

STRUKTURA I DINAMIKA SJEČE SUHIH I ODUMIRUĆIH STABALA HRASTA LUŽNJAKA U SPAČVANSKOM BAZENU OD 1996. DO 2006. GODINE

STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE HARVEST OF DEAD AND DECLINING TREES OF PEDUNCULATE OAK IN THE STANDS OF SPAČVA FOREST FROM 1996 TO 2006

Tomislav DUBRAVAC¹, Stjepan DEKANIĆ¹

SAŽETAK: Iz dosadašnjih istraživanja, kao i iz opažanja šumarskih stručnjaka u praksi, mogu se iščitati dvije glavne opće prihvaćene značajke veze uz sušenje lužnjaka s obzirom na starost sastojine i šumsku zajednicu: (1) srednjodobne, starije i stare sastojine najpodložnije su sušenju stabala hrasta lužnjaka i (2) najveći intenziteti sušenja događaju se u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka u nizi. U ovome su radu navedene dvije pretpostavke ispitane za sastojine hrasta lužnjaka od prvoga do šetog dobnog razreda na području Spačvanskoga bazena analizom evidencije o dinamici i strukturi sječe suhih i odumirućih (3B) stabala tijekom razdoblja od 11 godina (1996. do 2006. godine). Analiza je obavljena na temelju dostupnih podataka koji se prikupljaju tijekom redovitoga gospodarenja u “Hrvatskim šumama” d.o.o. i pohranjuju u bazu podataka HS Fond. Iz preuzetih podataka izdvojeno je 962 odsjeka ukupne površine 20 671 ha, koji su podijeljeni u tri grupe prema fitocenološkoj pripadnosti.

U odabranim je odsjecima tijekom promatranoga razdoblja ukupno posječeno 850 835 m³ hrasta lužnjaka, od čega se 58 % (492 583 m³) odnosilo na suha i odumiruća stabla. U više od 69 % odsjeka zahvati pridobivanja drva obavljani su 3 i više puta, a u 20 % odsjeka praktički svake druge godine (pet ulazaka).

S obzirom na starost sastojine, intenzitet sječe suhih i odumirućih stabala naglo raste nakon ulaska u peti dobnii razred, odnosno nakon starosti sastojine od 80 godina. Međutim, daljnom je analizom ustanovljeno da postoji izrazito velika varijabilnost u intenzitetu sječe suhih i odumirućih stabala unutar istoga dobnog razreda. Dakle, ne može se donijeti generalni zaključak kada se govori o ulozi starosti sastojine u procesu sušenja lužnjaka, jer starost sastojine vjerojatno samo pojačava ostale negativne čimbenike u onim sastojinama u kojima su ti čimbenici već prisutni.

Gledajući vrijednosti ukupno posječenoga obujma suhih i odumirućih stabala tijekom promatranoga razdoblja (m³/ha) nisu ustanovljene statistički značajne razlike među odsjecima tri biljne zajednice. Razlike su ipak potvrđene u dinamici tijekom promatranoga razdoblja. U tom je smislu potvrđena pretpostavka da su sastojine u nizi sa rastavljenim šašem nestabilnije od

¹ Dr. sc. Tomislav Dubravac, Stjepan Dekanić, dipl. ing. šum.
Šumarski institut, Jastrebarsko, Odjel za ekologiju i uzgajanje šuma, Trnjanska 35, 10000 Zagreb
Napomena: Članak je prošireni prikaz izlaganja koji su autori prezentirali na znanstvenom savjetovanju “Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima” održanom u Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti u rujnu 2008. godine.

ostale dvije zajednice, jer je u njima zabilježen i najveći (7,1 % 1998. godine), ali također i najmanji (1,8 % 2000. godine) prosječni godišnji intenzitet, iskazan kao postotak od drvne zalihe hrasta u odsjeku. Isto tako posljedice koje sušenje ostavlja u sastojinama u nizi s obzirom na izostanak podstojne etaže različite su u odnosu na sastojine na gredi i zahtijevaju daljnje detaljne istraživačke napore kako bi ih se na odgovarajući način kvantificiralo.

Prostorno definirana baza podataka za lužnjakove sastojine Spačvanskoga bazena koja je nastala kao rezultat ovoga rada, nastavit će se nadopunjavati podacima i u idućim godinama. Povezivanje s drugim bazama podataka, primjerice s rezultatima motrenja razina podzemne vode s mreže piezometarskih postaja, omogućit će složenije i detaljnije prostorno-vremenske analize trendova sušenja hrasta lužnjaka. Zaključci temeljeni na rezultatima ovoga istraživanja odnose se na značajke sušenja u lužnjakovim sastojinama Spačvanskoga bazena i potrebno ih je daljnjom primjenom ove ili slične metodologije provjeriti u ostalim većim šumskim kompleksima hrasta lužnjaka u Hrvatskoj.

Ključne riječi: hrast lužnjak, sušenje, Spačvanski bazen, starost sastojine, šumska zajednica

UVOD – Introduction

Uređajni je razred hrasta lužnjaka s oko 210 000 ha drugi po veličini u Hrvatskoj, iza uređajnog razreda bukve koji zauzima oko 330 000 ha (Anon. 2006). Po ekonomskome je značaju hrast lužnjak ipak na prvome mjestu, najvećom mjerom zbog iznimne kvalitete furnirskih trupaca i ostalih sortimenata. Na primjer, u 2006. godini je čak 44 % ukupnoga prihoda od prodaje trupaca hrasta lužnjaka (Anon. 2007). Osim gospodarske vrijednosti, još je veći ekološki i socijalni doprinos nizinskih šuma hrasta lužnjaka stanovništvu Republike Hrvatske (Klepac 1996), pa je lužnjak s pravom zauzeo svoje mjesto u državnoj himni, na kovanicama, na poštanskim markicama, u literaturnim djelima i drugdje. Proces propadanja i sušenja šuma hrasta lužnjaka stoga ne predstavlja samo problem šumarske prakse, već izaziva zabrinutost i na široj, nacionalnoj razini.

