

Sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj u svjetlu ekološke konstitucije vrste

Prpić, Branimir

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse:Annales pro experimentis foresticis, 1989, 25, 1 - 24**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:407448>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-20**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



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), deterđentima, biocidima i dr. Padaju 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.

Dečanić (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.

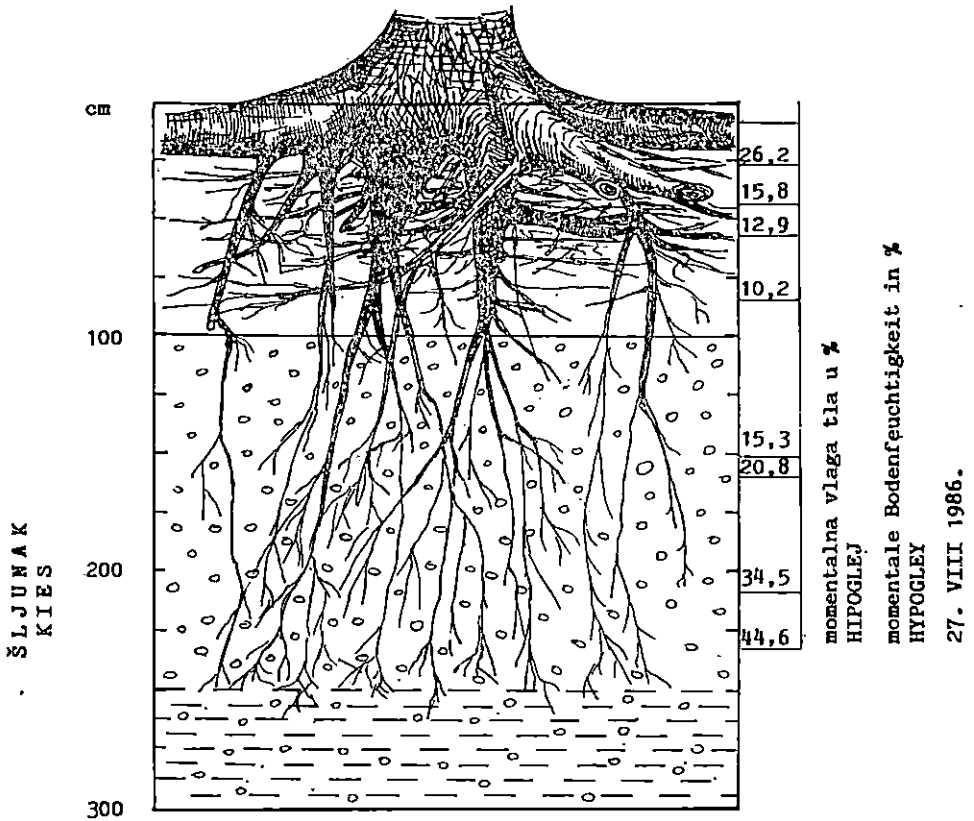
Samo prve dvije godine života lužnjak nema velike zahtjeve za svjetlom, ali ako ga u trećoj godini života ne dobije dovoljno (preko 70%, optimalno je puno dnevno svjetlo), on će uginuti.

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).

