PREGLEDNI ČLANCI – REVIEWS
UDK 630* 263 + 116

Šumarski list br. 7–8, CXXV (2001), 379-390

UTJECAJ VODOTEHNIČKIH ZAHVATA NA STABILNOST SASTOJINA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) U HRVATSKOJ U PRIMJERU HE NOVO VIRJE

THE EFFECTS OF HYDRO-TECHNICAL INTERVENTIONS ON THE STABILITY OF PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) STANDS IN CROATIA ON THE EXAMPLE OF THE NOVO VIRJE HYDRO-POWER STATION

Branimir PRPIĆ*

SAŽETAK: U riječnim dolinama Hrvatske uspijeva danas oko 200 000 ha nizinskih šuma s većim ili manjim udjelom hrasta lužnjaka. U različito vlažnim staništima riječnih nizina hrast lužnjak s ostalim biljnim vrstama i životinjskom zajednicom tvori šumske ekosustave. Oni se razlikuju u sastavu biljnih vrtsta, s obiljem higrofita, a zajedničko im je obilježje znatan udjel hrasta lužnjaka u sloju drveća.

Izravan ekološki čimbenik uspijevanja hrasta lužnjaka je voda, koja bilo da je ispod minimuma, ili iznad maksimuma, izaziva fiziološko slabljenje, a vrlo često i njegovo ugibanje. U staništima danas stabilnih lužnjakovih srednjedobnih i starijih sastojina, vodne odnose smatramo optimalnima. Među vrstama drveća nizinskih šuma hrast lužnjak pripada u najosjetljivije Danas je u Hrvatskoj ugroženo oko 30 % stabala hrasta lužnjaka koja će se osušiti prije postignuća gospodarske zrelosti.

Klimatske ekscese, sušu i vrlo vlažne godine, hrast lužnjak preživljava, dok vodotehnički zahvati u šumoviti prostor nizina koji donose nagle promjene, izazivaju njegovo propadanje u svim šumskim ekosustavima.

Ključne riječi: Nizinske šume hrasta lužnjaka, klimatski ekscesi, vodotehnički zahvati, promjena vodnih odnosa, sušenje hrasta lužnjaka.

UVOD – Introduction

Hrast lužnjak je danas jedna od najugroženijih vrsta drveća u Hrvatskoj. Prema procjeni po IPC Forests metodi 1988. godine bilo je značajno oštećeno 28,5 % stabala te vrste (stabla s preko 25 % oštećenosti krošnje). U razdoblju od 1980. godine do danas osušilo se u nizinskim šumama Pokuplja, Posavine i Podravine preko 600 000 m^3 stabala hrasta lužnjaka.

U ovome radu dokazujemo kako je antropogeni utjecaj kojim se mjenjaju vodni odnosi uzrokovani vodotehničkim zahvatom ili drugim zahvatom u prostor koji je utjecao na promjenu vodnih prilika staništa nizinskih šuma, jedan od glavnih razloga propadanja hrasta lužnjaka. To se u prvome redu odnosi na vodne stube na rijeci (hidroelektrane), na izgradnju nasipa, odteretnih kanala i ustava u nekadašnjim prirodnim retencijama zbog zaštite od velikih voda, na izgradnju šumskih cesta bez propusta, na iskope dubokih kanala uz drenirane poljodjelske površine i dr.

Spomenuti zahvati u riječnu nizinu mijenjaju vodne odnose šumskih staništa. Tu se misli na zahvate koji izazivaju zamočvarenje ili osušenje šumskih staništa zavisno o vrsti zahvata (duboki kanali koji snizuju razine podzemnih voda ili akumulacije hidroelektrana koje izazivaju zamočvarenje). Intenzitet utjecaja vodotehničkog zahvata ovisi o mikroreljefu, geološkim i pedološkim prilikama, stratigrafiji krovine te o mreži prirodnih i umjetnih vodotoka utjecanoga prostora.

Uz učestale promjene vodnih prilika osobito u drugoj polovici XX. stoljeća izazvanih različitim izgrad-

* Prof. em. dr. sc. Branimir Prpić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

njama u riječnim dolinama, zatim klimatskim ekscesima poglavito sušom, ali i s novom vrstom sušenja šuma povezanom s promjenom "kemijske klime", ugrožen je hrast lužnjak i ostale vrste drveća. Učestali stresovi i posljedično fiziološko slabljenje šumskoga drveća pogoduje napadu štetnika i bolesti, a šuma poprima izgled stadija raspadanja nekadašnjih nizinskih prašuma kada su stabla hrasta lužnjaka doživljavala starost preko 500 godina. Danas se, međutim, suše lužnjakova stabla mlađa od 100 godina, što je osobito zapaženo u staništima u kojima je došlo do promjene vodnih prilika u ekološkome profilu šumskih tala. Prva sušenja hrasta lužnjaka zabilježena su u 19. stoljeću, a prva masovna sušenja 1909. godine. Do danas se u Hrvatskoj zasigurno osušilo više od 5 milijuna m^3 te vrste drveta.

Promjena klime i klimatski ekscesi, dinamika rijeke i promjena njezina toka, zatim pojava bolesti i štetnika šumskoga drveća, pripadaju u čimbenike na koje je teško utjecati ili se uopće ne može utjecati. Uz utjecaj spomenutih čimbenike nizinske šume hrasta lužnjaka u prošlosti su se normalno razvijale i zadržavale stoljećima svoju stabilnost.

Različiti zahvati u hrvatski prostor nizinskih šuma u XX. stoljeću i promjena "kemijske klime" ("kisele kiše", odnosno mokro i suho taloženje štetnih kemijskih tvari iz atmosfere) dakle djelatnosti koje možemo kontrolirati pa i potpuno eliminirati, izazvale su sušenja hrasta lužnjaka te propadanje gotovo svih vrsta drveća u većoj ili manjoj mjeri. Poznato je kako je hrast lužnjak otporan na imisije štetnih plinova pa zaključujemo da je upravo promjena vodnih prilika u njegovim staništima jedan od glavnih uzroka sušenja te vrste.

UTJECAJ SUŠENJA NIZINSKOGA BRIJESTA NA KLIMU ŠUME
The impact of lowland elm dieback on forest climate

Sušenje nizinskog brijesta u našim nizinskim šumama trajalo je od 1930. do 1960. godine i ta vrsta je danas skoro nestala iz svoga prirodnog areala. Najveći udjel nizinskog brijesta bio je u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka (*Genisto elatae-Quercetum roboris*) u kojoj je tvorio **podstojnu etažu u sloju drveća** kao obični grab u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*). Mikroklima je u slavonskoj šumi lužnjaka bila slična onoj u lužnjakovoj šumi s grabom. Nestankom nizinskog brijesta stanište slavonske šume lužnjaka postalo je toplije i suše (Prpić, 1975).

PROMJENA MAKROKLIME – Changes in the microclimate

Prema Vajdi 1983. klima se početkom XX. stoljeća promjenila u smislu češće pojave bezkišnih proljeća i ljeta s visokim temperaturama zraka te pojave vlažnijih i hladnijih razdoblja u odnosu na prosjek. Danas smo svjedoci opće promjene klime na kraju XX. stoljeća u smislu povećanja prosječnih temperatura, većega broja toplih dana i manje količine oborina tijekom vegetacijskoga razdoblja, a što se pripisuje povećanju količine CO_2 izgaranjem fosilnih goriva (industrija, energetika, promet) i pojavi učinka "staklenika atmosfere". Prema modelu zatopljenja klime temperatura će se u XXI. stoljeću prosječno povećati za kojih 4 stupnja C, a prema mišljenju šumara ekologa promjena klime ne će izazvati samo pogoršanje nego i poboljšanje pojedinih šumskih staništa. U slučaju pogoršanja staništa slijedi fenotipska prilagodba i selekcija u smislu stvaranja bolje prilagođenih ekotipova, zatim dominacija do sada potištenih vrsta, migracija vrsta, ali i sušenje onih koje se ne mogu prilagoditi (Otto, 1994, Prpić i dr., 1998).