U Hrvatskoj se prvo veće sušenje šuma hrasta lužnjaka dogodilo nakon napada pepelnice 1909. godine (Petračić 1926), iako postoje i raniji zapisi o lošem stanju slavonskih hrastika i ranijim izoliranim slučajevima sušenja većega ili manjega intenziteta (Harapin i

Androić 1996, Prpić 1996). O ozbiljnosti problema u današnje vrijeme dovoljno govori činjenica da je u protekloj Šumskogospodarskoj osnovi područja u razdoblju od 1996. do 2005. godine posječeno 2 696 062 m³ slučajnoga prihoda hrasta lužnjaka, od čega je čak 92 % realizirano u sastojinama prethodnoga prihoda (Anon. 2006).

U istome je razdoblju realizirano 104 % glavnoga prihoda uz udio slučajnoga prihoda od tek 6 %, pa je jasno da sušenje predstavlja najveće opterećenje upravo u uzgojnim zahvatima prorjede. Često se puta propisani etat prethodnoga prihoda realizira isključivo doznakom i sječom suhih i odumirućih stabala, čak i prije isteka važeće Osnove gospodarenja. Osim toga, u starijim i starim sastojinama povećan je broj sječa i ulazaka teške mehanizacije s potencijalno negativnim utjecajem na tlo i dubeća stabla, zbog nastojanja da se umanje ekonomske posljedice gubitka kvalitetnih sortimenata u osušenim stablima.

Ovakav je način gospodarenja lužnjakovim sastojinama u kojima je izraženo sušenje dugoročno gledajući neodrživ, te ga je potrebno prilagoditi postojećoj situaciji skupa s pripadajućom legislativom.

PROBLEM – Problem

Mnogi se autori slažu da u velikoj većini slučajeva ne postoji jedinstveni uzročnik sušenja, već se radi o složenoj procesi, u kojemu različiti stanišni, biotski i sastojinski čimbenici svojim međudjelovanjem uzrokuju propadanje stabala i/ili sastojina (Thomas i dr. 2002, Steiner 1998, Führer 1998, Siwecki i Ufnalski 1998, Harapin i Androić 1996, Prpić 1996, Wargo 1996, Donaubaauer 1998). Manion (1981) u svom konceptualnom okviru utjecajne čimbenike dijeli na tri glavne grupe. *Predisponirajući (pripremni)* čimbenici na stablo tijekom duljega vremena

djeluju stalnim stresom manjega intenziteta i čine ga podložnijim oštećenjima u slučaju pojave poticajnih čimbenika. *Poticajni (uzročni)* čimbenici su iznenadni, intenzivni ekscesi abiotskoga ili biotskoga porijekla, koji uzrokuju oštećenja na stablima koja su prethodno oslabljena djelovanjem predisponirajućih čimbenika. *Pojačavajući (terminalni)* čimbenici su patogeni organizmi koji napadaju oslabljeno stablo i na kraju dovode do odumiranja. Među različite pripremne čimbenike koji sudjeluju u procesu sušenja hrastova često se svrstavaju starost stabala odnosno sastojine (Voelker i

dr. 2008, Steiner 1998, Oak i dr. 1996) i neke od značajki staništa kao što su manjak ili suvišak vode, sabijenost tla, hidromorfnošć tla, i dr. (Breda i dr. 2006, Dickson i Tomlinson 1996, Prpić 1996, Mayer

1994, Thomas i dr. 2002, Gaertig i dr. 2002). Svaki pojedinačni slučaj sušenja stabla može biti rezultat različite kombinacije nekih od pripremnih, uzročnih i terminalnih čimbenika (tablica 1).

Tablica 1. Neki od čimbenika propadanja i odumiranja stabala i sastojina europskih i sjevernoameričkih vrsta hrastova
Table 1. Some of the causal factors in the complex of decline and dieback of European and North-American oak trees and stands

Predisponirajući (pripremn) čimbenici <i>Predisposing factors</i>	vrsta, genotip, fiziološka starost stabla, starost sastojine, struktura sastojine, gustoća sastojine, klimatski uvjeti, ekspozicija i nagib, tekstura, gustoća i dubina tla, količina hraniva u tlu <i>species, genotype, tree age, stand age, stand structure, stand density, climate, slope and aspect, texture, bulk density and depth of the soil, soil fertility</i>
Poticajni (uzročni) čimbenici <i>Inciting factors</i>	suša, golobrst, dugotrajna poplava, mehaničko oštećenje, mraz <i>insect defoliation, drought, longlasting flood, mechanical injury, frost</i>
Pojačavajući (terminalni) čimbenici <i>Contributing factors</i>	patogene gljive (trulež korijena i bijeljike, rakovi na kori), nematode, insekti u drvu, mikoplazme <i>fungus pathogens (root and sap rots, stem cankers); nematodes; wood-boring insects; mycoplasmas</i>

Izvori – *References*: Führer 1998., Donaubauer 1998., Steiner 1998., Thomas i dr. 2002., Küßner 2003., Glenz i dr. 2006., Voelker i dr. 2008.

Mnoge od značajki staništa na kojima pridolazi hrast lužnjak, posebice režim vlaženja poplavnom vodom i razina podzemne vode, objedinjene su u oznaci fitocenološke pripadnosti sastojine. U ovisnosti o finim varijacijama mikroreljefa, režima plavljenja i razine podzemne vode, hrast lužnjak u Hrvatskoj tvori dvije glavne šumske zajednice (Vukelić i Rauš 1998). Na gredama, blago uzdignutim položajima redovito izvan utjecaja poplavnih voda, dolazi zajednica hrasta lužnjaka s običnim grabom (*Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 1959/ Rauš 1969), dok u nizama, odnosno mikrodepresijama u kojima određeno vrijeme stagnira poplavna ili oborinska voda, hrast lužnjak dolazi u zajednici s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938). Za šumarsku je praksu fitocenološka pripadnost šumske zajednice važna, jer se osim značajki staništa koje ta zajednica zahtijeva za optimalan razvoj, iz nje mogu iščitati i mogući sukcesijski pravci u slučajevima promjene nekih od ključnih stanišnih čimbenika (Rauš 1994).