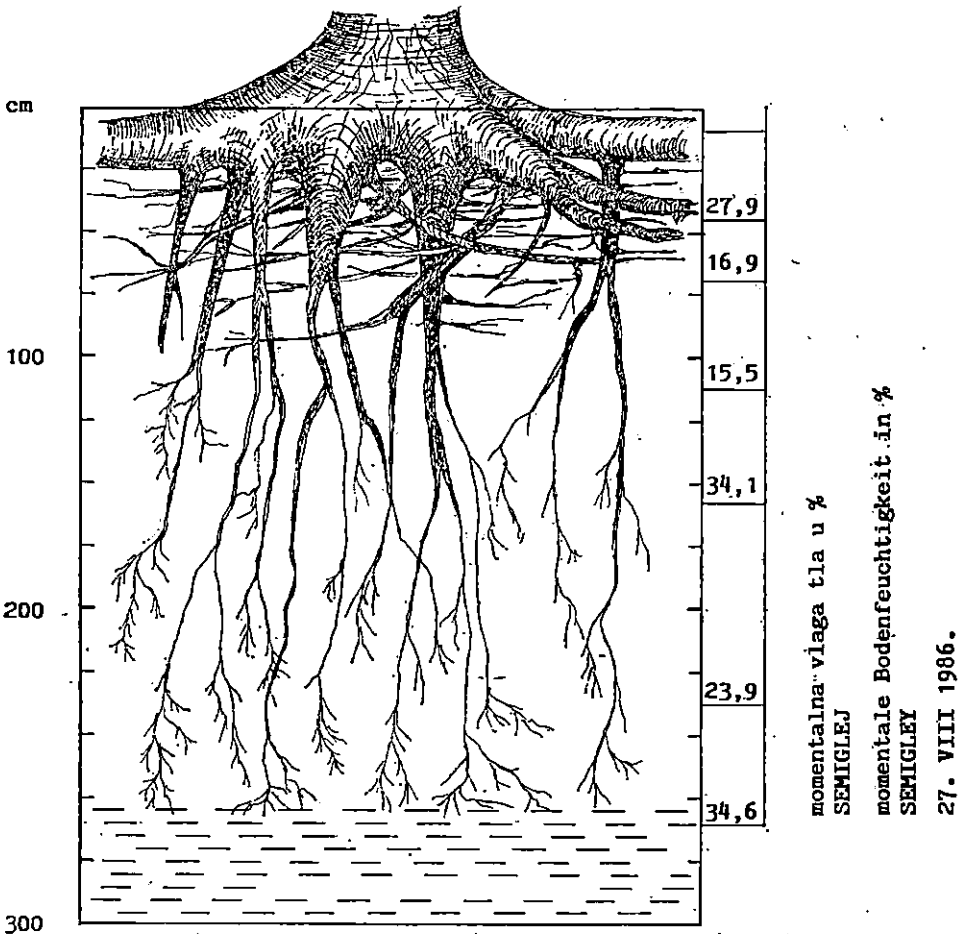
U prilogu dajemo tri crteža (1, 2. i 3) iz kojih se vidi položaj korijenskog sustava hrasta lužnjaka i poljskog jasena u ekološkom profilu tla šume Repaš. Ovdje smo dokazali da okomito korijenje hrasta lužnjaka, ali i poljskog jasena (slika 3) uvijek dopire do razine podzemne vode ljetnog vodostaja (Prpić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

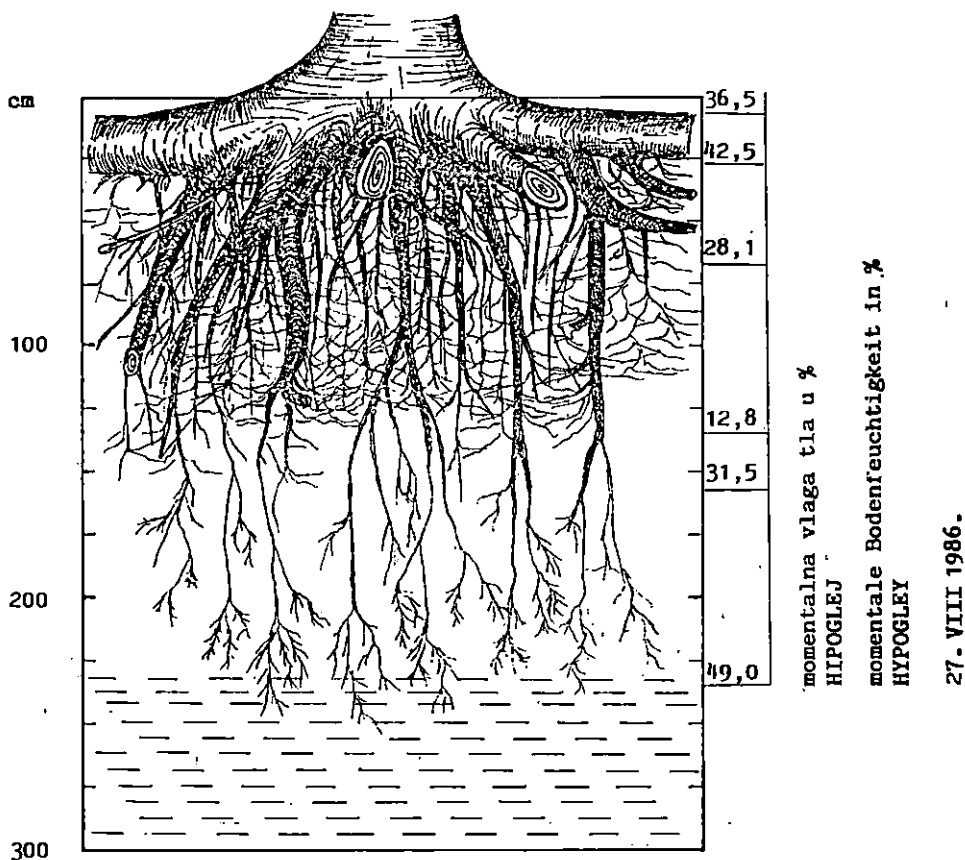
Veliku ekološku prednost u uzgoju hrasta lužnjaka ima njegova barska rasa (Prpić, 1976). Ta svojta dobro uspijeva u nešto močvarnijim uvjetima, a njezne sastojine potrebno je u nas evidentirati.