Prema klimatskome modelu zatopljenja zime će biti blaže s više oborina na sjevernoj polutci, što ukazuje da će u dolinama naših rijeka biti uvijek dovoljno vode, a dođe li do manjih promjena u prirodnim nizinskim šumama koje se odlikuju velikom biološkom raznolikošću uslijedit će fenotipska prilagodba i selekcija ili možebitna migracija vrsta. Smatramo, međutim, da ne može doći do takvih klimatskih promjena koje bi izazvale katastrofalna sušenja hrasta lužnjaka u riječnim dolinama, jer će se šumska staništa i dalje vlažiti pod utjecajem rijeke i njezinih pritoka i tako osiguravati vodu, osnovni ekološki čimbenik uspijevanja hrasta lužnjaka.

Klimatska odstupanja od prosjeka, osobito nizovi sušnih godina koje bilježimo u drugoj polovici XX. stoljeća, nepovoljno su utjecala na hrast lužnjak. To je osobito došlo do izražaja ako se istovremeno pojavio i neki drugi nepovoljan utjecaj, primjerice štetnici koji izazivaju golobrst ili vodotehnički zahvat koji mijenja vodne prilike u staništu, a što u najviše slučajeva završava sušenjem hrasta lužnjaka manjega ili većeg intenziteta. Ako nema takvoga dodatnog nepovoljnog utjecaja dovoljna je samo jedna vlažna godina za oporavak hrasta lužnjaka.

VODOTEHNIČKI ZAHVATI U AREALU NIZINSKIH ŠUMA U HRVATSKOJ I NJIHOV UTJECAJ NA HRAST LUŽNJAK

Hydro technical interventions in the area of lowland forest in Croatia and their impact on pedunculate oak

Prvi veći vodotehnički zahvat u Posavini dogodio se tridesetih godina XX. toljeća. Zbog zaštite naselja od poplava rijeke Save izgrađeni su obrambeni nasipi u području spačvanske šume koji mijenjaju dotadašnji ritam poplava u tome prostoru. Poslije zahvata došlo je do znatnog sušenja hrasta lužnjaka u Spačvi.

Daljnja veća sušenja te vrste događaju se u Posavini, Pokuplju i Podravini ovim redom:

1. U šumu Žuticu je poslije katastrofalne poplave grada Zagreba 1964. godine upuštena voda u kazetirane lužnjakove šume (na prosjekama između odjela INA gradi ceste bez propusta – poplavna i oborinska voda ne mogu istjecati iz šume). Veliko sušenje hrasta lužnjaka dogodilo se zbog zamočvarenja u svim šumskih ekosustavima (pojava anaerobiosisa) šume Žutice.
2. U Posavskim nizinskim šumamna između Sunje i Dubice u Ribarskome polju došlo je do sušenja poljskoga jasena i hrasta lužnjaka poslije zatvaranja nasipima bosansko-dubičke ravni 1966. godine. Sušenja i danas traju.
3. U Kupčinskim nizinskim šumama došlo je do znatnog sušenja lužnjakovih stabala poslije izgradnje autocesta Zagreb-Karlovac 1972. godine i iskopa kanala Kupa-Kupa u retenciji Kupčina, Uzroci sušenja su istovremeno zamočvarenje i pad razina podzemne vode.
4. U šumi Kalje došlo je do katastrofalnoga sušenja hrasta lužnjaka 1984. i 1985. godine zbog izgradnje nasipa za cestu, koji je onemogućio prirodno otjecanje poplavne vode rijeke Odre tijekom vegetacijskoga razdoblja. Istovremeno je pala razina podzemne vode, što je izazvalo dvostruki nepovoljni ekološki učinak kod hrasta lužnjaka. Poplavna voda koja je stajala na površini šumskoga tla izazvala je zamočvarenje (anaerobiosis – nestanak kisika i nagomilavanje ugljičnoga dioksida) a pad razina podzemne vode bogate kisikom, onemogućio je opskrbu tom vodom koju korijenje hrasta lužnjaka nije moglo "dohvatiti".
5. U šumi Turopoljski lug zbog izgradnje odteretnog kanala Sava-Odra dolazi do pada razina pozemne vode i do znatnog sušenja stabala hrasta lužnjaka 1986. godine što i danas traje.
6. Na rijeci Dravi grade se hidroelektrane – Varaždin, Čakovec i Dubrava što uzrokuje sušenje svih vrsta drveća tamošnjih ritskih šuma. Razlog sušenja je pad razina podzemnih voda uz odvodne kanale i zamočvarenja uz akumulacije u razdoblju od 1968. do danas.
7. U šumi Repaš od 1987. godine sve do danas traje sušenje hrasta lužnjaka. Uzrok sušenja je opće sniženje razina podzemne vode zbog erozije dna rijeke Drave uvjetovano izgradnjom uzvodnih hidroelektrana, a posebice zbog bujičnoga rada hidroelektrane Dubrava, a što je potencirano sušnim razdobljem.

NEKA NOVIJA ISTRAŽIVANJA UZROKA SUŠENJA HRASTA LUŽNJAKA U HRVATSKOJ

Some recent research into the causes of pedunculate oak dieback in Croatia

Klepac je 1984. istraživao priraste hrasta lužnjaka u Lipovljanskim šumama za razdoblje od 1950. do 1981. godine. Prirast izmjeren u razdoblju od 1950. do 1955. smatrao je normalnim, te ga uspoređuje s prirastima kasnijih razdoblja. Za razdoblje od 1962. do 1967. godine ustanovio je njegov pad od 45 %. Od 1968. do 1971. bio je manji za 27 %, od 1972. do 1977. za 25 % i od 1978. do 1981. godine za 40 %. Klepac ukazuje da lužnjak bez obzira na znatno smanjenje prirasta od čak 45 % nije pokazao znakove gubitka vitalnosti. Autor smatra da je razlog smanjenja prirasta povezan sa sušnim razdobljima i izostankom redovitih godišnjih poplava rijeke Save.

U dendrokronološkim istraživanjima Pranjić 1996 ukazuje kako je debljinski prirast najvažniji indikator stanišnih promjena. Autorica upozorava kako su u debljinskim prirastima kumulativno registrirani svi čimbenici staništa. Navodi kako je u proučavanju debljinskog prirasta u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938) vidljiv snažan i kratak nepovoljan utjecaj povezan uz ekstremno sušnu godinu 1983. Iz rezultata timskog istraživanja povezanog uz katastrofalno sušenje lužnjaka u šumi Kalje, **vidi se kako je tu pojavu izazvala ekstremno sušna godina, ljetna poplava u kazetiranoj šumskoj površini s onečišćenom vodom i pad razine podzemne vode** (Prpić et al. 1994).

Veliki vodotehnički zahvati u području Kupčinskih šuma koji se odnose na izgradnju autoceste Zagreb-Karlovac te izgradnju odteretnog kanala Kupa-Kupa izazvali su prema Mayeru, 1996. širenje pojave sušenja hrasta lužnjaka i širenje suših šumskih zajednica na

račun vlažnijih. Isti autor je utvrdio kako su visoki prirodni vodostaji podzemnih voda pogodovali boljem prirašćivanju lužnjakovih šuma.

Prema Mayeru 1998. poslije izgradnje hidroelektrane Varaždin na rijeci Dravi u području odvodnih kanala došlo je do sniženja razina podzemnih voda u šljunčanom vodonosniku za 1,5 do 2 m kao i do redukcije poplave. Na velikim površinama podzemna voda postala je nedostupna za korijenje šumskoga drveća ritskih šuma. Drveće se osušilo, a kasnija pošumljavanja tih površina nisu dala rezultate.