Već König (1911) opisujući sušenje hrasta u kotaru Sisak s obzirom na reljef, poplave, brštenje gusjenica i pepelnicu tvrdi da je sušenje na gredama slabije, a Manojlović (1924) i Jošovac (1924) nalaze najintenzivnije sušenje u nižim predjelima sa stagnirajućom vodom i oko bara. No, Petračić (1926) raspravljajući o razlikama u sušenju lužnjaka na gredi i u nizi zaključuje da je “Pregledbom šuma ustanovljeno ... da se hrastova stabla suše i u suhim i u vlažnim šumama, suše se i po suhim gredama i po vlažnim udolicama ...”. Značajke sušenja stabala lužnjaka u glavnim lužnjakovim šumskim zajednicama do sada su u Hrvatskoj komparativno istraživali mnogi autori. Ovdje navodimo samo neke ra-

dove u kojima je sušenje sagledavano kroz prizmu, primjerice, povezanosti razine podzemne vode i intenziteta sušenja (Dekanić 1974), reakcije lužnjakovih biljaka na različite uvjete vlažnosti (Prpić 1976), prirasta stabala kao indikatora stanišnih promjena (Pranjić i Lukić 1989), ekoloških i bioloških uzroka (Prpić i dr. 1994), uzgojne problematike (Matić i Skenderović 1993, Matić i dr. 1994) i sl. U novije je vrijeme velika pozornost posvećena vegetacijskim istraživanjima sukcesijskih smjerova lužnjakovih sastojina (npr. Rauš 1990, Baričević 1999) ili procjeni oštećenosti krošanja stabala lužnjaka u različitim šumskim zajednicama metodama daljinskih istraživanja (Kalaždžić i dr. 1993).

Iz dosadašnjih istraživanja, kao i iz opažanja šumarskih stručnjaka u praksi, mogu se iščitati dvije glavne opće prihvaćene značajke vezane uz sušenje lužnjaka s obzirom na starost sastojine i šumsku zajednicu: (1) intenzitet sušenja raste sa starošću sastojine, a srednjodobne, starije i stare sastojine najpodložnije su sušenju stabala hrasta lužnjaka i (2) najveće promjene s negativnim posljedicama na vitalitet lužnjakovih stabala, i najveći intenziteti sušenja događaju se u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka u nizi.

Namjera ovoga članka nije istraživati ili objašnjavati uzroke sušenja hrasta lužnjaka, koje predstavlja izuzetno složen problem. Cilj je ovoga rada provjeriti gore navedene dvije pretpostavke za lužnjakove sastojine Spačvanskoga bazena, koristeći dostupne podatke u digitalnome obliku koji se prikupljaju tijekom redovitoga gospodarenja u “Hrvatskim šumama” d.o.o. i pohranjuju u bazu podataka HS Fond. Jednostavno rečeno, obavit će se analiza evidencije o posjećenim su-

him i odumirućim stablima u razdoblju od 1996. do 2006. godine. Ovo je razdoblje od 11 godina izabrano ne samo s obzirom na dostupnost podataka u digitalnome obliku u bazi HS Fond, već i zbog namjere da se procijeni utjecaj koji je na dinamiku sječe suhih i odumirućih stabala ostavila izrazito sušna 2003. godina,

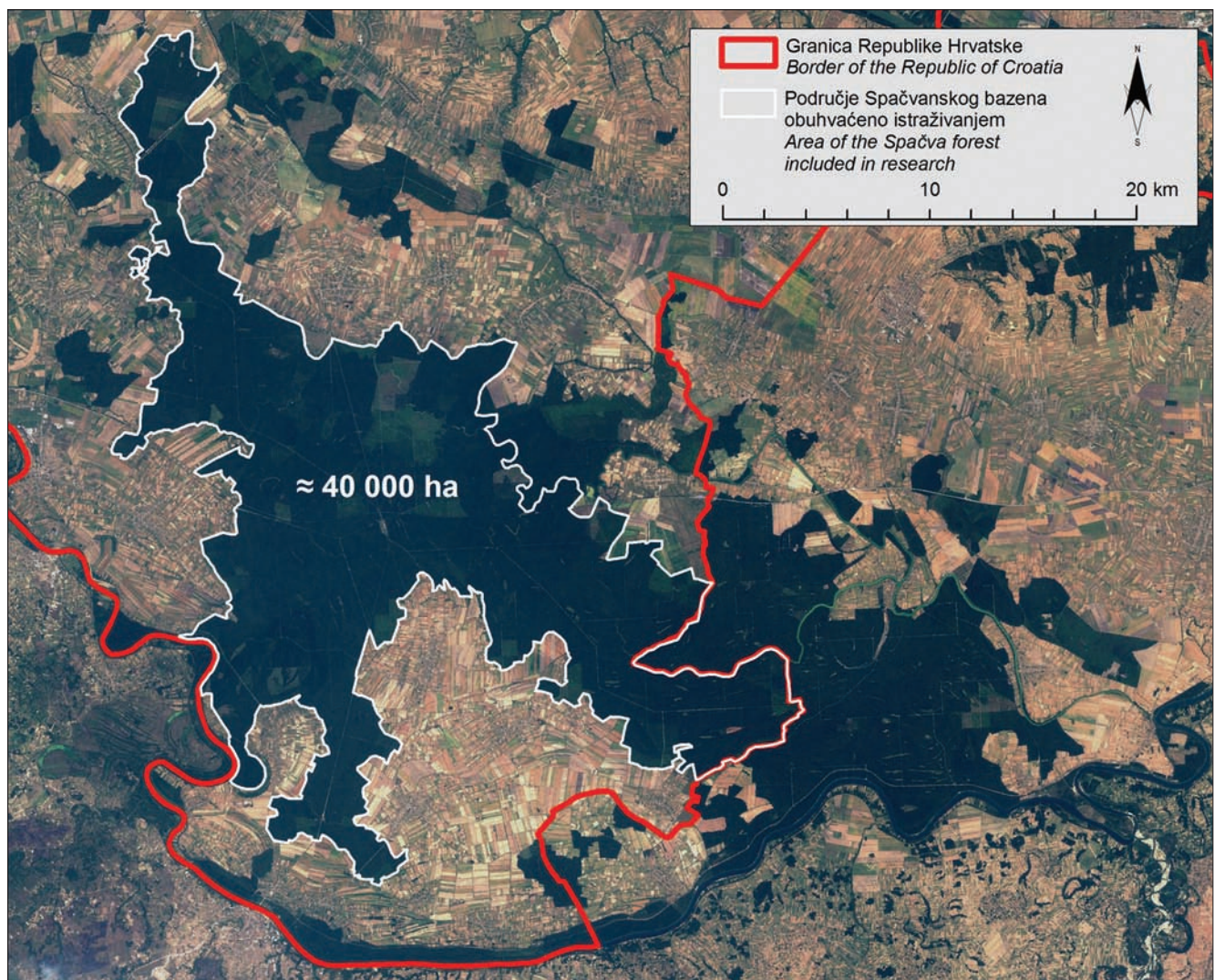
koja je u većem dijelu Europe nanijela velike štete šumskim ekosustavima (Rebetez i dr. 2006, Rouault i dr. 2006). Ovo je istraživanje ograničeno na sastojine u kojima nisu evidentirane oplodne sječe, odnosno sastojine od prvoga do šestog dobnog razreda.

