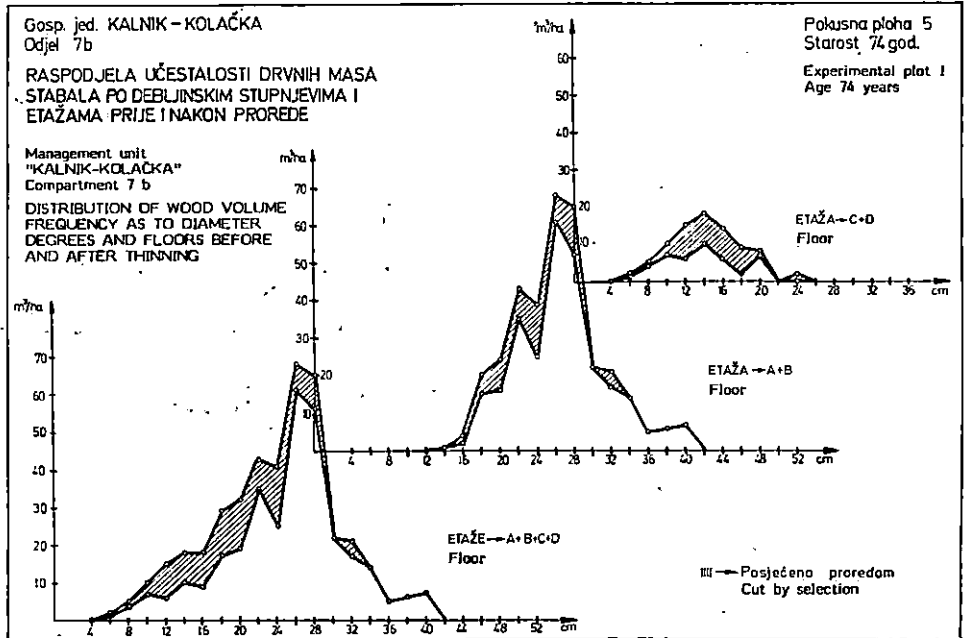
Graf. 19



Graf. 20

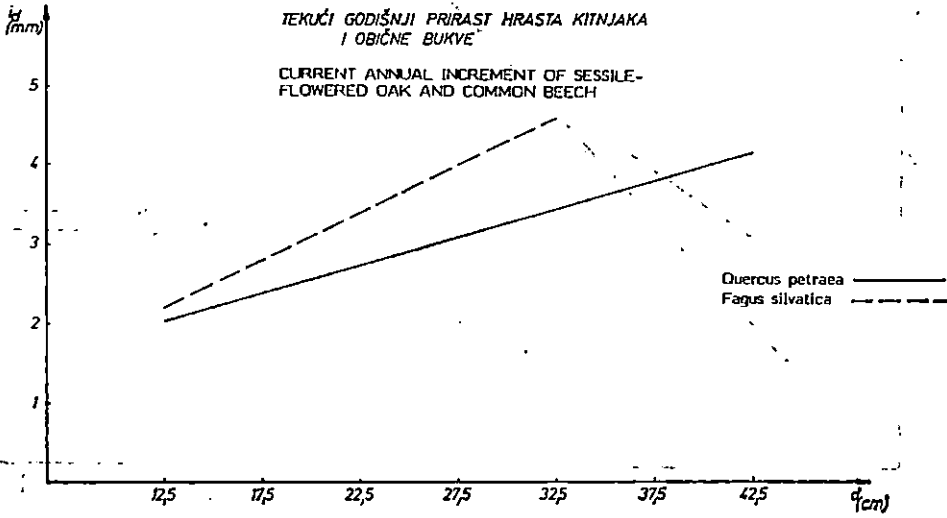


Graf. 21



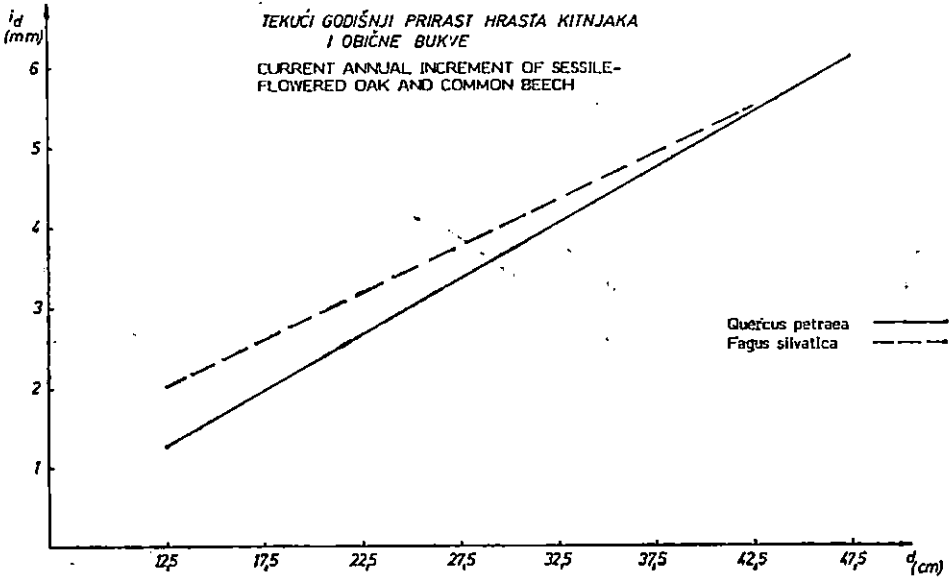
Gosp. jed. "Kalnik-Kolačka"
 Management unit "Kalnik-Kolačka"

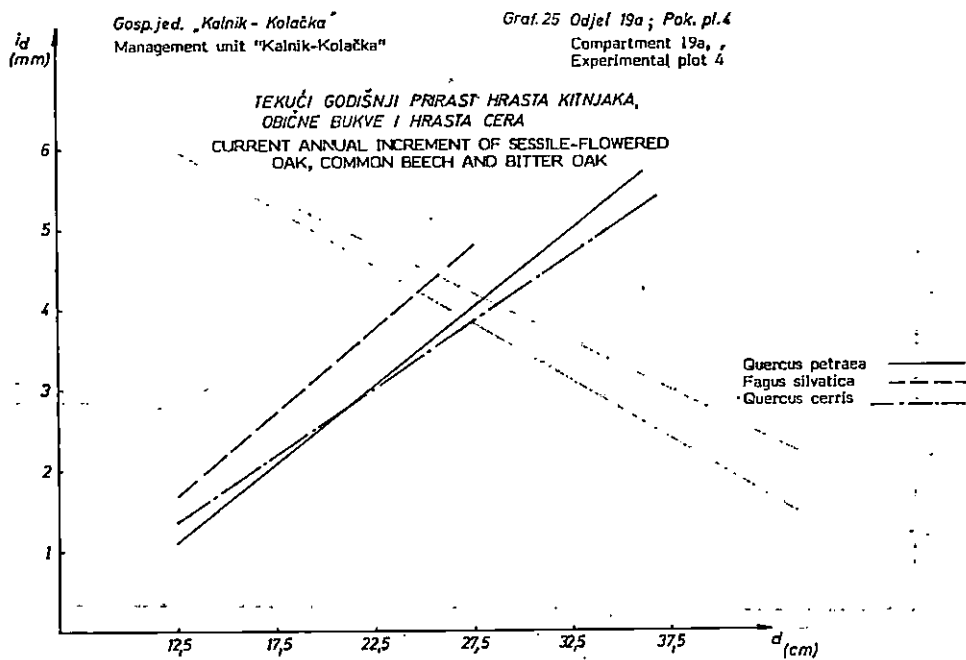
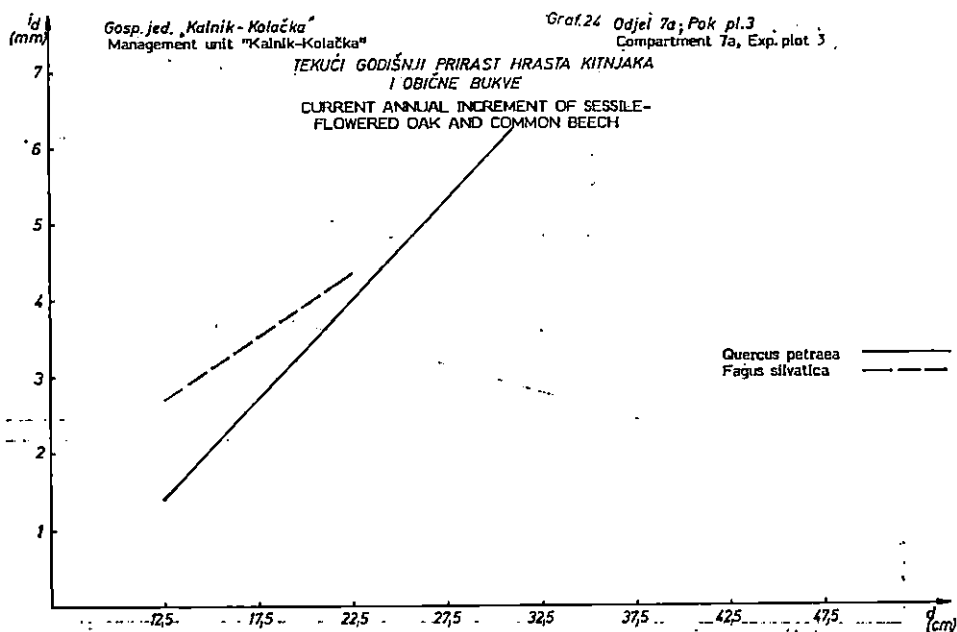
Graf. 22 Odjel. 7b ; Pok. pl. 1
 Compartment 7b,
 Experimental plot 1



Gosp. jed. "Kalnik-Kolačka"
 Management unit "Kalnik-Kolačka"

Graf. 23 Odjel. 7b ; Pok. pl. 2
 Compartment 7b,
 Experimental plot 2

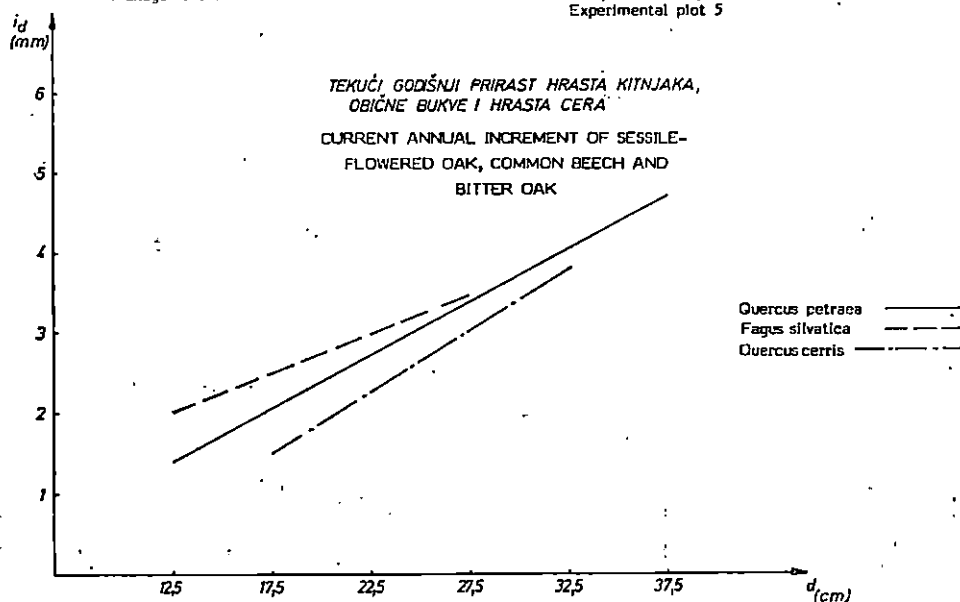




Gosp. jed. Kalnik-Kolačka
Management unit "Kalnik-Kolačka"

Graf. 26 Odjel 7b; Pok. pl. 5

Compartment 7b,
Experimental plot 5



Struktura sastojina po vrsti drveća i etažama — The constitution of the stand according to the tree species and floors

U tab. 9, 10, 11, 12. i 13. prikazana je drvena masa po etažama sastojine (A, B, C i sušci D) prema podacima mjerenja 1973. god. po vrstama drveća za plohu i cijelu sastojinu.

U tab. 14, 15, 16, 17. i 18. prikazana je drvena masa po etažama sastojine prema podacima mjerenja godine 1978, a u tab. 19, 20, 21, 22. i 23. prikazana je struktura posječenih stabala po etažama i po vrsti drveća za svaku plohu i cijelu sastojinu.

Na prvoj pokusnoj plohi (tab. 9) godine 1973. proizvodni dio sastojine sudjelovao je s 90,88% u ukupnoj drvnj masi po hektaru, a godine 1978 (tab. 14) s 88,07% mase po hektaru.

Posječeno je 136 stabala (tab. 19) s drvnom masom od 95,1240 m³ u proizvodnom dijelu sastojine i 188 stabala u pomoćnom dijelu sastojine s masom od 25,2696 m³ po hektaru. Tako mnogo stabala iz pomoćnog dijela sastojine posječen je zbog velikog broja suhih; suhovrhih i stabala bez razvijene krošnje, posebno kod hrasta kitnjaka (160 stabala po hektaru), koji u pomoćnom dijelu sastojine nije razvio krošnju ili se osušio.

Na drugoj pokusnoj plohi (tab. 10) godine 1973. proizvodni dio sastojine sudjelovao je s 90,46% u ukupnoj masi po hektaru, a godine 1978. (tab. 15) s 88,65% u ukupnoj masi po hektaru. Posječena su 104 stabla (tab. 20) s masom

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 1b, ploha 1, površina 0.25 ha, mjer. XII. 1973.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 1b, Experimental plot 1, Area 0.25 ha, XII. 1973

Tab. 9.

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor	A			B			C + D			Ukupno Total		Omjer smjese % Mixture proportion	
	Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N		G
<i>Quercus petraea</i>	81	5.686	80.85	27	0.664	7.68	49	0.597	5.22	157	6.947	93.75	83.68
<i>Fagus sylvatica</i>	12	0.642	8.71	13	0.276	2.78	68	0.534	3.95	93	1.452	15.44	13.78
<i>Carpinus betulus</i>				3	0.067	0.76	9	0.098	0.84	12	0.165	1.60	1.43
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	0.041	0.53	1	0.041	0.53	1	0.009	0.06	3	0.091	1.12	0.99
<i>Sorbus torminalis</i>							2	0.018	0.12	2	0.018	0.12	0.12
Ukupno — Total	94	6.369	90.09	44	1.048	11.75	129	1.256	10.19	267	8.673	112.03	100
Po 1 ha — Per 1 ha	376	25.476	360.36	176	4.192	47.00	516	5.024	40.87	1068	34.692	448.12	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			80.42			10.49			9.09			100	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7a, ploha 2, povr. 0.25 ha, mjer. XII. 1973.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7a, Experimental plot 2, Area 0.25 ha, XII. 1973

Tab. 10.

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor	A			B			C + D			Ukupno Total		Omjer smjese % Mixture proportion	
	Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N		G
<i>Quercus petraea</i>	84	5.832	83.82	19	0.520	6.33	67	0.844	7.88	170	7.196	98.03	91.08
<i>Fagus sylvatica</i>	3	0.225	3.25	10	0.262	2.88	53	0.303	1.98	66	0.790	8.11	7.54
<i>Carpinus betulus</i>				3	0.086	1.07	10	0.059	0.41	13	0.145	1.48	1.37
<i>Acer pseudoplatanus</i>							1	0.003	0.01	1	0.003	0.01	0.01
Ukupno — Total	87	6.057	87.07	32	0.868	10.28	131	1.209	10.23	250	8.134	107.63	100
Po 1 ha — Per 1 ha	348	24.228	348.28	128	3.472	41.12	524	4.836	41.12	1000	32.536	430.52	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			80.90			9.55			9.55			100	

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
 The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor		A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M		
<i>Quercus petraea</i>	103	4.688	59.91	37	0.704	8.04	16	0.159	1.38	156	5.551	69.33	75.73	
<i>Fagus sylvatica</i>	18	0.444	5.10	57	0.677	7.62	428	1.642	9.26	503	2.763	21.98	24.01	
<i>Carpinus betulus</i>							2	0.023	0.02	2	0.023	0.02	0.02	
<i>Castanea sativa</i>				1	0.020	0.22				1	0.020	0.22	0.24	
Ukupno — Total	121	5.132	65.01	95	1.401	15.88	446	1.824	10.66	662	8.357	91.55	100	
Po 1 ha — Per 1 ha	484	20.528	260.04	380	5.604	63.52	1784	7.296	42.64	2648	33.428	366.20		
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			71.01			17.34			11.65			100		

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
 The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor		A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M		
<i>Quercus petraea</i>	71	3.691	48.36	28	0.806	9.61	21	0.263	2.48	120	4.760	60.45	66.47	
<i>Fagus sylvatica</i>	3	0.136	1.65	5	0.117	1.21	46	0.307	2.14	54	0.560	5.00	5.5	
<i>Carpinus betulus</i>	1	0.049	0.63	15	0.304	3.31	113	0.796	6.35	129	1.149	10.29	11.31	
<i>Quercus cerris</i>	16	0.970	13.40	1	0.015	0.16	4	0.051	0.53	21	1.036	14.09	15.50	
<i>Acer campestre</i>				2	0.023	0.20				2	0.023	0.20	0.22	
<i>Fraxinus ornus</i>				1	0.018	0.18	4	0.033	0.29	5	0.051	8.47	0.52	
<i>Sorbus torminalis</i>							5	0.044	0.43	5	0.044	0.43	0.48	
Ukupno — Total	91	4.846	64.04	52	1.283	14.67	193	1.494	12.22	336	7.623	90.93	100	
Po 1 ha — Per 1 ha	364	19.384	256.16	208	5.132	58.68	772	5.976	48.88	1344	30.492	363.72		
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			70.42			16.14			13.44			100		

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b, ploha 5, povr. 0.25 ha, mjer. XII. 1973.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b, Experimental plot 5, Area 0.25 ha, XII. 1973

Tab. 13.

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor:		A			B			C + D			Ukupno Total		Omjer smjese % Mixture proportion
Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M	
<i>Quercus petraea</i>	100	4.406	51.03	50	1.184	12.33	74	0.845	7.26	224	6.435	70.62	75.31
<i>Fagus sylvatica</i>	2	0.106	1.39	3	0.109	1.31	47	0.223	1.32	52	0.438	4.02	4.29
<i>Fraxinus ornus</i>				9	0.200	2.03	87	0.626	4.69	96	0.826	6.72	7.17
<i>Sorbus torminalis</i>				1	0.031	0.34	86	0.420	2.88	87	0.451	3.22	3.43
<i>Acer campestre</i>	1	0.053	0.65	1	0.015	0.14	30	0.143	0.93	32	0.211	1.72	1.83
<i>Quercus cerris</i>	9	0.529	6.54	2	0.059	0.65				11	0.588	7.19	7.66
<i>Acer pseudoplatanus</i>				1	0.020	0.20	2	0.011	0.07	3	0.031	0.27	0.29
<i>Carpinus betulus</i>							1	0.002	0.01	1	0.002	0.01	0.02
Ukupno — Total	112	5.094	59.61	67	1.618	17.00	327	2.270	17.16	506	8.982	93.77	100
Po 1 ha — Per 1 ha	448	20.384	238.44	268	6.472	68.00	1308	9.080	68.64	2024	35.928	375.08	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			63.57			18.13			18.30			100	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 1b, ploha 1, povr. 0.25 ha, mjereno I—II. 1978.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 1b, Experimental plot 1, Area 0.25 ha, I—II. 1978

Tab. 14.

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor:		A			B			C + D			Ukupno Total		Omjer smjese % Mixture proportion
Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M	
<i>Quercus petraea</i>	78	5.913	88.26	21	0.560	7.03	57	0.999	7.46	156	7.472	102.75	83.00
<i>Fagus sylvatica</i>	11	0.694	10.62	5	0.128	1.53	77	0.747	6.19	93	1.569	18.34	14.81
<i>Carpinus betulus</i>				2	0.049	0.56	10	0.118	0.96	12	0.167	1.52	1.23
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	0.041	0.57	1	0.035	0.46	1	0.001	0.06	3	0.077	1.09	0.88
<i>Sorbus torminalis</i>							2	0.014	0.10	2	0.014	0.10	0.08
Ukupno — Total	90	6.648	99.45	29	0.772	9.58	148	1.879	14.77	266	9.299	123.80	100
Po 1 ha — Per 1 ha	360	26.592	397.80	116	3.088	38.32	588	7.516	59.08	1064	37.196	495.20	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			80.33			7.74			11.93			100	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7a, ploha 2, povr. 0.25 ha, mjereno I—II. 1978.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7a, Experimental plot 2, Area 0.25 ha, I—II. 1978

Tab. 15.

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
	Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	
<i>Quercus petraea</i>	77	6.101	94.30	24	0.715	9.25	69	0.897	8.35	170	7.713	111.90	90.12
<i>Fagus sylvatica</i>	3	0.273	4.33	3	0.136	1.77	60	0.549	4.47	66	0.958	10.57	8.52
<i>Carpinus betulus</i>				1	0.038	0.42	12	0.154	1.25	13	0.192	1.67	1.34
<i>Acer pseudoplatanus</i>							1	0.001	0.03	1	0.001	0.03	0.02
Ukupno — Total	80	6.374	98.63	28	0.889	11.44	142	1.601	14.10	250	8.864	124.17	100
Po 1 ha — Per 1 ha	320	25.496	394.52	112	3.556	45.76	568	6.404	56.40	1000	35.456	496.68	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			79.43		9.21				11.36			100	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b, ploha 3, povr. 0.25 ha, mjereno I—II. 1978.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b, Experimental plot 3, Area 0.25 ha, I—II. 1978

Tab. 16.

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
	Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	
<i>Quercus petraea</i>	105	4.959	67.12	35	0.712	8.22	16	0.167	1.59	156	5.838	76.93	73.48
<i>Fagus sylvatica</i>	12	0.337	4.31	41	0.735	8.04	430	1.880	14.78	483	2.952	27.13	25.91
<i>Castanea sativa</i>				1	0.025	0.31				1	0.025	0.31	0.30
<i>Carpinus betulus</i>							2	0.031	0.32	2	0.031	0.32	0.31
Ukupno — Total	117	5.296	71.43	77	1.472	16.57	448	2.078	16.69	642	8.846	104.69	100
Po 1 ha — Per 1 ha	468	21.184	285.72	308	5.888	66.28	1792	8.312	66.76	2568	35.384	418.76	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			68.23		15.83				15.94			100	

Durić, I.: Šumsko uzgojne karakteristike hrasta, klanjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokuse 25:161—174, Zagreb, 1989.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 19a, ploha 4, povr. 0.25 ha, mjereno I—II. 1978.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 19a, Experimental plot 4, Area 0.25 ha, I—II. 1978

Tab. 17.

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
	Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	
<i>Quercus petraea</i>	74	4.297	61.26	18	0.534	6.89	28	0.394	3.81	120	5.225	71.96	67.56
<i>Fagus sylvatica</i>	1	0.075	1.02	6	0.198	2.29	51	1.364	2.58	58	1.637	5.89	5.53
<i>Carpinus betulus</i>	2	0.095	1.30	12	0.274	2.82	113	0.810	5.64	127	1.179	9.76	9.16
<i>Quercus cerris</i>	15	1.068	16.11	1	0.038	0.50	5	0.095	1.03	21	1.201	17.64	16.56
<i>Sorbus torminalis</i>							5	0.028	0.15	5	0.028	0.15	0.14
<i>Fraxinus ornus</i>							5	0.058	0.56	5	0.058	0.56	0.52
<i>Acer campestre</i>				1	0.020	0.23	1	0.025	0.32	2	0.045	0.55	0.53
Ukupno — Total	92	5.535	79.69	38	1.064	12.73	208	2.774	14.09	338	9.373	106.51	100
Po 1 ha — Per 1 ha	368	22.140	318.76	152	4.256	50.92	832	11.096	56.36	1352	37.492	426.04	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			74.82			11.95			13.23			100	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b, ploha 5, povr. 0.25 ha, mjereno I—II. 1978.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b, Experimental plot 5, Area 0.25 ha, I—II. 1978

Tab. 18.

Struktura sastojine po vrsti drveća i etažama
The constitution of the stand according to the tree species and floors

Etaža Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
	Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	
<i>Quercus petraea</i>	107	5.169	64.17	23	0.582	6.08	93	1.219	10.16	223	6.970	80.41	76.30
<i>Sorbus torminalis</i>							17	0.436	2.39	17	0.436	2.39	2.27
<i>Fraxinus ornus</i>				5	0.116	1.20	91	0.739	5.07	96	0.855	6.27	5.95
<i>Fagus sylvatica</i>	3	0.182	2.53	3	0.101	1.22	46	0.270	1.76	52	0.553	5.51	5.23
<i>Carpinus betulus</i>							2	0.013	0.08	2	0.013	0.08	0.08
<i>Acer pseudoplatanus</i>							1	0.003	0.01	1	0.003	0.01	0.01
<i>Acer campestre</i>	1	0.062	0.87				29	0.136	0.73	30	0.198	1.60	1.52
<i>Quercus cerris</i>	12	0.686	8.81				1	0.028	0.31	13	0.714	9.12	8.65
Ukupno — Total	123	6.099	76.38	31	0.799	8.50	280	2.844	20.51	434	9.742	105.39	100
Po 1 ha — Per 1 ha	492	24.396	305.52	124	3.196	34.00	1120	11.376	82.04	1736	38.968	421.56	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			72.47			8.07			19.46			100	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 1b, starost 71 god., ploha 1, posječ. III. 1978.
 Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 1b, Age 71 years, Experimental plot 1, cut in March 1978

Tab. 19.

Struktura posjeđenih stabala proredom
 The structure of trees cut by thinning

E t a ž a Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer: smjese % Mixture proportion
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M	
Vrsta — Species													
<i>Quercus petraea</i>	14	0.908	13.33	15	0.469	6.12	40	0.804	5.55	69	2.181	25.00	83.08
<i>Fagus sylvatica</i>	3	0.225	3.51	1	0.025	0.30	7	0.085	0.76	11	0.335	4.57	15.19
<i>Acer pseudoplatanus</i>				1	0.038	0.52				1	0.038	0.52	1.73
Ukupno — Total	17	1.133	16.84	17	0.532	6.94	47	0.889	6.31	81	2.554	30.09	100
Po 1 ha — Per 1 ha	68	4.532	67.36	68	2.128	27.76	188	3.556	25.24	324	10.216	120.36	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			55.96			23.06			20.98			100.00	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b, starost 74 god., ploha 2, posječ. III. 1978.
 Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b, Age 74 years, Experimental plot 2, cut in March 1978

Tab. 20.

Struktura posjeđenih stabala proredom
 The structure of trees cut by thinning

E t a ž a Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer: smjese % Mixture proportion
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M	
Vrsta — Species													
<i>Quercus petraea</i>	14	1.113	17.02	10	0.321	4.21	55	0.742	6.88	79	2.176	28.11	94.43
<i>Fagus sylvatica</i>	1	0.062	0.88	1	0.023	0.23	6	0.056	0.47	8	0.141	1.58	5.31
<i>Carpinus betulus</i>							2	0.014	0.08	2	0.014	0.08	0.26
Ukupno — Total	15	1.175	17.90	11	0.344	4.44	63	0.812	7.43	89	2.331	29.77	100
Po 1 ha — Per 1 ha	60	1.700	71.60	44	1.376	17.76	252	3.248	29.72	356	9.324	119.08	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			60.13			14.91			24.96			100	

Duričić, I.: Sunsko ugojine karakteristike hrasta kinjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. Sum. pokuse 25:161—234, Zagreb, 1989.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b, starost 56 god., ploha 3, posječeno III. 1978.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b, Age 56 years, Experimental plot 3, cut in March 1978

Tab. 21.

Struktura posječenih stabala proredom
The structure of trees cut by thinning

Etaža Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
	Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	
<i>Quercus petraea</i>	16	0.528	6.82	22	0.437	5.02	15	0.157	1.51	53	1.122	13.35	57.67
<i>Fagus sylvatica</i>	6	0.178	2.25	17	0.323	3.60	92	0.407	3.23	115	0.908	9.08	41.77
<i>Castanea sativa</i>				1	0.025	0.31				1	0.025	0.31	0.56
Ukupno — Total	22	0.706	9.07	40	0.785	8.93	107	0.564	4.74	169	2.055	22.74	100
Po 1 ha — Per 1 ha	88	2.824	36.28	160	3.140	35.72	428	2.256	18.96	676	8.227	90.96	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			39.87			39.28			20.85			100	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 19a, starost 76 god., ploha 4, posječeno III. 1978.
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 19a, Age 76 years, Experimental plot 4, cut in March 1978

Tab. 22.

Struktura posječenih stabala proredom
The structure of trees cut by thinning

Etaža Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
	Vrsta — Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	
<i>Quercus petraea</i>	16	0.673	9.16	9	0.285	3.72	26	0.362	3.46	51	1.29	16.34	66.23
<i>Fagus sylvatica</i>				3	0.115	1.41	9	0.064	0.45	12	0.179	1.86	7.54
<i>Carpinus betulus</i>							22	0.146	0.93	22	0.146	0.93	3.77
<i>Quercus cerris</i>	5	0.295	4.43	1	0.038	0.49	3	0.046	0.46	9	0.379	5.38	21.81
<i>Sorbus torminalis</i>							1	0.006	0.04	1	0.006	0.04	0.16
<i>Fraxinus ornus</i>							2	0.016	0.12	2	0.016	0.12	0.49
Ukupno — Total	21	0.968	13.59	13	0.438	5.62	63	0.640	5.46	97	2.016	24.67	100
Po 1 ha — Per 1 ha	84	3.872	54.36	52	1.752	22.48	252	2.560	21.84	388	8.064	98.68	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			55.07			22.80			22.13			100	

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b, starost 74 god., ploha 5, mjereno III. 1978.
 Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b, Age 74 years, Experimental plot 5, measured in March 1978

Tab. 23.

Struktura posječenih stabala proredom
 The structure of trees cut by thinning

E t a ž a Floor	A			B			C + D			Ukupno Total			Omjer smjese % Mixture proportion
	Vrsta → Species	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	
<i>Quercus petraea</i>	15	0.600	7.15	11	0.295	3.15	79	1.029	8.59	105	1.924	18.89	70.59
<i>Sorbus torminalis</i>							3	0.008	0.03	3	0.008	0.03	0.11
<i>Fraxinus ornus</i>							31	0.214	1.24	31	0.214	1.24	4.64
<i>Fagus sylvatica</i>	2	0.133	1.89	2	0.076	0.95	3	0.015	0.07	7	0.224	2.91	10.87
<i>Acer pseudoplatanus</i>							1	0.003	0.01	1	0.003	0.01	0.04
<i>Acer campestre</i>	1	0.062	0.87				1	0.009	0.06	2	0.071	0.93	3.48
<i>Quercus cerris</i>	4	0.145	2.52							4	0.145	2.52	9.42
<i>Prunus avium</i>							1	0.023	0.23	1	0.023	0.23	0.86
Ukupno — Total	22	0.940	12.43	13	0.371	4.10	119	1.301	10.23	154	2.612	26.76	100
Po 1 ha — Per 1 ha	88	3.760	49.72	52	1.484	16.40	476	5.204	40.92	616	10.448	107.04	
Udio po etažama % Proportions as to the floors in %			46.46			15.30			38.24			100	

Duričić, I.: Sumsko uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokuse 25:161—234, Zagreb, 1989.

od 89,3916 m³ u proizvodnom dijelu sastojine i 252 stabla u pomoćnom dijelu sastojine s masom od 29,7016 m³ po hektaru, od čega 220 stabala hrasta kitnjaka.

Na trećoj pokusnoj plohi godine 1973. (tab. 11) proizvodni dio sastojine sudjelovao je s 88,16% u ukupnoj drvnj masi po hektaru, a godine 1978 (tab. 16) s 84,05 m³ u ukupnoj drvnj masi po hektaru.

Posječeno je 248 stabala (tab. 21) s masom od 71,9912 m³ u proizvodnom dijelu sastojine i 428 stabala u pomoćnom dijelu sastojine s masom od 18,9628 m³ po hektaru. U ovoj sastojini u starosti 56 godina vađeno je čak 428 stabala u pomoćnom dijelu sastojine, što znači da je izlučivanje još vrlo intenzivno.