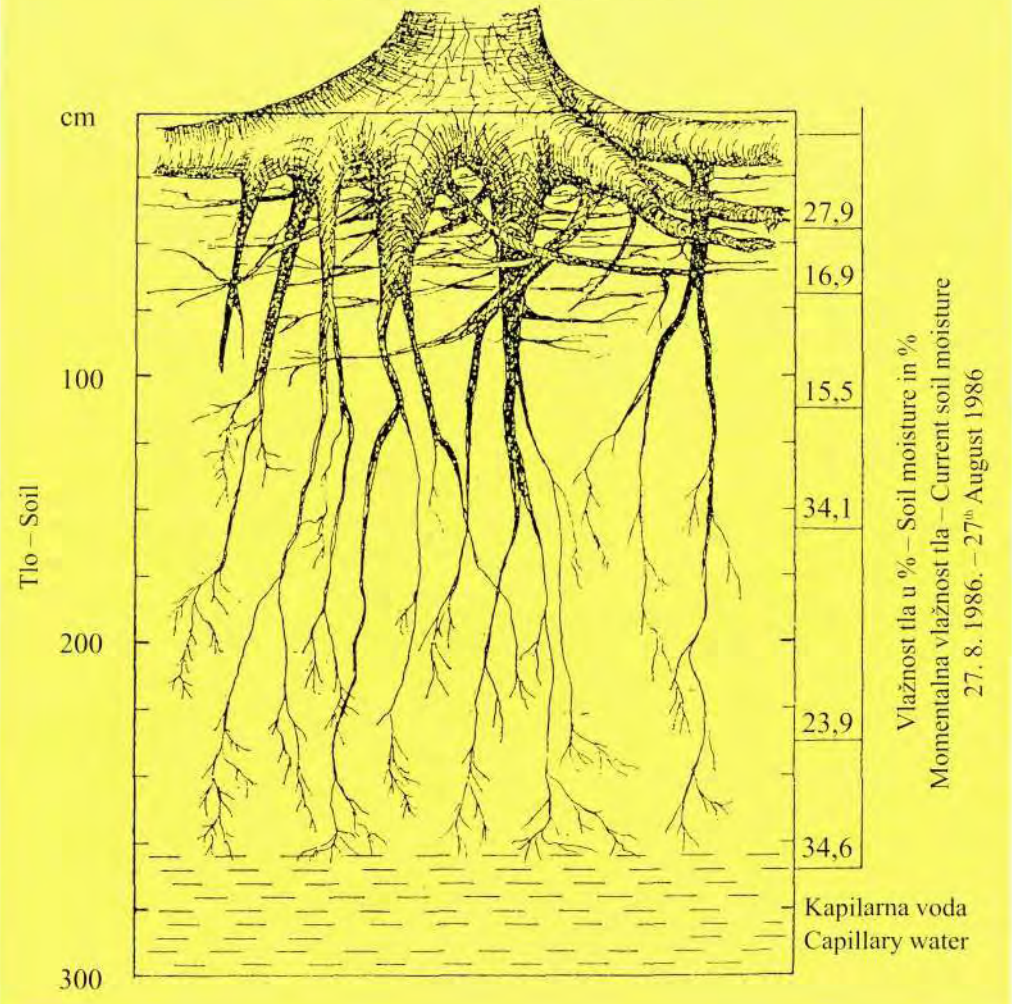
Na osnovi opsežnih istraživanja isti autor zaključuje kako je u odvodnjenim šumama sjeverozapadne Hrvatske proizvodnost hrasta lužnjaka na pseudoglejnim i euglejnim tlima izravno ovisna o količini i rasporedu padalina, budući da je podzemna voda postala nedostupna za korijenje srednjedobnih i starih sastojina nizinskih lužnjakovih šuma.

Prema Matiću 1998, zbog izgradnje HE Varažnin došlo je u ritskim šumama vrba i topola do sniženja razina podzemnih voda, što je uz sušna razdoblja izazvalo totalno i djelomično sušenje topola i vrba te pojavu vrsta sa širom ekološkom amplitudom (bijela joha, sremza i vez).

Istraživanja Prpića 1984 i Prpića et al. 1996., koja se odnose na zamočvarenje lužnjakovih staništa u Kupčinskim šumama, ukazuju na sušenje pomlatka hrasta lužnjaka poslije umjetne poplave tijekom vegetacijskog razdoblja, kao i na pad debljinskoga prirasta lužnjakovih stabala u umjetno poplavljenoj sastojini u odnosu na stabla u sastojini izloženoj prirodnim uvjetima. Kao pokazatelj zamočvarenja mjerena je količina ugljičnog dioksida u vodi akumulacijskog horizonta tla, a njegova toksičnost kad mu vrijednosti pređu 50 mg/l.

Ivkov je 1994. ustanovio značajnu ovisnost debljinskog prirasta hrasta lužnjaka o fiziološki aktivnoj vlazi tla u šumi Repaš.