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 Semdley 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-

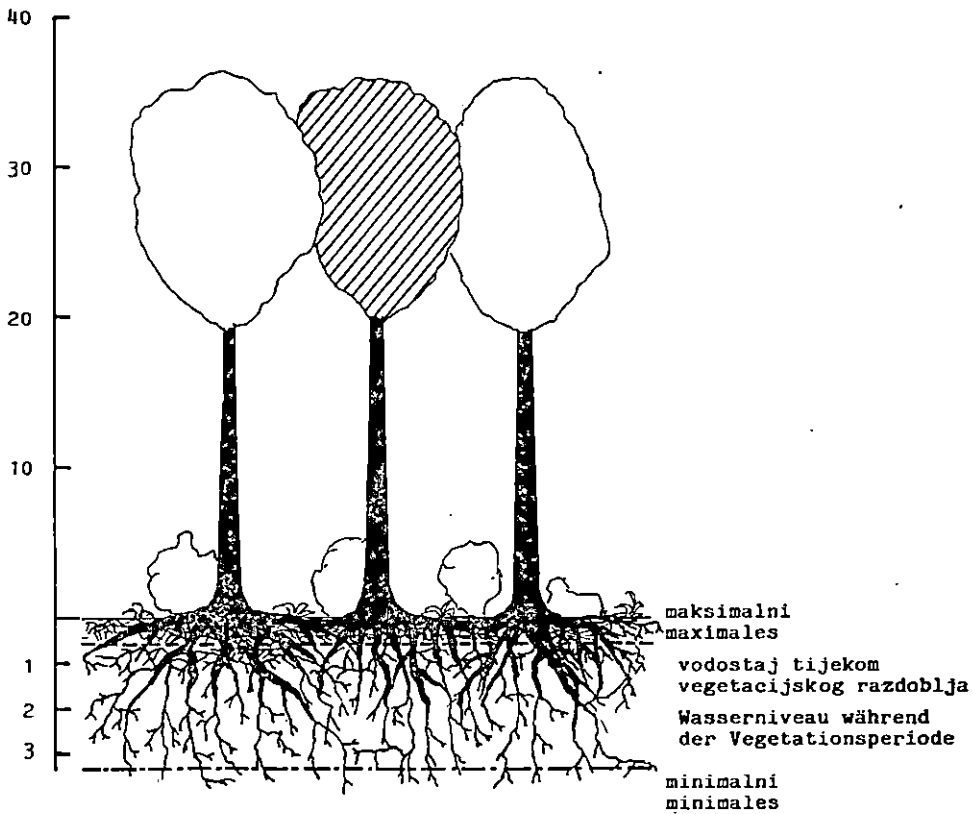


Sl. — Abb. 3. Korijski sustav poljskog jasena u hipogleju šume hrasta lužnjaka i poljskog jasena (*Quercus-Fraxinetum angustifoliae* Rauš 86) u šumi Repaš, odjel 17 d. Dubljina zakorjenjivanja u odnosu na ljetnu razinu podzemne vode i momentalna vlažnost tla. — Feldeschenschwurzeln im Hypogley des Stieleichen- und Feldeschenschwales (*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.