Na četvrtoj pokusnoj plohi godine 1973 (tab. 12) proizvodni dio sastojine sudjelovao je s 86,56% u ukupnoj drvnj masi po hektaru, a godine 1978 (tab. 17) s 86,77 m³ u ukupnoj drvnj masi po hektaru. Posječeno je 136 stabala (tab. 22) s drvnom masom od 76,8532 m³ u proizvodnom dijelu sastojine i 252 stabla s drvnom masom od 21,8380 m³ po hektaru u pomoćnom dijelu sastojine, od čega 104 stabla hrasta kitnjaka po hektaru.

Na petoj pokusnoj plohi godine 1973. (tab. 13) proizvodni dio sastojine sudjelovao je s 81,76% u ukupnoj drvnj masi po hektaru, a godine 1978 (tab. 18) s 61,76% u ukupnoj drvnj masi po hektaru. Posječeno je 140 stabala (tab. 28) s masom od 66,1472 m³ po hektaru u proizvodnom dijelu sastojine i 476 stabala u pomoćnom dijelu sastojine s masom od 40,9432 m³ po hektaru, od čega 316 stabala hrasta kitnjaka.

Na svim plohama smanjen je udio proizvodnog dijela sastojine u odnosu na ukupnu drvnu masu po hektaru mjerenu 1978. godine prema ukupnoj drvnj masi proizvodnog dijela sastojine mjerene 1973. godine.

Posječena i izrađena drvna masa — Cut and processed timber

U tab. 24, 25, 26, 27. i 28. prikazana je posječena i izrađena drvna masa iznad 2 cm debljine. Na pokusnoj plohi 1 (tab. 24) posječeno je 120,40 m³ po 1 ha drvne mase, od čega je iskorišteno 85,25%. Oblovine je bilo 85,20 m³, a 17,44 m³ prostornog drva promjera od 2 do 10 cm. Prostorno drvo posebno je razvrstano od 2 do 5 cm promjera.

Na pokusnoj plohi 2 (tab. 25) posječeno je 119,08 m³ po 1 ha drvne mase, od čega je iskorišteno 87,5%, od toga oblovine 82,52 m³ i 21,72 m³ prostornog drveta.

Na pokusnoj plohi 3 (tab. 21) posječeno je 90,92 m³ po 1 ha drvne mase, od čega je iskorišteno 91,4%, a od toga 55,08 m³ oblovine i 28,00 m³ prostornog drva.

Na pokusnoj plohi 4 (tab. 25) posječeno je 98,64 m³ po 1 ha drvne mase, a iskorišteno 84,4%, od toga 60,72 m³ oblovine i 22,50 m³ prostornog drva.

Na pokusnoj plohi 5 (tab. 28) posječeno je 107,08 m³ po 1 ha drvne mase, a iskorišteno 89,10%, a od toga oblovine 70,36 m³ i 25,08 m³ prostornog drva.

Najviše je po hektaru posječeno na plohi 1 i 2 (tab. 24. i 25) u zajednici hrasta kitnjaka i običnog graba s čupavom kupinom (*Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* Rauš 1974). Na plohi 1 po hektaru je posječeno 120 m³, a na plohi 2 po hektaru je posječeno 119 m³.

Na grafikonima 12, 13, 14, 15. i 16. prikazana je raspodjela učestalosti broja stabala po debljinskim stupnjevima i etažama prije i nakon prorede. Raspodjela učestalosti broja stabala po debljinskim stupnjevima i etažama ima kod svih pokusnih ploha zvonolik oblik, što je odlika regularnih sastojina. Na pokusnim ploham 1 i 2 (graf. 12. i 13), koje se nalaze u zajednici hrasta kitnjaka i običnog graba s čupavom kupinom, raspodjela broja stabala ima najšire varijacijsko područje, posebno u proizvodnom dijelu sastojine.

Ove sastojine nastale su sjetvom žira pod motiku i sadnjom sadnica hrasta kitnjaka. Njega je jedan od razloga što u podstojnoj etaži (C) imamo malen udio običnog graba.

Posječen je velik broj stabala u pomoćnom dijelu sastojine. To su izlučena stabla hrasta kitnjaka, uglavnom suhovrha, bez razvijene krošnje.

Na pokusnim ploham 3 i 4 (graf. 14. i 15), koje se nalaze u zajednici hrasta kitnjaka i običnog graba s trepavičastim šašem, imamo veći udio ostalih vrsta drveća i izrazitije izlučivanje stabala u proizvodnom dijelu sastojine. Te su sastojine nastale oplodnim sječama na velikim površinama, zbog čega i imamo u njima veći broj vrsta drveća. Zakašnjela i nedovoljna njega u najranijim stadijima sastojine uvjetovala je propadanje znatnijeg broja ostalih vrsta drveća, koje bi stvorile biološki stabilnije i otpornije sastojine.

Pokusna ploha 5 (graf. 16) nalazi se u zajednici hrasta kitnjaka i crnog jasena, ima usko varijacijsko područje proizvodnog dijela sastojine, koje iznosi od 12 do 42 cm.

Raspodjela učestalosti broja stabala po debljinskim stupnjevima pokazuje da je najveći broj stabala s promjerom od 8 do 28 cm, dok kod većih promjera broj stabala pada.

Na graf. 17, 18, 19, 20. i 21. prikazana je raspodjela učestalosti drvnih masa po debljinskim stupnjevima i etažama prije i nakon proreda. Na svim ploham većina drvne mase vađena je proredom u nešto nižim debljinskim stupnjevima. Ta činjenica, a i raspodjela učestalosti broja stabala upućuje na velik broj stabala u proizvodnom dijelu sastojine u nuzgrednoj etaži. U normalno njegovanim sastojinama ove starosti glavni proredni zahvati morali bi biti u proizvodnom dijelu sastojine, a bez jačih prorednih zahvata u pomoćnom dijelu. Zbog velikog broja stabala u proizvodnom dijelu sastojine i zbog izostanka njege tih sastojina u mladosti nastala je velika konkurencija između stabala u krošnjama i rizosferi. Kao rezultat te konkurencije velik je broj stabala nuzgredne etaže koje smo izvadili proredom i prekobrojnih stabala u pomoćnom dijelu sastojine koje smo također posjekli.

Za prikaz prirasta ovih sastojina koristio sam se podacima Rauš & Matića (1973). Na grafikonima 22, 23, 24, 25. i 26. prikazali smo tečajni godišnji prirast hrasta kitnjaka, obične bukve i cera na svim ploham.

Tečajni godišnji volumni prirast hrasta kitnjaka i cijele sastojine po 1 ha

I. *Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* Rauš 1974

prirast kitnjaka	prirast cijele sastojine
ploha 2 p = 11,748 m ³ /ha	p = 12,900 m ³ /ha
ploha 1 p = 9,799 m ³ /ha	p = 12,053 m ³ /ha

II. *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942

prirast kitnjaka	prirast cijele sastojine
ploha 3 p = 11,303 m ³ /ha	p = 15,190 m ³ /ha
ploha 4 p = 7,988 m ³ /ha	p = 10,500 m ³ /ha

III. *Orno-Quercetum petraeae* Rauš 1974

prirast kitnjaka	prirast cijele sastojine
ploha 5 p = 9,645 m ³ /ha	p = 11,051 m ³ /ha

Iz podataka o prirastu vidimo da najveći tečajni godišnji volumni prirast ima hrast kitnjak u zajednici s čupavom kupinom (12,900 m³/ha). U toj zajednici je i udio hrasta kitnjaka najveći. Zajednica hrasta kitnjaka s trepavičastim šašem ima najveći tečajni prirast za cijelu sastojinu (15,190 m³/ha) zbog većeg udjela ostalih vrsta drveća, posebno obične bukve.

Proizvodnja hrasta kitnjaka između dviju inventura prikazana je na tab. 29, 30. i 31. Interval između inventura bio je četiri vegetacijska perioda. U tom intervalu nije bilo sječe stabala, pa je prirast drvne mase identičan proizvodnji.

Tečajni godišnji prirast hrasta kitnjaka i cijele sastojine po 1 ha u zajednici:

I. *Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* Rauš 1974

proizvodnja kitnjaka	proizvodnja cijele sastojine
ploha 2 p = 13,87 m ³ /ha	p = 16,53 m ³ /ha
ploha 1 p = 9,00 m ³ /ha	p = 11,77 m ³ /ha

II. *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942

proizvodnja kitnjaka	proizvodnja cijele sastojine
ploha 4 p = 11,51 m ³ /ha	p = 15,58 m ³ /ha
ploha 3 p = 7,60 m ³ /ha	p = 13,14 m ³ /ha

III. *Orno-Quercetum petraeae* Rauš 1974

proizvodnja kitnjaka	proizvodnja cijele sastojine
ploha 5 p = 9,79 m ³ /ha	p = 11,65 m ³ /ha

Najveća proizvodnja hrasta kitnjaka i cijele sastojine je na plohi 2 u zajednici hrasta kitnjaka i običnog graba s čupavom kupinom (16,53 m³/ha) i na plohi 4 u zajednici hrasta kitnjaka i običnog graba s trepavičastim šašem (15,58 m³/ha). Tečajni godišnji prirast dobiven kontrolnom metodom nešto je veći od rezultata dobivenih metodom izvrtaka.

Struktura sastojine prije (a) i poslije (b) prorede prikazana je na tabelama 32, 33, 34, 35. i 36. po vrsti drveća, omjeru smjese, proizvodnom (A i B), pomoćnom (C i D) dijelu sastojine, a ukupno za cijelu sastojinu broj stabala (N), temeljnica (G), drvna masa (M) te intenzitet prorede (i) po vrsti drveća i etažama.

Intenzitet prorede je najveći na plohi 5 (tab. 36), iznosi 26% od ukupne drvne mase, a najmanji na plohi 3 (tab. 34), iznosi 21% ukupne drvne mase.

POKUSNA PLOHA 1 — Experimental plot 1
 POVRŠINA 0.25 ha — Area 0,25 ha

Posječena i izrađena drvena masa — Cut and processed timber								
Vrsta — Species	Sortiment — Assortment	Srednji promjer cm mean diameter	prm	m ³	%	Posječeno Cut timber	Izrađeno Processed wood	Iskori- štenost % Utilization
<i>Quercus petraea</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	1.95	0.76	3.50			
		5	4.45	2.76	12.72			
	Oblovina — Roundwood	10		18.17	83.78	25.01	21.69	86.73
<i>Fagus sylvatica</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	1.00	0.39	10.62			
		5	0.65	0.40	10.90			
	Oblovina — Roundwood	10		2.88	78.48	4.57	3.67	80.31
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	0.03	0.01	3.33			
		5	0.07	0.04	13.33			
	Oblovina — Roundwood	10		0.25	83.34	0.52	0.30	57.69
Ukupno — Total	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	2.98	1.16	4.52			
		5	5.17	3.20	12.47			
	Oblovina — Roundwood	10		21.30	83.01	30.10	25.66	85.25
Po 1 ha — Per 1 ha	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	11.92	4.64	4.52			
		5	20.68	12.80	12.47			
	Oblovina — Roundwood			85.20	83.01	120.40	102.64	85.25

Durić, I.: Sumsko uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. sum. pokuse 25:161—234, Zagreb, 1989.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA — Management unit Kalnik-Kolačka
 Odjel 7a — Compartment 7a

Tab. 25.

POKUSNA PLOHA 2 — Experimental plot 2
 POVRŠINA 0.25 ha — Area 0,25 ha

Posječena i izrađena drvna masa — Cut and processed timber								
Vrsta — Species	Sortiment — Assortment	Srednji promjer cm mean diameter	prn	m ³	%	Posječeno Cut timber	Izrađeno Processed wood	Iskori- štenost % Utilization
<i>Quercus petraea</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	2.50	0.98	3.93			
		5	6.70	4.15	16.63			
	Oblovina — Roundwood	10	0.15	0.06	5.50	28.12	24.96	88.8
<i>Fagus sylvatica</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	0.15	0.06	5.50			
		5	0.35	0.22	20.40			
	Oblovina — Roundwood	10		0.80	74.10	1.58	1.08	68.4
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	0.05	0.02	100.00			
		5						
	Oblovina — Roundwood	10				0.08	0.02	25.0
Ukupno — Total	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	2.70	1.06	4.07			
		5	7.05	4.37	16.77			
	Oblovina — Roundwood	10		20.63	79.16	29.77	26.06	87.5
Po 1 ha — Per 1 ha	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	10.80	4.24	4.07			
		5	28.20	17.48	16.77			
	Oblovina — Roundwood	10		82.52	79.16	119.08	104.24	87.5

Durčić, I.: Šumsko uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokuse 23:161—234, Zagreb, 1989.

POKUSNA PLOHA 3 — Experimental plot 3
 POVRŠINA 0.25 ha — Area 0,25 ha

Posječena i izrađena drvena masa — Cut and processed timber								
Vrsta — Species	Sortiment — Assortment	Srednji promjer cm mean diameter	prm	m ³	%	Posječeno Cut timber	Izrađeno Processed wood	Iskorištenost % Utilization
<i>Quercus petraea</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	1.60 3.20	0.62 1.98	5.1 16.3			
	Oblovina — Roundwood	10		9.58	78.6	13.34	12.18	91.3
<i>Fagus sylvatica</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	3.75 4.65	1.46 2.88	17.3 34.1			
	Oblovina — Roundwood	10		4.10	48.6	9.08	8.44	92.9
<i>Castanea sativa</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	0.04 0.05	0.02 0.03	14.3 21.5			
	Oblovina — Roundwood	10		0.09	64.2	0.31	0.14	45.2
Ukupno — Total	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	5.39 7.90	2.10 4.90	10.1 23.6			
	Oblovina — Roundwood	10		13.77	66.3	22.73	20.77	91.4
Po 1 ha — Per 1 ha	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	21.56 31.60	8.40 19.60	10.1 23.6			
	Oblovina — Roundwood	10		55.08	66.3	90.92	83.08	91.4

Burić, I.: Šumsko uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. sum. pokuse 25:161—234, Zagreb, 1989.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA — Management unit Kalnik-Kolačka
 Odjel 19a — Compartment 19a

Tab. 27.

POKUSNA PLOHA 4 — Experimental plot 4
 POVRŠINA 0.25 ha — Area 0,25 ha

Posječena i izrađena drvena masa — Cut and processed timber								
Vrsta — Species	Sortiment — Assortment	Srednji promjer cm mean diameter	prn	m ³	%	Posječeno Cut timber	Izrađeno Processed wood	Iskori- štenost % Utilization
<i>Quercus petraea</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	1.85 4.40	0.72 2.73	4.8 18.2	16.34	15.02	91.9
	Oblovina — Roundwood	10		11.57	77.0			
<i>Fagus sylvatica</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	0.35 0.50	0.14 0.31	16.7 36.9	1.85	0.84	45.4
	Oblovina — Roundwood	10		0.39	46.4			
<i>Carpinus betulus</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	0.15 1.25	0.06 0.78	6.9 89.7	0.93	0.87	93.5
	Oblovina — Roundwood	10		0.03	3.4			
Ukupno — Total	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	3.00 7.18	1.17 4.46	5.6 21.4	24.67	20.81	84.4
	Oblovina — Roundwood	10		15.18	73.0			
Po 1 ha — Per 1 ha	Prostorno drvo — Cordwood	2—5 5	12.00 28.72	4.66 17.84	5.6 21.4	98.64	83.22	84.4
	Oblovina — Roundwood	10		60.72	73.0			

Durić, I.: Šumsko uzgojne karakteristike hrasta kitinjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokuse 25:16—23, Zagreb, 1969.

POKUSNA PLOHA 5 — Experimental plot 5
 POVRŠINA 0.25 ha — Area 0,25 ha

Posječena i izrađena drvena masa — Cut and processed timber								
Vrsta — Species	Sortiment — Assortment	Srednji promjer cm mean diameter	prn	m ³	%	Posječeno Cut timber	Izrađeno Processed wood	Iskori- štenost % Utilization
<i>Quercus petraea</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	2.10	0.82	4.61	18.89	17.78	94.1
		5	5.85	3.63	20.42			
	Oblovina — Roundwood	10		13.33	74.97			
<i>Fagus sylvatica</i>	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	0.50	0.20	8.84	2.92	2.26	77.4
		5	0.50	0.31	13.72			
	Oblovina — Roundwood	10		1.75	77.43			
Ostalo — Other	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	0.75	0.29	7.59	4.86	3.82	78.6
		5	1.65	1.02	26.70			
	Oblovina — Roundwood	10		2.51	65.71			
Ukupno — Total	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	3.35	1.31	5.49	26.77	23.86	89.1
		5	8.00	4.96	20.79			
	Oblovina — Roundwood	10		17.59	73.72			
Po 1 ha — Per 1 ha	Prostorno drvo — Cordwood	2—5	13.40	5.24	5.49	107.08	95.44	89.1
		5	32.00	19.84	20.79			
	Oblovina — Roundwood	10		70.36	73.72			

Durčić, I.: Sunsko uzgojne karakteristike hrasta klinjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokuse 25:161—214, Zagreb, 1989.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 1b
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 1b

Tab. 29.

Sumska zajednica *Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* — Rauš 1974
Forest association of *Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* — Rauš 1974

POKUSNA PLOHA 1 — Experimental plot 1

VRSTA — Species	Proizvodnja, prvo mjerenje (XII — 1973. god.) drugo (II — 1978. god.) Production, first measurement (XII — 1973), second (II — 1978)								
	A		B		C + D		UKUPNO — Total		
	N	M	N	M	N	M	N	M	
<i>Quercus petraea</i>	I	81	80.85	27	7.68	49	5.22	157	93.75
	II	78	88.26	21	7.03	57	7.46	156	102.75
Proizvodnja — Production (Mp — Mk)		—3	7.41	—6	—0.65	8	2.24	—1	9.00
Masa po 1 ha — Volume per 1 ha			29.64		—2.60		8.96		36.00

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7a
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7a

Sumska zajednica *Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* — Rauš 1974
Forest association of *Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* — Rauš 1974

POKUSNA PLOHA 2 — Experimental plot 2

VRSTA — Species	Proizvodnja, prvo mjerenje (I — 1973. god.) drugo (II — 1978. god.) Production, first measurement (I — 1973), second (II — 1978)								
	A		B		C + D		UKUPNO — Total		
	N	M	N	M	N	M	N	M	
<i>Quercus petraea</i>	I	84	83.82	19	6.33	67	7.88	170	98.03
	II	77	94.30	24	9.25	69	8.35	170	111.90
Proizvodnja — Production (Mp — Mk)		—7	10.48	5	2.92	2	0.47		13.87
Masa po 1 ha — Volume per 1 ha			41.92		11.68		1.88		55.48

Šumska zajednica *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942
Forest association of *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942

POKUSNA PLOHA 3 — Experimental plot 3

VRSTA — Species		Proizvodnja, prvo mjerenje (XII — 1973. god.) drugo (II — 1978. god.) Production, first measurement (XII — 1973), second (II — 1978)						UKUPNO — Total	
		A		B		C + D			
		N	M	N	M	N	M	N	M
<i>Quercus petraea</i>	I	103	59.91	37	8.04	16	1.38	156	69.33
	II	105	67.12	—35	8.22	16	1.59	156	76.93
Proizvodnja — Production (Mp — Mk)		2	7.21	—2	0.18	—	0.21	—	7.60
Masa po 1 ha — Volume per 1 ha			28.84		0.72		0.84		30.40

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 19a
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 19a

Šumska zajednica *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942
Forest association of *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942

POKUSNA PLOHA 4 — Experimental plot 4

VRSTA — Species		Proizvodnja, prvo mjerenje (I — 1973. god.) drugo (II — 1978. god.) Production, first measurement (I — 1973), second (II — 1978)						UKUPNO — Total	
		A		B		C + D			
		N	M	N	M	N	M	N	M
<i>Quercus petraea</i>	I	71	48.36	28	9.61	21	2.48	120	60.45
	II	74	61.26	18	6.89	28	3.81	120	71.96
Proizvodnja — Production (Mp — Mk)		—3	12.90	—10	—2.72	7	1.33	—	11.51
Masa po 1 ha — Volume per 1 ha			51.60		—10.88		5.32		46.04

Durčić, I.: Šumsko uzgojne karakteristike hrasta kintjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokuse 25:161—224, Zagreb, 1989.

Tab. 31.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b

Pokusna ploha 5
Experimental plot 5

Šumska zajednica *Orno-Quercetum petraea* Rauš 1974.

Forest association of *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1974

Proizvodnja, prvo mjerenje (XII — 1973. god.) drugo (II — 1978. god.)
Production, first measurement (XII — 1973), second (II — 1978)

VRSTA Species	A		B		C + D		UKUPNO Total		
	N	M	N	M	N	M	N	M	
<i>Quercus petraea</i>	I	100	51.03	50	12.33	74	7.26	224	70.62
	II	107	64.17	23	6.08	93	10.16	223	80.41
Proizvodnja (Mp — Mk) Production		7	13.14	—27	—6.25	19	2.90	—1	9.79
Masa po 1 ha Volume per 1 ha			52.56		—25.00		11.60		39.16

Intenzitet prorede u naznačenim tabelama odnosi se na vrstu drveća i etaže u odnosu na ukupnu drvnu masu sastojine. Iz priloženih tabela je vidljivo da su najjači intenziteti obavljeni u hrastu kitnjaku i dominantnoj etaži sastojine (A). Iz toga izlazi, a što je u tabelama vidljivo, da je proizvodni dio sastojine najjače prorijeđen, a u pomoćnom dijelu morali smo prorjeđivanjem posjeći prekobrojna stabla i djelomično ili kompletno osušena stabla, da bismo smanjili konkurenciju koja među njima vlada u tlu i iznad tla.

DISKUSIJA — DISCUSSION

Naša istraživanja šumskouzgojnih karakteristika hrasta kitnjaka na Kalniku obavili smo u sastojinama s kojima gospodari Šumarija Križevci, a nalaze se u gospodarskoj jedinici Kalnik-Kolačka. Pokusne plohe na kojima smo obavljali dio naših istraživanja predstavljaju tipične predstavnike šumskih zajednica i sastojina toga područja. Na tom području nalazimo ove šumske zajednice:

1. Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s čupavom kupinom (*Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* Rauš 1974) u kojoj su smještene pokusne plohe 1 u odjelu 1 b i ploha 2 u odjelu 7 a.

2. Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s trepevičastim šašem (*Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942) predstavljena je plohom 3 u odjelu 7b i plohom 4 u odjelu 19a.

3. Šuma hrasta kitnjaka i crnog jasena (*Orno-Quercetum petraeae* Rauš 1974) u kojoj se nalazi ploha 5 u odjelu 7b.

Tab. 32.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 1b
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 1b

Pokusna ploha 1
Experimental plot 1

Starost 71 god.
Age 71 years

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE
Stand structure before (a) and after (b) thinning

Površina 0,25 ha
Area 0,25 ha

VRSTA Species		Omjer smjese Mixture proportion	Proizvodni dio sastojine Production part of the stand						Pomoćni dio Auxilliary part			UKUPNO — Total		
			A			B			C + D			A + B + C + D		
			%	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G
<i>Quercus petraea</i>	a	83.00	78	5.913	88.26	21	0.560	7.03	57	0.999	7.46	156	7.472	102.75
	b	82.97	64	5.005	74.93	6	0.091	0.91	17	0.195	1.91	87	5.291	77.75
	i				11%			5%			4%			20%
<i>Fagus sylvatica</i>	a	14.81	11	0.694	10.62	5	0.128	1.53	77	0.747	6.19	93	1.569	18.34
	b	14.69	8	0.469	7.11	4	0.103	1.23	70	0.662	5.43	82	1.234	13.77
	i				3%						1%			4%
Ostalo Other	a	2.19	1	0.041	0.57	3	0.084	1.02	13	0.133	1.12	17	0.258	2.71
	b	2.34	1	0.041	0.57	2	0.046	0.50	13	0.133	1.12	16	0.220	2.19
	i													
UKUPNO Total	a	100	90	6.648	99.45	29	0.772	9.58	147	1.879	14.77	266	9.299	123.80
	b	100	73	5.515	82.61	12	0.240	2.64	100	0.990	8.46	185	6.745	93.71
	i				14%			5%			5%			24%
Po 1 ha Per 1 ha	a		360	26.592	397.80	116	3.088	38.32	588	7.516	59.08	1064	37.196	495.20
	b		292	20.060	330.44	48	0.960	10.56	400	3.960	33.84	740	26.980	374.84

Durić, I.: Šumsko uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokus. 25:161-234, Zagreb, 1989.

Tab. 33.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b

Pokusna ploha 2
Experimental plot 2

Starost 74 god.
Age 74 years

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE
Stand structure before (a) and after (b) thinning

Površina 0,25 ha
Area 0,25 ha

VRSTA Species		Omjer smjese Mixture proportion	Proizvodni dio sastojine Production part of the stand						Pomoćni dio Auxilliary part			UKUPNO -- Total		
			A			B			C + D			A + B + C + D		
			%	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G
<i>Quercus petraea</i>	a	90.12	77	6.101	94.30	24	0.715	9.25	69	0.897	8.35	170	7.713	111.90
	b	80.16	63	4.988	77.28	14	0.394	5.04	14	0.155	1.47	91	5.537	83.79
	i				14%			3%			5%			22%
<i>Fagus sylvatica</i>	a	8.52	3	0.273	4.33	3	0.136	1.77	60	0.549	4.47	66	0.958	10.57
	b	9.52	2	0.211	3.45	2	0.113	1.54	54	0.493	4.00	58	0.844	8.99
	i				1%									1%
Ostalo Other	a	1.36				1	0.038	0.42	13	0.155	1.28	14	0.193	1.70
	b	1.72				1	0.038	0.42	11	0.141	1.20	12	0.179	1.62
	i													
UKUPNO Total	a	100	80	6.374	98.63	28	0.889	11.44	142	1.601	14.10	250	8.864	124.17
	b	100	65	5.199	80.73	17	0.545	7.00	79	0.789	6.67	161	6.533	94.40
	i				15%			3%			5%			23%
Po 1 ha Per 1 ha	a		320	25.496	394.52	112	3.556	45.76	568	6.404	5640	1000	35.456	496.68
	b		260	20.796	322.92	68	2.180	28.00	316	3.156	26.68	644	26.132	377.60

Tab. 34.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b

Pokusna ploha 3
Experimental plot 3

Starost 56 god.
Age 56 years

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE
Stand structure before (a) and after (b) thinning

Površina 0.25 ha
Area 0,25 ha

VRSTA Species		Omjer smjese Mixture proportion	Proizvodni dio sastojine Production part of the stand						Pomoćni dio Auxilliary part			UKUPNO — Total		
			A			B			C + D			A + B + C + D		
			%	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G
<i>Quercus petraea</i>	a	73.48	105	4.959	67.12	35	0.712	8.22	16	0.167	1.59	156	5.838	76.93
	b	77.60	89	4.431	60.30	13	0.275	3.20	1	0.010	0.08	103	4.716	63.58
	i				7%			5%			1%			13%
<i>Fagus sylvatica</i>	a	25.91	12	0.337	4.31	41	0.735	8.04	430	1.880	14.76	483	2.952	27.11
	b	22.01	6	0.159	2.06	24	0.416	4.44	338	1.473	11.53	368	2.044	18.03
	i				2%			3%			3%			8%
Ostalo Other	a	0.61				1	0.025	0.31	2	0.031	0.32	3	0.056	0.63
	b	0.38				0	0.000	0.00	2	0.031	0.32	2	0.031	0.32
	i													
UKUPNO Total	a	100	117	5.296	71.43	77	1.472	16.57	448	2.078	16.67	642	8.846	104.67
	b	100	95	4.590	62.36	37	0.687	7.64	341	1.514	11.93	473	6.791	81.93
	i				9%			8%			4%			21%
Po 1 ha Per 1 ha	a		468	21.184	285.72	308	5.888	66.28	1792	8.312	66.76	2568	35.384	418.76
	b		380	18.360	249.44	148	2.748	30.56	1364	6.056	47.72	1892	27.157	327.72

Dunčić, I.: Sumsko uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. župn. pokuse 25:161-234, Zagreb, 1989.

Tab. 35.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 19a
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 19a

Pokusna ploha 4
Experimental plot 4

Starost 76 god.
Age 76 years

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE
Stand structure before (a) and after (b) thinning

Površina 0,25 ha
Area 0,25 ha

VRSTA Species		Omjer smjese Mixture proportion	Proizvodni dio sastojine Production part of the stand						Pomoćni dio Auxilliary part			UKUPNO — Total		
			A			B			C + D			A + B + C + D		
			%	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G
<i>Quercus petraea</i>	a	67.56	74	4.297	61.26	18	0.534	6.89	28	0.394	3.81	120	5.225	71.96
	b	67.96	58	3.624	52.10	9	0.249	3.17	2	0.032	0.35	69	3.935	55.62
	i				9%			3%			3%			15%
<i>Fagus sylvatica</i>	a	5.53	1	0.075	1.02	6	0.198	2.29	51	1.364	2.58	58	1.637	5.89
	b	4.92	1	0.075	1.02	3	0.083	0.88	42	1.300	2.13	46	1.458	4.03
	i							1%						1%
Ostalo Other	a	26.91	17	1.163	17.41	14	0.332	3.55	129	1.016	7.60	160	2.511	28.66
	b	27.12	12	0.868	12.98	13	0.294	3.06	101	0.802	6.05	126	1.964	22.19
	i				4%			1%			2%			7%
UKUPNO Total	a	100	92	5.535	79.69	38	1.064	12.73	208	2.774	14.09	338	9.373	106.51
	b	100	71	4.567	66.10	25	0.626	7.11	145	2.134	8.63	241	7.357	81.84
	i				13%			5%			5%			23%
Po 1 ha Per 1 ha	a	—	368	22.140	318.76	152	4.256	50.92	832	11.096	56.36	1352	37.492	426.04
	b		284	18.268	264.40	100	2.504	28.44	580	8.536	34.52	964	29.428	327.36

Tab. 36.

GOSPODARSKA JEDINICA KALNIK-KOLAČKA Odjel 7b
Management unit Kalnik-Kolačka, Compartment 7b

Pokusna ploha 5
Experimental plot 5

Starost 74 god.
Age 74 years

STRUKTURA SASTOJINE PRIJE (a) I POSLIJE (b) PROREDE
Stand structure before (a) and after (b) thinning

Površina 0.25 ha
Area 0,25 ha

VRSTA Species	Omjer smjese Mixture proportion	Proizvodni dio sastojine Production part of the stand						Pomoćni dio Auxilliary part			UKUPNO — Total			
		A			B			C + D			A + B + C + D			
		%	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
<i>Quercus petraea</i>	a	76.30	107	5.169	64.17	23	0.582	6.08	93	1.219	10.16	223	6.970	80.41
	b	78.24	92	4.569	57.02	12	0.287	2.93	14	0.190	1.57	118	5.046	61.52
	i				7%			3%			8%			18%
<i>Fagus sylvatica</i>	a	5.95	3	0.182	2.53	3	0.101	1.22	46	0.270	1.76	52	0.553	5.51
	b	3.31	1	0.049	0.64	1	0.025	0.27	43	0.255	1.69	45	0.329	2.60
	i				2%			1%						3%
Ostalo Other	a	17.75	13	0.748	9.68	5	0.116	1.20	141	13.55	8.59	159	2.219	19.47
	b	18.45	8	0.541	6.29	5	0.116	1.20	104	1.098	6.22	117	1.755	14.51
	i				2%			1%			2%			5%
UKUPNO Total	a	100	123	6.099	76.38	31	0.799	8.50	280	2.844	20.51	434	9.742	105.39
	b	100	101	5.159	63.95	18	0.428	4.40	161	1.543	9.48	280	7.130	78.63
	i				11%			5%			10%			26%
Po 1 ha Per 1 ha	a		492	24.396	305.52	124	3.196	34.00	1120	11.376	82.04	1736	38.968	421.56
	b		404	20.636	255.80	72	1.712	17.60	664	6.172	37.92	1120	28.520	314.52

Diriđić, I.: Šumsko uzgojne karakteristike hrasta kintjaka (*Quercus petraea* Liebl.) na Kalniku. Glas. šum. pokuse 25:161—254, Zagreb, 1989.

Sve su to regularne sastojine visokog uzgojnog oblika nastale oplodnim sječama u razdoblju 1912—1930. godine, većim dijelom prirodnim pomlađivanjem, a ponegdje i popunjavanjem sadnjom biljaka i sjetvom žira.