ZAKORJENJIVANJE HRASTA LUŽNJAKA U SEMIGLEJU ŠUME REPAŠ
PEDUNCULATE OAK TAKES ROOT IN THE SEMIGLEY OF REPAŠ FOREST

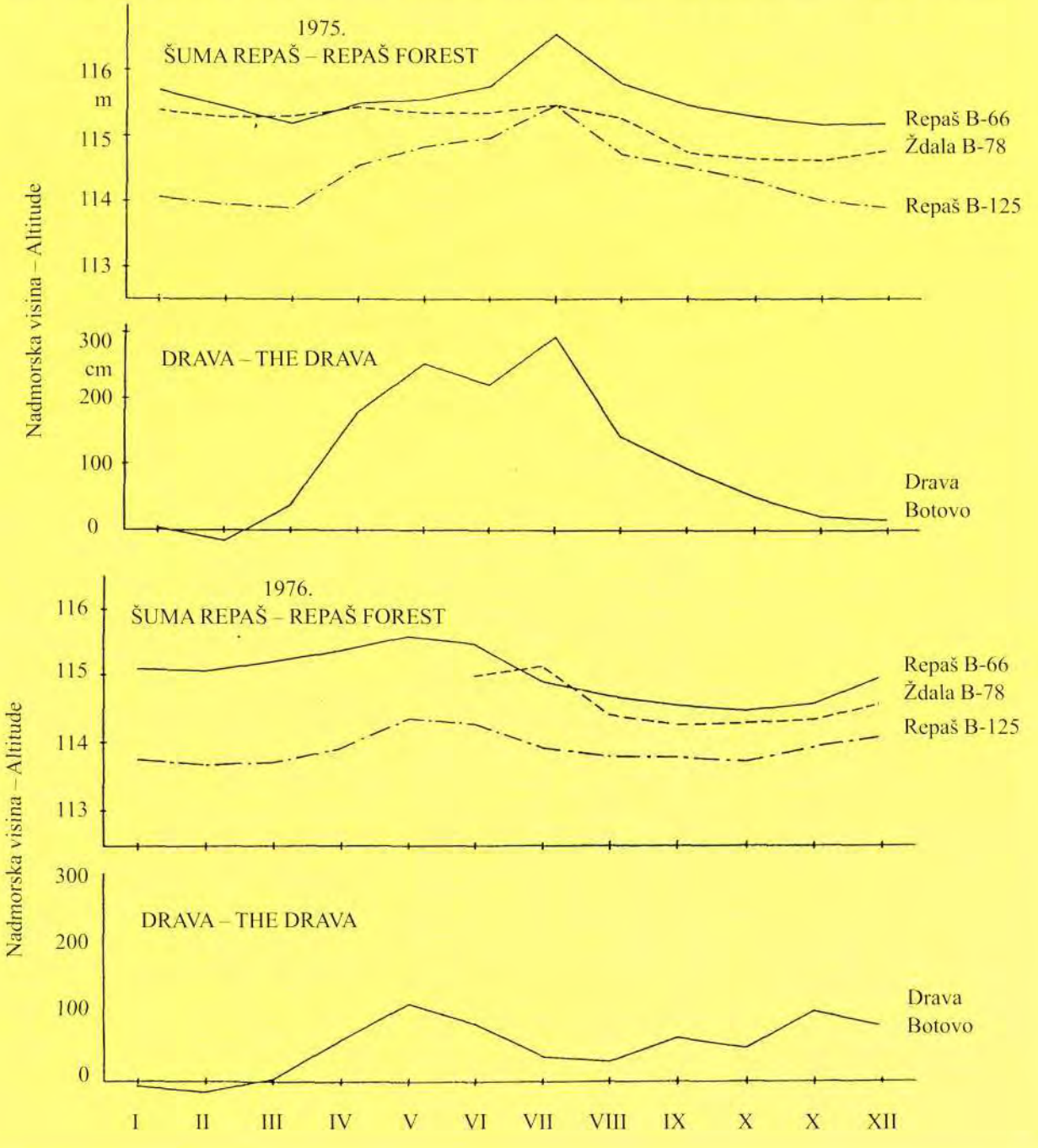


Prpić je 1986. dokazao kako su podzemne vode u šumi Repaš i vodostaji rijeke Drave usko povezani i da bi promjene vodnih odnosa poslije izgradnje hidroelektrane Đurđevac bile katastrofalne za šumu Repaš.

U timskim istraživanjima šume Repaš, Prpić et al. 1987. ustanovljeno je da srednjedobna, starija i stara stabla hrasta lužnjaka izdužuju korijenje geotropno pozitivno za podzemnom vodom koja zbog suše, a ponajprije zbog erozije dna rijeke Drave opada godišnje za 2-3 cm. Taj podatak ukazuje na mogućnost prilagodbe odraslih hrastovih stabala na mala sniženja razine podzemne vode, koja mu je tijekom bezkišnih ljetnih mjeseci potrebna za transpiraciju i fotosintezu

Zanimljivi su rezultati dugogodišnjih istraživanja Čermaka et al. 2001 u Češkoj iz kojih je razvidno da nizinske šume transpiriraju oko 80 % vode od potenci-

RAZINE PODZEMNIH VODA U ŠUME REPAŠ I VODOSTAJ RIJEKE DRAVE U BOTOVU U NORMALNOJ 1975. I SUŠNOJ 1976. GODINI
THE LEVELS OF GROUNDWATER IN THE FOREST OF REPAŠ AND THE WATER LEVEL OF THE RIVER DRAVA IN BOTOVO IN THE NORMAL YEAR OF 1975 AND THE DRY YEAR OF 1976



jalne evapotranspiracije. Ta količina potječe 70 % od podzemne vode, a 30 % od oborina. Potrošnja vode u šumi signifikantno se smanjuje poslije različitih zahvata koji dovode do smanjenja razina podzemne vode. Samo 10 % transpirirane vode dobiva se tada od podzemne vode, a ostalo se nadoknađuje od lokalnih oborina. U sušnim godinama takvo stanje može ugroziti stabilnost šume.

Nakon 16 i više godina, ako stabla prežive, djelomično se prilagođuju novim prilikama i tada troše oko 30 % podzemne vode za transpiraciju. Prema našim iskustvima takve nizinske sastojine ne mogu zadovoljavati uvjete koji se traže od višenamjenske stabilne šume.

Prema Matiću 1996. sastojine hrasta lužnjaka u Hrvatskoj nalaze se pod vrlo izrazitim utjecajem vode i podzemne i površinske. Svake promjene u intenzitetu i dinamici vlaženja u pozitivnom ili negativnom obliku izazivaju promjene u šumskome ekosustavu lužnjaka. Promjene se najčešće očituju u sušenjima koja mogu imati u najblažim slučajevima intenzitet kalamiteta do katastrofalnih sušenja u najtežim slučajevima. Ovisno o stupnju devastacije sastojine i staništa, autor preporučuje u manje devastiranim sastojinama prirodnu ili umjetnu obnovu pod zaštitom krošanja, u devastiranim sastojinama u kojima se stanište još nije promjenilo – umjetnu obnovu sastojine sadnjom sadnica lužnjaka i poljskog jasena te kod značajne promjene staništa – umjetnu obnovu sadnjom sadnica pionirskih vrsta drveća (crna joha, bijela vrba i dr.).

Vukelić i Baričević 1998. daju rezultate proučavanja sukcesije šumskih zajednica na području sušenja hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. Autori, između ostaloga zaključuju: – da je odlučujući čimbenik za uspijevanje nizinskih fitocenoza voda, poglavito podzemna, čije prosječne godišnje vrijednosti variraju između 1 i 3 m, a pri tome je vrlo bitno njeno godišnje kolebanje , koje može iznositi i do 2 m, – da promjene nastale sušenjem dovode do postupne dominacije poljskoga jasena i crne johe (osobito u Žutici) kao pionirskih vrsta na posušenim površinama i tolerantnim vrstama na, za hrast lužnjak, zamočvarenim površinama. Na mnogim mjestima florni sastav sastojina, njegova fizionomija i struktura izgubili su karakter tipski razvijenih zajednica. Autori zaključuju da samo multidisciplinaran pristup rješavanju ovih problema može dovesti do zaustavljanja procesa degradacije staništa i zajednica te dovođenju istih u normalno stanje i progresiju. U navedenom smislu preporučuju gospodarenje i upravljanje vodama, koje će, u što je moguće većoj mjeri uvažavati prirodne zakonitosti uspijevanja nizinskih šumskih ekosustava.

Iz napisa o stanju oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj (Potočić i Seletković 2000) vidi se relativno visok postotak značajno ugroženih stabala hrasta lužnjaka prema procjeni po IPC Forests metodi, ali i reagiranje lužnjaka na povoljnije klimatske prilike od 1994. godine nadalje.

O MOGUĆEM UTJECAJU HE NOVO VIRJE NA NIZINSKE ŠUME ZAOBALJA

Some possible impacts of Novo Virje hydropower station on the lowland forests along river banks

Nizvodno od hidroelektrane Dubrava projektirana je hidroelektrana Novo Virje s akumulacijom dužine oko 25 km i odvodnim kanalom dužine 3,5 km. Prije HE N. Virje projektirana je HE Đurđevac, od koje se odustalo zbog neposrednog ugrožavanja šume Repaš.

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu sudjelovao je pri izradi studije o utjecaju na okoliš HE Đurđevac i HE N. Virje. Fakultet sudjeluje u izradi prethodne studije utjecaja na okoliš za HE N. Virje, dok je za izradu konačne studije HEP izabrao drugu instituciju.

Već pri izradi prethodne studije o utjecaju na okoliš bilo je neslaganja s površinom utjecanih šuma (HEP 6608,89 ha, Fakultet 11224,90 ha) Znanstvenici Šumarskoga fakulteta i Šumarskoga instituta Jastrebarsko došli su u svojim istraživanjima do spoznaje **da je uvjet očuvanja stabilnosti srednjedobnih, starijih i starih lužnjakovih sastojina nepromjenjivost postojećeg stanja vodnih odnosa u šumskim staništima**.