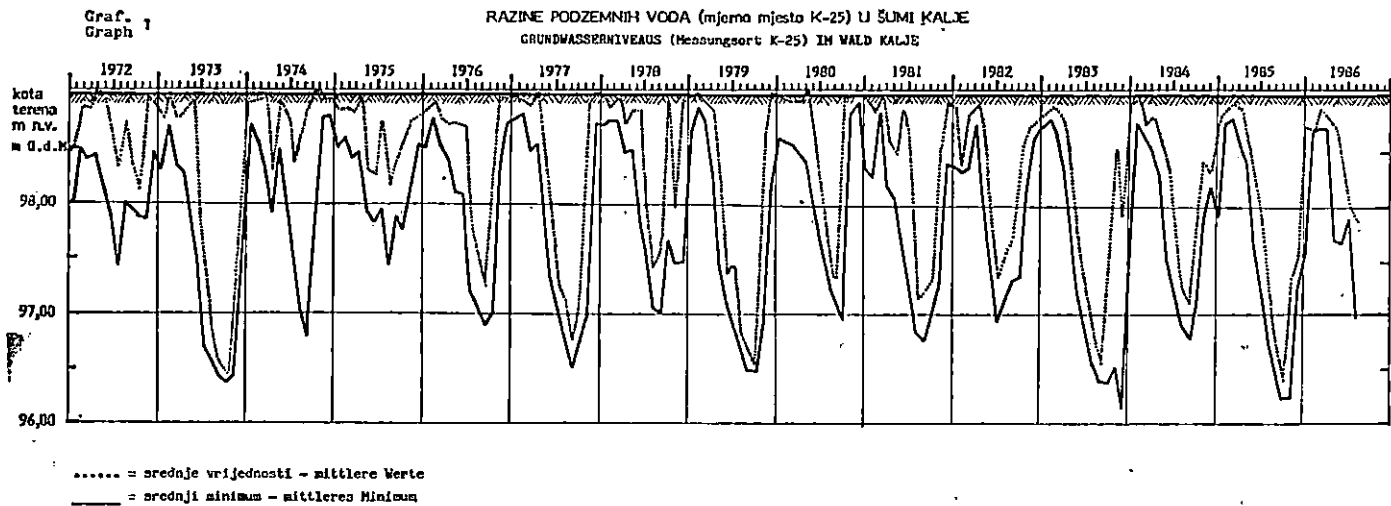
— Katastrofalno sušenje stabala hrasta lužnjaka javilo se u onim šumskim sastojinama u koje je ulazila onečišćena poplavna voda, a zbog poremećene odvodnje stajala je u sastojini i izazivala zamočvarenje. Kako je istovremeno pala razina podzemnih voda koje korijenje hrasta više nije moglo dosegnuti, 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.

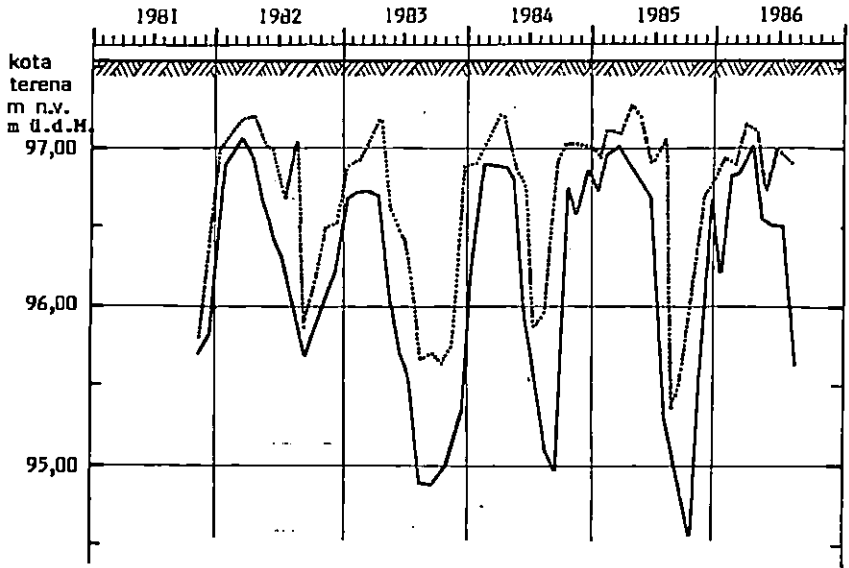
— U šumi Kalje potrebno je hitno obaviti površinsku odvodnju kako bi se poplavna voda što kraće zadržavala u staništima. Prilikom odvodnje posebnu pažnju potrebno je obratiti vodonosnim slojevima u tlu da se još više ne poremeti režim podzemnih voda. Površinskom odvodnjom otklonit ćemo najznačajniji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