Istraživane sastojine nalaze se na ovim tlima:

1. smeđa tla na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol)
2. lesivirano tlo na vapnencu i dolomitu
3. humusno silikatno tlo (ranker)
4. kiselo smeđe tlo (distrični kambisol)
5. lesivirano tlo (luvisol)
6. eutrično smeđe tlo (eutrični kambisol)
7. kiselo smeđe tlo (distrični kambisol)

Ta su se tla razvila na ovim matičnim supstratima:

1. Vapnencima, dolomitima i vapnenačko-dolomitnim brečama
2. Krednim klastitima.

Navedene šumske zajednice (fitocenoze) razvijene su na čitavom nizu tala i specifičnim klimatskim uvjetima (biotop), čine više tipičnih i vrlo složenih šumskih ekosistema, što moramo imati na umu pri svakom zahvatu u te sastojine. Da bismo dobili uvid u strukturne karakteristike navedenih šumskih sastojina, pratili smo razvoj strukture sastojine na pet pokusnih ploha položenih u svakoj od označenih šumskih zajednica Kalnika.

U vremenskom razdoblju od XII. 1973. do I. 1978. godine (u četiri vegetacijska perioda) izvršene su dvije izmjere strukture sastojine na osnovi biološko-gospodarske klasifikacije. Podaci dobiveni biološko-gospodarskom klasifikacijom stabala u sastojini bili su dobra podloga za naučne zahvate i dali su uvid u strukturne karakteristike tih sastojina.

Koristeći se podacima izmjere tečajnog godišnjeg prirasta po metodi izvrtaka 1973. godine i tečajnoga godišnjeg prirasta dobivenog kontrolnom metodom u razdoblju 1973—1978. godine, dobili smo podatke o tečajnom godišnjem prirastu tih sastojina.

Nakon obavljene izmjere i snimanja svih navedenih elemenata bitnih za strukturu sastojine obavili smo njegu sastojina proredom, potom analizu dobivene drvene mase proredom, razvrstavajući je prema dobivenim sortimentima na svakoj plohi. Analizirajući visinske krivulje na pokusnim plohama mjerene 1973. godine (graf. 2, 3, 4, 5. i 6), uočili smo jednu zajedničku karakteristiku: hrast kitnjak dominantan je u odnosu na visine obične bukve (izuzev plohu 5).

Izmjerom visina u siječnju 1978. godine uočili smo da je bukva nadvisila hrast kitnjak, potisnula ga i potpuno preuzela visinsku dominaciju nad njim. Mjerenjem visina u 1973—1978. godini dobili smo uvid u biološku sliku istraživanih sastojina, što je od neprocjenjive važnosti uzgajivaču koji obavlja zahvate njege u tim sastojinama.

Sastojine hrasta kitnjaka, a i sastojine ostalih hrastova kao heliofilnih vrsta, u dobi od 60. do 80. godine trebale bi pokazivati znakove izvjesne stagnacije u odnosu na dinamičko formiranje strukture sastojine. Međutim, u našim sastojinama osim hrasta kitnjaka značajnu ulogu u strukturi sastojina ima obična bukva koja zbog svojih bioloških svojstava uzrokuje evidentirane dinamične pojave u visinskoj strukturi istraživanih sastojina. Prirast svake sastojine upućuje na

produkciju drvene mase koja je i limitirajući faktor drvnoj masi koju dobijemo preredom. Prema tome poznavanje prirasta sastojine je neophodno pri određivanju intenziteta zahvata preredom. Točno izmjeren prirast i poznavanje konkretne drvene mase sastojine jedan je od bitnih preduvjeta za određivanje intenziteta. Zbog toga smo u ovom radu nastojali dobiti informaciju o prirastu svake sastojine na pokusnoj plohi koristeći se metodom bušenja stabala, izračunavanjem prirasta po Mayerovoj metodi tarifnih diferencija i kontrolnoj metodi dobivenoj izmjerom 1973—1978. godine. Iz rezultata tih izmjera možemo uočiti da se rezultati dobiveni 1973. godine metodom izvrtaka dosta dobro podudaraju s podacima dobivenim kontrolnom metodom u periodu 1973—1978. godine. Također možemo uočiti da su prirasti dobiveni kontrolnom metodom veći od onih dobivenih metodom izvrtaka. Tu pojavu objašnjavamo na taj način što smo kontrolnom metodom obuhvatili sva stabla na plohi, od onih najtanjih do najdebljih, kao i sve vrste drveća, što nije bilo moguće učiniti metodom izvrtaka.

Iz strukture prirasta vidljivo je da na svim ploham hrast kitnjak s najvećim postotkom sudjeluje u ukupnom prirastu sastojine. To je logično kad znamo da je po udjelu hrast kitnjak dominantna vrsta koja daje glavno obilježje svim sastojinama istraživanog područja.

U tab. 29, 30. i 31. prikazali smo proizvodnju, odnosno prirast hrasta kitnjaka i njegovu strukturu po etažama sastojine za sve istraživane plohe. Analizirajući dobivene rezultate, možemo uočiti da nam potvrđuju već iznesene konstatacije o biološkim osobinama i ekološkim zahtjevima hrasta kitnjaka u sastojinama Kalnika. Iz tabele je vidljivo izlučivanje stabala iz dominantne i nuzgredne etaže u podstojnu etažu, kao i veličina prirasta kitnjakovih stabala u svakoj etaži posebno. I osobito je interesantno istaknuti ponašanje stabala nuzgredne etaže sastojine na plohi 1, 4 i 5 gdje je izlučivanje bilo najjače, a što se odrazilo na apsolutnu veličinu prirasta. Iz podataka o tečajnom godišnjem prirastu vidljivo je da se on kreće od 11,65 m³/ha na plohi 5 do 16,53 m³/ha na plohi 2. Iz toga možemo zaključiti da su proizvodne mogućnosti ovih sastojina još dobre, bez obzira na to što se pretežno nalaze u razvojnom stadiju starijih sastojina. Ta konstatacija nas učvršćuje u stavu da ove sastojine treba i dalje intenzivno njegovati kako bi ovaj još uvijek velik prirast poboljšali po kvaliteti drvene mase koja prirašćuje. Iz tabele 9, 10, 11, 12. i 13, gdje je prikazana struktura sastojine po vrstama drveća, etažama, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi dobili smo sliku strukturnih karakteristika koju su imale te sastojine u 1973. godini. Komparirajući navedene podatke s podacima strukture sastojine dobivenih u 1978. godini uočavamo razvoj strukture tih sastojina u protekle četiri godine. Opća karakteristika, koju smo uočili iz rezultata istraživanja prisutna je dinamika u izlučivanju stabala iz dominantne etaže u nuzgrednu etažu, te iz nuzgredne u podstojnu etažu. Komparirajući podatke u tab. 9. i 14. možemo vidjeti da je 1973. godine u dominantnoj etaži bilo 80,42% drvene mase, u nuzgrednoj 10,49% drvene mase, a u podstojnoj etaži 9,09% drvene mase. Nakon četiri godine dominantna etaža imala je 80,33%, nuzgredna 7,74%, a podstojna 11,93% drvene mase.

Podaci u tab. 11, koja prikazuje strukturu sastojine na plohi 3 (mjereno 1973. godine), pokazuju da dominantna etaža ima 71,01%, nuzgredna 17,34%, a podstojna 11,65% drvene mase. U tab. 16, koja prikazuje podatke mjerenja 1978. godine, vidimo da je dominantna etaža imala 68,23%, nuzgredna 15,83%, a podstojna 15,94% drvene mase.

Navedeni podaci navode na zaključke da dominantna etaža koja ima stabla s najvećim krošnjama i koja dobiva i najviše svjetla pokazuje najmanji postotak izlučivanja u nuzgrednu etažu. Nuzgredna etaža, čija se stabla već nalaze u procesu izlučivanja, pokazuje veći postotak izlučivanja u podstojnu etažu, u kojoj po pravilu u 1978. godini imamo uvijek veći postotak drvene mase nego u 1973. godini. Analizirajući podatke o omjeru smjese na pokusnim plohama 1, 2, 3. i 4, prikazanim u navedenim tabelama u 1973. i 1978. godini, vidimo da se udio hrasta kitnjaka u omjeru smjese smanjuje, dok se udio obične bukve povećava. Taj podatak slikovito prikazuje odnos navedenih vrsta drveća. Iz tih podataka možemo zaključiti da obična bukva u toj dobi dinamičnije visinski prirašćuje od hrasta kitnjaka, što smo dokazali analizirajući visinske krivulje. Podaci o omjeru smjese na pokusnoj plohi 5 pokazuju da se omjer smjese hrasta kitnjaka povećao u odnosu na 1973. godinu. Poznavajući ekološke karakteristike koje vladaju na toj pokusnoj plohi i komparirajući ih s karakteristikama s ostale četiri plohe, uočavamo da termofilniji uvjeti pogoduju razvoju hrasta kitnjaka, a istovremeno smanjuju konkurentsku sposobnost bukve.

Na osnovi dobivenih strukturnih pokazatelja sastojina na pokusnim plohama, a imajući u vidu prirast tih sastojina, dosadašnji način gospodarenja i stanje u kojem se svaka konkretna sastojina nalazi, izvršili smo na svim pokusnim plohama proredu. Podatke o intenzitetima prorede po vrstama drveća, etažama i ukupno za cijelu sastojinu i strukturu sastojine prije i nakon prorede prikazali smo u tabelama 32, 33, 34, 35. i 36.

Intenziteti proreda kretali su se od 21% do 26%. Najjači zahvat bio je među stablima hrasta kitnjaka i kretao se od 13% do 22% u odnosu na masu cijele sastojine. Najjači zahvat kod hrasta kitnjaka bio je u dominantnoj etaži od 7% do 14%, a u nuzgrednoj etaži od 3% do 5%.

Intenzitet zahvata u pomoćni dio sastojine, gdje su evidentirana i osušena stabla, kretao se od 1% do 8% ovisno o dinamici prirodnog izlučivanja hrasta kitnjaka kao heliofilne vrste drveća. Općenito možemo reći da smo u dominantnoj etaži na svim pokusnim plohama sjekli od 9% do 15% drvene mase, u nuzgrednoj od 3% do 8% drvene mase, dok smo u pomoćnom dijelu zajedno s prirodno izlučenim stablima sjekli od 4% do 5% drvene mase.

Ti podaci daju uvid u način izvedene prorede. Velik dio drvene mase realizirali smo u proizvodnom dijelu sastojine rukovodeći se konkretnim stanjem sastojine i ciljem gospodarenja s tim sastojinama.

Iz priloženih tabela 19, 20, 21, 22. i 23, koje daju pregled strukture posječene drvene mase proredom, vidimo da smo na svakoj plohi najviše sjekli hrasta kitnjaka kao glavne i dominantne vrste drveća u ovim sastojinama, a kojem moramo posvetiti najveću pažnju. U omjeru smjese posječene drvene mase drvena masa kitnjaka je zastupljena od 57,65% do 94,43%. Ukupno posječena masa na pokusnim plohama kretala se od 90,96 do 120,36 m³/ha, s tim da su u toj masi stabla podstojne etaže sa sušcima sudjelovala od 20,85% do 38,24%, razliku od 100% u strukturi posječene drvene mase zauzimaju stabla dominantne i nuzgredne etaže.

Struktura broja stabala sastojine po debljinskim stupnjevima i struktura posječenih stabala u cijeloj sastojini u proizvodnom i pomoćnom dijelu sastojine dana je na graf. 12, 13, 14, 15 i 16. Strukturu drvnih masa sastojina prikazali smo na graf. 17, 18, 19, 20. i 21. Iz navedenih grafikona možemo uočiti da se

distribucija broja stabala i distribucija drvnih masa kreće u dosta širokom varijacijskom području od 4 do 48 cm prsnog promjera. Rezultati prikazani na grafikonima pokazuju da je velik broj stabala koncentriran u nuzgrednoj i podstojnoj etaži, gdje smo morali intervenirati preredom vadeći stabla u proizvodnom dijelu pretežno iz nuzgredne etaže, a u pomoćnom dijelu sjekli smo nagomilana i prekobrojna stabla, stabla suhog vrha, te djelomično ili kompletno osušena. Također smo u toj etaži sjekli i prekobrojna stabla da bismo smanjili konkurenciju koja među njima vlada u tlu i iznad tla.

U tab. 24, 25, 26, 27. i 28. prikazali smo posječenu i izrađenu drvenu masu za svaku plohu posebno, s tim da smo svu posječenu drvenu masu izradili u prostorno drvo i u oblovinu. Prostorno drvo razvrstali smo u kategoriju tankoga prostornog drva od 2 do 5 cm i od 5 do 10 cm, a tehničku oblovinu od 10 cm na više. Iz tabele je vidljivo da smo na svim pokusnim plohamo postigli velik postotak iskorištenosti drvene mase, i to od 84,40% do 91,40%. Taj podatak slikovito govori da se nakon provedenih proreda u ovim sastojinama može iskoristiti velik postotak posječene drvene mase, što je naročito interesantno i aktualno u današnjoj krizi energije.

ZAKLJUČCI — CONCLUSIONS

Istražujući šumskouzgojne karakteristike hrasta kitnjaka na Kalniku, došli smo do ovih zaključaka:

1. Na istraživanom području u šumama kojima gospodari Šumarija Križevci na površini od 4700 ha u gospodarskoj jedinici Kalnik-Kolačka pridolaze ove sastojine hrasta kitnjaka:

— šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s čupavom kupinom (*Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* Rauš 1974)

— šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s trepavičastim šašem (*Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942)

— šuma hrasta kitnjaka i crnog jasena (*Orno-Quercetum petraeae* Rauš 1974).

2. Te sastojine nastavaju ova tla:

— smeđa tla na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol)

— lesivirano tlo na vapnencu i dolomitu

— humusno silikatno tlo (ranker)

— kiselo smeđe tlo (distrični kambisol)

— lesivirano tlo (luvisol)

— eutrično smeđe tlo (eutrični kambisol)

— kiselo smeđe tlo (distrični kambisol)

3. Istraživane sastojine su regularne sastojine visokog uzgojnog oblika nastale pretežno prirodnim putem, starosti od 56. do 76. godine. U sastojinama po omjeru smjese istraživanih sastojina dominira hrast kitnjak, i to od 67,56% do 90,12%. Obična bukva je druga vrsta zastupljena u omjeru smjese s udjelom od 5,53% do 25,91%. Osim navedenih vrsta u tim sastojinama dolazi obični grab, cer, brekinja, crni jasen i dr.

4. Na osnovi podataka dobivenih mjerenjem visina u godini 1973. i godini 1978. možemo zaključiti da je 1973. godine u svim sastojinama visinski dominirao hrast kitnjak, da bi u 1978. godini visinsku dominaciju preuzela obična bukva. Taj podatak daje uvid u biološka svojstva hrasta kitnjaka i obične bukve, te pokazuje dinamične strukturne promjene koje se događaju u mješovitim sastojinama hrasta kitnjaka, obične bukve i običnog graba.

5. Analizirajući prirasne mogućnosti istraživanih sastojina, dobili smo podatke koji pokazuju visoke prirasne mogućnosti ovih šuma. Na osnovi izmjera kontrolnom metodom zaključili smo da se prirast u ovim sastojinama kreće od 11,65 m³/ha do 16,53 m³/ha. Hrast kitnjak kao dominantna vrsta tih sastojina sudjeluje s 58% do 84% u prirastu.

6. Na osnovi podataka o strukturi sastojine i njenu razvoju u razdoblju od četiri godine zaključujemo da je u tim sastojinama još prisutno intenzivno izlučivanje stabala iz dominantne etaže u nuzgrednu, iz nuzgredne u podstojnu i prirodno izlučivanje i odumiranje stabala u podstojnoj etaži.

7. Podaci o omjeru smjese u razdoblju istraživanja pokazuju udio pojedinih vrsta drveća u ukupnoj drvoju masi sastojine. Vidljivo je smanjenje udjela hrasta kitnjaka u omjeru smjese sastojine u razdoblju od četiri godine i povećanje udjela obične bukve u omjeru smjese. Taj podatak zajedno s već iznesenom konstatacijom o preuzimanju visinske dominacije obične bukve pokazuje uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka i biološka svojstva obične bukve u ovom razvojnom stadiju sastojine.

8. Distribucija broja stabala i drvnih masa po debljinskim stupnjevima kod svih istraživanih sastojina pokazuje široko varijacijsko područje u rasponu od 4 do 48 cm. Također uočavamo nagomilani broj stabala u nuzgrednoj i u podstojnoj etaži sastojine, što je uvjetovano biološkim svojstvima vrsta drveća i neadekvatno provedenim njegama u prošlosti.

9. U istraživanim sastojinama su provedeni zahvati njege sastojina proredom po intenzitetu od 21% do 26%, a po načinu zahvata 10 do 19% sjeklo se u proizvodnom dijelu sastojine, a 4 do 10% u pomoćnom dijelu sastojine. Posječena drvena masa po hektaru iznosila je od 90,92 do 120,40 m³/ha. Intenzivni zahvati su mogući zbog nagomilane drvne mase u svim etažama sastojine, što je posljedica ranijih neadekvatnih proreda po intenzitetu i vremenu provedbe. Njima bi se povećala kvaliteta prirasta, a također bi se povećala stabilnost sastojina, jer bi omogućili dobar razvoj svih etaža i svih vrsta drveća u ovim sastojinama.

10. Njegovom sastojina proredom trebamo postupno pripremati ove sastojine za dobru prirodnu regeneraciju, jer će se krošnje stabala pripremati za dobar urod sjemena, a tlo za dobar prijem i klijanje sjemena.

Imajući u vidu vrlo složene i nadasve osjetljive šumske ekosisteme hrasta kitnjaka na Kalniku koji sve više, osim značenja u proizvodnji drvene mase, imaju značajnu ulogu u zaštiti čovjekova okoliša, mislimo da svako istraživanje o šumskouzgojnim karakteristikama ovih šuma daje prilog njihovu boljem poznavanju, a povezano s tim i njihovoj zaštiti od propadanja.

Dalja istraživanja ovih šuma dat će još više spoznaja o njima. Šumarima ovog područja ostaje da te spoznaje primijene, sve u nastojanju da šume Kalnika budu još produktivnije i stabilnije.

LITERATURA — REFERENCES

- Anić, M., 1963: Uzgajanje šuma — Morfologija šuma (skripta), Zagreb.
- Bašić, F., 1981: Tla dijela sekcije Čakovec 3 (s pedološkom kartom u mjerilu 1:50.000), Poljoprivredni institut, Križevci.
- Bašić, F., 1981: Tla Kalničkog gorja i pitanja njihove zaštite (znanstveni kolokvij HED).
- Cindrić, Z., 1981: Klimatske prilike područja šumskog gospodarstva »M. Birta«, Bjelovar.
- Dekanić, I., 1958: Njegovanje šuma kao mjera za unapređivanje šumske produkcije, Šum. list, 10.
- Dekanić, I., 1962: Osnovni principi uzgojnih zahvata u posavskim šumama, Šum. list, 1/2.
- Dekanić, I., 1962: Kvantitativno i kvalitativno povećanje proizvodnje drvene mase mješovitih sastojina brežuljkastih terena, Glasnik za šumske pokuse, knjiga 15, Zagreb.
- Dekanić, I., 1962: Biološki i gospodarski faktori njegovanja sastojina, Šum. list, 11/12.
- Dekanić, I., 1962: Elementi za njegu mladih sastojina u poplavnom području posavskih šuma, Glasnik za šumske pokuse, knj. 15, Zagreb.
- Dekanić, I., 1962: Povećanje proizvodnje proredom mladih mješovitih sastojina lužnjaka, poljskog jasena i nizinskog brijesta u Posavini, Glasnik za šumske pokuse, knj. 15, Zagreb.
- Dekanić, I., 1967: Metode intenzivnog prorjeđivanja sastojina visokog uzrasta, Jugoslavenski poljoprivredni šumarski centar, Beograd.
- Dekanić, I., 1970: Intenzivna njega sastojina kao faktor podizanja vrijednosti šuma i financijskog efekta gospodarenja, Nar. šumar, 4/5.
- Dekanić, I., 1974: Značajke uzgoja šuma jugoistočne Slavonije, Vinkovci.
- Dekanić, I., 1976: Intenziviranje proizvodnje proredom sastojina u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka, Šumsko privredno poduzeće »Slavonska šuma«, Zagreb.
- Dekanić, I., 1979: Uzgojne mjere i proizvodnja u nekim prirodnim sastojinama i kulturama evroameričkih topola slavenskog područja, Šum. list, 7/8, Zagreb.
- Dekanić, I., 1980: Način i intenzitet proreda u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba, Vinkovci.
- Ettlinger, J., 1888: Šume zagorske, Šum. list, str. 141—143.
- Furlan, I., 1885: Šumski uzgoji po urbano-opć. šumama područja podžupanije križevačke u god. 1883, Šum. list, str. 14—16.
- xxx, 1972: Generalni prostorni plan memorijalno-turističkog područja Kalnik, Zavod za urbanizam, Zagreb.
- xxx, 1929: Gosp. osnova Kr. Šum. Sokolovac, (1929—1940):
- xxx, 1952: Gosp. osnova Kalnik I (1951—1960).
- xxx, 1964: Gosp. osnova, Kalnik-Vratno (1962—1971).
- xxx, 1973: Gosp. osnova, Kalnik-Kolačka (1972—1981).
- Haner, 1858: Chemische Analyse der Schwefeltherme Warasdin — Töplitz in Kroatien, Jahrbuch geol. Reichanst, Band IX, Wien.
- Kišpatić, M., 1913: Kristalinsko kamenje Kalnika, Jugoslavenska akademija, knjiga 200, Zagreb.
- Koch, F., 1918: Die oberen Kreideschichten des Kalnik Gebirges in Kroatien, Glasnik Hrvatskog prirodoslovnog društva, godina XXX, p. 49, Zagreb.
- Klepac, D., 1958: Mjere za podizanje šumske proizvodnje, Šumarstvo, 11/12.
- Klepac, D., 1962: Izračunavanje maksimalne produkcije u prirodnim šumama, Šum. list, 9/10.
- Klepac, D., 1964: Kako je reagirala pedesetgodišnja sastojina hrasta lužnjaka nakon jakih proreda, Šum. list, 11/12.
- Klepac, D., 1965: Uređivanje šuma, Zagreb.
- Klepac, D., 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina, Zagreb.
- Lončar, I., 1951: Njega šuma proredom, Zagreb.

- Prpić, B., 1966: Stete kao posljedica ovoja leda na krošnjama u gosp. jedinici »Josip Kozarac«, Sumarija Lipovljani, Sum. list, 7/8.
- Poljak, Z., 1960: Planinarski vodič po Hrvatskom zagorju, Zagreb.
- Poljak, J., 1942: Prilog poznavanju geologije Kalničke gore.
- Poljak, J., 1942a: Prilog poznavanju Kalničke gore, Vjesnik Hrvatskog državnog geološkog zavoda, Svezak I, Zagreb.
- Renić, A., 1975: Geologija istočnog dijela Kalničke gore.
- Rauš, Đ., 1978: Sumske zajednice hrasta kitnjaka na Kalniku.
- Rauš, Đ., Matić, S., 1974: Prilog poznavanju fitocenoloških i gospodarskih odnosa šuma hrasta kitnjaka na Kalniku, Sum. list, 7/8.
- Sloser-Klekovski, 1870: Kalnička gora sa svoje prirodne znamenitosti, Rad JAZU, br. 11, Zagreb.
- Safar, J., 1963: Uzgajanje šuma.
- Vichodil, G. A., 1885: Historički nacrt o razvitku Kraljevskog šumarskog učilišta u Križevcima u razdoblju 1860—1885.
- xxx Spomenica o petdesetgodišnjem postojanju Kraljevskog višeg gospodarskog učilišta i Ratarnice u Križevcima (1860—1910).
- xxx, Poljoprivredna škola u Križevcima, prigodom 90-godišnjice rada 1860—1950.
- xxx, 1974: Sto godina šumarstva Bilogorsko-Podravske regije, Bjelovar.

Adresa autora:

OOOR Uzgoj i zaštita šuma
Koprivnica
Poslovna jedinica Križevci
ŠG »Mojca Birta«
43000 Bjelovar



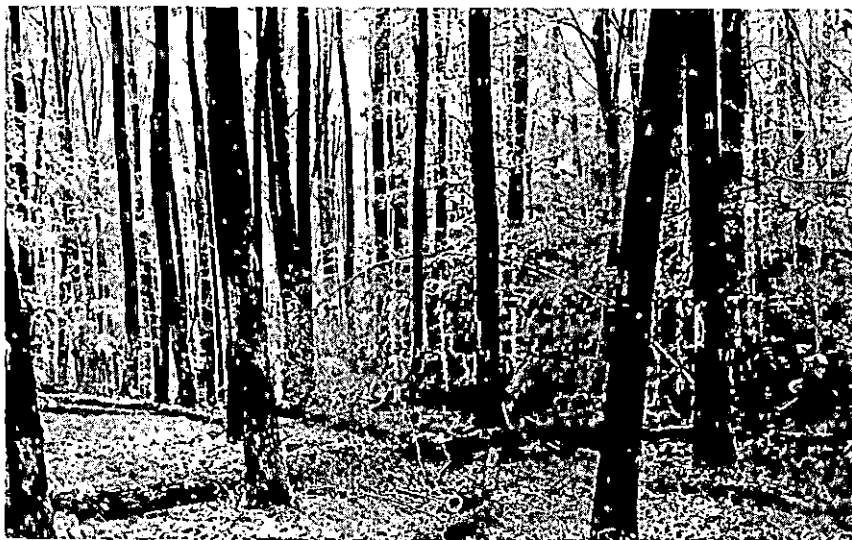
Sl. — Fig. 2. Panorama Kalnika — Panoramic view of Kalnik



Sl. — Fig. 3. Sastojina hrasta kitnjaka, obične bukve i graba u odjelu 7 poslije nevremena u noći između 4. i 5. studenog 1980. godine — The stand of the sessile-flowered oak, beech and hornbeam in Section 7 after a storm in the night of 4th and 5th November 1980.



Sl. — Fig. 4. Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s trepavičastim šašem (*Quercus - Carpinetum caricetosum pilosae* Horv.) 1942 u odjelu 7b gosp. jed. Kalnik-Kolačka — The forest of sessile-flowered oak and hornbeam with *Carex pilosae* (*Quercus-carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942) in section 7b of the Kalnik-Kolačka management unit



Sl. — Fig. 5. Pokusna ploha 3, odjel 7b, gosp. jed. Kalnik-Kolačka — Experimental plot 3, Compartment 7b, Management unit Kalnik-Kolačka



Si. — Fig. 6. Pokusna ploha 1, odjel 1a, gosp. jed. Kalnik-Kolačka — Experimental plot 1, Compartment 1a, Management unit Kalnik-Kolačka



Sl. — Fig. 7. Suma hrasta kitnjaka i običnog graba s trepavičastim šašem (*Quercus - Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942). Ploha 4, odjel 19a, gosp. jedinica Kalnik-Kolačka — The forest of Sessile-flowered oak and hornbeam with *Carex pilosae* (*Quercus - Carpinetum caricetosum pilosae* Horv. 1942)

IVAN ĐURIČIĆ

SILVICULTURAL CHARACTERISTICS OF THE KALNIK SESSILE-FLOWERED OAK

Summary

The following sessile-flowered oak stands grow in the Kalnik area:

- forest of sessile-flowered oak and common hornbeam with *rubus hirtus* blackberry (*Quercus-Carpinetum rubetosum hirti* Rauš 1974);
- forest of sessile-flowered oak and common hornbeam with rush (*Quercus-Carpinetosum pilosae* Horv. 1942);
- forest of sessile-flowered oak and flowering ash (*Orno-Quercetum petraea* Rauš 1974).

The stands grow on the following soils:

- calcocambisols and dolomites;
- luvisols on limestones and dolomites;
- rankers;
- dystric cambisols;
- luvisols;
- eutric cambisols.

The stands were formed naturally between the age of 56 and 76, and the mixture proportion is dominated by the sessile-flowered oak (67.56% to 90.12%). The proportion of beech is generally 5.53% to 25.91%. Common hornbeam, wild service and flowering ash are among others also common.

The 1973 survey showed that the sessile-flowered oak was the highest species, which was in 1978 surpassed by the beech.

The increment abilities of these stands are high. An increment ranging between 11.65 m³/ha and 16.53 m³/ha was achieved by a control method. The sessile-flowered oak contributes to the increment by 58% to 84%.

The stand structure shows that intensive selection of trees from the dominating layers into the subordinate and further down to the bottom storeys is still present, which eventually ends up with natural dying of the underwood.

In the period of four years, the proportion of beech in the stand has increased at the expense of the sessile-flowered oak.

Owing to the biological characteristics of the tree species and inadequate silvicultural measures in the stand, the number of trees in the lower storey has increased.

Thinning operations were carried out between 21% and 26%, whereby the cut wood mass amounted to between 90.92 m³/ha and 120.40 m³/ha.

As to the thinning methods, 10⁰/₀—19⁰/₀ was cut in the productional and 4⁰/₀—10⁰/₀ in the auxilliary part of the stand.

The thinning silvicultural operations are preparing these stands for good natural regeneration.

In addition to their importance as a source of wood mass, the Kalnik forests are an important focus of enviroimental care.

The knowledge of the silvicultural properties will enable the forests of the region to apply it in their efforts to improve the productivity and stability of the Kalnik forests.

IVAN MRZLJAK

USPIJEVANJE OBIČNOG BORA (*PINUS SYLVESTRIS* L.) CRNOG BORA (*PINUS NIGRA* ARN.) I AMERIČKOG BOROVCIA (*PINUS STROBUS* L.) NA BUJADNICAMA I VRIŠTINAMA KORDUNA

GROWTH OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.), BLACK PINE (*PINUS NIGRA* ARN.) AND WEYMOUTH PINE (*PINUS STROBUS* L.) ON THE BRACKEN AND HEATHER AREAS OF THE KORDUN MOORS

Primljeno: 28. III. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Autor je istražio rast, prirast i uspijevanje običnog bora, crnog bora i američkog borovca u mladim kulturama i plantažama starosti 14 godina. Kulture i plantaže su podignute za orijentacijsko praćenje uspijevanja četinjača na raznim lokalitetima bujadično-vrištinskog područja Korduna.

Američki borovac je u starosti od 14 godina pokazao najbolje rezultate, dok kulture crnog bora treba osnivati više u zaštitne nego u privredne svrhe.

Ključne riječi: uzgajanje, šumska kultura, šumska plantaža, pošumljavanje, rast, prirast, tlo.

UVOD — INTRODUCTION

Područje Korduna je sastavni dio Šumskoga privrednog područja »Petrova gora«, koje je 1960. godine dodijeljeno na korištenje Šumskom gospodarstvu Karlovac.

Prema šumskogospodarskoj podjeli šume Korduna pripadaju visokim regularnim šumama. S obzirom na konfiguraciju terena šume toga područja svrstane su u šumskouredajno područje »prigorske šume«.

Šumama toga područja gospodare OOUR-i šumarija: Duga Resa (dio), Karlovac (dio), Krnjak, Slunj, Rakovica, Topusko, Vojnić i Vrginmost. Ukupna površina područja je 46.602 ha. Od toga otpada na šumske površine 42.297 ha, a na obrasle 4.305 ha.

Citavo područje je podijeljeno na 27 gospodarskih jedinica. Prosječna veličina gospodarske jedinice iznosi 1726 ha. Najveća gospodarska jedinica je Petrova gora (10.574 ha). Ukupni šumski fond iznosi 6,333.714 m³. Prosječna drvna masa po 1 ha obrasle površine je 149 m³.

Zastupljene su ove vrste drveća: hrast lužnjak 203.436 m³, hrast kitnjak 1.041.407 m³, bukva 4.045.280 m³, obični grab 338.775 m³, kesten 293.470 m³, cer 285.607 m³, joha 28.440 m³, jasen 1.657 m³, smreka 8.090 m³, obični bor 75.036 m³ i crni bor 12.595 m³. Od ukupno obraslog tla na listače otpada 39.560 ha, a na četinjače 2.737 ha ili 6,4%. Udio četinjača po masi je 1,5%.