HEP je, međutim zauzeo stajalište da autori konačne studije utjecaja na okoliš moraju predložiti **prihvatljivi režim podzemnih vode** za utjecane šumske ekosustave područja HE N.Virje. Povezano uz navedeni uvjet HEP uz podršku tadašnje Državne uprave za zaštitu prirode i okoliša bira za izradu konačne studije utjecaja na šume HE N. Virje firmu "OIKON" d.o.o., čiji je direktor Dalibor Hatić, dipl. ing. šum. koja izrađuje studiju pod naslovom: HE Novo Virje – Prihvatljivi režim podzemnih voda sa stajališta održanja šumskih ekosustava. Studija je dovršena i recenzirana **s dvije pozitivne** (dr. sc. Jakob Martinović, dipl. in. šum. pedolog i doc. dr. sc. Željko Španjol, dipl. ing. šum. specijalist za melioraciju krša) i **dvije negativne recenzije** (dr. sc. Karlo Bezak, dipl. ing. šum., uređivač šuma i Vera Cvek, dipl. ing. šum., član Povjerenstva za donošenje konačne studije o utjecaju na okoliš HE N. Virje)

Studija je raspravljena na stručnoj tribini Hrvatskoga šumarskog društva u svibnju 2000. godine. Na raspravi je ukazano na neprihvatljivost nekih podataka (procjena kapilarnog dizanja vode) te kako obrada samo šume Repaš ne može zadovoljiti za sve nizinske šume utjecanog područja HE N. Virje. Raspravilo se i o primjeni podataka dobivenih ekstrapolacijom i dr.

Skraćena studija je kasnije objavljena u časopisu "Hrvatske vode" , broj 32, studeni 2000. pod naslovom: **Projektiranje režima podzemne vode kao preduvjeta opstanka nizinskih šuma u području hidrotehničkog zahvata, primjer šume Repaš i HE Novo Virje**. Autori članka su dr. sc. Oleg Antonić, dipl. ing. šum, Dalibor Hatić, dipl. ing. šum., Josip Križan, dipl. ing. mat. Dragan Bukovec, dipl. ing. geol. i Damir Borović, dipl. ing. građ.

Studija je zadovoljila cilj zadatka postavljenoga po investitoru, za koji se može reći da je izhitren zbog nekritičnoga korištenja podataka kapilarnoga podizanja vode i uzimanja u obzir samo šume Repaš. Traženi zahtjev u zaključku rada, Antonić et al. 2000, glasi: *"Režim podzemne vode koji je prihvatljiv s gledišta opstanka nizinskih šuma u neposredoj blizini buduće akumulacije HE N. Virje određen je objektivnim metodama na temelju ovisnosti prirasta hrasta lužnjaka o okolišnim čimbenicima. Projektirana apsolutna mjesečna razina podzemne vode koristit će se kao granični uvjet za projektiranje zaštitnih mjera (n. pr. površinske odvodnje). Projektirano rješenje temelji se na modelu prirodnog vodnog lica.*

Kao glavni biološki indikator (zavisna varijabla) uzet je plošni prirast hrasta lužnjaka, a kao nezavisne varijable uzeti su: razina podzemne vode, kapilarno podizanje vode, oborine, kapacitet tla za vodu, evapotranspiracija, temperature zraka, sunčeva radijacija, položaj stabla u sastojini, starost stabala. Rad je dobro grafički opremljen uz korištenje suvremene računalne tehnike. Karte i grafikoni u boji impresioniraju čitatelja. Autori su koristili pedološke podatke, piezometre i karte detaljne izmjere koje je pripremio fakultetski tim.

U težnji zadovoljenja investitora zanemarena je netočnost podataka o kapilarnom usponu vode dobivenom na osnovi grube procjene teksture tla na 5712 pedoloških sondi (fingerprobe – proba prstom). Tako dobiveni podaci ne mogu se smatrati mjerodavnima.

Šumarska su istraživanja pokazala da u šumi Repaš, jednoj od ugroženih od eventualne izgradnje HE N. Virje, ima 30 hidropedoloških jedinica, a svaka jedinica pokazuje svoje vrijednosti kapilarnoga uspona vode odlučujuće za život hrasta lužnjaka. Tome je potrebno dodati i prijelaze između hidropedoloških jedinica kojih je bezbroj i koje također pokazuju svoja svojstva kapilarnoga uspona, ali isto tako i različitost dubine tla do šljunka u kojemu se uspon vode prekida.

Kapilarni uspon vode u tlu zavisi o njegovoj teksturi. U tlima šume Repaš iznosi kapilarni uspon prema Vidačeku (1989) 2 cm u sitnome šljunku, 10 cm za vrlo fini pijesak i 29 cm za prah u jednome danu. Tako se može dogoditi da u dijelu staništa skupina stabala ima dobru, a u drugome dijelu staništa slabu opskrbljenost vodom zbog, u pravilu, velike različitosti u teksturi pojedinih horizonata ekološkoga profila tla i shodno tome, različitoga kapilarnog uspona vode.

Uzmemo li u obzir raznolikost ekoloških profila tla u šumama utjecanoga područja HE N. Virje te njihovo prihranjivanje podzemnom vodom kako iz dravskoga toka tako i od pribrežja susjedne Mađarske u šumi Repaš prema Čavleku, u Prpić et al, 1989, ili iz Bilogore za nizinske šume na desnoj obali Drave, možemo s velikom vjerojatnošću pretpostaviti da svako stablo u nizinskim šumama ima "svoj" način opskrbe vodom.

Svaka promjena vodnih prilika u staništima nizinskih šuma, a što se odnosi i na izgradnju HE N. Virje izazvat će zavisno o vrsti višak ili manjak vode u mikrostaništima pojedinih stabala ili njihovih grupa, što će imati za posljedicu stres, a zavisno o trajanju i fiziološko slabljenje manjega ili većega dijela šume, a što je praktički nepredvidivo zbog dokazane velike raznolikosti nizinskih staništa. Promjena vodnih odnosa može izazvati i poboljšanje stanja što je, međutim, zanemarivo s obzirom na vjerojatnosti pogoršanja u čitavoj šumi.

Teškoća koja se pojavila tijekom rada na spomenutoj studiji je **površina** nizinskih šuma koje bi bile utjecane poslije eventualne izgradnje hidroelektrane. Fakultetski tim bio je uvjeren kako treba uzeti u obzir **sve nizinske šume lijevoga i desnoga zaobalja Drave uz planirane objekte hidroelektrane** (akumulacija i odvodni kanal) budući da je njihovo postojanje u prostoru posljedica prirodnoga utjecaja dinamike rijeke Drave. Utvrđeno je da dravski vodostaj neposredno utječe na razine podzemnih voda u šumi Repaš (Prpić, 1986), a znatan utjecaj imaju i podzemni tokovi voda koje teku iz okolnoga pribrežja prema rijeci Dravi, pa je razina podzemnih voda u staništima nizinskih šuma zavisna o ta dva izvora.

Zasigurno je utjecaj dravskoga vodostaja važniji za nizinska staništa, ali za niskih vodostaja rijeke prihranjivanje vodom iz pribrežja poprima veće značenje. Velik pozitivan ekološki učinak na higrofite nizinskih šuma može se očekivati za visokoga dravskoga vodostaja i obilnoga podzemnog dotoka iz pribrežja uz odlučujuće kolebanje razina podzemnih voda u profilima tla.

Mišljenje je investitora, međutim, kako treba započeti s radom na izgradnji hidroelektrane N. Virje i prema *"poznavanju zahtjeva svih pojedinih korisnika u prostoru, glede mogućih oscilacija razine podzemnih voda, te* ***sinteza tih zahtjeva u jedinstvene uvjete uspostavljanja budućeg režima podzemnih voda*** *" ("Elektroprojekt", Vrsta Y2, Projekt NVD 00.09 Knjiga HO 1.0, Prilog 6, List 2). Zahtjevi o jedinstvenim uvjetima uspostavljanja budućeg režima podzemnih voda bit će sadržani u izrađenom modelu podzemnih voda koji se, navodno, nalazi u konačnoj studiji utjecaja na okoliš (izjava u Listu 3 u podpoglavlju 6.2. Hidrologija, Prilog 6, Knjiga HO 1.0)*, koju do danas nismo uspjeli vidjeti...