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

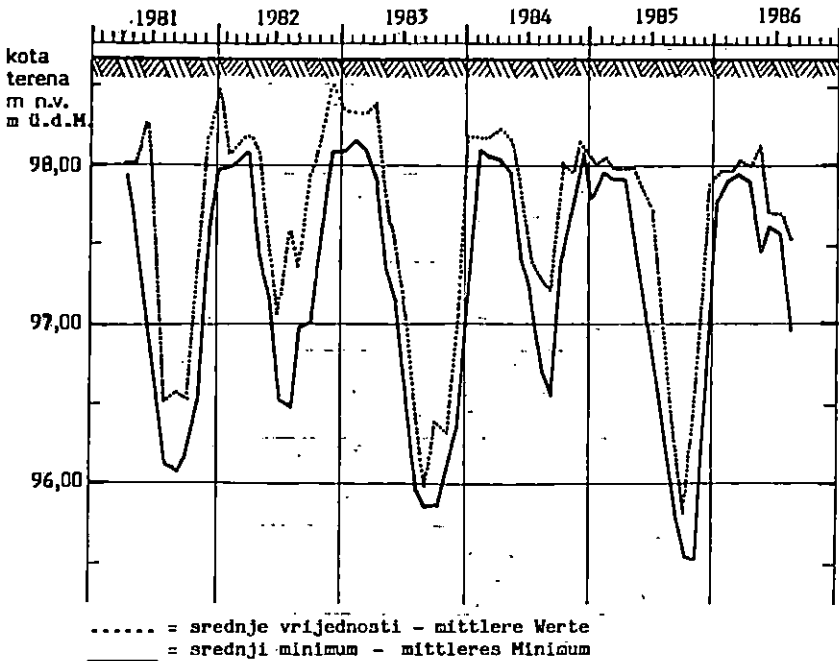
Radi lakšeg utvrđivanja uzroka, posljedica i potrebnih mjera prilikom saniranja opustošenih nizinskih šuma dajemo u prilogu tablicu 2 koja u šumarskoj



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												Pokusna ploha - Versuchsfäche											
	L I odjel 37 L I Abteilung 37				L II odjel 29 L II Abteilung 29				Poplavna voda Überschattungswasser				O d r a				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 mikroudubinama** 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.).

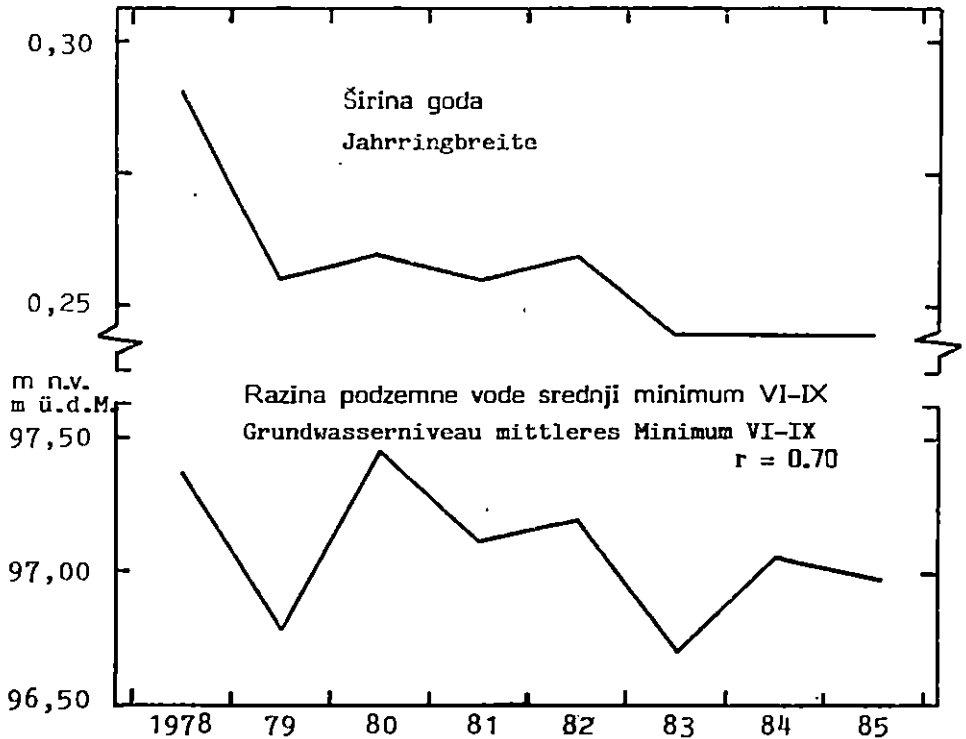
5	Ugibanje ponika i pomlatka hrasta lužnjaka. Pojava higrofitnog bilja u sloju prizemnog rasća. Šumski ekosistemi u mikrouzvisinama i ocjeditim mikroudubinama. Stara sastojina.	Prilikom naprodnog i dovršnog sijeka površina slabo pomlađena. Površinsko zamočvarenje radi smanjene transpiracije i intercepcije.	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 Hochwasserstände, 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 Baumarten 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 Drainagekanälen 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. Bewässerung 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.