S povijesnog i geografskog stajališta Kordun je dio bivše Vojne krajine, a i danas zauzima teritorij između Pokuplja na sjeveru i sjeverozapadu, Banije na istoku, Bosanske krajine na jugoistoku, a Plješevice, Male i Velike Kapele na jugu i jugozapadu.

Naziv Kordun potječe od tal. cordone i franc. cordon, što je u strateškom pogledu predstavljalo obrambeni pojas.

Naime, radi obrane od Turaka i njihova nadiranja u drugoj polovici XV. stoljeća prema Bosni je podignut niz tvrđava s vojnim posadama, koje su sačinjavale dio velikoga obrambenog sistema. Dio toga obrambenog sistema sačinjavalo je u ovom dijelu Hrvatske i područje Banije.

Šumsko gospodarstvo Karlovac je osim gospodarenja u gospodarski očuvanim šumama zadnjih godina uglavnom pošumljavalo na površinama pod vegetacijom bujadi i vrijeska. Najzastupljenije vrste bile su: obični i crni bor, američki borovac, obična smreka i evropski ariš.

PROBLEMATIKA — ISSUES

Na području Šumskog gospodarstva Karlovac zastupljenost četinjača s obzirom na stanišne prilike ne zadovoljava.

Rastući zahtjevi za drvom četinjača u drvnjoj i kemijskoj industriji nalažu potrebu još veće proizvodnje drveće.

Smatra se da se proizvodnja drva četinjača može osigurati primjenom ovih mjera:

1. Podizanjem intenzivnih kultura četinjača brzog rasta na produktivnijim tlima pod vegetacijom vrijeska i bujadi.
2. Konverzijom panjača i šikara i introdukcijom četinjača u nisko produktivne listopadne šume.
3. Intenziviranjem uzgojnih mjera u postojećim crnogoričnim sastojinama.
4. Obogaćivanjem postojećih sastojina.

U proteklom periodu posvećeno je dosta pažnje primjeni intenzivnijih mjera u uzgoju šuma, što se naročito vidi u pošumljavanju. To ima svoje opravdanje jer se na Kordunu nalazi oko 50.000 ha bujadnica i vriština.

Pod upravom Šumskog gospodarstva Karlovac nalazi se oko 3.900 ha bujadnica i vriština, a s ostalom površinom »gospodare« poljoprivrednici ili su pod upravom općina i služe za izgon stoke područnom stanovništvu.

Tako velike površine pod vegetacijom bujadi i vrijeska uglavnom su rezultat čovjekova utjecaja. Socijalni i gospodarski uvjeti u prošlosti u kojima je poljoprivredna proizvodnja bila osnovni izvor egzistencije uvjetovali su neminovno proširenje poljoprivrednih površina na račun šumske vegetacije.

Nekontroliranom sječom šuma hrasta kitnjaka i običnog graba na tlima s malom prirodnom efektivnom plodnosti zbog reljefnih prilika nepogodnih za

poljoprivrednu proizvodnju i svakogodišnjeg paljenja, pašarenja i košnje bujadi onemogućena je prirodna regeneracija hrasta kitnjaka i običnog graba. Na takvim površinama mjestimično dolazi do izražaja erozijski proces uvjetovan djelovanjem oborinske vode. Dešava se da je tlo djelovanjem vode potpuno odneseno, a na površinu su izbile ogoljele stijene. Taj se proces naročito negativno očituje na vapnencima i dolomitima. Negativni utjecaj tog procesa održava se i u promjenama vodnog režima vodotoka.

Postepenim iskorištavanjem prirodnih rezervi u tlu putem poljoprivredne proizvodnje jedan dio tih površina je napušten i počeo je služiti za pašnjake. Na tim se površinama pojavila vegetacija vrijeska i bujadi.

Ni danas situacija nije mnogo bolja. Ono malo ostalih enklava hrasta kitnjaka unutar bujadnica i vriština, što su vlasništvo privatnika, i dalje se nekontrolirano siječe.

Zbog lošeg pomlađivanja, jer se stalno pašari i kosi bujad, na tim površinama ostaje samo ljeska, glog, bujad i sl.

Nakon rata jedan dio bujadično-vrištinskog područja Korduna pokušalo se privesti poljoprivrednoj proizvodnji. Poljoprivredna dobra pretvorena su u oranice koje nikada nisu bile obrađivane ili su bile davno napuštene.

Na nekim boljim tlima pod vegetacijom bujadi i vrijeska uz primjenu agrotehničkih mjera postizali su se dobri rezultati. Oni su bili povod da se primjenom istih agrotehničkih mjera, bez prethodnih ispitivanja, počelo pretvarati u oranice reljefno nepogodna, plitka, skeletoidna i druga loša tla. To je dovelo do velikih gubitaka koji su uzrokovali predaju većih kompleksa izoranih površina šumarstvu (Perjasica, Točak, Primišlje, Vojnić i Zagorje).

Šumskoprivredne organizacije u poslijeratnom razdoblju, bez obzira na česte reorganizacije, pošumljavale su bujadnice i vrištine na kordunskom području. Najviše se pošumljavalo običnim i crnim borom, a po ugledu na neke postojeće stare kulture: »Bosiljevo« (podignute u razdoblju od 1809. do 1814. godine), »Lađevački borik«, »Slunjski borik« i »Nikšićki borik«.

Pošumljavala su se tla za koja nisu bila zainteresirana poljoprivredna dobra i zadruga ili područno stanovništvo. Te su površine uglavnom bile nepristupačne, udaljene od komunikacija i pripadale su najčešće grupi najlošijih tala.

Unatoč svim poteškoćama u razdoblju od 1946. do 1960. godine podignuto je na Kordunu oko 638 ha kultura četinjača (podaci kolaudacije iz 1960. godine). Od te površine otpada na kulture crnog bora 318 ha, običnog bora 230 ha, obične smreke 74 ha, američkog borovca 8 ha, zelene duglazije 2 ha i evropskog ariša 6 ha.

Iz kolaudacijskog zapisnika je vidljivo da su ove površine pošumljene uglavnom u razdoblju od 1953. do 1960. godine, kada su šumarije bile organizirane kao ustanove sa samostalnim financiranjem. Sadnice za pošumljavanje uglavnom su se dobivale iz niza malih šumskih rasadnika osnovanih u tu svrhu. U njima su se uglavnom uzgajale sadnice običnog bora, crnog bora i obične smreke.

Intenzivnije pošumljavanje na Kordunu počelo je osnivanjem Šumskog gospodarstva Karlovac 1960. godine. S povećanjem površina za pošumljavanje prišlo se osnivanju rasadničkih površina (rasadišta) kako bi se za pošumljavanje dobio što kvalitetniji sadni materijal. S obzirom na količine sadnica koje su Gospodarstvu bile potrebne nisu se osnivala vlastita sjemeništa. Za rentabilnu proizvodnju

u sjemeništu mora biti osigurana velika proizvodnja biljaka, mehanizacija, objekti (spremišta, hladnjače itd.), stručni kadar i ostalo. Zbog toga je Gospodarstvo nabavljalo klijance za presadnju u Šumarskom institutu Jastrebarsko. Time je osigurana kontrola nad porijeklom sjemena i nad kvalitetom klijanaca.

Radi dobivanja prvih praktičnijih pokazatelja za podizanje intenzivnih kultura i plantaža četinjača, 1960. god. osnovani su orijentacijski pokusni objekti s nekoliko vrsta četinjača na raznim lokalitetima bujadično-vrištinskih tala. Oni su osnovani u suradnji s Institutom za šumarska i lovna istraživanja u Zagrebu. Budući da su predmet našeg razmatranja, bit će kasnije detaljnije opisani.

Osnivanjem Instituta za četinjače u Jastrebarskom pristupilo se proučavanju metodologije podizanja intenzivnih kultura četinjača na bujadično-vrištinskom području mnogo intenzivnije i detaljnije. Posvećena je naročita pažnja izučavanju staništa radi izbora vrsta četinjača, izučavanju najpovoljnijeg razmaka sadnje, primjeni mineralnih gnojiva radi povećanja produkcije drvne mase, osnivanjem pokusa provenijencija domaćih i stranih vrsta četinjača, intenzitetu i vremenu proreda u kulturama četinjača, praćenju štetnika, bolesti i dr.

Šumsko gospodarstvo Karlovac je financiralo i u suradnji s Institutom za četinjače u Jastrebarskom osnovalo niz pokusa koji već daju određene rezultate.

Na temelju grubih istraživanja tala i prvih rezultata iz pokusa, a prema šumskouzgojnim karakteristikama odabranih vrsta četinjača sastavljen je okvirni program proizvodnje vrsta četinjača za pošumljavanje na području Šumskog gospodarstva Karlovac: američki borovac 35%, obična smreka 20%, obični bor 15%, evropski ariš 15%, crni bor 10% i zelena duglazija 5%.

U razdoblju od 1960. do 1974. god. na bujadično-vrištinskim tlima podignuto je 2.018 ha kultura raznih vrsta četinjača. Intenzitet pošumljavanja je po godinama:

Tab. 1.

Vrsta Species	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus strobus</i>	<i>Pseudo- tsuga menziesii</i>	<i>Larix decidua</i>	<i>Picea abies</i>	UKUPNO TOTAL
Godina Year	h a						
1960.	127	67	—	—	4	34	232
1961.	35	12	—	—	1	7	55
1962.	14	27	4	3	8	22	78
1963.	16	29	5	5	3	37	95
1964.	19	14	11	1	1	62	108
1965.	43	—	3	6	7	52	111
1966.	72	—	17	4	12	61	166
1967.	81	18	14	5	3	50	171
1968.	48	33	20	5	4	58	168
1969.	88	11	25	3	18	71	216
1970.	62	26	20	2	8	53	171
1971.	33	8	17	1	5	52	116
1972.	18	6	68	4	9	29	134
1973.	6	4	43	4	9	25	91
1974.	43	12	12	3	6	30	106
UKUPNO: TOTAL	705	267	259	46	98	643	2,018

Pri pošumljavanju bujadnica i vriština u prošlosti je sadni materijal većinom nabavljan iz drugih rasadnika. On je bio nepoznatog porijekla, veoma često loše kvalitete i nepresađivan.

Bez obzira na proizvodne mogućnosti tla nije se dovoljno pazilo na izbor vrste, porijeklo sjemena i udio pojedinih vrsta pri pošumljavanju. Također se nije dovoljno pazilo na razmještaj pojedinih vrsta na terenu. Mnoge kulture crnog bora, porijeklom najvjerojatnije iz Primorja (Senj), zbog toga su propale (napadnute od *Scirrhie pini*).

U posljednje vrijeme intenzivnije su se istraživala tla pod bujadično-vrištinском vegetacijom u šumarske svrhe (pedološka i biljnohраниdbena). U tom razdoblju nastao je niz radova naučnog i stručnog karaktera. Oni su vezani uz izbor vrsta četinjača za podizanje kultura brzog rasta, ili obrađuju već postojeće kulture.

Istražujući bujadično-vrištinska tla na potezu Bosanci—Bosiljevo—Lešće, Škorić je sa suradnicima (1966) izvršio ekološko grupiranje utvrđenih sistematskih jedinica u pet grupa prema podzemnom i površinskom reljefu matične stijene i prema pojavljivanju sloja reliktnе crvenice. To je naročito važno radi razvoja korijenskoga sistema, koji ovisi o dubini pojavljivanja horizonta reliktnе crvenice i stupnja njegove kompaktnosti.

Unatoč tome što su tla pod vegetacijom bujadi i vrijeska mnogo istraživana, danas je još dosta malo znanja o uspijevanju pojedinih vrsta četinjača s obzirom na njihovu plodnost.

Predmet ovog rada su istraživanja dosadašnjeg rasta i prirasta običnog bora, crnog bora i američkog borovca u mladim kulturama i plantažama podignutim za orijentacijsko praćenje uspijevanja nekih vrsta četinjača na raznim lokalitetima bujadično-vrištinškog područja Korduna. Istraživanja se odnose na razdoblje od 14 godina.

EKOLOŠKE PRILIKE ISTRAŽIVAČKOG PODRUČJA — ECOLOGICAL CIRCUMSTANCES OF THE INVESTIGATED REGION

Geomorfološke karakteristike — Geomorphological features

Kordun se proteže južno od Karlovca sve do obronaka ličke Plješevice i Male i Velike Kapele. On predstavlja geomorfološki prijelazno područje od Panske nizine u područje dinarskog krša. To je tzv. visoki krš.

Čitavo područje karakterizira raznolikost reljefa. Za makroreljef i mezoreljef karakteristična je pojava plićih i dubljih dolina, uvala, vrtača i mjestimična površinska stjenovitost. Teren se postepeno od Karlovca diže prema jugu i kod Rakovice i Dreznika dostiže oko 400 m nadmorske visine.

U sjevernom dijelu Korduna izdvaja se Petrova gora (507 m) s ograncima Loskunjom (352 m) i Babinom gorom (269 m). Sjeverni i sjeveroistočni obronci Petrove gore postepeno prelaze u blago valovito područje oko Topuskog i Vrginmosta, gdje nadmorska visina iznosi oko 160 m. U okolici Vojnića teren je jače brežuljkast i valovit.

Područje od Petrove gore prema jugu i jugozapadu sve do obronaka Dinarida predstavlja kršku zaravan u osnovi s blago valovitim reljefom i s usamlje-

nim uzvišenjima, od kojih se ističu Skradska gora (429 m), Polojska kosa (474 m), Bročanska kosa (539 m). Pravac njihova pružanja je sjeverozapad—jugosistok.

U pravcu pada terena usječene su riječne doline — kanjoni Korane, Mrežnice, Dobre i Slunjčice, čiji su tokovi često prekinuti brzacima i slapovima. Dubina kanjona tih rijeka najveća je na južnom dijelu i postepeno se smanjuje prema sjeveru i sjeveroistoku. Slunjčica kod Slunja utječe u Koranu čineći prekrasau splet slapova zvanih »Rastoke«. U svom donjem toku Korana, Mrežnica i Dobra primaju mirniji tok, obale su im već posve niske i blago nagnute, a korita šira.

Osim rijeka postoji niz manjih ili većih potoka koji se ulijevaju u njih. Najviše ih ima u području Petrove gore koju raščlanjuju svojim dolinama. Veći potoci su: Perna, Bubljen, Brusovača. Svi oni utječu u rijeku Glinu, koja također protječe dijelom kordunskog područja, a zatim čini granicu prema SR Bosni i Hercegovini u jednom dijelu svog toka. Od ostalih vodotoka ističu se Radonja, Rijeka, Trebinja, Gradnica, Velika i Mala Utinja i niz drugih.

Iz radova Kocha, Heraka i Jurkovića (prema R a c z u, 1964) može se zaključiti da se područje Korduna razvijalo u više geoloških formacija. Iz tih radova izlazi kao opće pravilo u vezi s geološkom građom Korduna da Petrova gora, koju izgrađuju stijene mlađeg paleozoika, jasno dijeli sjeverni od južnog dijela Korduna. Na južne pristranke Petrove gore pretežno se nadovezuje materijal mezozoika, a sjeverni pristranci postepeno prelaze u područje izgrađeno od materijala kenozoika.

Kao matičnu podlogu tala na bujadično-vrištinskom području susrećemo glinene škriljavce, sitnozrne i krupnozrne kremene pješčenjake, konglomerate, dolomite i vapnence, vapnovite pješčenjake, pijesak, pjeskovito-glinovite lapore, šljunak, ilovine, razne riječne i potodne nanose i dr.

Tlo — Soil

Istraživanje tala pod bujadično-vrištinskom vegetacijom započeo je kod nas O r l i ć 1973. god. Otada je mnogo autora dalo prilog poznavanju fiziografskih svojstava i dinamike razvoja ovih tala. Ta je aktivnost bila naročito intenzivna poslije drugoga svjetskog rata, kada se istraživalo radi privođenja vrištinsko-bujadičnih tala poljoprivrednoj kulturi, odnosno podizanju šumskih kultura. Kasnije se ta istraživanja dopunjuju detaljnim geološkim i mineraloškim ispitivanjima.

U pedotipološkom smislu zemljišta bujadično-vrištinskog područja smatra se »vrištinskim podzolima« (G r a č a n i n, 1951), »podzolasto-bujadično-vrištinskim tlima« (K o v a č e v i ć, 1954).

Radovi Š k o r i ć a (1966) i R a c z a (1964) upućuju na postojanje više tipova tala, od kojih prevladavaju dvoslojni profili. Donji sloj čine reliktnne crvenice povrh kojih se nalazi kiselo smeđe ili lesivirano kiselo smeđe tlo.

Klasifikacija tala Jugoslavije iz 1963. god. vrištinska tla svrstava u klasu pretaloženih tala.

Mnogi autori bavili su se, a i danas se bave porijeklom lesolikog materijala. Neki kao R a c z et al., 1967. osporavaju eolsko porijeklo navedeno u klasifikaciji 1963. godine.

Za naše razmatranje uzeto je Škorićevo (1966) ekološko grupiranje tala pod vrijeskom i bujadi. On je tla grupirao u pet grupa:

- 1. dvoslojna tla s lesolikom etažom dubljom od 60 pa čak i 100 cm, u kojoj se razvilo smeđe kiselo tlo ili lesivirano kiselo smeđe tlo, ispod toga slijedi obično reliktna crvenica;
- 2. dvoslojna tla s lesolikom etažom debljine 25 (30) do 60 cm sa smeđim kiselim tlom na reliktnoj crvenici, s lesiviranom crvenicom ili sa smeđim tlom na vapnencu;
- 3. tla s lesolikom etažom debljine 25 (30) cm, a tlo je lesivirana crvenica ili smeđe tlo na vapnencu;
- 4. ukupna dubina tla do matične stijene iznosi oko 50 cm s renzinom, smeđim tlom na vapnencu ili lesiviranim tlom na vapnencu;
- 5. deluvijalna tla vrtača.

Kod prve tri grupe naglašava se da je razvoj korijenskog sistema drveća ovisan o dubini pojavljivanja sloja reliktna crvenice i od stupnja njene kompaktnosti. Po fizikalnim osobinama, u prvom redu vodno-zračnom režimu, osim četvrte grupe plitkih tala, sva su ostala tla veoma povoljna za intenzivni uzgoj četinjača. Zajednička osobina ovih tala je jaka kiselost i ekstremno siromaštvo fiziološki pristupačnih hraniva, naročito fosfora.

Klima — Climate

Klimatske prilike prikazane na osnovi podataka meteoroloških stanica čine jedan trokut i nalaze se na rubovima istraživanog područja.

Osnovni klimatski podaci prikazani su u prilogu klimatskog dijagrama po H. Walteru za razdoblje 1948—1960. god. za sve tri stanice. Neki elementi klime prikazani su u tabeli 2.

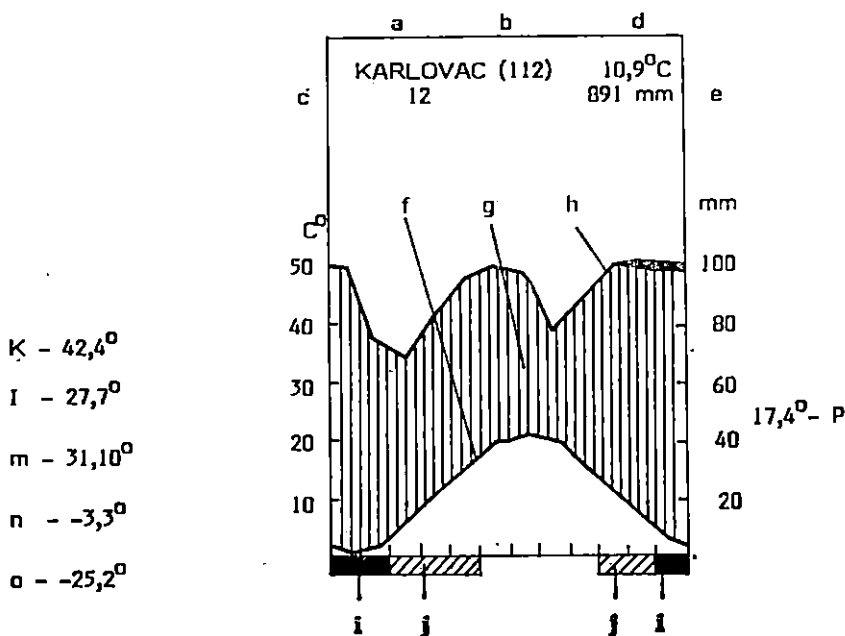
Tab. 2.

Meteorološka stanica Meteorological station	Temperatura zraka — C Air temperature — C		Količina oborina — mm Precipitation — mm				Srednji broj dana s mrazom Mean number of frosty days
	Prosječna Average		Apsolutna Absolute		Prosječna Average		
	u vegetac. periodu (IV—IX) in the vegetative period	godišnja annual	Max.	Min.	u vegetac. periodu (IV—IX) in the vegetative period	godišnja annual	
Karlovac	17.5	11.0	42.4	—25.2	92	1121	38.3
Ogulin	16.2	10.2	39.5	—28.5	113	1517	26.1
Topusko	16.6	10.4	39.8	—30.1	86	1075	35.8

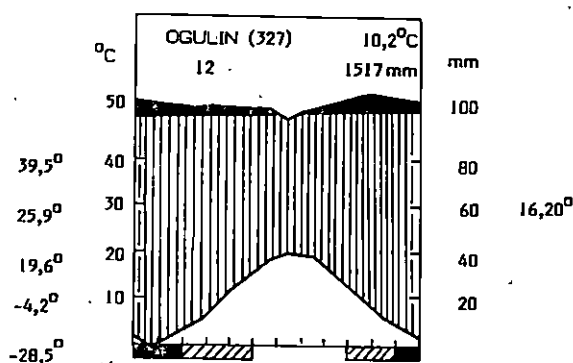
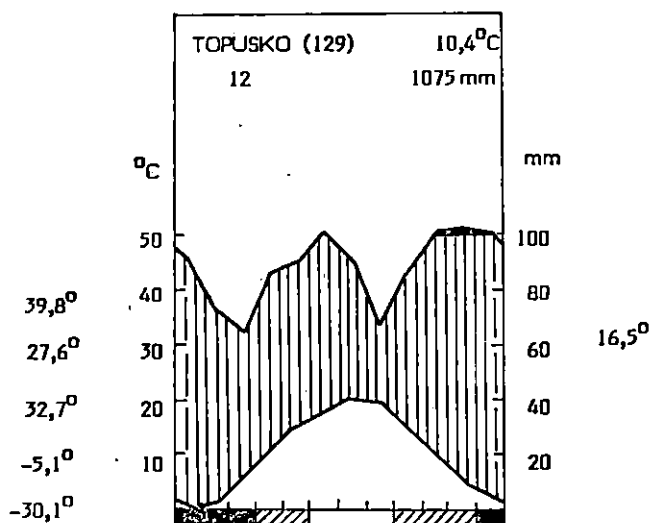
Padaci pokazuju da ovdje vlada umjereno kontinentalna klima, s dosta pravilno raspoređenim oborinama po godišnjim dobima.

KLIMADIJAGRAM PO H. WALTERU

CLIMAGRAPH AFTER H. WALTER



- a — Meteorološka stanica — Weather station
- b — Nadmorska visina — Altitude
- c — Broj godina promatranja — No of years of observation
- d — Prosjek godišnjih temperatura — Mean annual temperature
- d — Prosjek godišnjih količina oborina — Mean annual rainfall
- f — Prosjeci mjesečnih temperatura zraka — Monthly means of air temperature
- g — Humidni period — Humid period
- h — Prosjeci oborina po mjesecima — Rainfall means according to months
- i — Mjeseci sa srednjim minimumom temperatura ispod 0 °C — Months with mean temperature minimum below zero
- j — Mjeseci s apsolutnim minimumom temperatura ispod 0 °C — Months with absolute temperature minimum below zero
- k — Apsolutni maksimum temperatura — Absolute temperature maximum
- l — Srednji maksimum temperatura najtoplijeg mjeseca — Mean temperature maximum of the warmest month
- m — Srednje kolebanje temperatura — Mean temperature fluctuation
- n — Srednji minimum temperatura najhladnijeg mjeseca — Mean temperature minimum of the coldest month
- o — Apsolutni minimum temperatura — Absolute temperature minimum
- p — Prosjek temperatura vegetacijskog perioda — Growing season mean temperature



Najviša prosječna mjesečna temperatura je u mjesecu srpnju, dok je siječanj, prema prosječnoj temperaturi, najhladniji mjesec. Apsolutne minimalne temperature padaju u veljaču. Kasni mrazovi se javljaju u svibnju, a početak ranih mrazova pada u mjesec rujan. O tome treba voditi računa pri unošenju osjetljivijih vrsta na mraz. Mokri snijeg česti je uzrok lomljenja vrhova u mladim kulturama bora.

Na vegetacijski period (IV.—IX) otpada od ukupne količine oborina 50,1%. Najviše oborina u toku vegetacijskog perioda padne u svibnju, lipnju i srpnju, što je veoma povoljno. Relativna zračna vlaga za ovo područje u prosjeku za godinu iznosi 77%, a u toku godine ne pada ispod 70%. Prema Langovu kišnom faktoru ($K_f = \frac{O}{T}$) sve tri meteorološke stanice nalaze se u području humidne klime.

Vegetacija — Vegetation

Heterogenost Korduna u geomorfološkom i litogeološkom pogledu očituje se i u vegetacijskom pogledu. Na tom području od prirode dolaze: bukva, hrast kitnjak, cer, kesten, javor mliječ, obični i crni grab, crni jasen, klen i breza. Iz toga izlazi da na ovom području postoji velik broj šumskih zajednica. Mnoge od njih do danas nisu istražene niti su geografski ograničene. Osim toga postoji još velik broj degradacijskih stadija, što se očituje u pridolasku brojnih mješavina i prijelaznih oblika.

Najveći dio Korduna pripada klimatogenoj šumi hrasta kitnjaka i običnog graba (*Quercus-Carpinetum croaticum* Horv. 1938), a samo viša područja bukovoj šumi (*Fagetum croaticum montanum* Horv. 1938). Osim njih javljaju se još ove zajednice:

— šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena (*Quercus-Castaneetum croaticum* Horv. 1938).

— šuma hrasta medunca i crnog graba (*Quercus-Ostryetum carpinifoliae* Horv. 1958).

— vrištine i bujadnice (*Genisto-Callunetum croaticum* Horv. 1938).

Kako je predmet ove radnje uspijevanje triju vrsta bora na bujadično-vrištinskim tlima Korduna, dat ćemo kraći opis ove zajednice.

Vrištine i bujadnice su nastale nepoštednom sječom šuma hrasta kitnjaka i običnog graba za račun proširenja poljoprivrednih površina. Nakon iscrpljivanja prirodnih rezervi hraniva napuštena je poljoprivredna proizvodnja, a površine su pretvarane u ekstenzivne pašnjake. Bujad se kosila i iskorištavala za stelu. Stalnim pašarenjem i košnjom onemogućena je prirodna regeneracija šuma, a na tim se površinama javlja vrijesak i bujad. Uz bujad i vrijesak dolazi još često borovica, glog, drijenak, lijeska, cer i dr.

U zajednici dominira vrijesak (*Calluna vulgaris*), koji se javlja isključivo na kiselim tlima. Najčešće uz njega dolazi bujad (*Pteridium aquilinum*), koja se osim u ovoj zajednici javlja i u drugim zajednicama. Bujad ima širu pedološku amplitudu rasprostranjenosti. Površine na kojima dominira bujad prozване su bujadnicama. Uz vrijesak i bujad još u toj zajednici dolaze *Genista germanica*, *Genista pilosa*, *Festuca rubra*, *Agrostis vulgaris* i dr. Osim područja Korduna bujadnice i vrištine javljaju se u dijelu Gorskog kotara, Like i zapadne Bosne.

OBJEKTI ISTRAZIVANJA — OBJECTS OF RESEARCH

Općenito — General data

Prije pošumljavanja na velikim površinama bujadično-vrištinskih tala Šumsko gospodarstvo Karlovac je u suradnji s Institutom za šumarska i lovna istraživanja u Zagrebu osnovalo seriju pokusa da se orijentacijski utvrdi:

— uspijevanje pojedinih vrsta četinjača na određenom području (lokali-tetu) s obzirom na tlo;

— najpovoljniji razmaci sadnje za pojedine vrste;

- korisnost gnojidbe za šumske vrste i poljoprivredne međuusjeve;
- korisnost obrade tla;
- utjecaj poljoprivrednih kultura na rast drveća i obratno.

Ovdje se iznose neki zajednički elementi za sve pokuse da se ne ponavljaju kod svakoga pokusa posebno.

Plantaže »Metla«, »Svojić groblje« i »Mokro polje« podignute su na bujadično-vrištinskim tlima koja su zadruge i poljoprivredna dobra iskoristavale za poljoprivrednu proizvodnju.

Kulture »Otočak« i »Drenovac« podignute su na bujadično-vrištinskim tlima koja su iskorištavana kao pašnjaci.

Klima se na području svih objekata kreće u granicama danih podataka koji vrijede za područje Korduna.

Na svim pokusnim objektima sađen je sadni materijal istoga porijekla. Nepoznato je porijeklo za sadni materijal običnog i crnog bora koji je uzgajan u rasadniku »Sela«. Starost sadnica je bila 3 + 0. Visina je u prosjeku za obični bor iznosila 38,2 cm, a za crni bor 29,4 cm. Sadnice američkog borovca dopremljene su iz rasadnika »Markuševac« Šumskoga gospodarstva Varaždin. Starost sadnica je bila 2 + 2, a prosječna visina 42,6 cm.

Prostorni raspored sadnje u plantažama je $7 \times 1,75$ m, a u kulturama 2×2 m. Veličina jame za sadnju bila je u svim pokusnim objektima $40 \times 40 \times 50$ cm. Osim borova u pokusima je istraživano uspijevanje obične smreke i evropskog ariša.

Pri podizanju pokusnih objekata dodavano je u jame startno kombinirano gnojivo NPK (10:16:20) u količini od 0,20 kg.

Pokusni objekti »Točak«, »Svojić groblje«, »Drenovac« i »Metla« nalaze se na tlima s dvoslojnom građom profila, a pokusni objekt »Mokro polje« osnovan je na pseudogleju. Pedološka istraživanja u svim pokusnim objektima izvršili su dr. Racz i inž. Vranković. U svim pokusnim objektima u proteklom razdoblju vršile su se potrebne uzgojne i zaštitne mjere. Izmjere u pokusnim objektima obavljene su 1965, 1968. i 1973. god.

Pokusni objekti su osnovani u proljeće 1960. god. U daljem razmatranju daje se kratak opis svakog objekta.

Kultura »Točak« — The »Točak« plantation

Nalazi se uz cestu Karlovac—Plitvice na 25km udaljenosti od Karlovca. Teren je brežuljkast, valovit, ispresijecan vrtačama. Ekspozicija je zapadna. Nadmorska visina je oko 230 m. Pokusni objekt je podignut sadnjom običnog i crnog bora i obične smreke. Veličina pokusnog objekta je 1,14 ha (110×104 m), a broj biljaka 2.500 komada. Prije sadnje cijela površina je izorana na dubinu od 20 cm. Pokusni objekt je postavljen u tri repeticije. U svakoj repeticiji zastupljene su sve tri vrste.

Tlo pripada tipu lesivirane reliktno crvenice s karakterističnim horizontima. Matičnu stijenu čine vapnenci i dolomiti. Po mehaničkom sastavu su to teška tla. Površinski sloj do 30 cm jest praškasto glinasta ilovača, od 30 do 50 cm je laka glina, a od 50 do 120 cm je teška glina.

U lesiviranom horizontu tla su vrlo porozna, a u nižim horizontima porozna. Kapacitet za zrak je visok u sloju do 30 cm, a s dubinom se znatno smanjuje.

Reakcija tala je jako kisela (pH u n-KCl je 4,0). U vezi s tim su i visoke vrijednosti potencijalnog aciditeta koje s porastom dubine padaju.

Zbog obrade ne postoje neke velike razlike u sadržaju humusa do 50 cm dubine, tako da se površinski horizont može označiti kao dosta humozan, a pot-površinski kao slabo humozan.

Tlo je ekstremno siromašno na fiziološki aktivnom fosforu, a srednje opskrbljeno fiziološki aktivnim kalijem.