PODUČJE ISTRAŽIVANJA – Research area

Spačvanski je bazen za područje istraživanja odbran jer predstavlja dovoljno veliko područje koje obuhvaća široki raspon mikoreljevno raznolikih nizinjskih staništa. S druge strane nije pretjerano velik, pa su sunčeva radijacija i oborinske vode jednoliko dostupne svim sastojinama bazena, zbog čega se proces sušenja hrasta lužnjaka može promatrati kroz prizmu ostalih čimbenika poput starosti sastojine, ili stanišnih značajki objedinjenih u fitocenološkoj pripadnosti sastojine.

Spačvanskim se bazenom obično naziva područje razdijeljeno između šest šumarija (Vrbanja, Otok, Lipovac, Strošinci, Gunja i Županja) i 11 gospodarskih

jedinica i predstavlja jedan od najvećih suvislih kompleksa nizinjskih lužnjakovih šuma u Europi (Klepac 2000). U ovome su radu dodane još dvije gospodarske jedinice u šumarijama Vinkovci i Cerna, čiji dijelovi sa Spačvanskim bazenom čine neprekinuti, cjeloviti šumski kompleks. Od ukupno 13 gospodarskih jedinica iz daljnje su obrade morale biti isključene dvije iz šumarije Lipovac, zbog posljedica okupacije tijekom Domo-vinskoga rata i posljedične nedostupnosti podataka. Ukupna površina bazena obuhvaćena ovim istraživanjem iznosi oko 40 000 ha (slika 1).



Slika 1. Spačvanski bazen i obuhvaćeno područje prikazano na LANDSAT satelitskoj snimci od 20. kolovoza 2000. godine
Figure 1 "Spačva" forest and investigated area on the LANDSAT satellite image from August 20, 2000

Današnji su Spačvanski hrastici nasljednici starih hrastika prašumske strukture koji su najvećim dijelom posječeni u razdoblju između 1880. i 1914. godine, kada je šumovitost Slavonije smanjena sa 60 % na 35 % (Vukelić i Rauš 1998). Šume uređajnoga razreda hrasta lužnjaka zauzimaju 96 % površine, pri čemu na sastojine starije od 80 godina otpada 74 % površine (Grgljanić i Gregorović 2003). Srednja godišnja temperatura u razdoblju od 1983. do 1992. godine za meteorološku postaju Vinkovci iznosi 11,5 °C, a prosječna godišnja količina oborina 580 mm (Prpić 2003). Budući se količina oborina u sjevernoj Hrvatskoj smanjuje idući od zapada prema istoku (Rauš i Šegulja 1983), postoje naznake da hrastove šume u Spačvi ne mogu zadovoljiti transpiracijske potrebe iz

oborina, već su prisiljene nedostatkom oborinske vode nadoknaditi podzemnom vodom (Prpić 2003).

Najveće površine bazena zauzimaju šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom, i šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (Prpić 2003). U razdoblju od 1970. do 1990. godine evidentirana je promjena u zastupljenosti pojedinih šumskih zajednica, odnosno za 21 % povećan je udio zajednica koje indiciraju suše stanište, posebice sastojina u nizi sa žestiljem (Rauš 1990). Na istome je području metodama fotointerpretacije oštećenosti krošanja ustanovljen najveći postotak oštećenosti stabala hrasta lužnjaka u slučajevima kada dolazi do izrazite promjene iz vlažnijih u suše zajednice (Kalaš i dr. 1993).

MATERIJALI I METODE – Materials and methods

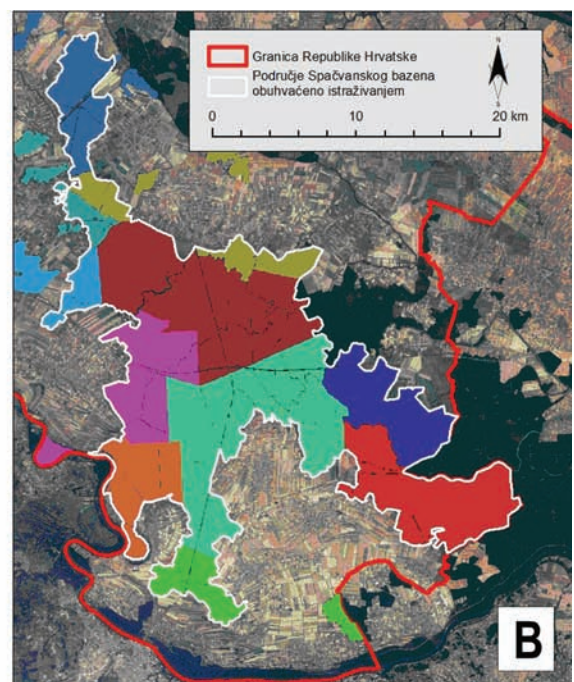
U nedostatku precizno definirane terminologije vezane za problematiku sušenja i/ili propadanja lužnjaka u Hrvatskoj, mi u ovome radu koristimo opće prihvaćene termine “sušac” i “3B stablo”. “Sušac” označava doznačeno i posječeno mrtvo, suho ili odumrlo stablo, odnosno ono stablo kod kojega su bespovratno prekinute sve fiziološke funkcije. Termin “3B stablo” odnosi se na doznačeno i posječeno stablo hrasta lužnjaka izrazito lošega zdravstvenog stanja, to jest odumiruće stablo za koje se može pretpostaviti da će uskoro odumrijeti. Svi izračuni u ovome radu i zaključci koji iz dobivenih rezultata proizlaze, temelje se na podacima koji se u okviru redovitoga gospodarenja prikupljaju u “Hrvatskim šumama” d.o.o. Zagreb i pohranjuju u jedinstvenu bazu podataka HS Fond. U HS Fond podaci o posječenim su-

šcima i 3B stablima unose se zbirno i nije moguće iz preuzetih podataka jasno odijeliti sušce i 3B stabla. Zbog toga se u daljnjem tekstu koristi zbirni termin “sušci i 3B stabla”.