Smatramo da je sinteza zahtjeva u jedinstvene uvjete uspostavljanja budućega režima podzemnih voda apsurd koji se ne može postići, jer su zahtjevi različitih korisnika prostora kontradiktorni, a želimo li sačuvati šume potrebno je zadržati sadašnji režim podzemnih voda jer ne postoje mogućnosti dozvoljivih promjena.

U istome listu pod brojem 6.1.1. i 6.1.2. nalazimo **sustave zaštite** ponajprije **pasivne** koji su do sada korišteni u izgrađenim hidroelektranama u smislu zaštite i održavanja povoljnih vodnih prilika, nisu zadovoljili potrebe šumskoga drveća (HE Čakovec, Varaždin, Dubrava).

Djelovanje **aktivnih** sustava zaštite koji trebaju kontrolirati oscilacije vodostaja podzemnih voda – **crpni bunari** u zaobalju i **upojni bunari**, ne može se predvidjeti. Njihovo je djelovanje na šumsko drveće nemoguće točno utvrditi zbog vrlo raznolikoga prirodnog sustava vodonosnika i nepredvidive brzine i visine podizanja kapilarne vode koja bi trebala doći do korijenja hrasta lužnjaka, poljskog jasena i ostalih vrsta drveća nizinskih šuma. **U današnjim prilikama vodoopskrba drveća je u potpunosti riješena dugogodišnjom prilagodbom korijenja drveća postojećim vodnim odnosima koje smatramo optimalnima.**

Sljedeća kriva procjena koja se odnosi na šume sadržana je u istoj knjizi u Prilogu 8 na Listu 17 podpoglavlje 8.9. ŠUME, a glasi:

"Istraživanje šuma za konačnu ocjenu utjecaja na okoliš HE Novo Virje obuhvatit će utjecajno područje. Definiranje zona utjecaja bazirat će se na rezultatima modela podzemnih voda zaobalja u budućem stanju izgrađenosti objekta, te dozvoljivim promjenama nivoa podzemnih voda sa stajališta šumarstva.

Do sada provedena pedološka, hidropedološka, fitocenološka, dendrometrijska istraživanja, opažanje nivoa vode u ekološkom profilu te analize korijenovog sustava glavnih vrsta drveća u šumi Repaš, a osobito na postavljenim stacionarnim objektima dostatna su podloga za Konačnu studiju utjecaja na okoliš HE Novo Virje".

Ovome dijelu projekta nije potreban komentar, jer šuma Repaš je svega 25 % utjecanih šuma i po osebujnosti svojega vegetacijskog sastava može predstavljati samo svoj vlastiti prostor. Potpuno su zanemarene šume Gabajeva greda, Đurđevačke nizinske šume, Svibovica, Koprivničke nizinske šume, Banov brod i dio šume Seča, od kojih se šuma Repaš razlikuje po vegetaciji i staništima. **Ako se Konačna studija o utjecaju na okoliš HE Novo Virje temelji samo na šumi Repaš i ako u području utjecanih šuma dozvoljava promjenu vodnih odnosa, potpuno je promašena.**

Na osnovi dosadašnjih iskustava šumarstva o vodotehničkim zahvatim u prostoru nizinskih šuma Podravine i Posavine donose se ovi

ZAKLJUČCI – Conclusions

1. Vodotehnički zahvati u šumovite prostore nizinskih šuma izazivaju promjene vodnih odnosa u različitim staništima šumskih ekoloških sustava, čija je posljedica narušavanje biološke ravnoteže šume te sušenje stabala hrasta lužnjaka i ostalih vrsta drveća. Iskustva šumarske struke i znanosti su zbroj loših spoznaja o nepovoljnome utjecaju vodotehničkih i tehničkih zahvata od početka XX. stoljeća do danas. Nizinske šume predstavljaju vrlo bogate i osobito složene ekološke sustave velike biološke raznolikosti biljnih i životinjskih vrsta.
   Osobito je složena opskrba šumskoga drveća vodom, dominantnim ekološkim čimbenikom šumskih zajednica, koji ovisi od fiziološkoga potencijala stabala, dinamike rijeke, a posebice je naglašena različitost načina opskrbe vodom korijenskih sustava hrasta lužnjaka u različitim hidropedološkim jedinicama tala i njihovim prijelazima. Ta opskrba ovisi o razini podzemnih voda i njihovu kapilarnome usponu u ekološkome profilu tla, a što se razlikuje gotovo za svako stablo. **S velikom vjerojatnošću se može tvrditi da u nizinskim šumama koprivničke i đurđevačke Podravine gotovo svako stablo, a najmanje skupina stabala, ima svoj način opskrbe vodom i to pretežito podzemnom. Želimo li očuvati nizinsku šumu potrebno je zadržati sadašnje stanje vodnih odnosa.**
2. Biološki kapital koprivničko-đurđevačkih nizinskih šuma koji se sastoji od općekorisnih funkcija te sirovinske i energetske funkcije procijenjen je prema Zakonu o šumama Republike Hrvatske, 1990. i podzakonskome aktu iz 1997. na iznos od **1.822,613.682 DEM** što je veći kapital od sveukupne investicije HE Novo Virje koji iznosi 987,000.000 DEM.
   Godišnji prirast drva tih šuma iznosi 90 783 m^3 koji na tržištu daje vrijednost od **5,921.000 DEM** i to bez uzimanja u obzir vrijednosti sporednih šumskih proizvoda (lov, šumsko voće, gljiv, ljekovito bilje i dr.) te vrijednosti općekorisnih funkcija šuma (vezivanje ugljika, pročišćavanje vode i zraka, utjecaj šume na klimu, održavanje biodiverziteta, očuvanje genofonda i dr) koje prema grubome proračunu iznose najmanje **40 milijuna DEM** prema metodi iz podzakonskoga akta Zakona o šumama – *Pravilnik o uređivanju šuma NN 121/97*. Prema informacijama s kojima raspolažemo, novčana vrijednost koju bi davala hidroelektrana N. Virje kroz proizvedenu

električnu energiju bila bi manja od vrijednosti godišnjega prirasta drva šume koju ugrožava.

3. Nizinsko područje koprivničke i đurđevačke Podravine predstavlja izuzetnu prirodnu vrijednost koja se sastoji od očuvanih nizinskih šuma, toka rijeke Drave s riječnim otocima, šljunčanim sprudovima i ritskim šumama, zatim pašnjaka i mokrih livada, starih dravskih rukavaca, tradicionalne poljoprivrede sa živicama i šumarcima. Čitav prostor odlikuje se velikom biološkom raznolikošću, a osobito bogatstvo biljnoga i životinjskoga svijeta predstavljaju ekotoni, granični prostori različitih ekoloških sustava.

   Veliku vrijednost predstavljaju prirodne nizinske šume s poznatom šumom Repaš na lijevoj obali Drave za koju postoji prijedlog zaštite u kategoriju zaštićenoga krajolika koji zbog iznuđenoga programa prostornoga plana s hidroelektranom N. Virje još nije ostvaren. Smatramo da bi nizinske šume, uključivši i šumu Repaš, imale u predloženome **Rezervatu biosfere Dunav, Drava, Mura** veliku pozitivnu prirodozaštitarsku, turističku (ekološki, lovni, seoski turizam), vodozaštitnu, hidrološku, klimatsku, protuimisijsku, genetsku, ali i sirovinsku funkciju za razvoj prerade drva, čiste i ekološki prihvatljive industrije.