Kultura »Drenovac« — The »Drenovac« plantation

Podignuta je sadnjom običnog i crnog bora i američkog borovca. Nalazi se uz cestu Karlovac—Rijeka 15 km jugozapadno od Karlovca. Teren je ispresijecan vrtačama i kamenim blokovima, pa dolazi do izražaja erozijski proces uvjetovan djelovanjem oborinske vode. Nadmorska visina je oko 210 m.

Veličina pokusnog objekta je 1,70 ha (164 × 104 m), a broj biljaka 2.500 komada.

Pokusni objekt je postavljen u tri repeticije, a u svakoj repeticiji su zastupljene sve tri vrste.

Tlo se tipološki može označiti kao kiselo smeđe na reliktnoj crvenici. Crvenica se pokazuje na dubini oko 80 cm i i teksturno pripada teškoj glini.

Na oko 20% površine javlja se pliće kiselo smeđe tlo na vapnencu. Djelomično vapnenci izbijaju na površinu.

Unutar kiselo smeđeg tla po boji se izdvaja (B) horizont, koji je također praškasta glina i ne pokazuje unutar ovog kata velike razlike u sadržaju koloidne frakcije.

Svi horizonti su porozni s osrednjim do velikim kapacitetom za vodu. Kapacitet za zrak je viši u dijelu profila kiselo smeđeg tla, dok u profilu crvenice pokazuje malu vrijednost.

Reakcija tla je jako kisela (pH u n-KCl je 4,0).

Ova su tla u površinskom horizontu dosta humozna. Analitički podaci o sastavu humusa pokazuju općenito nepovoljne oblike transformacije organske tvari.

Tlo pokazuje odsustvo fiziološki aktivnog fosfora i niske do srednje vrijednosti pristupačnog kalija.

Plantaža »Svojić groblje« — The »Svojić groblje« plantation

Podignuta je sadnjom običnog i crnog bora, obične smreke i američkog borovca s poljoprivrednim međukulturama. Nalazi se u sklopu gospodarske jedinice »Bosiljevo« nedaleko od sela Perjasica. Teren je blago valovito-brežuljkast. Nadmorska visina je oko 200 m. Veličina pokusnog objekta je 2,40 ha (224 × 107 m), a broj biljaka 1.858 komada.

Prve godine je kao poljoprivredna međukultura posaden kukuruz i krumpir. Poslije toga nije obavljena međuredna obrada, već su međuredovi popunjeni sadnicama zelene duglazije.

Pokusni objekt je postavljen četiri repeticije, a u svakoj repeticiji zastupljene su sve četiri vrste.

Tlo pripada tipu tala s dvoslojnim profilom, gdje u gornjem katu dolazi lesivirano kiselo smeđe tlo, a u donjem katu pseudoglejana crvenica. Dubina pojavljivanja pseudoglejane crvenice kreće se ispod 110 cm. Karakteristična je pojava moćnog A1 horizonta, glinasto ilovaste do lako glinovite teksture. Ispod njega slijedi lesoliki E horizont, koji je po mehaničkom sastavu sličan A1 horizontu. On postepeno prelazi u B horizont, a ispod njega slijedi reliktna pseudooglejana crvenica (Dg) prošarana blijedožutim džepovima.

Gornji horizonti pokazuju da je tlo porozno, dok je gornji obrađeni horizont čak vrlo porozan.

Kapacitet za vodu je u cijelom profilu vrlo velik, a kapacitet za zrak povoljan u cijeloj dubini profila.

Po reakciji tlo je jako kiselo (pH u n-KCl 4,2) i dosta ujednačeno po dubini profila.

Fiziološki aktivna hraniva pokazuju slabu opskrbljenost pristupačnim fosforom i dobro opskrbljeno tlo kalijem u oraničnom horizontu, dok se u B horizontu te vrijednosti znatno smanjuju.

Plantaza »Metla« — The »Metla« plantation

Ovaj pokusni objekt se nalazi uz cestu Karlovac — Plitvička jezera i cestu koja se odvaja za Bihač. Površina predstavlja plato koji je prije služio za poljoprivrednu proizvodnju.

Nadmorska visina iznosi oko 400 m.

Pokusni objekt je osnovan sadnjom običnog i crnog bora, američkog borovca i ariša s poljoprivrednim međukulturama. Veličina pokusnog objekta je 2,60 ha (207 × 126 m), a broj biljaka 1.840 komada.

Pokusni objekt je postavljen u dvije repeticije, a u svakoj repeticiji zastupljene su sve četiri vrste. Kao međukultura upotrijebljene su travne smjese.

Po tipu svrstavamo tlo u lesivirano kiselo smeđe tlo na reliktnoj crvenici. Na 20 do 30% površine pokusne plohe javljaju se mnogo plića tla (rendzine i plitka smeđa tla).

Lesivirano kiselo smeđe tlo po mehaničkom sastavu je teška glina, kod koje se samo površinski horizont može označiti kao praškasta glina (0—23 cm).

Od ostalih fizikalnih veličina može se uočiti da su porozni svi horizonti, da je osrednji do visok retencijski kapacitet za vodu, a da je kapacitet za zrak relativno dobar. Iz analitičkih podataka možemo zaključiti da su tla jako kisela (pH u n-KCl 4,3). Površinski horizont je dosta humozan. Ova su tla osrednje opskrbljena kalijem, a ekstremno siromašna lako pristupačnim fosforom.

Plantaza »Mokro polje« — The »Mokro polje« plantation

Ovaj pokusni objekt osnovan je na bujadično-vrištinskom tlu, koje pripada tipu pseudogleja, sadnjom običnog i crnog bora.

U poslijeratnom razdoblju tlo je iskorištavano u poljoprivredi.

Pokusni objekt se nalazi uz cestu Topusko—Perna, na udaljenosti 6 km od Topuskog. Teren je blago valovit, ali više liči uzdignutoj površini u obliku platoa. Ova površina nije pravi reprezentant okolnog terena, koji je blage ili jače valovite konfiguracije i manje je izložen procesu prekomjernoga periodičnog navlaživanja. Nadmorska visina je oko 180 m.

Veličina pokusnog objekta je 1,80 ha (107×168 m), a broj biljaka 1.938 komada.

Pokusni objekt je postavljen u četiri repeticije, a u svakoj repeticiji zastupljene su obje vrste.

U prvoj godini je međuredno uzgajan kukuruz, ali je kasnije međuredna obrada napuštena.

Tlo tipološki pripada u terasne pseudogleje. Po mehaničkom sastavu horizonti do dubine 35 cm spadaju u glinastu ilovaču, a dublji u laku glinu. Kemijske osobine pokazuju vrijednosti karakteristične za naše pseudogleje, tj. jako kiselu reakciju (pH u n-KCl 4,0), slabu zasićenost bazama, koja do dubine od 90 cm u profilu ne prelazi 50%, visoku hidrolitsku kiselost koja s dubinom pada i humoznost samo u površinskom horizontu. Količina humusa naglo pada ispod 20 cm. Ova tla pokazuju ekstremno slabu opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom, a slabu do osrednju opskrbljenost kalijem.

METODA RADA — WORKING METHOD

Terenski rad — Field work

Na pokusnim objektima iskolčene su plohe u 2 do 4 repeticije. Odabrane plohe su na terenu vidljivo označene prstenovanjem stabala žutom uljanom bojom i ukopanim stupovima. Totalne visine su izmjerene drvenom letvom od tla do vrha stabla s točnošću od 5 cm. Prsni promjeri su mjereni metalnom promjerkom s točnošću od 1 mm.

Obrada podataka — Data processing

Nakon terenskih mjerenja prikupljeni podaci o visinama i prsnim promjerima u godinama 1965, 1968. i 1973. za svaku vrstu i za svaki lokalitet obrađeni su ovako:

- prosječna visina,
- prosječni godišnji visinski prirast za razdoblje 1960—1965, 1960—1968. i 1960—1973. god.,
- prosječni prsni promjer mjeran krajem 1968. i 1973. godine.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA — RESEARCH RESULTS

Tok rasta i prirasta za razdoblje od osnivanja kultura i plantaža (1960—1973) prikazani su za svaku vrstu posebno po lokalitetima u tabeli 3. i 4.

Starost objekta, broj stabala na pokusnoj plohi i prosječna visina stabala koju su postigle sve tri vrste u godinama mjerenja 1965, 1968. i 1973. po lokalitetima prikazuje tabela 3.

Prosječni godišnji visinski prirast za razdoblje 1960—1965, 1960—1968. i 1960—1973. i prosječni prsni promjer mjeren krajem 1968. i 1973. godine prikazuje tabela 4.

Međusobni odnosi rasta i prirasta u visinu i debljinu na pojedinim lokalitetima za svaku vrstu prikazani su grafikonima 1—4.

Tab. 3.

Naziv kulture i plantaže Name of plantation	Starost Age godina year	Broj stabala na pok. plohi Number of trees on the experimental area	Prosječna visina stabala Average height of trees		
			krajem at the end of		
			1965	1968	1973
		N	m		
<i>Pinus sylvestris</i>					
METLA	14	215	2.02	3.73	7.05
SVOJIĆ GROBLJE	14	335	2.43	5.00	8.76
DRENOVAC	14	341	2.14	4.62	8.29
MOKRO POLJE	14	254	2.95	4.96	7.37
TOČAK	14	104	2.49	5.64	8.26
<i>Pinus nigra</i>					
METLA	14	139	1.67	3.26	5.74
SVOJIĆ GROBLJE	14	266	1.60	3.31	5.65
DRENOVAC	14	290	1.77	3.61	5.84
MOKRO POLJE	14	224	2.40	4.28	6.27
<i>Pinus strobus</i>					
METLA	14	357	2.46	4.15	7.99
SVOJIĆ GROBLJE	14	431	3.18	6.29	10.35
DRENOVAC	14	397	2.28	4.81	8.65

Iz podataka prikazanih u tabeli 3. i 4. izlazi da obični bor pokazuje najbolje uspijevanje u pokusnoj plohi »Svojić groblje« s prosječnom visinom od 8,76 m, a najslabije u pokusnoj plohi »Metla« s prosječnom visinom od 7,05 m. Visinski rast je intenzivniji u pokusnoj plohi »Svojić groblje« u odnosu na pokusnu pluhu »Metla« za 1,71 m ili 19,5%.

Rezultati istraživanja u pokusnoj plohi »Točak« i »Drenovac« pokazuju izjednačeni visinski rast koji odstupa od najboljega za 0,47 m ili 5,7%. Visinski rast u pokusnoj plohi »Mokro polje« (pseudoglej) odstupa od najboljega za 1,39 m ili 15,9%. Visinski prirast ima iste relativne odnose kao i visinski rast.

Crni bor postigao je najveću visinu u pokusnoj plohi »Mokro polje« 6,27 m. Nešto slabije rezultate postigao je u pokusnoj plohi »Drenovac« 5,84 m, pokusnoj plohi »Metla« 5,74 m i pokusnoj plohi »Svojić groblje« 5,65 m.

Tab. 4.

Naziv kulture i plantaže Name of culture and plantation	Prosječni god. visinski prirast Average annual height increment			Prosječni prsni promjer Average breast diameter	
	1960—1965	1960—1968	1960—1973	1965	1975
cm					
<i>Pinus sylvestris</i>					
METLA	33.7	41.5	50.3	7.4	15.7
SVOJIC GROBLJE	40.5	55.6	62.5	10.3	16.8
DRENOVAC	35.6	51.4	59.2	7.9	12.4
MOKRO POLJE	49.2	55.1	52.6	10.7	16.7
TOČAK	41.5	62.8	58.7	9.8	12.8
<i>Pinus nigra</i>					
METLA	27.8	36.1	40.1	6.3	14.1
SVOJIC GROBLJE	26.6	36.7	40.4	6.7	11.8
DRENOVAC	29.4	40.1	41.7	5.6	9.0
MOKRO POLJE	39.9	47.5	44.8	9.0	13.7
<i>Pinus strobus</i>					
METLA	40.9	46.5	57.1	6.4	14.6
SVOJIC GROBLJE	52.9	67.6	74.0	11.5	19.5
DRENOVAC	38.0	53.1	61.8	6.5	11.7

Uspijevanje američkog borovca istraživano je na pokusnim plohama triju lokaliteta. Najbolje rezultate u visinskom rastu pokazao je na pokusnoj plohi »Svojić groblje« gdje je postigao visinu od 10,35 m.

Slabiji visinski rast postigao je na pokusnoj plohi »Drenovac« 8,65 m, a na pokusnoj plohi »Metla« 7,99 m. Visinski rast je intenzivniji u pokusnoj plohi »Svojić groblje« u odnosu na pokusnu plohu »Metla« za 2,36 m ili 22,8%. Visinski prirast ima iste relativne odnose kao i visinski rast.

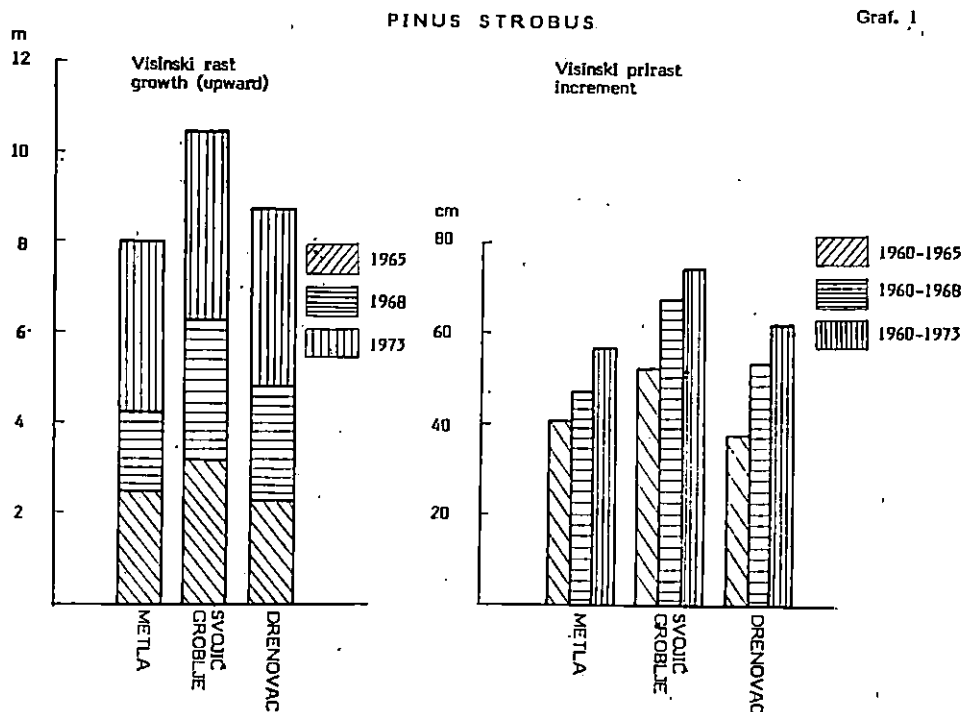
Rast i prirast u debljinu intenzivniji je u plantažama nego u kulturama. U plantažama još nije došlo do stvaranja sklopa. Ovdje su stabla razvila mnogo veću krošnju nego u kulturama, što se odrazilo i na debljinskom rastu i prirastu.

Obični bor ima prosječni prsni promjer u plantaži »Svojić groblje« 16,8 cm, »Mokro polje« 17,6 cm, »Metla« 15,7 cm, a u kulturi »Točak« 12,8 cm i »Drenovac« 12,4 cm.

Crni bor ima prosječni prsni promjer u pokusnoj plohi »Metla« 14,1 cm, »Mokro polje« 13,7 cm i »Svojić groblje« 11,8 cm, a u pokusnoj plohi »Drenovac« 9 cm.

Američki borovac ima prosječni prsni promjer u pokusnoj plohi plantaže »Svojić groblje« 19,5 cm, »Metli« 14,6 cm, a u pokusnoj plohi kulture »Drenovac« 11,7 cm.

Kod američkog borovca se pokazuje značajna razlika i unutar pojedinih lokaliteta na pokusnim plohama u plantažama. Tako je prsni promjer na pokusnoj plohi u plantaži »Svojić groblje« veći od prsnog promjera u pokusnoj plohi plantaže »Metla« za 4,9 cm ili za 25,1%.



DISKUSIJA I ZAKLJUČCI — DISCUSSION AND CONCLUSIONS

U ovom radu istraženo je uspijevanje običnog i crnog bora i američkog borovca u mladim pokusnim kulturama i plantažama na bujadično-vrištinskim tlima Korduna.

Istraživanjem rasta i prirasta nastojalo se utvrditi koja od te tri vrste daje najbolje rezultate na pojedinim tlima, kako bi se na temelju toga donijela odluka o udjelu i rasporedu pojedine vrste u pošumljavanju.

Podaci o klimi za ovo područje pokazuju vrijednosti koje pogoduju uspijevanju brzorastućih četinjača.

Klimatski podaci s tri meteorološke stanice koje obuhvaćaju cijelo područje Korduna međusobno se malo razlikuju, što upućuje na jednoličnost klimatskih prilika na istraživanom području.

Tla na istraživanim pokusnim objektima »Metla«, »Drenovac«, »Točak« i »Svojić groblje« pripadaju pretežno tlima slojevite građe (dvoslojni profili). Gornji kat dvoslojnih profila čini deblji ili tanji lesoliki nanos, a donji kat reliktna crvenica. Po fizikalnim osobinama, naročito vodno-zračnom režimu, ta su tla, osim plitkih tala, veoma povoljna za intenzivni uzgoj četinjača. Zajednička karakteristika tih tala je jaka kiselost, ekstremno siromaštvo fiziološki aktivnim fosforom, a osrednja opskrbljenost fiziološki aktivnim kalijem: Tlo u pokusnoj

plohi »Mokro polje« pripada terasnom pseudogleju i razlikuje se od dvoslojnih tala, pa ga je potrebno i posebno tretirati u proučavanju za uzgoj četinjača.

U praksi se često postavlja pitanje pravilnog izbora tla za pojedine vrste četinjača i procjene njegove proizvodne sposobnosti. Pri tome početni rast i prirast u visinu i debljinu može poslužiti kao jedan od pokazatelja.

Da bismo što bolje razjasnili naše rezultate istraživanja uspijevanja određenih vrsta na različitim lokalitetima bujadično-vrištinskih tala, poslužili smo se Škorićevim (1966) ekološkim grupiranjem tala pod vegetacijom bujadi i vrijeska. To smo učinili zbog toga jer na čitavom istraživanom području nema starih sastojina ispitivanih vrsta, pa nismo mogli, a niti je to dosada učinjeno, utvrditi bonitete na istraživanim objektima.

Prema toj klasifikaciji tla u našim pokusima razvrstali smo u ove talne grupe:

Tab. 5.

Naziv objekta Name of object	Talna grupa	Pedosistematska pripadnost tla Pedological classification of soil
SVOJIĆ GROBLJE	I	Lesivirano kiselo smeđe tlo na reliktnoj crvenici Loessial acid brown soil on relict red clay
DRENOVAC	I/III	Kiselo smeđe tlo na reliktnoj crvenici Kiselo smeđe tlo na vapnencu cca 20% Acid brown soil on relict red clay Acid brown soil on lime cca 20%
TOČAK	II	Lesivirana reliktna crvenica Loessial relict red clay
METLA	III	Lesivirano kiselo smeđe tlo na reliktnoj crvenici Rendzina, plitko smeđe tlo na 20—30% površine Loessial acid brown soil on relict red clay Rendzine, shallow brown soil on 20—30% of the area

Rezultati naših istraživanja upućuju na korelaciju između intenziteta rasta i prirasta u visinu i debljinu i navedenih talnih grupa. Analizom rezultata istraživanja svake vrste na različitim lokalitetima u starosti od 14 godina može se zaključiti:

Pinus sylvestris

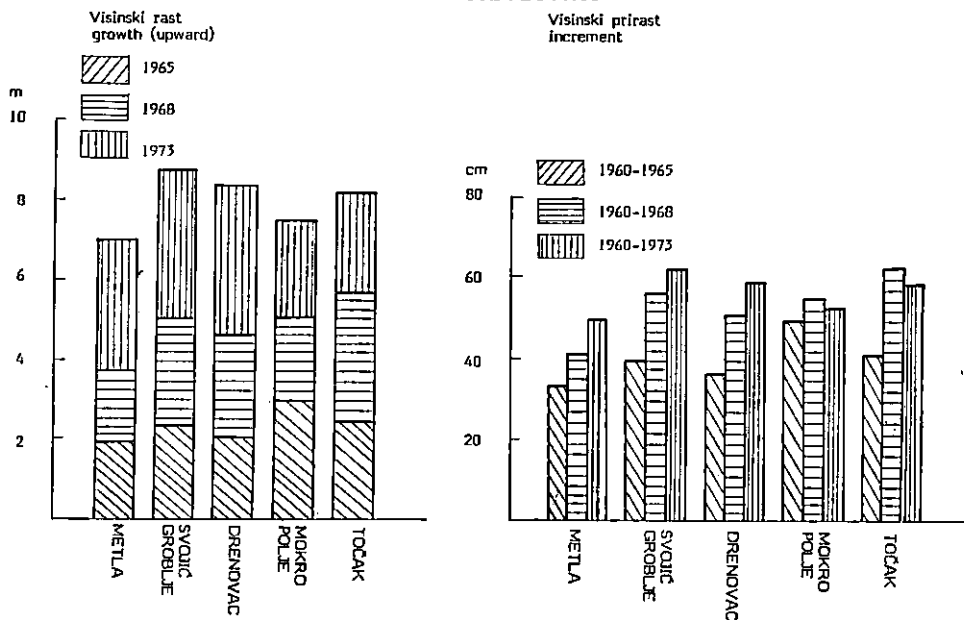
U pokusnoj plohi plantaže »Svojić groblje«, I. talna grupa, bor ima prosječnu visinu 8,76 m, u pokusnoj plohi kulture »Točak«, II. talna grupa, 8,21 m, »Drenovac«, I/III. talna grupa, 8,29 m, te na pokusnoj plohi plantaže »Metla« na III. talnoj grupi 7,05 m.

Visinski rast i prirast veći je u relativnom iznosu na I. talnoj grupi za 19,5% u odnosu na III. talnu grupu.

Prosječni godišnji visinski prirast iznosi na I. talnoj grupi 62,5 cm, II. 58,7 cm, a III. 50,3 cm.

PINUS SILVESTRIS

Graf. 2



Iz tabele 4. vidljivo je da na pokusnoj plohi »Drenovac«, »Svojić groblje« i »Metla« vrijednost visinskog prirasta nije postigla kulminaciju za razliku od pokusnog objekta »Točak« gdje je ona već nastupila.

Pinus nigra

Pokazuje dosta ujednačen visinski rast i prirast na pokusnim plohama triju lokaliteta, čija su tla razvrstana u talne grupe. Visinski rast u pokusnoj plohi »Drenovac«, I/III. talna grupa, ima veći intenzitet s obzirom na pokusnu plohu »Svojić groblje«, I. talna grupa, od 18,6 cm ili 3,2%. Pokusna ploha »Metla«, III. talna grupa, pokazuje veći visinski rast od pokusne plohe »Svojić groblje« za svega 9 cm.

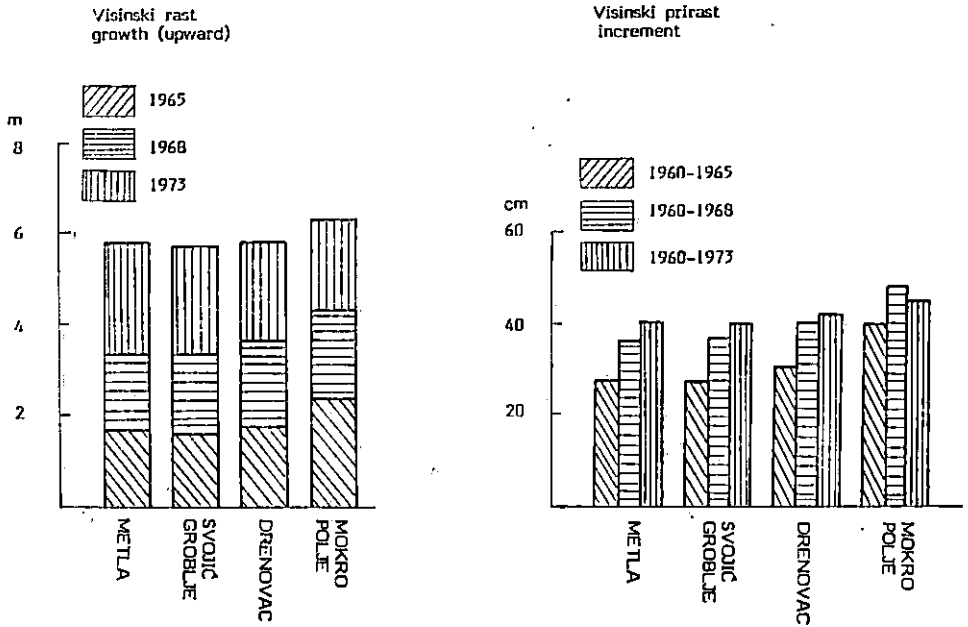
Na svim lokalitetima postoji tendencija porasta vrijednosti visinskog prirasta. Visinski prirast pokazuje iste relativne odnose za pojedine lokalitete kao i visinski rast.

Pinus strobus

Uspijevanje američkog borovca istraživali smo u tri pokusne plohe na tri lokaliteta. Najbolje rezultate visinskog rasta postigao je na pokusnoj plohi »Svojić groblje« na I. talnoj grupi 10,35 m, zatim u pokusnoj plohi »Drenovac« na I/III. talnoj grupi 8,65 m i na pokusnoj plohi »Metla« na III. talnoj grupi 7,99 m.

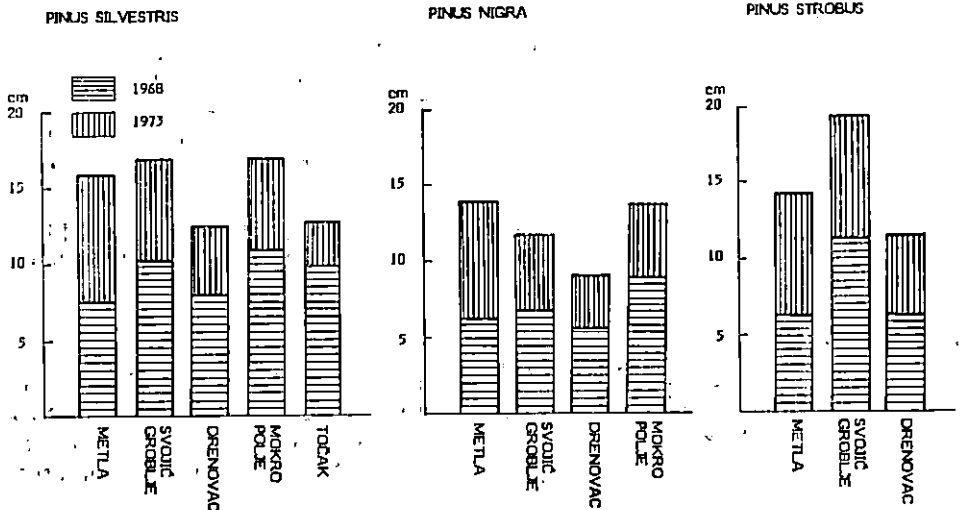
PINUS NIGRA

Graf. 3



DEBLJINSKI RAST
DIAMETER GROWTH

Graf. 4



Rast i prirast u visinu na I. talnoj grupi pokazuje veće relativne vrijednosti u odnosu na III. talnu grupu za 22,8%. Prosječni godišnji visinski prirast iznosi na I. talnoj grupi 74 cm, I/III. 61,8 cm, a na III. 57,1 cm.

Na svim lokalitetima američki borovac pokazuje tendenciju porasta vrijednosti visinskog prirasta.

Podaci dobiveni za prosječni prsni promjer za razdoblje 1960—1973. godina pokazuju veće vrijednosti na pokusnim plohama u plantažama za sve tri vrste. Razlog tome je gustoća sadnje, jer je ona u ovoj fazi razvoja znatno utjecala na intenzitet debljinskog rasta i prirasta kod sve tri vrste.

Na pokusnim plohama u kulturama je razmak sadnje 2×2 m, pa je došlo do potpunog sklapanja krošanja, dok to na pokusnim plantažama nije, jer je razmak sadnje $7 \times 1,75$ m.

Kod američkog borovca je došlo do znatnijeg odstupanja u debljinskom rastu i prirastu, bez obzira na jednake razmake sadnje. Ta razlika u intenzitetu rasta iznosi veću vrijednost na pokusnoj plohi »Svojić groblje« u odnosu na pokusnu plohu »Drenovac« za 7,8 cm ili 40%, a za pokusnu plohu »Metla« 4,6 cm ili 25,1%. Razlog tome je tlo koje je na pokusnoj plohi »Metla« i »Drenovac« na oko 20% površine plitko. Zbog toga se može samo zaključiti i potvrditi poznata činjenica da američki borovac ne podnosi plitka tla koja se lako isušuju.

Debljinski rast i prirast stabla ovisi više o okolici nego visinski rast i prirast, pa se može reći da je debljinski prirast do određenih granica veći što stablo ima više prostora i svjetlosti (Klepac, 1963).

Veoma su interesantni za razmatranje rezultati dobiveni za crni bor u pokusnoj plohi »Mokro polje«. On je izvan očekivanja postigao najbolje rezultate u visinskom rastu i prirastu s obzirom na druge lokalitete.

Međutim, postoji tendencija pada visinskog prirasta posljednjih godina, što se može pripisati nepovoljnim vodno-zračnim odnosima.

Uspoređivanjem intenziteta visinskog rasta istraživanih vrsta borova u starosti od 14 godina na pokusnim objektima utvrđeno je da na I. talnoj grupi američki borovac ima prosječnu visinu od 10,35 m, obični bor 8,76 m, a crni bor 5,65 m.

Na III. talnoj grupi taj je odnos ovaj: američki borovac 7,99 m, obični bor 7,05 m i crni bor 5,74 m.

Vidimo da u dobi od 14 godina američki borovac na I. talnoj grupi postiže gotovo dva puta veću prosječnu visinu od crnog bora. To pokazuje da na bujadnično-vrištinskom području Korduna, naročito na tlima I. talne grupe, američki borovac zaslužuje punu pažnju u kulturama predviđenim za proizvodnju tankih sortimenata u kraćim ophodnjama.

Rezultati naših istraživanja, Škorića et al. 1967, Mayera et al. 1973 i Martinovića & Milkovića 1966 upućuju na potrebu prethodnih pedoloških istraživanja za donošenje odluke o izboru vrste četinjača i njihovu razmještanju pri pošumljavanju.

Rezultati takvih istraživanja određuju zatim politiku rasadničke proizvodnje (provenijencije, količina sjemena, količina sadnog materijala, površina sjemeništa i rasadišta i dr.).

Dobiveni rezultati odnose se na određene lokalitete i određene vrste u sadašnjoj fazi razvoja (14 godina), pa je potrebno nastaviti dalje istraživanje uspijevanja tih vrsta kako bismo dobili što bolje rezultate o mogućnosti proširivanja tih vrsta na veće površine istih tipova tala na bujadično-vrištinskim površinama.

Na temelju rezultata istraživanja na pokusnim plohama u kulturama i plantažama »Metla«, »Drenovac«, »Točak«, »Svojić groblje« i »Mokro polje« možemo donijeti ove zaključke:

1. Američki borovac je postigao najbolje rezultate na I. talnoj grupi (lesivirano kiselo smeđe tlo na reliktnoj crvenici). Prosječni godišnji visinski prirast iznosi 74 cm, a na III. talnoj grupi 57 cm.

2. Obični bor pokazuje najbolje rezultate na I. talnoj grupi u pokusnoj plohi »Svojić groblje«, zatim na II. talnoj grupi, te na III. talnoj grupi. Prosječni godišnji visinski prirast na I. talnoj grupi iznosi 62,5 cm, na II. talnoj grupi 58,7 cm, a na III. talnoj grupi 50,3 cm.

3. Crni bor ne pokazuje značajne razlike u intenzitetu rasta u visinu na tri talne grupe (od 40,1 do 41,7 cm). Izvan očekivanja postignuti su dobri rezultati (44,8 cm) na pokusnoj plohi »Mokro polje«, gdje je tlo okarakterizirano kao terasni pseudoglej. Međutim, on pokazuje prema zadnjim izmjerama da je postigao kulminaciju visinskog prirasta.