Za potrebe ovoga rada preuzeti su sljedeći podaci: informacije o strukturi sastojine (obrazac O-2) za odsjeke 11 odabranih gospodarskih jedinica iz Osnova gospodarenja izrađenih unutar promatranoga razdoblja (1996. do 2006. godine), te podaci o izvršenim radovima (sječi) od 1996. do 2006. godine razvrstani prema tipu sječe i vrsti prihoda.

Prije obrade podataka bilo je potrebno riješiti problem prostorno-vremenske neujednačenosti preuzetih podataka (slika 2) koja proizlazi iz vremenske dinamike izrade osnova gospodarenja za odabrane gospodarske

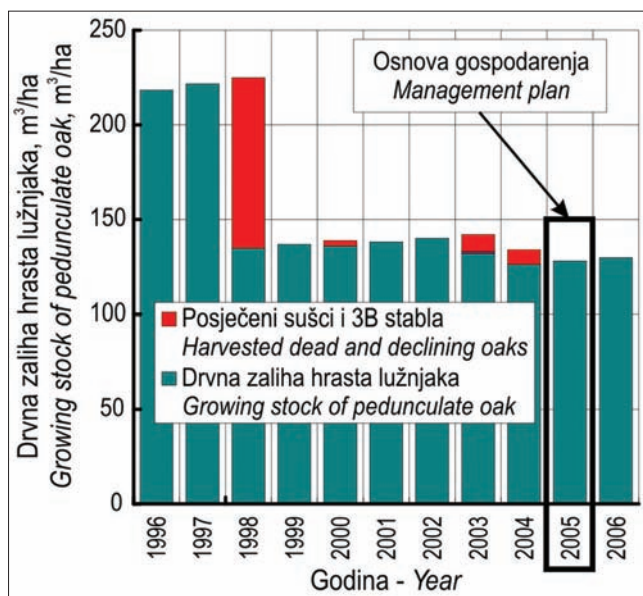
Gospodarska jedinica <i>Management unit</i>	Početna godina Osnove gospodarenja <i>First year of the Management Plan</i>										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Kunjevci											
Ceranski lugovi											
Otočke šume											
Slavir											
Kusare											
Kragujna											
Vrbanjske šume											
Desićevo											
Trizlovi-Rastovo											
Debrinja											
Topolovac											



Slika 2. Vremenska (A) i prostorna (B) heterogenost preuzetih podataka; gospodarske jedinice su na karti označene različitim bojama
Figure 2 Time (A) and space (B) heterogeneity of acquired data; management units are marked with different colours on the map

jedinice. Prilikom izrade osnova gospodarenja nije neobičajeno da dođe do promjena naziva ili površine odsjeka. Na primjer, nekoliko se odsjeka može spojiti u jedan, ili se jedan odsjek može razdijeliti u više novih. Kako bi osigurali da se preuzete informacije o strukturi sastojine i o izvršenim sječama uvijek odnose na isti odsjek, odnosno na istu površinu, izdvojeni su odsjeci koji zadovoljavaju sljedeće kriterije: (1) uređajni razred hrasta lužnjaka; (2) površina odsjeka neizmijenjena u dvije osnove u nizu; (3) starost sastojine veća od 20 godina u godini izrade osnove i manja od 120 godina u 1996. godini; (4) površina odsjeka veća od 5 ha; (5) u odsjeku unutar promatranoga razdoblja nisu evidentirane oplodne sječe. Za istraživanje je ukupno odabrano 962 odsjeka koji su zadovoljili sve kriterije. Ukupna površina odabranih odsjeka iznosi 20 671 ha.

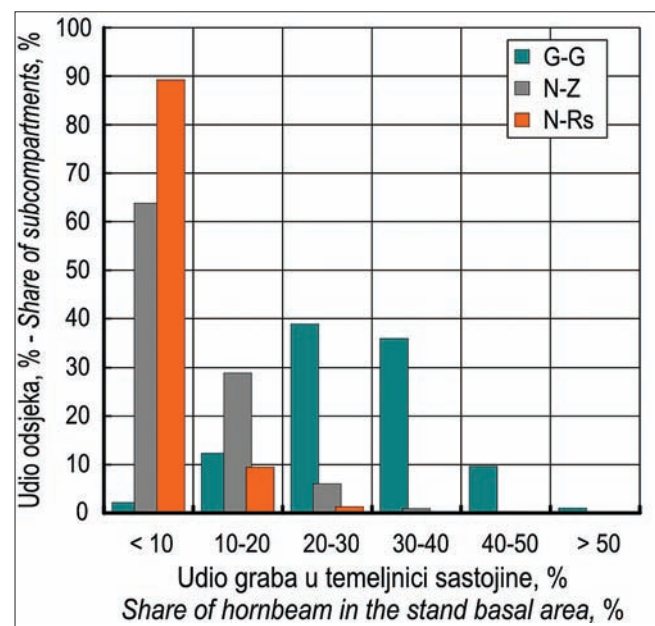
Za izračun kretanja drvene zalihe hrasta lužnjaka u odabranim odsjecima tijekom promatranoga razdoblja razvijen je algoritam kojim je za svaku godinu drvena zaliha određena pomoću drvene zalihe lužnjaka u godini izrade osnove, postotka prirasta drvene zalihe i evidentiranih sječa po godinama. Postupak je detaljnije prikazan u radu Dekanića i dr. (2009), a na primjeru



Slika 3. Izračunata dinamika drvene zalihe lužnjaka na primjeru jednog odsjeka

Figure 3 Calculated dynamics of oak growing stock on the example of one subcompartment

jednog odsjeka (slika 3) prikazat ćemo osnovne indikatore koje smo koristili za ocjenu intenziteta sječe sušaca i 3B stabala u ovome radu. U prikazanome je odsjeku drvena zaliha hrasta lužnjaka računata od godine izrade osnove (2005) prema nazad (do 1996.) i prema naprijed (do 2006), a sječa sušaca i 3B stabala obavljena je u četiri navrata (1998, 2000, 2003. i 2004. godine). Najveći je intenzitet sječe sušaca i 3B stabala zabilježen u 1998. godini kada je posječeno 90 m³/ha, odnosno 40 % od trenutne drvene zalihe lužnjaka u odsjeku. Ukupni je intenzitet sječe sušaca i 3B stabala u promatranome razdoblju iznosio 109 m³/ha. Za uvid u intenzitet s obzirom na starost sastojine koristit će se ukupno posječeni obujam u promatranome razdoblju (m³/ha), dok će se za uvid u dinamiku i analizu razlika između šumskih zajednica koristiti još i prosječni godišnji iznosi u m³/ha i prosječni godišnji postotni iznosi posječene drvene zalihe lužnjaka. Razlika u ukupnome intenzitetu sječe sušaca i 3B stabala u promatranome razdoblju među promatranim biljnim zajednicama ispitana je i neparametarskim Kruskal-Wallisovim testom (Sokal i Rolf 2006).