4. Konačna studija utjecaja na okoliš pod naslovom: HE NOVO VIRJE: PRIHVATLJIVI REŽIM PODZEMNIH VODA SA STAJALIŠTA ODRŽANJA ŠUMSKIH EKOSUSTAVA **ne može se prihvatiti** budući da prilikom izrade nije poštovano stogodišnje iskustvo da je **postojeći vodni režim**, pod čijim utjecajem su se razvile srednjedobne i starije prirodne sastojine sa hrastom lužnjakom, optimalan za njihovo uspijevanje. Obračun prihvatljivoga režima podzemnih voda je uz to vrlo upitan, jer je kapilarni uspon podzemne vode kao element spomenutoga obračuna dobiven bez laboratorijskih izmjera na osnovi procjenjenih vrijednosti.

   Studija je, nadalje, obuhvatila samo šumu Repaš koja prestavlja oko 25 % šuma koje bi trebale biti utjecane izgradnjom HE N. Virje, a od ostalih šuma se razlikuje po vegetacijskomne sastavu i staništima, a rezultati iz šume Repaš ne mogu se primijeniti na sve šume.

5. Sušenje lužnjakovih stabala u šumi Repaš koje se dogodilo u posljednjemu desetljeću posljedica je sinergističkoga utjecaja postupičnoga snižavanja razina podzemnih voda izazvanih erozijom korita rijeke Drave zbog utjecaja uzvodnih hidroelektrana (Čakovec, Varašdin, Dubrava), ali i istovremene suše na koju su nizinski šumski ekosustavi kroz dugu povijest prilagođeni. Bez snižavanja podzemne vode zbog erozije dravskoga dna hrast lužnjak bi preživio sušu s neznatnim posljedicama. Vodoprivreda bi trebala pronaći način zaustavljanja erozije riječnoga dna i tako stvoriti prirodnije uvjete za nizinske šume nizvodno od HE Dubrava.

LITERATURA – References

Antonić, O., Hatić, D., Križan, J., Bukovec, D. i Borović, D., 2000: Projektiranje režima podzemne vode kao preduvjeta opstanka nizinskih šuma u području hidsrotehničkog zahvata - primjer šume Repaša i HE Novo Virje, Hrvatske vode, godina 8, broj 32, 205-222

Čermak, J., Kučera, J., Prax, A., Bednarova, E., Tatarinov, F. & Nadiezhtin, V., 2001: Long-term course of transpiration in afloodplain forest in southern Moravia associated with changes of underground water table, Ekologija, Bratislava, Vol. 20, Supplement 1/2001, 92-115

Ivkov, M., 1994: Simuliranje razvoja sastojina uz pomoć modela ovisnosti debljinskoga prirasta o razini podzemne vode, Glasnik za šumske pokuse, Vol. 30, 95-41.

Klepac, D., 1994: Some results from the increment measurement in the pedunculata oak (*Quercus robur* L.) forest in Slavonia during the last 30 years (1950-1981), Anali za šumarstvo JAZU, Vol. 10/5, 89-102

Klimo, E., Materna, J. & Vokoun, J., 1998: Global changes of climate and possible changes in forest soil processes, In Maceljski, M. (ed.), Zbornik radova znanstvenoga skupa s međunarodnim sudjelovanjem Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, HAZU, 215-221

Klimo, E., 1998: Rezultati promjena vodnih odnosa u poplavnim šumama Južne Moravske, In Prpić, B. (ed.), Zbornik radova međunarodne konferecije Održivo gospodarsko korištenje nizinskih rijeka i zaštita prirode i okoliša, Hrvatsko šumarsko društvo Zagreb i EURONATUR, 113-117

Matić, S., 1996: Uzgojni radovi na njezi šuma hrasta lužnjaka, Hrast lužnjak (Quercus robur L.) u Hrvatskoj, In Klepac, D. (ed.), HAZU i "Hrvatske šume", Zagreb, 184-212

Matić, S., Oršanić, M. & Anić, I., 1998: Utjecaj klimatskih opromjena na strukturu i razvoj šumskih ekosustava, In Maceljski, M. (ed.) Zbornik radova međunarodnog skupa, prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, HAZU 239-250

Matić, S., Anić, I. & Oršanić, M., 1998: Utjecaj promjena stanišnih prilika na strukturu, razvoj i

proizvodnju nizinskih šumskih ekosustava. In. Prpić, B. (Ed) Zbornik radova međunarodne konferencije Održivo gospodarsko korištenje nizinskih rijeka i zaštita prirode i okoliša, Hrvatsko šumarsko društvo Zagreb, 83-93

Mayer, B., 1996: Hidrološki odnosi na području nizinskih šuma Pokupskog bazena, Radovi šumarskoga instituta Jastrebarsko, Vol. 31 (1-2), 41-96

Mayer, B. & Bušić, G., 1998: Primjeri utjecaja podneblja na hidrološke i hidropedološke odnose u nizinskim šumama Hrvatske s okvirnim preporukama, In. Maceljski, M. (ed.), HAZU Zbornik radova međunarodnog skupa Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, 251-258

Potočić, N. & Seletković, I., 2000: Stanje oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj 1998. godine, Šum. list 124 (1-2), 51-56

Pranjić, A., 1996: Dendrokronologija hrasta lužnjaka, In Klepac, D,. (ed.), HAZU i "Hrvatske šume", 299-305

Prpić, B., 1975: Posljedice promjene šumske fuitoiklime u ekosustavu poplavne šume hrasta lužnjaka, JAZU, Centar za znanstveni rad Vinkovci, posebna izdanja, knjiga 2, 87-100

Prpić, B., 1984: Antropogeni utjecaj na šumske ekosustave srednjeg Posavlja u svjetlu sinteze sinhronih ekoloških mjerenja, In Dizdarević, M. (ed.), III kongres ekologa Jugoslavije, Sarajevo, 441-445

Prpić, B., 1986: Studija utjecaja vodne stepenice Đurđevac na šumu Repaš, Šum. list 110, 541-551

Prpić, B., Vidaček, Ž., Rauš., Đ, Matić, S., Pranjić, Vranković, A., A., Meštrović, Š., Vukelić, J., Seletković, Z., Lukić, N., Prebježić, P., Skenderović, J., Žnidarić, G. Papež, B., Husnjak, S., Špoljar, A. Antić, N. Pernar, N., Čavlek, E., Tanić, S., Halovanović, D., Zuber, A. Šimunović, Z., Prah., Z. & Jančikić, Z. 1989: Detaljna osnova za hidrološku sanaciju šume Repaš, Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Institut za agroekologiju, Zavod za pedologiju, 84

Prpić, B., 1989: Sušenje hrasta lužnjaka (*Quercur robur* L.) u Hrvatskoj u svjedtlu ekološke konstitucije vrste, Glasnik za šumske pokuse, Vol. 25., 1-34

Prpić, B., Matić, S. Rauš, Đ., Seletković, Z., Vukelić, J., Vranković, A., Pernar, N., & Oršanić, M., 1993: Prethodna studija o utjecaju na okoliš HE Novo Virje, Šumarska komponenta, Zavod za istraživanja u šumarstvu Šumarskoga fakulteta Sveučilita u Zagrebu, 44

Prpić, B., Vranković, A., Rauš., Matić, S., Pranjić, A. & Meštrović, Š., 1994: Utjecaj ekoloških i gospodarskih čimbenika na sušenje hrasta lužnjaka u Gospodarskoj jedinici Kalje Šumskoga gospodarstva Sisak, Glasnik za šumske pokuse, Vol. 30, 361-419

Prpić, B., 1996: Propadanje šuma hrasta lužnjaka, In Klepac, D. (ed.), Hrast lužnjask (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, HAZU i "Hrvatske šume" Zagreb, 273-298

Prpić, B., 1998: Uloga šumskih ekosustava u održivome razvoju Podravine, In Prpić, B. (ed.), Zbornik radova međunarodne konferecije Održivo gospodarsko korištenje nizinskih rijeka i zaštita prirode i okoliša, Hrvatsko šumarsko društvo Zagreb i EURONATUR, 10-18