4. Među istraživanim borovima američki borovac u starosti od 14 godina ima najintenzivniji rast u visinu. Na I. talnoj grupi postigao je prosječnu visinu od 10,35 m, obični bor 8,76 m i crni bor 5,65 m.

5. Za proizvodnju tankih sortimenata u kraćim ophodnjama na bujadnicama i vrištinama Korduna od ispitanih borova najpogodniji je američki borovac. Kulture crnog bora treba osnivati na skeletoidnim i plitkim tlima (IV. talna grupa), više kao zaštitne nego privredne objekte.

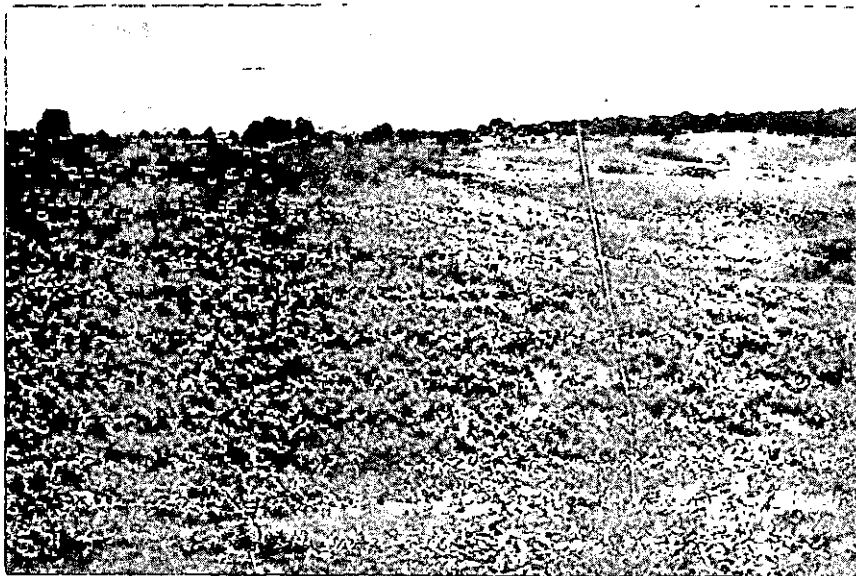
6. Zdravstveno stanje čistih i mješovitih kultura ovih borova zadovoljava, te se u tom pogledu ni jednoj od istraživanih vrsta ne može dati prioritet.

7. Rezultati naših i nekih drugih istraživanja upućuju na potrebu prethodnog utvrđivanja ekološkog grupiranja tala. Na temelju tako utvrđenih talnih grupa treba izračunati zastupljenost pojedinih vrsta četinjača, a prema tome uskladiti proizvodnju u rasadnicima.

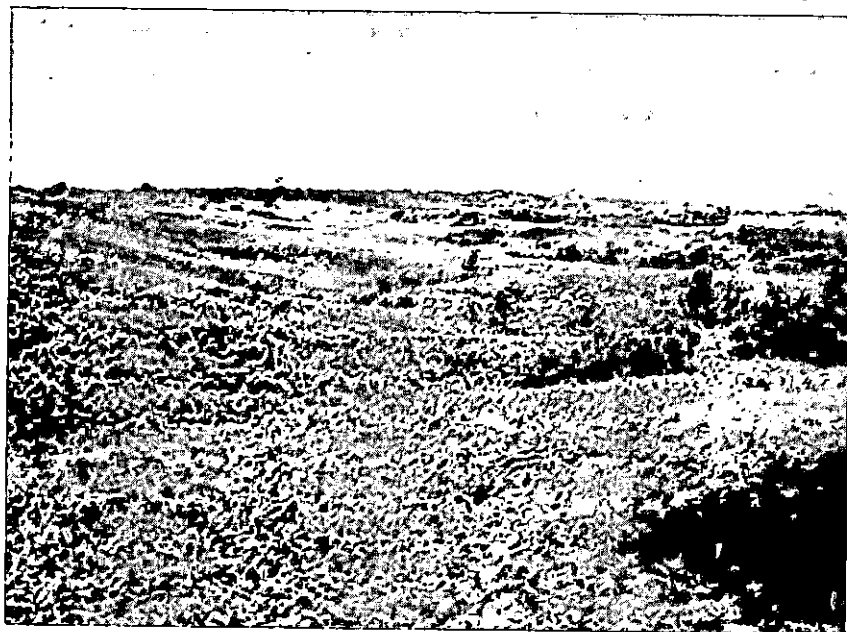
8. Zbog važnosti tih triju vrsta borova u podizanju kultura na bujadnicama i vrištinama Korduna potrebno je nastaviti istraživanja na odabranim pokusnim objektima.

LITERATURA — REFERENCES

- Gračanin, M., 1951: Pedologija, III dio, Zagreb.
Kovačević, P., 1954: Vrištinsko bujadični podzoli, Drugo savjetovanje Jugosl. društva za proučavanje zemljišta, Beograd.
Klepac, D., 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina, Zagreb.
Martinović, J. & S. Milković, 1966: Prilog šumsko privrednom vrednovanju tala na ogulinskom području, Šumarski list, 7/8, Zagreb.



Sl. — Fig. 1. Bujadnica na području šumarije Rakovica, šumski predjel Broćanska kosa — Fernery on the territory of Rakovica Forest Management, forest area of Broćanska kosa



Sl. — Fig. 2. Bujadnica s grupama običnog graba, lijeske, gloaga i cera na području šumarije Krnjak, šumski predjel Polojska kosa — Fernery with groups of hornbeam, hazel, hawthorn and Adriatic oak on the territory of Krnjak Forest Management, forest area of Polojska kosa



Sl. — Fig. 3. Kultura »Točak« podignuta u razdoblju od 1960. do 1965. godine sadnicama običnog i crnog bora, američkog borovca, zelene duglazije, evropskog i japanskog ariša i obične smreke na području šumarije Slunj — »Točak«, culture raised between 1960 and 1965 by seedling of common and black pine, American juniper, green Douglas fir, European and Japanese Larch, common spruce. The area of Slunj Forest Management



Sl. — Fig. 6. Pokusni objekt »Točak« — detalj repeticije običnog i crnog bora i obične smreke — Experimental area: »Točak«. Repetition detail of common and black pine and common spruce



Sl. — Fig. 7. Detalj plantaže »Svojić groblje« — Detail of the »Svojić groblje« plantation



Sl. — Fig. 8. Detalj s plantaže »Metla« s američkim borovcom i crnim borom — Detail of the »Metla« plantation with American juniper and black pine

Mrzljak, I.: Uspjehvanje običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) i američkog borovca (*Pinus strobus* L.) na bujadnicama i vrištinama Korduna. Glas. šum. pokuse 25:235–259, Zagreb, 1989.

- Mayer, B., N. Komlenović & S. Orlić, 1973: Istraživanja produktivnosti vrištinsko bujadičnih tala pod mladim kulturama običnog bora na području ŠG Karlovac, Šumarski list, 1/2, Zagreb.
- Racz, Z., 1964: Vrištinsko bujadična tla Korduna, Arhiv za poljoprivredne nauke, sv. 55, Beograd.
- Racz, Z., M. Šiljak & M. Males, 1967: Više-slojni profili na području kontinentalnog krša Hrvatske i pitanje porijekla pojedinih horizonata, Zemljište i biljka, 1–3, Beograd.
- Skorić, A., Z. Hajdin & J. Martinović, 1967: Prilog izboru tala i agrotehničkih mjera pri intenzivnom uzgoju četinjača na Kordunu, Zemljište i biljka, 1–3, Beograd.
- Skorić, A., 1966: Osobine tala nekih lokaliteta na području Šumarije Duga Resa, Zavod za pedologiju Polj.-šum. fakulteta, Zagreb, Dokumentacija ŠG Karlovac.

Adresa autora:
ŠG Karlovac
47000 Karlovac

IVAN MRZLJAK

GROWTH OF SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.), BLACK PINE (*Pinus nigra* Arn.) AND WEYMOUTH PINE (*Pinus strobus* L.) ON THE BRACKEN AND HEATHER AREAS OF THE KORDUN MOORS

Summary

The paper investigates the thriving of the common and black pine and the Weymouth pine in young experimental cultures and plantations (14 years) on the fern and moorland soils of Kordun.

The research on the growth and increment was to establish which on the three species gives best results on particular soils, in order to decide on the proportion and schedule with individual species in afforestation.

The soils of the investigated region are stratified (two-layer profiles). They are very acid, extremely poor in physiologically active phosphorous, and they range from shallow to rather deep. In addition to these soils, there are also terrace pseudogleys.

Based on the investigation of the experimental plot in the cultures and plantations of Metla«, »Drenovac«, »Svojić groblje« and »Mokro polje«, the following conclusions have been made:

— Weymouth pine showed best results on the soil group I (dystric cambisols on relict red clay); average annual height increment is 74 cm, while in soil group III it goes down to 57 cm.

— Common pine showed best results in soil group I on the experimental plot of »Svojić groblje«; this is followed by group II, and then by group III. Total annual height increment in group I is 62.5 cm, 58.7 cm in group II, and 50.3 cm in group III.

— Black pine shows no differences in terms of height growth intensity from other three groups (40.1 cm — 41.7 cm). Unexpectedly good results (44.8 cm) were achieved on the »Mokro polje« experimental plot, where the soil was defined as pseudogley. However, the latest surveys show that black pine has reached the culmination of height increment.

Among the investigated pines, Weymouth pine, at the age of 14, has shown the most intensive height growth. On the soil group I, it has reached an average height of 10.35 m, whereas common pine had 8.76 m, and black pine 5.65 m.

— Of the examined species, Weymouth pine has proved to be the most suitable for the production of thin wood assortments in short rotations of the Kordun fern and moorland areas. Black pine cultures should be planted on skeletal and shallow soils (soil group IV), as protective rather than economic areas.

— Health condition of pure and mixed cultures of these pines is satisfactory, so that priority should not be given in this sense to any of the species.

— The results of this and some other investigations indicate that preliminary determination of ecological soil group should be made. According to these soil groups, the proportion of different coniferous species should be established in order to adjust the nursery production accordingly.

— Owing to the importance of the three pine species for culture planting on the fern and moorlands of Kordun, research on the selected experimental plots should continue.

SLAVKO MATIĆ

INTENZITET PROREDE I NJEGOV UTJECAJ NA STABILNOST, PROIZVODNOST I POMLAĐIVANJE SASTOJINA HRASTA LUŽNJAKA*

THINNING INTENSITY AND ITS IMPACT ON THE STABILITY, PRODUCTIVITY AND REGENERATION OF PEDUNCULATE OAK STANDS

Primljeno: 20. X. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Poremećeni ekološki i strukturni uvjeti šuma hrasta lužnjaka uzrokuju smanjenje drvnih masa, zakorovljenje i zamočvarenje tla i otežano prirodno pomlađivanje. Do tog stanja se došlo zbog ekoloških promjena u tlu i iznad tla i zbog prejakih intenziteta proreda u srednjodobnim i starijim sastojinama. Uvažavajući činjenicu da temeljna drvena masa mora rasti sa starošću sastojine, predlaže se da sječiva masa proredom iznosi onoliko koliko iznosi kvocijent temeljne drvene mase i starosti sastojine izražene u desetljećima. Iz tog izlazi da je intenzitet prorede jednak odnosu sječive i temeljne mase izražen u postocima. Prema tome, intenzitet prorede isključivo ovisi o starosti sastojine, pa formula za izračunavanje intenziteta prorede glasi $I = \frac{1}{n} \times 100$. To su maksimalni intenziteti koji se

moгу primijeniti u sastojinama s normalnom drvnom zalihom. U sastojinama s manjom zalihom i intenziteti će biti niži. Sa starošću intenziteti padaju, a sječiva masa proredom u normalnim sastojinama je uvijek ista. Ovi intenziteti se mogu primijeniti kod svih regularnih prirodnih sastojina visokog i niskog uzgojnog oblika i šumskih kultura.

Ključne riječi: intenzitet prorede, starost sastojine, drvena zaliha, proreda, dobni prirast, struktura sastojine, ekološki uvjeti, pomlađivanje, *Quercus robur* L.

UVOD — INTRODUCTION

Evropsko šumarstvo je vrlo rano usvojilo prorede u sastojinama visokog uzgojnog oblika kao mjeru njege šuma i kao način dobivanja drvene mase u obliku predužitaka. Tako je već u drugoj polovini 16. stoljeća za vladavine Karla IX. šumar *Tristen* preporučio prorede kao uzgojni zahvat.

* Ovaj je rad u skraćenom obliku pročitao na proslavi 125. godišnjice visokoškolske šumarske nastave u Hrvatskoj na Šumarskom fakultetu.

U Francuskoj Varenne de Fenille 1790. godine decidirano navodi prednosti proreda, koje se manifestiraju u obliku boljeg visinskog prirasta, predužitaka te prethodnog prihoda od pionirskih vrsta u šumama hrasta i bukve.

U drugoj polovici 17. stoljeća prorede dobivaju punu afirmaciju i svakim danom dobivaju sve veće značenje.

Dok se danas u zemljama s razvijenim šumarstvom proredama dobiva i više od 50% drvene mase od ukupne proizvodnje za vrijeme ophodnje, u SFR Jugoslaviji proredama dobivamo svega 20% drvene mase. U SR Hrvatskoj taj postotak iznosi 27%, a u SR Sloveniji on je 35%.

Iz navedenog izlazi da se kod nas u proredama nalazi velika rezerva danas deficitarne mase. Nama predstoji da prije svega pravilno određenim intenzitetom prorede, a i odgovarajućim načinom ili metodom prorjeđivanja iskoristimo tu drvenu masu, a da to ne ide na štetu stabilnosti i produktivnosti prorijeđenih sastojina. Samo će na taj način prorede odigrati pravu ulogu u okvirima njege sastojina, kamo i pripadaju.

DANAŠNJE STANJE ŠUMA HRASTA LUŽNJAKA U SR HRVATSKOJ — PRESENT STATE OF PEDUNCULATE OAK FORESTS IN CROATIA

U tablicama 1. i 2. (Matić, 1989) prikazali smo današnje stanje šuma hrasta lužnjaka na području Slavonije i Baranje te srednje Posavine u odnosu na neke strukturne pokazatelje.

U tablici 1. (Matić, 1989) prikazane su prosječne drvene mase po dobnim razredima u dvije tipične zajednice hrasta lužnjaka u Slavoniji i Baranji (Kovačić, 1981) i normale za te sastojine (Klepac, 1976, Cestar, 1983).

U tablici 2. (Matić, 1989) prikazana je struktura sastojine srednje Posavine u odnosu na dobne razrede, površine te drvenu masu i prirast po vrstama drveća i ukupno (Matić, 1984b).

Ako kompariramo navedene drvene mase s prirasno-prihodnim tablicama, možemo uočiti da su na navedenim područjima drvene mase mnogo niže od normalnih. To je posebno evidentno u sastojinama starijim od 40 godina. Tako sastojina hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom u tablici 2. (Matić, 1989) starosti 80 godina ima drvenu zalihu od 286 m³/ha, od čega na hrast otpada 51% ili 147 m³, dok normalna sastojina iste starosti ima 430 m³/ha, od čega bi u konkretnom slučaju otpalo na hrast 219 m³. Također u tablici 1. (Matić, 1989) uočavamo manjak drvene mase u svim dobnim razredima iznad 40 godina starosti.

Takvo se stanje u šumama hrasta lužnjaka vrlo loše odražava na gospodarenje, proizvodnju drvene mase, stabilnost i pomlađivanje.

Vrlo značajne ekološke i strukturne promjene koje su se događale u prošlosti i koje traju i danas osnovni su razlog kritičnog stanja naših nizinskih šuma. U lancu stabilnosti šumskih nizinskih ekosistema pukla je karika koja se vidno manifestira sušenjem hrasta, brijesta i jasena, a koja i dalje izaziva lančane negativne pojave. Navedenim sušenjem razbila se struktura tih sastojina, smanjila se drvena masa, a neadekvatne prorede, posebno loše određeni intenziteti proreda razlogom su još više pogoršanom stanju.

Tab. 1. Razvoj sastojine s intenzitetom proreda (Matić, 1985) i turnusom proreda od 10 godina za poplavnu šumu hrasta lužnjaka — Stand development with intensity of thinning (Matić, 1985) and thinning cycle by 10 years in flood plain forests of Pedunculate Oak

Starost Age	V_1	V_p	I	V_2	Pr
20	96	48	50	48	
30	148	49	33,3	99	100
40	199	50	25	149	100
50	249	50	20	199	100
60	299	50	16,7	249	100
70	349	50	14,3	299	90
80	389	49	12,5	340	90
90	430	48	11,1	382	90
100	472	47	10	425	80
110	505	46	9,1	459	80
120	539	45	8,3	494	80
130	574	44	7,7	530	80
140	610	43	7,1	567	

V_1 - temeljna masa - standing volume of wood mass - m^3

V_p - sječiva masa - volume felled by thinning - m^3

I - intenzitet prorede - intensity of thinning - %

V_2 - masa nakon sječe - volume after thinning - m^3

Pr - prirast za 10 godina - increment in 10 years - m^3

U današnjim uvjetima koji vladaju u ovim šumama na mnogim mjestima je prirodno pomlađivanje vrlo otežano, a u nekim vrlo poremećenim sastojinama i nemoguće. To je logična pojava zbog čvrste povezanosti strukturnih i ekoloških čimbenika te prirodnog pomlađivanja u lužnjakovim sastojinama.

Iz svega navedenog možemo zaključiti da je današnji trenutak lužnjakovih šuma obilježen niskim drvnim masama, razbijenom strukturom, zakorovljenjem i zamočvarenjem tla te otežanim prirodnim pomlađivanjem.

Tab. 2. Razvoj sastojine s intenzitetom prореda (Matić, 1985) i turnusom prореda od 5 i 10 godina za poplavnu šumu hrasta lužnjaka — Stand development with intensity of thinning (Matić, 1985) and thinning cycle by 5 and 10 years in flood plain forests of Pedunculate Oak

Starost Age	V ₁	V _p	I	V ₂	Pr
20	96	48	50	48	
25	98	39	40	59	50
30	109	36	33.3	73	50
35	123	35	28.6	88	50
40	138	35	25	103	50
45	153	34	22.2	119	50
50	169	34	20	135	50
60	235	39	16.7	196	100
70	296	42	14.3	254	100
80	354	44	12.5	310	100
90	400	44	11.1	356	90
100	446	45	10	401	90
110	481	44	9.1	437	80
120	517	43	8.3	474	80
130	554	43	7.7	511	80
140	591	42	7.1	549	80

V₁ - temeljna masa - standing volume of wood mass - m³

V_p - sječiva masa - volume felled by thinning - m³

I - intenzitet prореde - intensity of thinning - %

V₂ - masa nakon sječe - volume after thinning - m³

Pr - prirast za 5 i 10 godina - increment in 5 and 10 years - m³

NJEGA SAŠTOJINA PREDOM KAO NEOPHODAN UZGOJNI ZAHVAT — STAND THINNING AS OBLIGATORY SILVICULTURAL OPERATION

Zbog dosta alarmantnog i složenog stanja koje vlada u našim lužnjakovim šumama neophodno je i dalje izvoditi njegu šuma proredom. Na taj ćemo način uz dobro odabrane intenzitete i načine proreda poboljšati strukturne uvjete u sastojini, a preko njih i ekološke, što će se posredno odraziti na stabilnost, produktivnost i mogućnost prirodnog pomlađivanja.

Tako je literatura o proredama vrlo bogata i premda se dosta učinilo na istraživanjima načina proreda (D e k a n i ć, 1958, 1961, 1962, 1971. i 1985), mislimo da se još nisu dovoljno istražili intenziteti proreda u lužnjakovim i ostalim sastojinama visokog uzgojnog oblika.

Intenziteti proreda nisu definirano određeni, što unosi dosta zabune i neodmice pri izvođenju tih zahvata u praksi. To je dobrim dijelom jedan od razloga što se je drvena masa u starijim sastojinama drastično smanjila, a što je izazvalo nesagledive posljedice u stabilnosti, prirastu i pomlađivanju tih sastojina.

U dosadašnjim radovima u njezi sastojina proredom vrlo se često isticalo da intenziteti proreda mogu biti veći u mladim sastojinama, a manji u starijim, ali ni jedan od autora nije konkretno definirao maksimalne intenzitete proreda za pojedine dobne razrede preko kojih ne smijemo prelaziti a da ne devastiramo sastojinu. Najkonkretnija uputa je bila da intenziteti ne smiju biti preveliki da se ne smanji temeljna drvena masa, a prema tome i prirast. U svakom slučaju to je i suviše poopćeno, deskriptivno, nekonkretno i nemjerljivo za onog tko te prorede provodi u praksi.

Pri određivanju intenziteta proreda moramo imati na umu ovo:

— Prorede su neophodni i nezamjenjivi uzgojni zahvati koje moramo provoditi od dobi maksimalnoga visinskog prirasta lužnjakovih sastojina do početka oplodnih sječa. Bez obzira na manju ili veću drvenu zalihu te poremećene strukturne i ekološke uvjete prorede se moraju provoditi uvijek do maksimalnog intenziteta za određenu starost sastojine i turnus prorede, koji određujemo prema konkretnom stanju sastojine.

— Neophodno je pri izvođenju svake prorede točno odrediti maksimalni intenzitet prorede ili pak donju granicu drvene mase nakon prorede čijim bi prekoračenjem devastirali sastojinu.

— U mladim sastojinama je proces izlučivanja i prirodnog odumiranja stabala zbog intenzivnog rasta, prirasta te međusobne konkurencije stabala vrlo intenzivan. To nam omogućava proredne zahvate visokih intenziteta, a što ne ide nauštrb prirasta drvene mase i stabilnosti tih sastojina.

— U srednjodobnim i starijim sastojinama intenziteti proreda moraju biti manji zbog toga što takve sastojine u svojoj unutarnjoj građi moraju imati veću drvenu masu da bi zadržale kontinuitet prirasta i stabilnosti. Dakle, što je sastojina starija, to u svojoj strukturi mora sadržavati veću »inertnu« drvenu masu neophodnu za funkcioniranje sastojine.

— Sve sastojine prije početka oplodnih sječa moraju imati takvu drvenu zalihu koja će biti raspoređena u optimalnu strukturu sastojine. Takva će struk-

tura prije svega garantirati dobar prirast i kvalitetno tlo bez korova i prekomjerne vlage, što će ići u prilog dobre prirodne obnove.

— Drvna masa posječena proredom ovisi o konkretnoj drvnoj zalihi ili ukupnom dobnom prirastu i starosti sastojine. Prema tome je intenzitet prorede koji predstavljamo u relativnim iznosima za određenu dob sastojine uvijek isti. Uz isti intenzitet mijenja se količina posječene mase proredom u ovisnosti o ukupnom dobnom prirastu.

ODREĐIVANJE INTENZITETA PROREDE ZA RAZLIČITE STAROSTI SASTOJINA — DETERMINING THINNING INTENSITY DEPENDING ON STAND AGE

Starost sastojine i ukupni dobní prirast su odlučujući faktori u određivanju količine drvene mase koju ćemo posjeći proredom. Međutim, ako se držimo već navedenog principa da starije sastojine trebaju imati veću temeljnu masu da bi održale optimalnu strukturu i maksimalan prirast i da temeljna drvna masa mora rasti s povećanom starošću, onda ćemo drvnu masu prorede dobiti tako da ukupnu drvnu masu sastojine podijelimo s dobnim razredom sastojine ili decenijama starosti sastojine, tj.

$$V_p = \frac{V_u}{n} \quad \text{Na osnovi toga izračunamo intenzitet prorede } I = \frac{V_p}{V_u} \times 100,$$

gdje je V_u — ukupna drvna masa sastojine

V_p — drvna masa prorede

n — dobní razred ili starost sastojine izražena u decenijama (20, 25, 40, 45 jest 2; 2,5; 4; 4,5)

Na osnovi gornjih formula možemo vrlo brzo i jednostavno odrediti drvnu masu prorede i intenzitet prorede za sve starosti sastojine.

Ako jedna 40-godišnja lužnjakova sastojina ima drvnu masu po hektaru 200 m³, onda drvna masa prorede iznosi

$$V_p = \frac{200}{4} = 50 \text{ m}^3, \text{ a intenzitet prorede } I = \frac{50}{200} \times 100 = 25\%$$

Ako imamo jednako staru sastojinu, ali s većom drvnom zalihom ili ukupnim dobnim prirastom od 250 m³/ha, onda je drvna masa prorede

$$V_p = \frac{250}{4} = 62,5 \text{ m}^3, \text{ a intenzitet prorede } I = \frac{62,5}{250} \times 100 = 25\%$$

Iz navedenih primjera vidimo da su intenziteti proreda za određenu starost sastojine jednaki, bez obzira na drvnu masu sastojine. Uz isti intenzitet prorede, a veću ili manju drvnu masu sastojine i drvna masa prorede će biti veća ili manja.

Na tom principu možemo izračunati intenzitete proreda za sve starosti sastojina služeći se vrlo jednostavnom formulom za izračunavanje intenziteta:

$$I = \frac{1}{n} \times 100$$

n — dobní razred ili starost sastojine izražena u decenijama

Donosimo izračunate intenzitete prorede za sastojine starosti od 20 do 140 godina.

God.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
I %	50	33.3	25	20	16.7	14.3	12.5	11.1	10	9.1	8.3	7.7	7.1

Ako ove intenzitete prikažemo grafički na koordinatnom sustavu, dobit ćemo krivulju prikazanu na grafikonu 1. Iz gornje tablice i grafikona 1. uočavamo da su intenziteti proreda najviši u mladim sastojinama te da s povećanjem starosti sastojine padaju. Konkretno, u 20-godišnjoj sastojini intenzitet prorede iznosi 50% drvene mase, a u 140-godišnjoj sastojini on je 7,1%.

Imajući u vidu teoriju Müllera (1931) da tekući prirast u jednoj sastojini ne pada ako drvenu masu sastojine ne smanjimo znatnije ispod 60% maksimalne moguće drvene mase, kao i naše spoznaje o vitalnosti i visokom životnom potencijalu mladih sastojina, uvjereni smo da su ovi intenziteti odgovarajući za navedene starosti. Müller decidirano ne govori o starosti nego o prosječnoj sastojini, što predstavlja veliku razliku kad je riječ o proredama. Sigurni smo da se u mladim sastojinama drvena masa može smanjiti i ispod 50% a da ne dođe do smanjenja prirasta. Istraživanja Dekanića (1985) na pokusnim plohama to su i proklično dokazala.

Da bismo usporedili naše predložene intenzitete proreda s intenzitetima raznih autora predloženih u prirasno-prihodnim tablicama za različite vrste drveća, nacrtali smo grafikone broj 2 do 10. U njima smo prikazali raspodjelu učestalosti različitih intenziteta proreda za pojedine vrste drveća u regularnim sastojinama visokog uzgojnog oblika te ih usporedili s krivuljom naših intenziteta proreda.

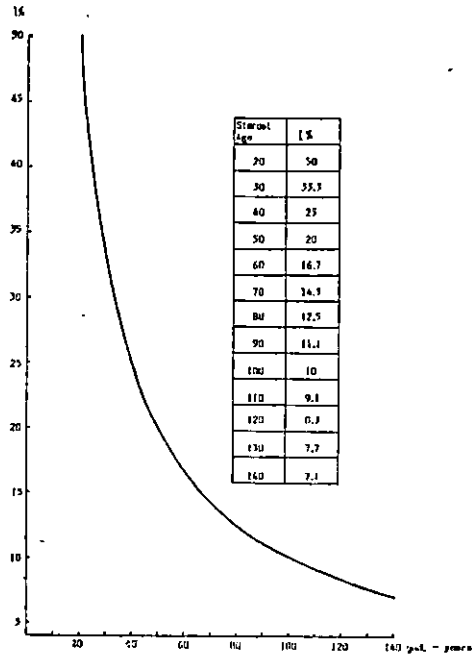
Na grafikonu 2. prikazani su intenziteti proreda za sastojine hrasta prema različitim autorima i intenzitetima. Raspodjele 1, 2, 3 i 4 imaju zajedničko obilježje niskih intenziteta u mladim sastojinama do dobi od 40 godina. Raspodjela broj 2 koja prikazuje intenzitete kod jakih proreda po Gerhardt u predstavlja dosta jake intenzitete, jače od naših predloženih u starim sastojinama.

Na grafikonu broj 3 predstavljene su raspodjele intenziteta proreda koje su dobivene na različitim pokusnim plohama u sastojinama lužnjaka, kitnjaka i bukve (Dekanić, 1985) te krivulja intenziteta proreda koje smo predložili. Općenito uzevši, do dobi od oko 40 godina uočava se identičnost između intenziteta koje je Dekanić dobio na pokusnim plohama u sastojinama lužnjaka, kitnjaka i bukve te krivulje naših intenziteta proreda, dok su intenziteti koje je Dekanić dobio u starijim sastojinama veći od naših.

Na grafikonu 4. predloženi intenzitet proreda za sastojine jasena veći je od Wimentaurovih intenziteta, iako krivulje imaju sličan trend pada.

Graf. 1 RASPODJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA

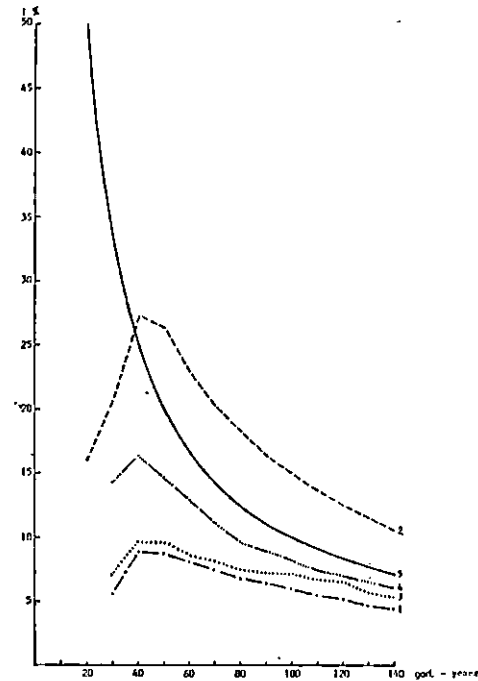
Graph 1 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES OF THINNING BY AGE CLASSES



— prореде (Matić 1985)
thinnings (Matić 1985)

Graf. 2 RASPODJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA ZA SAŠTOJINE HRASTA

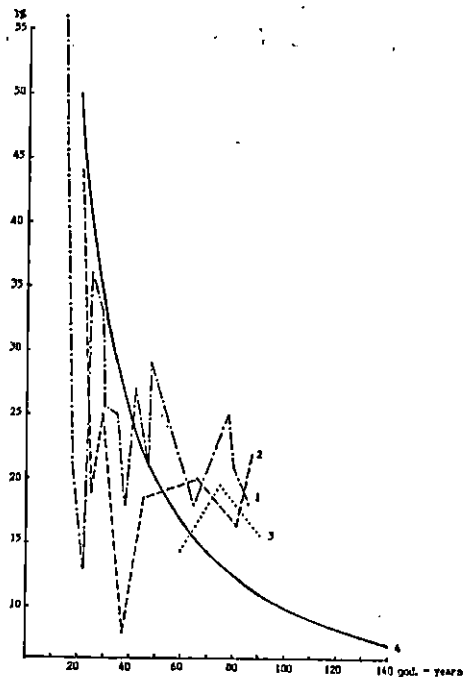
Graph 2 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES OF THINNING BY AGE CLASSES FOR OAK STANDS



Legenda:

- 1 slabe prореде (Wimmenauer) — I. bonitet slight thinnings (Wimmenauer) — 1st site class
- 2 jake prореде (Gehrhardt) — I. bonitet heavy thinnings (Gehrhardt) — 1st site class
- 3 umjerene prореде (Jüttner 1955) — I. bonitet moderate thinnings (Jüttner 1955) — 1st site class
- 4 jake prореде (Jüttner 1955) — I. bonitet heavy thinnings (Jüttner 1955) — 1st site class
- 5 prореде (Matić 1985) — thinnings (Matić 1985)

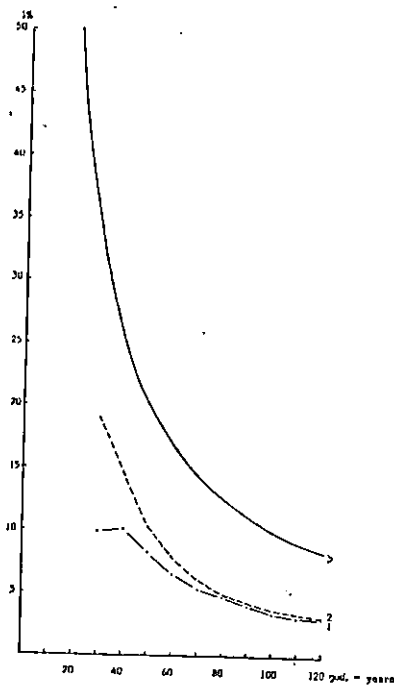
Graf. 3 RASPODIJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH
INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA
Graph 3 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES OF
THINNING BY AGE CLASSES



Legenda:

- 1 hrast lužnjak (Dekanić 1985)
Pedunculate oak (Dekanić 1985)
- 2 hrast kitnjak (Dekanić 1985)
Sessile-flowered oak (Dekanić 1985)
- 3 obična bukva (Dekanić 1985)
Common beech (Dekanić 1985)
- 4 prореде (Matić 1985)
Thinnings (Matić 1985)

Graf. 4 RASPODIJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH
INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA ZA
SASTOJINE JASENA
Graph 4 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES OF
THINNING BY AGE CLASSES FOR ASH STANDS



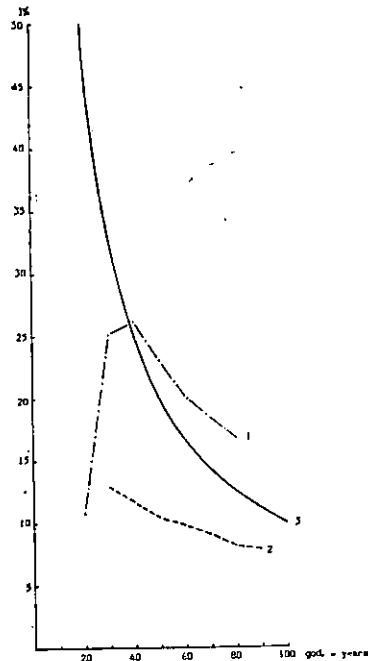
Legenda:

- 1 slabe prореде (Wimmenauer 1919) — I. bonitet
slight thinnings (Wimmenauer 1919) — 1st site
class
- 2 prореде (Wimmenauer) — I. bonitet thinnings
(Wimmenauer) — 1st site class
- 3 prореде (Matić 1985) — thinnings (Matić 1985)

Matić, S.: Intenzitet prореде i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomladivanje sastojina hrasta lužnjaka. Glas. šum. pokuse 25:261-278, Zagreb, 1989.