Slika 4. Distribucija udjela odabranih odsjeka prema zastupljenosti običnoga graba u ukupnoj temeljnici sastojine

Slika 4 Distribution of selected subcompartments by the share of common hornbeam in the stand basal area

Tablica 2. Šumske zajednice prema kojima je izvršeno grupiranje odabranih odsjeka

Table 2 Forest communities for the grouping of the selected subcompartments

Oznaka Label	Šumska zajednica Forest community	Vlažnost staništa Site moisture
G-G	Tipična šuma hrasta lužnjaka s običnim grabom <i>Carpino betuli-Quercetum roboris typicum</i> Rauš 1973	svježe moist
N-Z	Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem <i>Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici</i> Rauš 1971	srednje vlažno medium wet
N-Rs	Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem <i>Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae</i> Ht. 1938	vlažno wet

Fitocenološka pripadnost odsjeka u gospodarskim jedinicama Spačvanskoga bazena prvotno je određena prema fitocenološkoj karti Rauša (1972), a kod izlučivanja odsjeka pri ponovnim izradama osnova, taksator evidentira eventualne promjene. Prema fitocenološkoj pripadnosti odabrani su odsjeci razvrstani u tri grupe (tablica 2). U nizinskim lužnjakovim šumama obični je grab najbolji indikator režima vlaženja staništa, odnosno niske razine podzemne vode i izostanka poplava

(Dekanić 1962). Analizom razlika u udjelima graba u temeljnici odabranih odsjeka potvrđena je usklađenost izvršenog grupiranja odsjeka s osnovnim fitocenološkim pretpostavkama vezanim uz ove tri šumske zajednice (slika 4). Grupa odsjeka na gredi jasno je odijeljena od ostale dvije zajednice u nizi, a veći udjeli graba u temeljnici sastojina sa žestiljem ukazuju na nešto suši karakter staništa u odnosu na zajednicu s ras-tavljenim šašem.

REZULTATI – Results

a) Struktura uzorka – a) Sample structure

Osnovni podaci o odabranim odsjecima prikazani su u tablici 3. U uzorku su po broju odsjeka i ukupnoj površini najzastupljenije sastojine na gredi. Prosječni udio hrasta lužnjaka u ukupnoj temeljnici sastojine značajno je veći u sastojinama u nizi (68,6 % i 68,1 %) u odnosu

na sastojine na gredi (51,7 %). Najveći zabilježeni udio lužnjaka u temeljnici sastojina na gredi iznosi 84 %, dok se među sastojinama u nizi mogu pronaći i odsjeci u kojima u potpunosti dominira hrast lužnjak, odnosno čiste lužnjakove sastojine (96,7 % i 99,2 %).

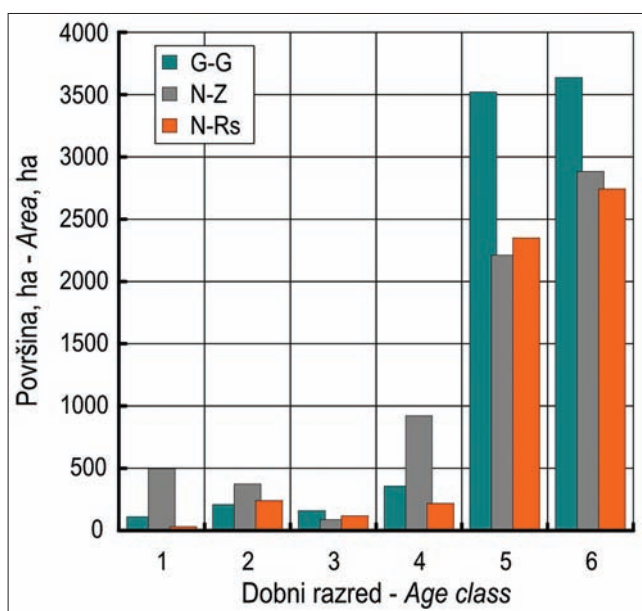
Tablica 3. Osnovni podaci o odabranim odsjecima

Table 3 Basic characteristics of selected subcompartments

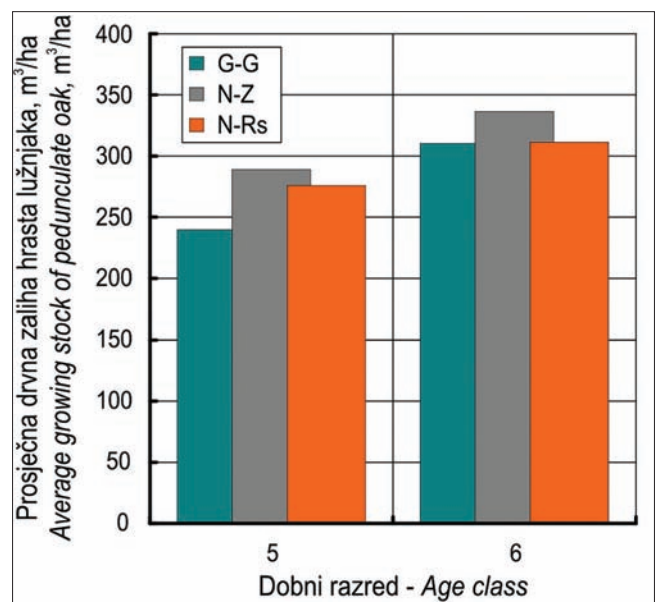
	Grupa – Group		
	G-G	N-Z	N-Rs
Broj odabranih odsjeka, n <i>Number of selected subcompartments, n</i>	414	315	233
Ukupna površina, ha <i>Total area, ha</i>	7990,5	6977,3	5703,5
Prosječna površina odsjeka, ha <i>Average area of subcompartment, ha</i>	19,3 (5,0 - 62,1)	22,2 (5,0 - 70,9)	24,5 (5,1 - 68,6)
Prosječna starost sastojine 1996., god <i>Average stand age, years</i>	96 (15 - 120)	85 (14 - 119)	93 (19 - 115)
Prosječni udio hrasta lužnjaka u temeljnici sastojine, % <i>Average share of pedunculate oak in stand basal area, %</i>	51,7 (10,4 - 84,2)	68,6 (23,0 - 96,7)	68,1 (22,9 - 99,2)