Prpić, B. i Jakovac, H., 1998: Značenje općekorisnih funkcija nizinskih šuma u uspopredbi s planiranim gospodarskim koristima H.E. Novo Virje, In Prpić, B. (ed.), Zbornik radova međunarodne konferencije Održivo gospodarsko korištenje nizinskih rijerka i zaštita prirode i okoliša, Hrvatsko šumarsko društvo Zagreb i EURONATUR 53-60

Prpić, B. & Anić, I., 2000: The role of climate and hydraulic operations in the stability of the pedunculata oak (*Quercus robur* L.) stands in Croatia, Glas. šum. pokuse, 37: 229-239

Schneider-Jacoby, M., 1998: Održivi razvoj Pomurja i Podravine kao mogućnost unapređenja graničnog prostora između Austrije, Slovenije, Hrvatske i Mađarske, In. Prpić, B., !998: Zbornik radovas međunarodne konferencije Održivo gospodarsko korištenje nizinskih rijeka i zaštita prirode i okoliša, Hrvatsko šumarsko društvo Zagreb i EURONATUR, 70-82

Seletković, Z. & Tikvić, I., 1998: Klimatska i hidrološka funkcija nizinskih šumskih ekosustava, In Prpić, B. (ed.), Zbornik radova međunarodne konferecije Održivo gospodarsko korištenje nizinskih rijeka i zaštita prirode i okoliša, Hrvatsko šumarsko društvo Zagreb i EURONATUR, 38-43

Vajda, Z., 1983: Zaštita šuma, Zagreb

Vukelić, J. i Baričevć, D., 1998: Sukcesija šumskih zajednica na području sušenja hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, In Prpić, B. (ed.), Zbornik radova međunarodne konferencije Održivo gospodarsko korištenje nizinskih rijeka i zaštita prirode i okoliša, Hrvatsko šumarsko društvo Zagreb i EURONATUR, 23-37

SUMMARY: The river valleys of Croatia are home to about 200,000 ha of lowland forests with a larger or smaller proportion of pedunculate oak. In different humid sites of water valleys, pedunculate oak forms forest ecosystems in association with other plant species and the animal community. While these ecosystems differ in the composition of plant species, with a multitude of hygrophytes, their common feature is a considerable participation of pedunculate oak in the tree layer.

The direct ecological factor contributing to the growth of pedunculate oak is water which, whether below the minimum or above the maximum, leads to physiological weakening, and frequently to dying of the oak. In the sites of presently stable pedunculate oak middle-aged and older stands, water relations are considered to be optimal. Among the tree species of lowland forests, pedunculate oak is one of the most sensitive. Currently, about 30 % of pedunculate oak trees are endangered in Croatia, and they will desiccate before reaching their economic maturity.

Pedunculate oak is capable of surviving climatic excesses, drought and very humid years. However, hydro-technical interventions in the forested area of the valleys resulting in abrupt changes, cause its decline in all forest ecosystems.

CONCLUSIONS

1. *Hydro-technical interventions in the woody areas of lowland forests cause changes in water relations in different sites of forest ecological systems. These changes lead to a disturbed biological balance in forests and the dieback of pedunculate oak and other tree species. The experience of the forestry profession and science is a sum total of the awareness of unfavourable effects of hydro-technical and technical interventions undertaken since the beginning of the 20th century up to the present day. Lowland forests represent particularly rich and complex ecological systems with high biological diversity of plant and animal species.*

   The supply of forest trees with water, the dominant ecological factor of forest communities, is especially complex. This factor depends both on the physiological potential of the trees and river dynamics. What is particularly important are the different ways in which the pedunculate oak root systems are supplied with water in varying hydropedological soil units and in their transitions. The supply depends on the level of groundwater and its capillary movement in the ecological soil profile, which is different for almost any tree. ***It can be assumed with a high degree of certainty that almost every tree, and at least groups of trees, in the lowland forests of Podravina around Koprivnica and Đurđevac have their own way of supply with water, which is mainly in the form of groundwater. In order to maintain lowland forests, it is necessary to maintain the present state of water relations****.*

2. *The 1990 Forest Act of the Republic of Croatia and a 1997 by-law estimated the biological capital of the Koprivnica-Đurđevac lowland forests, comprising both the generally beneficial functions and the raw material and energetic function, at 1,822,613,682 DM. This amount exceeds the total investment of 987,000,000 DM into the hydropower station Novo Virje.*

   The annual increment of these forests amounts to 90,783 m^3, which is 5,921,000 DM in market value. This amount does not comprise the value of subsidiary forest products (hunting, forest fruit, mushrooms, medicinal herbs and others), as well as the value of beneficial forest functions (carbon dioxide absorption, water and air cleansing, the influence of forests on the climate, maintenance of biodiversity, conservation of the genofund

and others). Roughly, these come to at least 40 million DM using a method from a by-law in the Forest Act - The Forest Management Regulation NN 121/97. According to the available data, the monetary value of electricity provided by the hydropower station Novo Virje would be below that obtained from the annual increment of the forests it jeopardises.

3. *The lowland area of Podravina around Koprivnica and Đurđevac constitutesoutstanding natural wealth consisting of well-preserved lowland forests, the flow of the river Drava with its river islands, pebbly sandbanks and riparian forests, pastures and wet meadows, old Drava backwaters, as well as traditional agriculture, hedges and woodlands. The entire area is characterised with high biological diversity, while the ecotones, the bordering zones between different ecological systems, represent a particular rich plant and animal world.*

   The natural lowland forests, with a renowned forest of Repaš on the left bank of the Drava, are highly valuable. There is a proposal to place this forest into the category of protected landscapes, but this proposal has not been processes yet due to a forced spatial plan with the Novo Virje hydropower station. We maintain that in the proposed Dunav, Drava, Mura Bioshpere Reserve, the lowland forests, including the forest of Repaš, would have a variety of very positive functions. These include natural-protective, tourist (ecological, hunting, peasant tourism), water-protective, hydrological, climatic, anti-emission and genetic, as well as raw materials functions for the development of clean and ecologically acceptable timber processing industry.

4. *The final study on the environmental impacts entitled: HE NOVO VIRJE: ACCEPTABLE GROUNDWATER REGIME FROM THE STANDPOINT OF PRESERVING FOREST ECOSYSTEMS* ***is inadmissible*** *because one basic factor was not respected. Namely, experience of a hundred years shows that* ***the existing water regime****, influencing the development of middle-aged and older natural stands with pedunculate oak, is optimal for their growth. Furthermore, the calculation on the acceptable regime of groundwater is highly questionable, because the capillary movement of groundwater as an element of the mentioned calculation was obtained on the basis of estimated values, but without laboratory measurements.*

   Also, the study encompassed only the forest of Repaš, which represents about 25 % of the forests to be affected by the erection of HE N. Virje. This forest differs from other forests by its vegetational composition and habitats, and therefore the results from Repa cannot be applied to all the forests in the area.

5. *Dieback of pedunculate oaks in the forest of Repaš occurring during the past decade is the consequence of synergistic effects of a gradual drop in groundwater levels caused by the erosion of the Drava riverbed. The erosion was brought about by the action of the upriver hydropower stations (Čakovec, Varaždin, Dubrava), but also of the simultaneous drought to which lowland forest ecosystems have adapted through their long history. Had the groundwater not dropped due to the erosion of the Drava riverbed, the pedunculate oak would have survived the drought with negligible consequences. Water management authorities should find a way of halting the erosion of riverbeds and thus create more natural conditions for the lowland forests downstream of the HE Dubrava.*

Key words: lowland forests of pedunculate oak, climatic excesses, hydro-technical interventions, changes in water relations, dieback of pedunculate oak