Graf. 5 RASPODJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH
INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA ZA
SASTOJINE JOHE

Graph 5 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES
OF THINNING BY AGE CLASSES FOR ALDER STANDS

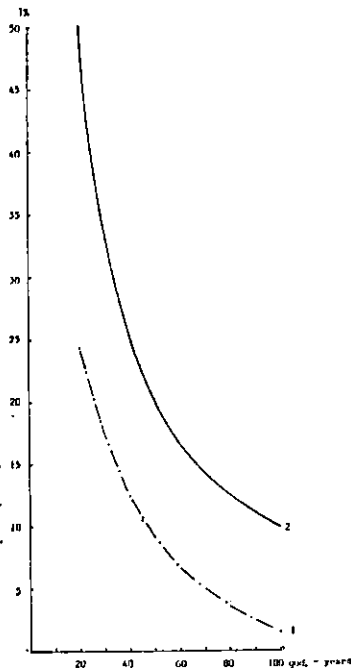


Legenda:

- 1 prorede (Schwappach) — I. bonitet thinnings (Schwappach) — 1st site class
- 2 jake prorede (Mitscherlich 1945) — III. bonitet heavé thinnings (Mitscherlich 1945) — 3rd site class
- 3 prorede (Matić 1985) — thinnings (Matić 1985)

Graf. 6 RASPODJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH
INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA ZA
SASTOJINE TOPOLE

Graph 6 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES
OF THINNING BY AGE CLASSES FOR POPLAR STANDS

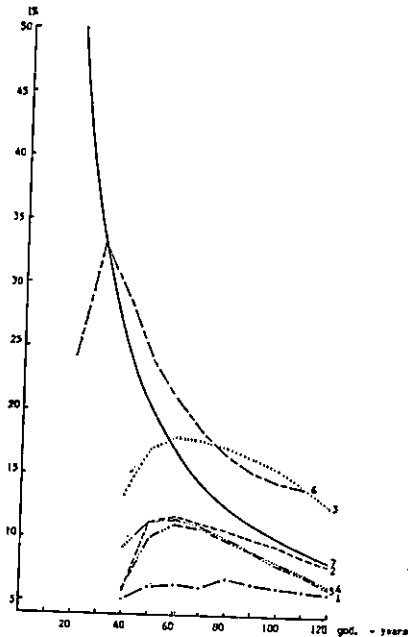


Legenda:

- 1 slabe prorede (Tjurin) — I. bonitet slight thinnings (Tjurin) — 1st site class
- 2 prorede (Matić 1985) — thinnings (Matić 1985)

Graf. 7 RASPODIJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA ZA SASTOJINE BUKVE

Graph 7 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES OF THINNING BY AGE CLASSES FOR BEECH STANDS

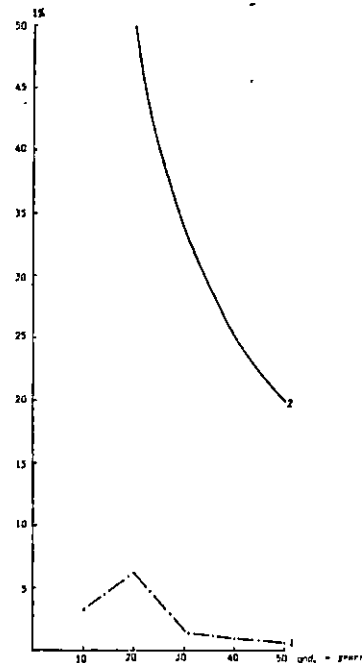


Legenda:

- .-.- 1 umjerene prorede (Wiedemann 1931) — I. bonitet moderate thinnings (Wiedemann 1931) 1st site class
- 2 jake prorede (Wiedemann 1931) — I. bonitet heavy thinnings (Wiedemann 1931) 1st site class
- 3 jake prorede (Gehrhardt) — I. bonitet heavy thinnings (Gehrhardt) 1st site class
- ...-... 4 slabe prorede (Gehrhardt) — I. bonitet slight thinnings (Gehrhardt) 1st site class
- ..-.-.. 5 slabe prorede (Gehrhardt) — II. bonitet slight thinnings (Gehrhardt) — 2nd site class
- .-.-.- 6 prorede (Möler) — II. bonitet thinnings (Möler) — 2nd site class
- 7 prorede (Matić 1985) — thinnings (Matić 1985)

Graf. 8 RASPODIJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA ZA SASTOJINE BAGREMA

Graph 8 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES OF THINNING BY AGE CLASSES FOR ACACIA STANDS



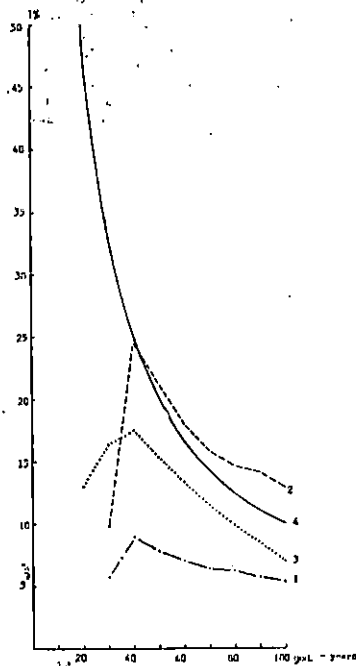
Legenda:

- .-.- 1 prorede — I. bonitet thinnings — 1st site class
- 2 prorede (Matić 1985) — thinnings (Matić 1985)

Matić, S.: Intenzitet prorede i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomlađivanje sastojina hrasta lužnjaka. Glas. šum. pokuse 25:261—278, Zagreb, 1989.

Graf. 9 RASPODIJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH
INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA ZA
SASTOJINE BORA

Graph 9 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES
OF THINNING BY AGE CLASSES FOR PINE STANDS

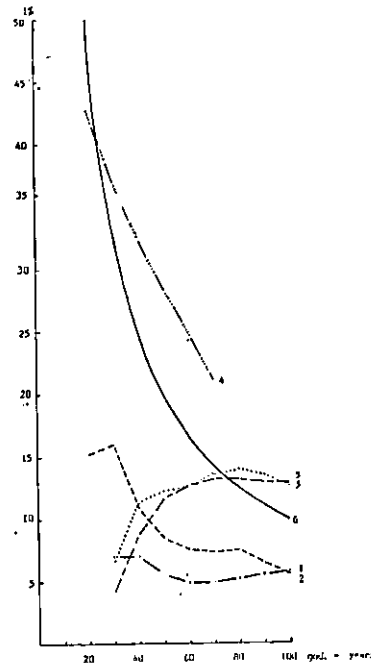


Legenda:

- 1 umjerene prorede (Wiedemann 1943) — I. bonitet moderate thinnings (Wiedemann 1943) — 1st site class
- - - 2 jake prorede (Wiedemann 1943) — I. bonitet — 1st site class
- 3 srednje prorede (Gehrhardt) — I. bonitet moderate thinnings (Gehrhardt) — 1st site class
- 4 prorede (Matić 1985) — thinnings (Matić 1985)

Graf. 10 RASPODIJELA UČESTALOSTI RAZLIČITIH
INTENZITETA PROREDA PO DOBNIM RAZREDIMA ZA
SASTOJINE SMREKE

Graph 10 DISTRIBUTION OF DIFFERENT INTENSITIES
OF THINNING BY AGE CLASSES FOR SPRUCE STANDS

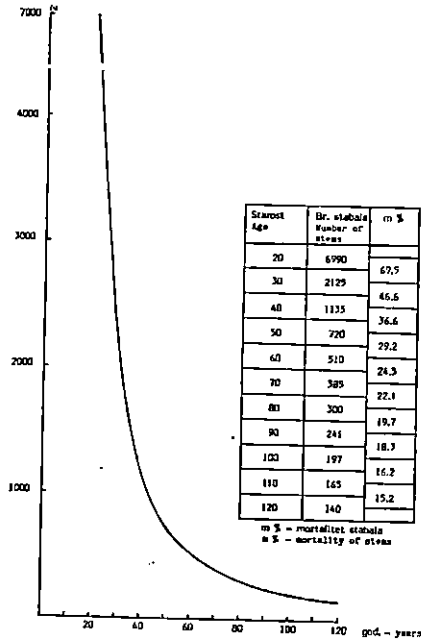


Legenda:

- 1 umjerene prorede (Wiedemann 1936) — I. bonitet moderate thinnings (Wiedemann 1936) — 1st site class
- - - 2 jake prorede (Wiedemann 1936) — I. bonitet heavy thinnings (Wiedemann 1936) — 1st site class
- 3 prorede (Schwappach) — I. bonitet thinnings (Schwappach) — 1st site class
- 4 prorede (Möller) — II. bonitet thinnings (Möller) — 2nd site class
- - - 5 prorede (Schwappach) — II. bonitet thinnings (Schwappach) — 2nd site class
- 6 prorede (Matić 1985) — thinnings (Matić 1985)

Graf. 11 RASPODJELA UČESTALOSTI BROJA STABALA PO DOBNIM RAZREDIMA U POPLAVNOJ ŠUMI HRASTA LUŽNJAKA

Graph 1 DISTRIBUTION OF NUMBER OF STEMS BY AGE CLASSES IN FLOOD FOREST OF PEDUNCULATE OAK



Na grafikonu 5. krivulja predloženih intenziteta za sastojine joha nalazi se između raspodjele intenziteta po Sch w a p a c h u i raspodjele po M i t c e r l i c h u. Trend pada u sva tri slučaja je podjednak uz napomenu da su intenziteti kod Sch w a p a c h a do 40 godina starosti niži od ostalih raspodjela.

Na grafikonu 6. krivulja intenziteta po T j u r i n u ima vrlo sličan razvoj i pad s krivuljom naših intenziteta, s tim da je krivulja naših intenziteta viša od T j u r i n o v e.

Na grafikonu 7. prikazano je 6 raspodjela učestalosti različitih intenziteta za bukove sastojine prema raznim autorima te krivulja naših intenziteta proreda. Raspodjela učestalosti br. 6, koju daje M ü l l e r pod nazivom poznatih »danskih proreda«, za bukove je šume od 30 godina starosti i veća je od naših intenziteta, a za 20-godišnje sastojine je manja od naših. Od 30 godina ta raspodjela poprima oblik L i o c u r o v e krivulje te ima vrlo sličan trend pada kao i krivulja naših intenziteta. Raspodjela broj 3, koja predstavlja intenzitete jake prorede po G e r h a r d t u negdje oko 60 godina, prelazi naše intenzitete, a oko 75 godina i M ü l l e r o v e.

Ostale raspodjele učestalosti intenziteta na tom grafikonu niže su od vrijednosti krivulje vrijednosti naših intenziteta.

Na grafikonu 8. naša krivulja intenziteta proreda po vrijednostima uvelike nadmašuje raspodjelu učestalosti intenziteta u bagremovim šumama za prvi bonitet.

Na grafikonu 9. jedino raspodjela učestalosti intenziteta za sastojine bora kod jakih proreda premašuje krivulju naših intenziteta. Do 40. godine starosti ti su intenziteti niži od naših.

Sve ostale raspodjele su niže te imaju trend pada prema većim starostima.

Na grafikonu 10. Müllerova raspodjela pokazuje najveće vrijednosti već od 25. godine starosti smrekovih sastojina. Schwapchova raspodjela intenziteta za I. i II. bonitet po vrijednostima premašuje našu krivulju negdje oko 75. godine starosti smrekovih sastojina.

PRIMJENA PREDLOŽENIH INTENZITETA PROREDA — APPLICATION OF SUGGESTED THINNING INTENSITIES

U tablicama 1. i 2. donosimo podatke o razvoju poplavne šume hrasta lužnjaka uz primjenu predloženih intenziteta prorede.

U tablici 1. uz turnus prorede od 10 godina obavili smo simulirani razvoj sastojine do konca ophodnje od 140 godina.

U tablici 2. uzeli smo isto početno stanje, s tim da smo uzeli turnus prorede od 5 godina do dobi od 50 godina, a nakon toga turnus je bio 10 godina.

Iz tablice 1. vidljivo je da tretirana sastojina na koncu ophodnje u dobi od 140 godina ima $610 \text{ m}^3/\text{ha}$, a da smo putem proreda s našim intenzitetima posjekli 619 m^3 . Ukupno proizvedena drvena masa iznosi $1229 \text{ m}^3/\text{ha}$, s tim da drvena masa glavnog prihoda sudjeluje u ukupnoj masi s 50% , koliko iznosi i drvena masa proreda.

U tablici 2, gdje smo u mladim sastojinama uzeli turnus prorede od 5 godina, ukupna proizvodnja drvne mase iznosi $1238 \text{ m}^3/\text{ha}$, s tim da glavni prihod iznosi $647 \text{ m}^3/\text{ha}$ ili 52% , a prethodni $591 \text{ m}^3/\text{ha}$ ili 48% .

Udio prorede od 50% u ukupnoj proizvodnji sastojine za vrijeme cijele ophodnje jest cilj koji žele postići sve zemlje s intenzivnim i naprednim šumarstvom.

Kad pogledamo priložene tablice 1. i 2, uočavamo da je uz predložene intenzitete sječiva drvena masa podjednaka u svim dobnim razredima, odnosno tijekom cijele ophodnje. Ona se kreće od $43 \text{ m}^3/\text{ha}$ do $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ uz turnus prorede od 10 godina (tab. 1), a $34 \text{ m}^3/\text{ha}$ do $39 \text{ m}^3/\text{ha}$ kod turnusa od 5 godina, odnosno $39 \text{ m}^3/\text{ha}$ do $45 \text{ m}^3/\text{ha}$ kod turnusa od 10 godina (tab. 2).

Poznavajući stanje naših regularnih sastojina visokog uzgojnog oblika s obzirom na njihove strukturne osobine, biološka svojstva i ekološke zahtjeve vrsta drveća, mislimo da se naši predložni intenziteti mogu primijeniti na sve naše regularne sastojine visokog uzgojnog oblika.

DISKUSIJA O POSTIGNUTIM REZULTATIMA — DISCUSSION ON THE ACHIEVED RESULTS

Ako promatramo krivulju predloženih intenziteta proreda (graf. 1), možemo uočiti sličnost s krivuljom raspodjele broja stabala po dobnim razredima u svakoj našoj regularnoj sastojini visokog uzgojnog oblika (graf. 11). Prema podacima

Kovačića & Hrena (1984) o poplavnoj šumi hrasta lužnjaka u 20-godišnjoj sastojini imamo 6990 stabala po ha, da bi u 120. godini u sastojini ostalo 140 stabala. Iz toga izlazi da broj stabala tijekom ophodnje nestaje bilo prirodnim odumiranjem bilo sječom putem prorede. Intenzitet nestajanja stabala ili prorede po broju stabala u sastojini između 20 do 30 godina iznosi 69,5%, a u vremenskom razdoblju između 110 do 120 godina 15,2%.

Ako usporedimo naše intenzitete prorede koji se odnose na drvenu masu s krivuljom broja stabala po dobnim razredima te intenzitetom nestanka broja stabala po dobnim razredima u istoj sastojini, uočiti ćemo vrlo veliku sličnost i zakonitost po kojoj se odvija taj prirodni tijek razvoja tih elemenata strukture. Prema tome naši intenziteti prorede vrlo se dobro uklapaju u prirodni razvoj sastojine, slijede trend razvoja broja stabala i intenzitet smanjenja broja stabala. To je neobično važan podatak s obzirom na to da ni jedan zahvat u sastojini, a pogotovo proredni zahvat, ne smije poremetiti unutarnju građu ili strukturu sastojine.

Iz svega navedenog izlazi da osim načina ili metode prorede veliku pažnju moramo posvetiti intenzitetu prorede, jer i način a i intenzitet krivo upotrijebljen može pokvariti strukturne odnose u sastojini, što vodi prema degradaciji sastojine.

ZAKLJUČCI — CONCLUSIONS

Istražujući problematiku intenziteta proreda u sastojinama hrasta lužnjaka, došli smo do ovih zaključaka:

1. Zbog čitavog niza ekoloških promjena u nizinskim šumama hrasta lužnjaka te prejakih intenziteta proreda u srednjodobnim i starim sastojinama došlo je uz ostalo do velikih strukturnih i ekoloških promjena, koje su se odrazile na smanjenje drvne mase, na prirast, stabilnost, zakorovljenje i zamočvarenje tla i poremećaj prirodnog pomlađivanja.

2. Da bismo intenzitete proreda prilagodili normalnom strukturnom razvoju sastojine, odnosno da bi intenziteti pratili razvoj strukture sastojine tijekom ophodnje, uz respektiranje bioloških svojstava, ekoloških zahtjeva vrsta drveća, predložili smo takve intenzitete proreda koje uz primjenu dobrog načina prorede prate razvoj sastojine ne mijenjajući strukturne odnose u njoj.

3. Što je sastojina starija, mora imati veću temeljnu drvenu masu da bi održala maksimalan prirast, stabilnost sastojine, a pri koncu ophodnje sposobnost za prirodnu regeneraciju. Zbog svega navedenog starost sastojine ima odlučujuću ulogu pri određivanju intenziteta prorede. Od ukupne drvne mase sastojine u određenoj dobi proredom možemo sjeći onoliko koliko dobijemo ako masu podijelimo s decenijama starosti sastojine.

4. Drvna masa posječena proredom ovisi o konkretnoj drvnoj masi (ukupnom dobnom prirastu) i starosti sastojine, odnosno dobnom razredu izraženom u decenijama

$$V_p = \frac{V_u}{n}, \text{ a intenzitet prorede } I = \frac{V_p}{V_u} \times 100, \text{ gdje je}$$

V_p — drvna masa prorede

V_u — ukupna drvna masa ili ukupni dobní prirast

n — dobní razred ili starost izražena u desetljećima

Iz toga izlazi da je intenzitet prorede za određenu dob ili starost isti kod svih sastojina te ga jednostavno možemo izračunati po formuli

$$I = \frac{1}{n} \times 100$$

5. Primjenom ovih intenziteta proreda u našim lužnjakovim sastojinama, ali i u svim ostalim regularnim sastojinama, povećat ćemo kvalitetu prirasta, stabilnost i omogućiti normalno prirodno pomlađivanje.

Ovi intenziteti proreda omogućuju da se tijekom ophodnje u hrastovim sastojinama u obliku proreda dobije 50% drvene mase od ukupne proizvodnje sastojine, a da istovremeno sastojina pred oplodnom sječom ima drvenu masu od 600 m³/ha.

LITERATURA — LITERATURE

- Balen, J., 1929: O proredama. Zagreb, str. 1—222.
- Cestar, D., 1983: Tipovi nizinskih šuma zapadne Posavine. Radovi, br. 54, Zagreb, 111 pp.
- Dekanić, I., 1958: Njega šuma kao mjera unapređenja šumske produkcije. Šum. list, 10, Zagreb, str. 339—348.
- Dekanić, I., 1961: Osnovni principi uzgojnih zahvata u posavskim šumama. Šum. list, 1—2, Zagreb, str. 11—17.
- Dekanić, I., 1962: Elementi za njegu mladih sastojina u poplavnom području posavskih šuma. Glasnik za šumske pokuse, knj. 15, Zagreb, str. 119—196.
- Dekanić, I., 1971: Uspjevanje nekili vrsta šumskog drveća u prirodnim sastojinama i kulturama Posavlja o ovisnosti o režimu poplavnih i podzemnih voda. Savjetovanje o Posavini, Zagreb.
- Dekanić, I., 1985: Mogućnost unapređenja šumske proizvodnje primjenom uzgojnih mjera proreda u prirodnim šumama. Jug. polj. šum. centar, Informacija, 1/85, Beograd.
- Jevtić, M., 1985: Danske prorede — osnovne karakteristike i način izvođenja. Jug. polj. šum. centar, Informacije, 1/85, Beograd.
- Klepac, D., 1976: Some use of permanent plots in growth and yield research in even-aged penduculate oak stands in the SR Croatia of SFR Yugoslavia. Skogshoghskolan Royal College of Forestry, Stockholm.
- Kovačić, Đ., 1981: Raspodjela učestalosti broja stabala i drvene mase kao mjera unapređenja šumske proizvodnje u nekim prirodnim sastojinama hrasta lužnjaka u SR Hrvatskoj. Zagreb (disertacija).
- Kovačić, Đ. & V. Hren, 1984: Normalna raspodjela stabala po debljinskim stupnjevima i dobnim razredima u ekološko gospodarskim tipovima II-G-20 i II-G-21. Radovi, br. 61, Zagreb.
- Matić, S., 1979: Ekološko-uzgojne osobine specijalnih rezervata šumske vegetacije Prašnik i Muški bunar u Slavoniji. Drugi kongres ekologa Jugoslavije, Zagreb, str. 767—823.
- Matić, S., 1984: Uzgojni zahvati u šumama hrasta lužnjaka Slavonije i Baranje kao mjera povećanja kvalitete drvene mase. Osijek, str. 169—177.
- Matić, S., 1984: Šume hrasta lužnjaka i njihova prirodna obnova. Bilten društva ekologa Jugoslavije, Sarajevo, str. 211—217.
- Müller, C. M., 1931: Starke Durchforstung in dänischer Beleuchtung. Zeitcher. f. Forst. u Jagdw.

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

SLAVKO MATIĆ

THINNING INTENSITY AND ITS IMPACT ON THE STABILITY, PRODUCTIVITY AND REGENERATION OF PEDUNCULATE OAK STANDS

S u m m a r y

Thinning of stands as necessary measures in silviculture has been increasingly important in the forestry of this country. Firstly, by appropriate treatment of the stand — particularly by adequate intensities, methods or ways of thinning — we can increase the stability and productivity of stand and enable good natural regeneration together with satisfying the ever-increasing demand for felling wood volume.

The present state of pedunculate oak stands is marked by lower wood volume than normal, unstable stands which are weedy and growing on swampy soil, disturbed in their natural regeneration. The reasons for such a state can be primarily explained by considerable ecological changes which have resulted in dieback and disturbance of structural conditions. Besides, one of the important causes can be found in high thinning intensities in middleaged and old pedunculate oak stands.

It is indispensable exactly to determine the highest thinning intensity or the lowest limit of wood volume after thinning. In young stands, owing to higher biological potentials, thinning intensities may be high. In middleaged and old stands, the intensities should be lower, as the stands of that age should have larger basic wood volume in order to retain the continuity of increment and stability. In addition to this, all regular stands should, before seed felling, have a wood volume that would guarantee optimal structure and, consequently, regeneration. Such mass can be ensured by correct thinning in terms of intensity, way or method.

The wood volume cut by thinning depends on the real wood volume or total increment and age of the stand. Accordingly, the thinning intensity, which has been presented by relative amounts, is always the same for a particular stand age. The thinning volume will change at the same intensity in accordance with total increment.

$$\text{Thus, } V_p = \frac{V_u}{n} \quad \text{and thinning intensity } I = \frac{V_p}{V_u} \times 100$$

where V_p — thinning wood volume

V_u = total wood volume or total increment, and

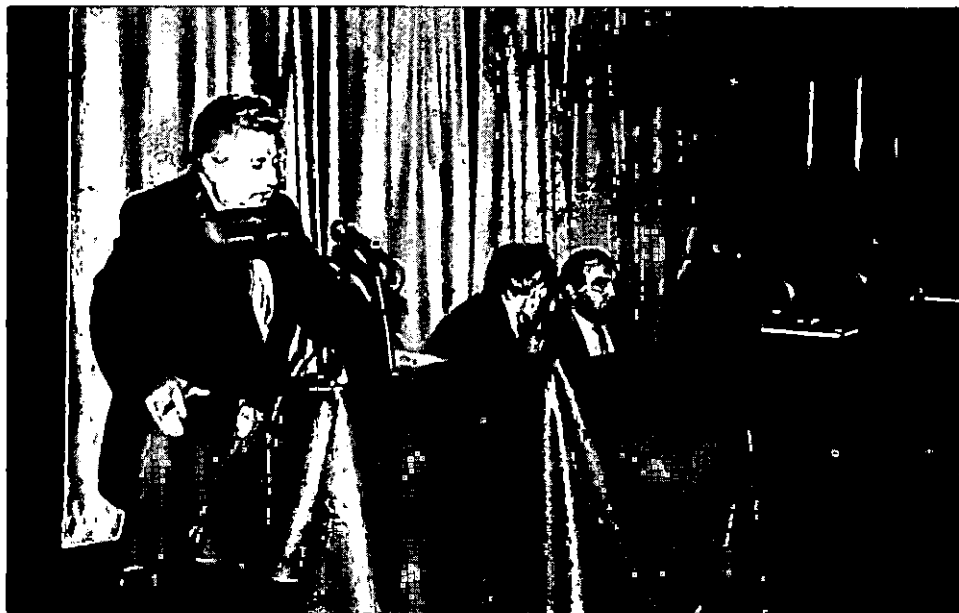
n = age class or stand age expressed by decades.

Accordingly, the thinning intensity depends only on the age of the stand so that the formula for calculating the thinning intensity of our oak stands and all regular stands of high and low silvicultural forms and forest cultures is

$$I = \frac{1}{n} \times 100$$

Application of these thinning intensities in our pedunculate oak stands and other regular stands will improve the quality of increment and stand's stability, and enable normal natural regeneration.

These intensities enable to harvest 50% wood volume by thinning out of the total stand production in the course of rotation in oak stands, while at the same time the stand before seed felling has about 600 m³/ha wood volume.



Prof. dr Đuro Rauš,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Prof. dr Branimir Prpić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Ing Tomislav Krnjak,
direktor Odjela za šumarstvo
Poslovna zajednica »Exportdrvo«



Ing Slavko Horvatinović,
podsekretar za šumarstvo SR Hrvatske



Mr Ivan Đuričić,
ŠG »Mojca Birta« Bjelovar



Mr Andrija Vranković,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Prof. dr Ankica Pranjić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Prof. dr Ante Krstinić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



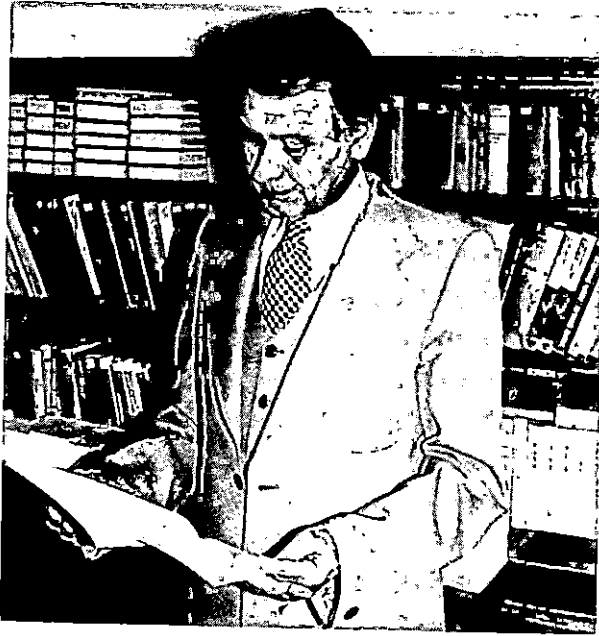
Prof. dr Slavko Matić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Prof. dr Šime Meštrović,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Mr Ante Krpan,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Dr Uroš Golubović,
Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Prof. dr Katarina Opalički,
Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Dr Milan Glavaš,
Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Mr Miroslav Harapin,
Sumarski institut Jastrebarsko

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 drvnotehnošku 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 sinopsom 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 Autor (godina) ili (Autor godina). Pri tome koristiti znak &, kada su dva autora, umjesto i, and, und itd. Ne navoditi npr. (Rauš i Vukelić 1983), već: (Rauš & Vukelić 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 skraćena 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:

Bond, J., 1951: Naslov rada. Časopis (službena skraćena), 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

PRPIĆ, B.: DIEBACK OF PEDUNCULATE OAK IN CROATIA FROM THE VIEWPOINT OF THE ECOLOGICAL SPECIES STRUCTURE (Original in Croatian: *Sušenje hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) u Hrvatskoj u svjetlu ekološke konstitucije vrste*, with Summary in German). Glas šum. pokuse 25 : 1—24, Zagreb, 1989.

The dieback of Pedunculate oak in Croatia has increased considerably. The paper gives a retrospection and the present state of the dieback with a special attention to the last decade. There are different hypotheses on the cause of dieback and an emphasis is given to the unfavourable impact of chemical substances, especially the ones arriving to the lowland forest habitats through the inundation water of the river Sava. The author points out that the water is a major ecological factor in the thriving of Pedunculate oak and other hygrophytes of the lowland forests. The changes in the water regime caused by hydrotechnical operations, power plants, roads, climatic excesses, all have an overall impact on the increasingly disturbed balance of the lowland forest ecosystems, where the Pedunculate oak is the most susceptible tree species. Here comes the phenomenon of synergism. The change of water regimes, particularly the fall of ground water levels, or the swamping of habitats with the impact of drought, harmful industrial pollution and devastation caused by insects, all lead to the dieback of Pedunculate oak and other tree species of lowland forests.

Key words: lowland forests, dieback of Pedunculate oak, hydrotechnical operations, change of water regime, fall of ground water level, swamping, industrial pollution, climatic excesses.

VRANKOVIĆ A. & F. BASIĆ: SOME RESULTS OF PEDOLOGICAL RESEARCH IN DISTURBED ECOSYSTEMS OF PEDUNCULATE OAK STANDS IN CROATIA (Original in Croatian: *Neki rezultati pedoloških istraživanja u poremećenim ekosistemima hrasta lužnjaka u Hrvatskoj*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 25—52, Zagreb, 1989.

On typical Pedunculate oak habitats, the hydromorphous soils of the greater central and lower Sava region, dieback and withdrawal of this economically and ecologically important forest species has been repeatedly recorded since the beginning of the century. Multidisciplinary investigations on the possible cause of this phenomenon was immediately organized in accordance with the modern achievements of all sciences involved in the research.