* napomena: u zagradama su navedene najveće i najmanje vrijednosti (min – max)

* note: numbers in brackets represent minimal and maximal values (min – max)



Slika 5. Distribucija površine uzorka po dobnim razredima
Figure 5 Distribution of sample area by age classes

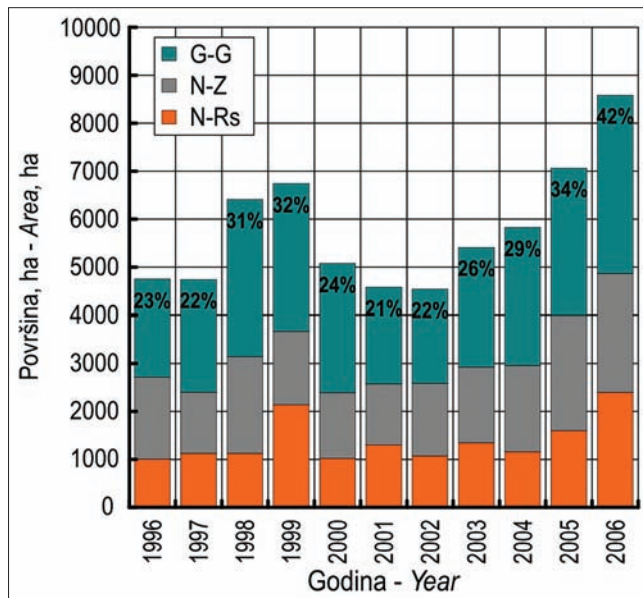


Slika 6. Prosječna drvena zaliha hrasta lužnjaka u 5. i 6. dobnom razredu (1996. godina)

Figure 6 Average oak growing stock in the fifth and sixth age class (1996)

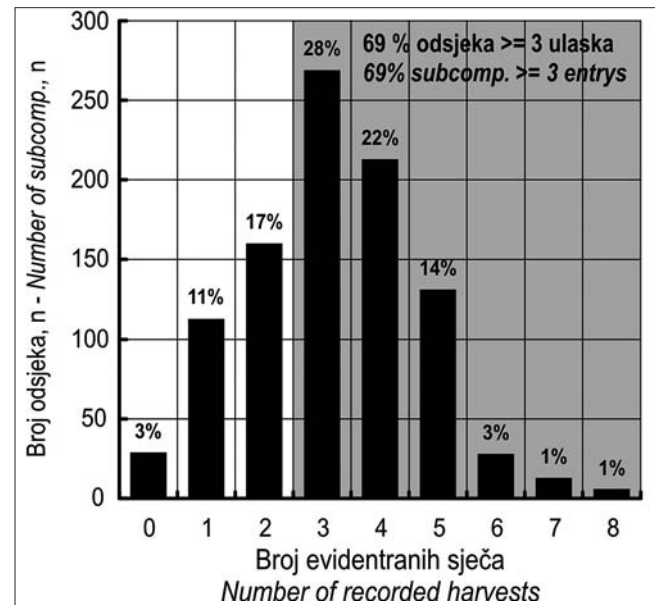
U prosjeku su najmlađe sastojine u nizi sa žestiljem (85 godina), dok su sastojine u nizi sa rastavljenim šašem i sastojine na gredi podjednake starosti. Raspodjela površine uzorka po dobnim razrednima (slika 5) u potpunosti odražava stvarnu starosnu strukturu lužnjakovih sastojina Spačvanskoga bazena (Grgljanić i Gregorović 2003). Čak 83 % površine odabranih odsjeka nalazi se u petom i šestom dobnom razredu, pri

čemu je udio površine sastojina na gredi u oba doba razreda veći od udjela ostale dvije šumske zajednice. U mlađim dobnim razredima po površini dominiraju sastojine u nizi sa žestiljem, što je posljedica povećanja udjela te šumske zajednice tijekom zadnjih desetljeća (Rauš 1990). Prosječna drvena zaliha hrasta lužnjaka u dva najzastupljenija doba razreda najveća je u sastojinama u nizi sa žestiljem (slika 6).



Slika 7. Površina uzorka na kojoj je evidentirana sječa
Figure 7 Sample area with recorded harvests

Sječa sušaca i 3B stabala nije se obavljala svake godine na cijeloj površini uzorka, već je varirala tijekom istraživanoga razdoblja (slika 7). Uz izuzetak 1998. i 1999. godine kada je povećan obujam sječa zbog sanacije posljedica olujnoga nevremena iz 1998. godine, u prvih je sedam godina sječa obavljena uglavnom na 20 do 24 % promatrane površine. Nakon 2003. godine površina na kojoj se obavlja sječa postojano raste do čak 42 % u 2006. godini. Omjer površina na kojima je bila



Slika 8. Distribucija odsjeka prema broju evidentiranih sječa pridobivanja drva u promatranom razdoblju
Figure 8 Distribution of subcompartments by the number of harvest events in the investigated period

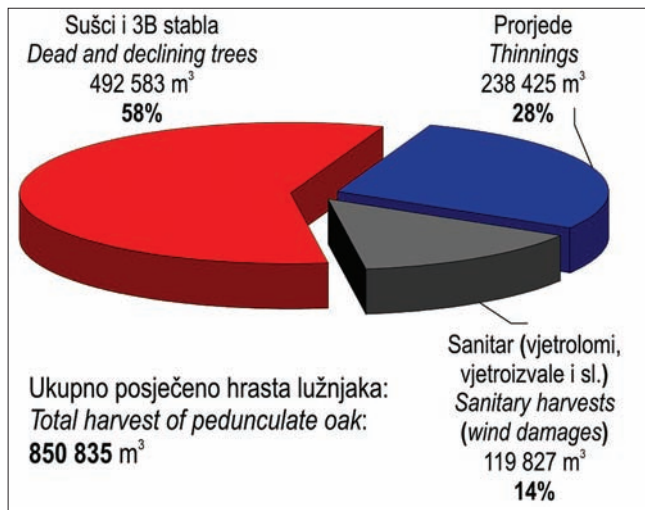
obavljena sječa u svakoj je godini ravnomjerno raspoređen između tri grupe odsjeka.