This paper brings forth the results of the research on soils in the endangered pedunculate oak ecosystems. The research, which lasted many years, encompasses the basic physical and chemical soil properties determined by standard methods, its origin, intensity and duration of superfluous moisture, as well as spatial distribution of pedosystematical units. Since the former research highlighted the link between the degree of hydromorphism and the intensity of pedunculate oak dieback, measurements of the redox potential of the soil were carried out by the marching route method in order to evaluate the degree of anaerobiosis and ecological circumstances in the soil.

Key words: dieback of pedunculate oak, degree of hydromorphism, redox potential of soil, redox regime in soil.

RAUS Đ. & J. VUKELIĆ: RESULTS OF COMPARATIVE RESEARCH ON FOREST VEGETATION OF THE PEDUNCULATE OAK WILTING AREA (Original in Croatian: *Rezultati komparativnih istraživanja šumske vegetacije na području sušenja hrasta lužnjaka*, with Summary in German). Glas. šum. pokuse 25 : 53—66, Zagreb, 1989.

The research was carried out on the wilting locations of the »Kalje« area within the Lekenik forestry service and the »Posavske nizinske šume« (Posavina flatland forests) management unit of the Sunj forestry service. Altogether 10 phytocenological surveys were laid out and a collective table was made. The surveys pointed out a high proportion of swamp (weed) vegetation such as: *Amorpha fruticosa*, *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Bidens tripartita*, *Allisma plantago aquatica*, *Juncus effusus*, *Symphytum officinale* and others. These species occur in the wilting locations in the proportion degree III—V, i. e. a coverage of 40—100%, which largely aggravates regeneration efforts on these stands. The report also analyses autoecological properties of the local weed plants which shows a great swamping tendency with the pedunculate oak biotope.

Key words: forest ecosystem; phytocenosis; wilting of forests; ground and surface waters; swamping; autoecology; stand regeneration.

MATIC, S.: SILVICULTURAL MEASURES IN STANDS DAMAGED BY DIEBACK OF PEDUNCULATE OAK (Original in Croatian: *Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 67—77, Zagreb, 1989.

The author explains his opinion on the dieback of pedunculate oak forests and presents the present status of these forests. The disturbances in the water regime and the habitat, resulting from inexpertly applied mechanization at forest exploitation together with inexpert silviculture and climatic excesses, are major causes of pedunculate forest dieback. There is a presentation of the dieback intensity depending on stand age and negative impacts of the flood water and groundwater levels. There is further on a word on silvicultural operations to be carried out in the damaged stands together with the selection of tree species for regeneration of the stands. Attention is paid to the fact that the Pedunculate oak, field ash and black alder should continue being the basic species to be introduced into the wilted areas. The paper concludes with a summarized insight into the development of the dieback and the ways of recultivation of the wilted stands.

Key words: Pedunculate oak, dieback, stagnating, flood water and groundwater, swamping, weediness, natural and artificial regeneration, young trees, stand structure.

PRANJIC A. & N. LUKIC: INCREMENT OF PEDUNCULATE OAK TREES AS AN INDICATOR OF HABITAT CHANGE (Original in Croatian: *Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena*, with English Summary). Glas šum. pokuse 25 : 79—94, Zagreb, 1989.

Dendrochronological research was carried out in a typical pedunculate oak and hornbeam forest (*Carpino betuli - Quercetum roboris typicum* Rauš 1971), in the forest of pedunculate oak with wood-waxen and divided reed (*Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938), and the typical forest of field ash (*Leucoio - Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav 1959). The aim of the research was to establish the dendrochronological changes and stresses in individual associations, i. e. to date such processes.

Our research in the typical forest of pedunculate oak and hornbeam showed that in 1977/78 remarkable changes happened influencing the pedunculate oak unfavourably; the influence on the field ash was on the other hand favourable.

For more than 20 years extremely bad living conditions have followed the growth of the pedunculate oak with wood-waxen and divided reed forest. With this association, the annual rings constantly decreased in thickness. Resulting from a short impact of extremely unfavourable factors, the pedunculate oak underwent 1982/83 a stress which caused wilting of pedunculate oak trees.

In the typical field ash forest habitat changes can be traced in 1977/78.

Key words: ring thickness, pedunculate oak, field ash, black alder, dendrochronology.

KRSTINIC, A.: SELECTION ARBORESCENT WILLOW CLONES SUITABLE FOR RAISING PLANTATIONS IN POSAVINA (Original in Croatian: *Selekcija klonova stablastih vrba podesnih za osnivanje kultura u Posavini*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 95—100, Zagreb, 1989.

Selected arborescent willow clones dispaired very suitable for raising plantations on different types of hydromorphic soils in Croatia. Experiments has shown that between clones exhibit genotypic differences with regard to phenotypic stability, adaptability and production. It was also established the interaction clone x site, what means selection for each site or similar sites and multyclonal approach to establishment of willow plantations. Plantations of arborescent willows should be established on the best sites where is possible to produce high wood volume in short rotations. Second, as pioneer plantations on heavy, gleyed, flooded soils, and where the weed vegetation is very abundant with the aim of easier natural and artificial regeneration more valuable broad leaved species especially *Quercus robur* and *Fraxinus angustifolia*.

Production of the best clones in Posavina region ranges between 10 and 35 m³/ha of mean increment depending upon the soil type and water regime.

Key words: arborescent willows, hydromorphic soils, pioneer plantation.

MESTROVIĆ, Š.: MANAGEMENT OF PEDUNCULATE OAK FORESTS AFFECTED BY DIEBACK (Original in Croatian: *Uređivanje šuma hrasta lužnjaka zahvaćenih sušenjem*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 101—110, Zagreb, 1989.

Management plans for management units state all works that have to be carried out in the forests and forest land, with regard to space and time, within a period of 10 years and with a projection for a further 10 years, on condition that during this time forests do not undergo considerable unpredicted changes.

The most frequent change in our forests is unpredicted dieback of certain tree species, or complete stands. The question arises of how the ecological and managerial changes affect management regulations and how to respond to these changes with management regulations with the least possible economic sacrifice.

Key words: management unit, rotation, seed felling, natural regeneration, felling volume

KRPAN, A. P. B.: SOME CHARACTERISTICS OF PEDUNCULATE OAK (QUERCUS ROBUR L.) DIEBACK IN TERMS OF LOGGING (Original in Croatian: *Neke značajke sušenja hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) sa stanovišta eksploatacije šuma*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 111—121, Zagreb, 1989.

Dying back of pedunculate oak in Croatia has enticed a number of problems both in forest management and exploitation.

This paper discusses the debris produced at felling and conversion of pedunculate oak and that caused by dying with a special attention paid to sapwood and bark.

A large-scale dieback changes the planned rate of logging activities, whereas the necessity to intervene for alleviating the losses leads to deterioration of planning quality, operative preparations and work execution. Such work entails further endangerment of susceptible flatland forest ecosystems.

The problems of diagnosing the health conditions of trees are also discussed.

Key words: dying back of oak, logging debris, debris caused by dying, bark, sapwood, diagnosis, logging activities and technology.

GOLUBOVIC, U.: ECONOMIC CONSEQUENCES OF THE DIEBACK OF PEDUNCULATE OAK STANDS (Original in Croatian: *Ekonomске posljedice sušenja sastojina hrasta lužnjaka*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 123—132, Zagreb, 1989.

In the mutual struggle for survival in forest it is a normal phenomenon that individual trees dieback and are through regular silvicultural work removed from the stands. However, a rather serious, large-scale dying back of pedunculated oak in some European countries (Rumania, USSR) and the USA was observed at the beginning of this country, and some twenty years ago massive dying back of this species was also noted in Yugoslavia. The phenomenon has taken such proportions that in individual regions entire forest management units have been affected, so that local foresters are compelled in an unplanned way to meet the annual felling quotas from such forests, i. e. from died-back trees.

In Yugoslavia there are about 2,5 million hectares of land under pure and mixed pedunculated oak stands whose standing timber together with sessile-flowered oak totals almost 100 million cu. m., and whose annual increment amounts up to 3 million cu. m. of high-quality growing stock of great national value. This has caused serious concern among forest specialists, who have immediately started scientifically to investigate the causes of this phenomenon. We have, on our part, begun to study the economic consequences of the dieback of oak wood in Yugoslavia. The results of one of our investigations of this kind are presented in this paper too.

Key words: Pedunculated oak, oak dieback, losses from dieback, in increment, in quality, due to declassing, due to deduction of sapwood, due to costs.

OPALIČKI, K.: THE INFLUENCE OF THE SOIL PHAUNA ON THE PHYSIOLOGICAL CONDITION AND THE DRYING OF THE SLAVONIAN OAK (*QUERCUS ROBUS L.*) (Original in Croatian: *Utjecaj faune tla na fiziološku kondiciju i sušenje hrasta lužnjaka (Quercus robur L.)*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 133—144, Zagreb, 1989.

In this short study it's shown the result of investigation of the phauna of the surface layer of soil (Edaphic layer) in the contains of the Slavonian oak tree (*Genisto elatae - Quercetum roboris* Horv. 1938) in SR Croatia. Investigation took place in three locations various in the intensity of drying. The results of this investigation is shown tabelary (tab. 1—4). and the dominant Class is on the forehead of the tabulated list, because the dominant species worths more than 50 percentes of traped samples. The dominant species shows distinguish on various localities in the tabulated lists. The generally observation is that the usefull species are rare and just on one location dominates species *Lumbricus terrestris* known as the most active member of the humus layer of soil. The species of the usefull entomophauna are not abounded. We found only three families of *Coleoptera*. The genus *Calosoma* is apsolutly disappeared so the family *Cicindellidae*, which were in early times known predators in oak biocenosis.

This disappearance of the usefull species, and the increasing number of them shows that the balance has been disturbed in the layer of humus. The reason of that is the lack of humidity, the change of acidity in the soil, and the presence of the pesticides and the other harmful materials.

Key words: slavonian oak, soil fauna, microorganisms, cdaphic layer, insects, spiders, centipedes, snails, earthworms, terrestrial isopods.

GLAVAS, M.: PHYTOPATHOLOGICAL INVESTIGATIONS OF CAUSAL AGENTS OF PEDUNCULATE OAK DIEBACK (*QUERCUS ROBUR* L.) (Original in Croatian: *Fitopatološka istraživanja uzročnika sušenja hrasta lužnjaka* (*Quercus robur* L.) with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 145—154, Zagreb, 1989.

Pedunculate oak drying has been present in our country for many years. Recently disastrous dryings appeared on certain localities. Investigations have found the cause in numerous abiotic and biotic factors which act synchronized. Among the biotic factors certain part is played by many fungi appear on physiologically weakened trees. The work speaks about some of these fungi.

The first part of the work speaks about causal agents of vessel elements diseases of the oak. It generally deals with *Ophiostoma* (*Ceratocystis*) group of fungi which have caused wilt and drying of oak trees in the world. *Ophiostoma merolinensis* which is considered to cause oak wilt in our country hasn't been found in our investigations. *Ophiostoma quercus* is very common fungus in oak forests. It is very common on dead wood but on standing physiological weakened trees it comes less frequently.

The second part of the work deals with causal agents of branch drying. *Colpoma quercinum* is very common and important because it causes drying of twigs carrying the majority of leaves. That's how the crown remains without large number of leaves which leads to faster drying of the tree. Other fungi such *Fusicoccum quercus*, *Coryneum depressum* and some other appear on thicker branches and lead to their drying.

Key words: pedunculate oak, tree, branch, disease, wilt, drying, damage, fungus.

HARAPIN, M.: INFLUENCE OF DEFOLIATION ON FOREST DIEBACK OF LOWLAND OAK FORESTS (Original in Croatian: *Utjecaj defolijacije na sušenje brastovih nizinskih šuma*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 155—160, Zagreb, 1989.

Forest dieback, defoliation and fight against defoliators in Croatia are the issues given in the paper. The dieback occurs when unfavourable biotic (insects and fungi) and abiotic (water/air regime, climate, antropogeneous impacts, penetrations) factors coincide. Defoliation can be either an initial or a terminal factor. Fighting the defoliators may prevent physiological disturbances in trees. It is carried out in the centres of the strongest insect attacks and in economically most valuable forests. The major defoliators of lowland oak forests have been mentioned: oak moths, oak tenthredinidae, operophtera and erannis, brown-tailed moth and limantridae. Fighting the defoliators and prevention of tree browsing are the ultimate logical measures among the interventions of man in the forest.

Key words: forest dieback, defoliation, fighting, biotic and abiotic factors, physiological disturbance, defoliators of lowland oak forest.

DURICIC, I.: SILVICULTURAL CHARACTERISTICS OF THE KALNIK SESSILE-FLOWERED OAK (Original in Croatian: *Sumsko uzgojne karakteristike hrasta kitnjaka (Quercus petraea Liebl.) na Kalniku*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 161—234, Zagreb, 1989.

The paper is a supplement to the knowledge of the silvicultural characteristics of the sessile-flowered oak and its stands. Management methods with the Kalnik sessile-flowered oak forests have been suggested with past and present methods being considered. The ways and intensities of thinning, which, according to the author, do not disturb the stand structure were applied. The opinion on the thinning impact on the quality and time of the natural stand regeneration has been explained. The thinning rotation as to the increment, thinning felling volume and economy of the wood mass utilization was established.

Key words: silviculture, forest care, thinning, thinning rotation, biological properties, ecological requirements, increment, natural regeneration, stand structure.

MRZLJAK, I.: GROWTH OF SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS L.), BLACK PINE (PINUS NIGRA ARN.) AND WEYMOUTH PINE (PINUS STROBUS L.) ON THE BRACKEN AND HEATHER AREAS OF THE KORDUN MOORS (Original in Croatian: *Uspijevanje običnog bora (Pinus sylvestris L.) crnog bora (Pinus nigra Arn.) i američkog borovca (Pinus strobus L.) na bujadnicama i vrištinama Korduna*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 235—259, Zagreb, 1989.

The paper presents the research on the growth, increment and thriving of common, black and Weymouth pine in the fourteen-year-old cultures and plantations raised to keep up on the thriving of conifers on different locations of the Kordun fern and moorland.

The Weymouth pine at the age of 14 years showed best results, whereas black pine should be planted more for protectional than economic purposes.

Key words: silviculture, forest culture, forest plantation, afforestation, growth increment, soil.

MATIC, S.: THINNING INTENSITY AND ITS IMPACT ON THE STABILITY, PRODUCTIVITY AND REGENERATION OF PEDUNCULATE OAK STANDS (Original in Croatian: *Intenzitet prorede i njegov utjecaj na stabilnost, proizvodnost i pomladivanje sastojina brasta lužnjaka*, with English Summary). Glas. šum. pokuse 25 : 261—278, Zagreb, 1989.

Disturbed ecological and structural conditions of pedunculate oak forests have caused decrease of wood volume, development of weeds and swampy soil, and poor natural regeneration. This state has resulted from some ecological changes in and above the soil as well as from severe thinning in middle-aged and old stands. Considering the fact that the basic volume of wood should grow together with the age of the stand, it has been suggested that the thinning felling volume should equal the quotient of the basic wood volume and the age of the stand expressed by decades. This means that the thinning intensity equals the proportion of allowable cut and basic wood volume expressed by percentage. Accordingly, the thinning intensity will depend only on stand's age, so that the formula for calculating the thinning intensity is $I = \frac{1}{n} \times 100$. These are the highest intensities to be applied in the stands with normal growing stock. The intensities will be lower in the stands with smaller growing stock. They will decrease in proportion with the growing age of stand, and the allowable cut by thinning will always be the same in normal stands. These intensities can be applied with all regular natural stands of high and low silvicultural forms and forest cultures.

Key words: thinning intensity, age of stand, growing stock, thinning, age increment, stand structure, ecological conditions, regeneration, *Quercus robur* L.

RAUŠ, Đ. i Z. ŠPANJOL

PRILOG BIBLIOGRAFIJI PRIRODOSLOVNIH RADOVA O OTOKU RABU

Primljeno: 4. II. 1988.

Prihvaćeno: 24. X. 1988.

Rab je svojim položajem i prirodnim značajkama rano privukao istraživače na svoje tlo i prirodno je da su napisani mnogi radovi o njemu. Nas su posebno zanimali prirodoslovni radovi o Rabu. Iako neosporno ima i mnogih drugih interesantnih i za Rabljane veoma važnih radova, mi u našoj bibliografiji prikazujemo samo prirodoslovne radove.

Svjесni smo činjenice da nismo uspjeli sabrati i prikazati sve dosada napisane prirodoslovne radove, ali se nadamo da smo najvažnije ipak pronašli i prikazali. Zbog toga ćemo biti zahvalni svima koji nam ukažu na naše propuste i ovu bibliografiju dopune novim priložima.

Prilikom sakupljanja radova za bibliografiju služili smo se našim i stranim izdanjima. Unosili smo samo radove koji su u svom naslovu imali riječ »RAB« ili su se direktno odnosili na otok Rab.

Radovi su poredani u bibliografiji abecednim redom.

- Anić, M., 1967: Povodom pretvorbe crnikove šume u borovu kulturu na otoku Rabu, Vjesnik, 18. IV. 1967, Zagreb.
- Antešić, I., 1955: Na otoku Rabu. Lovački vjesnik, 64, 320—322, Zagreb.
- Ash, J. S., 1970: Observation from Rab, Autumn 1966. Larus, 21—22, (1967—1968), 121—129.
- Balabanić, J., 1987: O botaničkom putovanju Josipa Hostau u Istru na kvarnerske otoke i u Dalmaciju (1801—1802), s posebnim osvrtom na njegovo istraživanje Raba. Rapski zbornik, str. 77—82, Zagreb.
- Ratović, Š., 1985: Rekognosciranje otoka Raba u godini 1984. Hrvat. arheol. društvo. Obavijesti, 17, I, 13—15, Zagreb.
- Borbas, V., 1878: Exkursionen auf die Inseln Arbe und Veglia. Österr. Bot. Zeitschr., 28, 64—69, Wien.
- Borbas, V., 1877: Adatok Arbe es Veglia szigetek nyari floraja közelebbi ismeretehoz. Math. term. Közl. XIV, 365—436, Budapest.
- Dubac, M., 1963: O zaštiti šume Dundo na Rabu, i o šumama česvine. Priroda, 5, str. 151—153, Zagreb.
- Frischaf, J., 1888: Die Insel Arbe. Aus dem Velebit. Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins, XIX, 285—306, München.
- Ginzberger, A., 1900: Vorlage von Scolopendrium hybridum aus Arbe. Verhandl. Zool.-bot. Ges., 50, 219, Wien.
- Ginzberger, A., 1900: Vorlage von Scolopendrium hybridum von der Insel Arbe. Österr. Bot. Zeitschr., 50, 306, Wien.

- Günter, J. D., 1912: Die Insel Arbe. Mit einer geologischen Karte Jahresber. k. k. Erst. Staatsgymnasiums f. 1912, 1—28, Graz.
- Hirc, D., 1913: Proljetna flora otoka Raba Rad JAZU, knj. 198, str. 65—69, Zagreb.
- Hodak-Horvatić, N., 1983: Vegetacijska karta otoka Raba. U: I. Šugar (edit.): Vegetacijska karta SR Hrvatske, sekcija Rab. Vojnogeografski institut, Beograd.
- Horvatić, S., 1937: Istraživanje vegetacije otoka Raba i Krka u god. 1935. i 1936. Ljetopis Jugoslavenske akademije, sv. 49, Zagreb.
- Horvatić, S., 1939: Pregled vegetacije otoka Raba sa gledišta biljne sociologije. Prirodosl. istraž. Jugosl. akadem. znan. i umjetnosti, knj. 22, str. 1—96 + tabele, Zagreb.
- Ilijanić, Lj., 1987: Vegetacijske i biljnogeografske značajke otoka Raba. Rapski zbornik, str. 83—97, Zagreb.
- Lasman, D., 1906: Šumarenje na otoku Rabu. Šumarski list, str. 138—163, Zagreb.
- Legac, L., 1937: Lov na strvinare na otoku Rabu. Lov.-ribol. vjesnik, 46 (1937), 507—509, Zagreb.
- Legac, M., 1974: Prilog poznavanju litoralne flore i faune otoka Raba. Vijesti muzeal. konzerv. Hrv., 23 (5—6):75—87.
- Legac, M., 1974: Problem zaštite pješčanih plaža otoka Raba. Vijesti muzeal. konzerv. Hrv., 23 (5—6): 108—110.
- Legac, M., 1987: Skoljkaši (bivalvia) otoka Raba. Rapski zbornik, str. 117—124, Zagreb.
- Malez, M., 1987: Geološki, paleontološki i prethistorijski odnosi otoka Raba. Rapski zbornik, str. 141—146, Zagreb.
- Mamužić, P., Milan, A., Korolija, B., Borović, I., Majcen, Z., 1969: Osnovna geološka karta 1:100 000, list Rab L 33—144, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Mamužić, P., Milan, A., Korolija, B., Borović, I., Majcen, Z., 1973: Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Rab L 33—144, Savezni geol. zavod, Beograd.
- Mamužić, P., 1962: Novija geološka istraživanja otoka Raba. Geološki vjesnik, sv. 15, str. 121—142, Zagreb.
- Mamužić, P., 1961: Geologija otoka Raba. Ibid., Zagreb.
- Mamužić, P., 1960: Geologija otoka Raba. Arh. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Mamužić, P., 1961: Novija geološka istraživanja otoka Raba. Geološ. vjesnik, 15/1, Zagreb.
- Maričić-Brusina, Lj., 1964: Geografsko-geološki prikaz otoka Raba. Priroda, 9, str. 274—275, Zagreb.
- Marković, Lj., 1987: Iz prošlosti istraživanja flore i vegetacije otoka Raba. Rapski zbornik, str. 65—75, Zagreb.
- Marić, S., Rauš, Đ., Vranković, A., 1975: Rezultati istraživanja trajno zaštićenog prirodnog šumskog rezervata »Dundo« na otoku Rabu. Simpozij u Ohridu.
- Matić, S., Rauš, Đ., 1986: Prevođenje makija i panjača hrasta crnike u sastojine višeg uzgojnog oblika. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, br. 2, str. 79—86, Zagreb.
- Matić, S., Rauš, Đ., Vranković, A., 1976: Rezultati početnih istraživanja zaštićenog i upravljanog prirodnog šumskog rezervata »Dundo« na otoku Rabu. Ekologija (Beograd), II (2), str. 147—166, Beograd.
- Matić, S.: 1983: Struktura šuma hrasta crnike (*Orno-Quercetum ilicis* H-ić, 1958) na Rabu. Zbornik Roberta Visianija Šibenčanina, Šibenik.
- Matić, S., 1986: Šumske kulture alepskog bora i njihova uloga u šumarstvu Mediterana. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, br. 2, str. 125—145, Zagreb.
- Merwald, F., 1960: Zur Avifauna der Insel Rab. Larus, 12—13 (1958—1959):219—220.
- Moll, G., 1967: Ornithologische Beobachter auf der Insel Rab im Frühjahr 1966. Beitr. Vogelk., 13 (1—2):110—114.
- Moll, G., 1970: Vogelzug auf Rab im April 1966. Larus, 21—22 (1967—1968):194—195.
- Morgan, C., 1909: Die Insel Arbe, ihre Jagd und ihr Wild. Selbstverlag, Wien.

- Morton, F., 1915: Pflanzengeographische Monographie der Inselgruppe Arbe, Dolin, S. Gregorio, Goli und Pervicchio samt den umliegenden Scolgien. Bot. Jahrbücher, 53, Beiblatt 116, 67—273, Leipzig.
- Morton, F., 1912: Die Vegetation der norddalmatinischen Insel Arbe im Juni und Juli. Österr. Bot. Zeitschr., 62, 153—159, 221—229, 262—267, Wien 191.
- Morton, F., 1964: Das *Campanuleto-Centaureetum dalmaticae* auf der Insel Rab (Arbe). Acta Bot. Croat., Vol. extraord. 59—63, Zagreb.
- Muldini-Mamužić, S., 1960: O mikropaleontološkoj obradi uzoraka sa otoka Raba. Arh. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Muldini-Mamužić, S., 1962: Mikrofaunističko istraživanje eocenskog fliša otoka Raba. Geološki vjesnik, sv. 15, Zagreb.
- Nikšić, B., 1953: Jedna stogodišnjica (Pravdoja Belia). Šumarski list, 77, str. 527, Zagreb.
- Nikolić, E., 1904: Cenni sulla Flora Arbense. Rassegna Dalmata, 1—10, Zara.
- Pederin, I., 1987: Rapske šume, fontik, universitas i banke s osvrtom na odgovarajuće ustanove u Zadru. Rapski zbornik, str. 131—140, Zagreb.
- Penzer, B., Penzer, I., 1987: Klimatske pogodnosti Raba s obzirom na turizam. Rapski zbornik, Zagreb.
- Perinčić, M., 1984: Šume otoka Raba. Rukopis, Rab.
- Petračić, A., 1938: Zimzelene šume otoka Raba. Glasnik za šumske pokuse, 6, Zagreb.
- Poljak, J., 1933: Prilog poznavanju geomorfologije poluotoka Lopara. Vesnik geol. istr. Kraljevine Jugosl., 2, Beograd.
- Pranjić, A., Lukić, N., 1986: Oblični broj i dvoulazne tablice volumena crnike (*Quercus ilex* L.). Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, br. 2, str. 169—177, Zagreb.
- Prpić, B., 1986: Odnos hrasta crnike i nekih njegovih prilika prema vodi i svjetlu. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, br. 2, str. 69—77, Zagreb.
- Radimsky, O., 1880: Über den geologischen Bau der Insel Arbe in Dalmatien. Jahrb. Geol. R. A., 30, Wien.
- Rauš, Đ., 1973: Stodvadesetgodišnjica rođenja zaslužnog šumara Pravdoja Belia. Šumarski list, 11—12, str. 479—481, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1978: Šumski ekosistemi otoka Raba (od XV do XX stoljeća). Šumarski list, 1—3, str. 53—65, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1981: Park Komrčtr na Rabu — hortikulturno, estetsko i turističko značenje. Hortikultura, br. 3, str. 3—11, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1983: Parkovi otoka Raba i njihovo hortikulturno i estetsko i turističko značenje. Zbornik Roberta Visianija Šibenčanina, str. 247—266, Šibenik.
- Rauš, Đ., 1984: Fitocenološka karta Nastavno-pokusnog umskog objekta Rab. Zagreb.
- Rauš, Đ., Matić, S., 1984: Sinekološko-uzgojno istraživanje u šumama otoka Raba. Šumarski list, 3—4, str. 131—145, Zagreb.
- Rauš, Đ. i ostali, 1985: Program za gospodarenje šumama Nastavno-pokusnog šumskog objekta Rab Šumarskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu 1986—1995. Zagreb.
- Rauš, Đ., 1986: Uloga šuma i parkova u prostornom i privrednom planu otoka Raba. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, br. 2, str. 199—206, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1986: Nastavno-pokusni šumski objekt Rab. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, br. 2, str. 303—321, Zagreb.
- Rauš, Đ., Matić, S., 1987: Gospodarenje i namjena rapskih šuma u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Rapski zbornik, str. 99—110, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1987: Povijest šuma i pašnjaka otoka Raba (od 1409. do 1939. god.) Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, br. 3, str. 317—345, Zagreb.
- Rogić, V., 1969: Rapska otočna skupina. Geografski glasnik, 31:109—124, Zagreb.
- Schiebel, G., 1912: Über die Vögel der Insel Arbe (Norddalmatien). I Teil: Osterausflug im Jahre 1912. Orn. Jahrb., 23 (3—4):142—148, Hallein.
- Schiebel, G., 1914: Über die Vögel der Insel Arbe (Norddalmatien). II Teil: Ein Sommeraufenthal im Jahre 1912. Orn. Jahrb., 24 (1—2):16—27, Hallein.

- Schiebel, G., 1917: Über die Vögel der Insel Arbe (Norddalmatien). III Teil: Ostern 1913. und Ostern 1914. Ornith. Jahrb., 27:82—87, Hallein.
- Schleyer, W., 1914: Arbe. Stand und Insel, ein Schatzälstein der Natur und Kunst in Dalmatien. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.
- Slijepčević, A., 1960: Klima Raba. Rasprave i prikazi HMZ-a, 5, Zagreb.
- Stipančić, V., 1976: Klimatske prilike naših otoka — otok Rab. Vijesti pomorske meteorološke službe, 22/3, 8—10, Split.
- Sušić, G., 1987: Ptice otoka Raba. Rapski zbornik, str. 111—116, Zagreb.
- Safar, J., 1962: Šume Dunda i Kalifront na otoku Rabu — smjernice uzgajanja. Institut za šumar. i lovna istraživanja NR Hrvatske, Zagreb.
- Safar, J., 1962: Problem proizvodnosti panjača u eumediteranskoj zoni Hrvatskoj primorja (Prilog proučavanju introdukcije borova na otoku Rabu). Šumarski list, br. 3—4, Zagreb.
- Simera, M., 1980: Otok Rab je raj za neke vrste ptica. Priroda, 68 (1979/80):281, Zagreb.
- Simičić, M., 1983: Potkornjaci otoka Raba: vrste, gospodarski značaj i način suzbijanja, Zagreb. Diplomski rad.
- Simičić, J., Rauš, Đ., 1975: Otkrivanje spomen biste šumaru Pravdoju Beliji na Rabu 16. IX 1974. Hortikultura, br. I, Split.
- Simičić, J., 1986: Ugroženost šuma otoka Raba od šumskih požara. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje br. 2, str. 265—269, Zagreb.
- Spanjol, Z., 1987: Uloga vegetacijske karte u izradi programa gospodarenja rapskim šumama, Zagreb, Diplomski rad.
- Surić, S., 1933: Opis i osnova gospodarenja u državnoj šumi Dundo na otoku Rabu. Šumarski list, str. 259—265, Zagreb.
- Surić, S., 1933: Opis i osnova gospodarenja u državnoj šumi »Dundo« na otoku Rabu (predavanje održano na glavnoj skupštini J. S. U. 1932. g. prigodom ekskurzije Sušak—Rab). Šumarski list, 57, str. 339, Zagreb.
- Vranković, A., 1984: Pedološka karta Nastavno-pokusnog šumskog objekta Rab, Zagreb.
- Waagen, L., 1904: Der geologische Bau der Insel Arbe mit den Scoglien S. Gregorio und Goli Verh. Geol. R. A., 12, Wien.
- Waagen, L., 1905: Vorlage des Kartenblattes Cherso und Arbe, sowie des Kartenblattes Lussinpiccolo und Puntaloni. Verh. Geol. R. A. Nr. 12, Wien.
- Waagen, L., 1913: Erläuterung zur geol. Karte Cherso und Arbe. Geol. R. A., Wien.
- Zahlbruckner, A.: Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens. V. Die Flechten der Insel Arbe und Veglia. Österr. Bot. Zeitschr., 57, 389—400, Wien.
- Zavodnik, D., 1987: Značenje otoka Raba u istraživanju Jadranskog mora. Rapski zbornik, str. 125—129, Zagreb.

ZAKLJUČAK

Bibliografija prirodoslovnih radova otoka Raba obuhvaća ukupno 89 radova iz razdoblja od 1877. do 1987. godine. Ovi prirodoslovni radovi mogu se grubo podijeliti na slijedeća područja:

1. Radovi o klimi otoka Raba	3 kom.
2. Radovi o geološkim istraživanjima	15 kom.
3. Radovi o pedološkim istraživanjima	1 kom.
4. Radovi o flori otoka Raba	17 kom.
5. Radovi o fauni otoka Raba i lovu	12 kom.
6. Radovi o šumarskoj problematici	31 kom.
7. Radovi o travnjacima, ispaši i stoci	1 kom.
8. Radovi o istraživanjima mora	2 kom.
9. Radovi o ostalim prirodoznanstvenim istraživanjima	7 kom.
Ukupno	89 kom.

Šumarstvo na Rabu ima dugu tradiciju pa je razumljivo da je dosta velik broj (31) znanstvenoistraživačkih radova posvećen baš toj problematici.

Spomenuti radovi pisani su hrvatskim, njemačkim, engleskim i mađarskim jezikom.

Željeli smo sastaviti bibliografiju prirodoslovnih radova o otoku Rabu kako bi se što bolje zainteresirane ustanove i otočani Raba koristili tim radovima i dalje ih produbljivali novim spoznajama i pisanim djelima.

Adresa autora:

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