U 3 % odsjeka (680 ha) nije evidentirana sječa tijekom promatranoga razdoblja. U 69 % odabranih odsjeka zahvati pridobivanja drva obavljani su 3 i više puta, a u 20 % odsjeka praktički svake druge godine (pet ulazaka).

b) Sječa sušaca i 3B stabala od 1996. do 2006. godine
b) Harvest of dead and declining trees from 1996 to 2006

Tijekom 11 godina u promatranim je odsjecima ukupno posječeno 850 835 m³ hrasta lužnjaka (slika 9). Od ukupno posječene drvene zalihe 28 % (238 425 m³) odnosilo se na redovni prethodni prihod, dok je kroz suše i 3B stabla posječeno čak 58 % (492 583 m³). Zbog sanacije posljedica olujnoga nevremena koje je 1998. godine zahvatilo južni dio Spačvanskoga bazena, udio drvene zalihe posječene u sanitarnim sječama (vjetrolomi i vjetrolomci) također iznosi visokih 14 % (119 827 m³). Sječe izvaljenih i prelomljenih stabala obavljene su tijekom 1998. i 1999. godine, i u tim je godinama udio sanitarnih sječa u ukupno posječenom obujmu bio vrlo visok.

Godišnji obujam posječenih sušaca i 3B stabala pada od 1996. prema 1999. godini kada ih je posječeno najmanje (19 220 m³), zatim opet raste lagano do 2002. godine (slika 10). Nakon izrazito sušne 2003. godine ukupna količina posječenih sušaca i 3B stabala naglo raste do najveće zabilježene vrijednosti od 86 000 m³ posječenih 2005. godine. Povećanje ukupne godišnje količine posječenih sušaca i 3B stabala nakon izrazito sušne 2003. godine sigurno je dijelom uzrokovano posljedicama koje je ta sušna epizoda ostavila na stablima hrasta lužnjaka. Međutim na povećanje ukupne količine posječenih sušaca i 3B stabala može utjecati i povećanje površine na kojoj se obavljala doznaka i sječa kao



Slika 9. Struktura ukupno posječenoga obujma hrasta lužnjaka od 1996. do 2006. godine

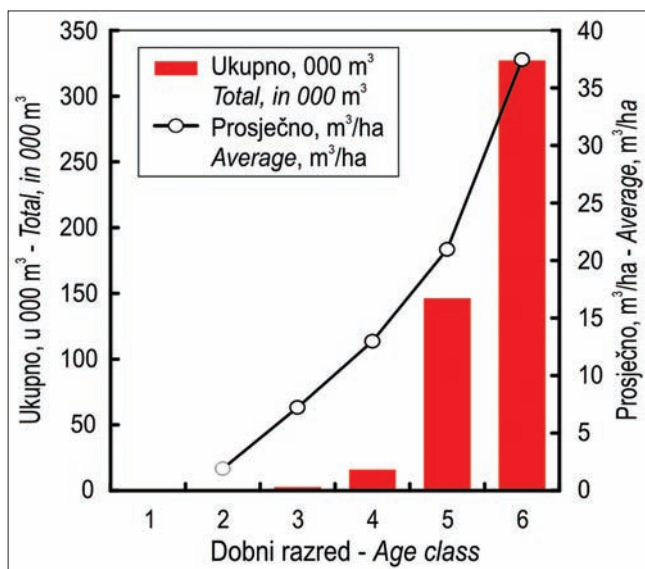
Figure 9 Structure of the oak volume harvested between 1996 and 2006

posljedica prilagodbi u organizaciji rada unutar “Hrvatskih šuma” d.o.o. Stoga se ukupna godišnja količina posječenih sušaca i 3B stabala ne može uzimati kao ocjena sušnih uvjeta te godine, ali se štetne posljedice suše mogu iščitati iz dinamike sječe sušaca i 3B stabala tijekom duljeg razdoblja. Na primjer, u 2005. godini,

c) Sječa sušaca i 3B stabala s obzirom na starost sastojine

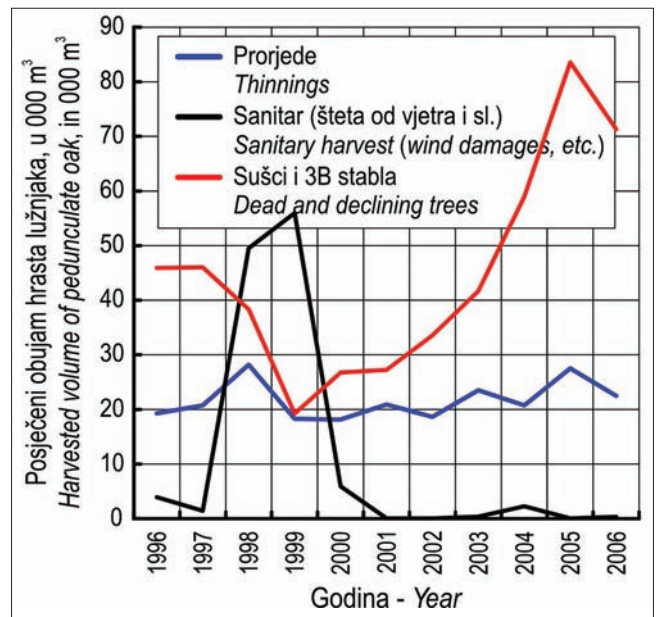
c) Harvest of dead and declining trees according to stand age

I ukupna i prosječna količina posječenih sušaca i 3B stabala hrasta lužnjaka postojano raste sa starosti sastojine, odnosno od drugoga prema šestom dobnom razredu (slika 11). Zajedno je u sastojinama petoga i šestog dobno razreda posječeno čak 96 %, od ukupno posječe-



Slika 11. Ukupne i prosječne količine sušaca i 3B stabala posječene po dobnim razredima

Figure 11 Total and average volume of dead and declining oaks harvested per age classes

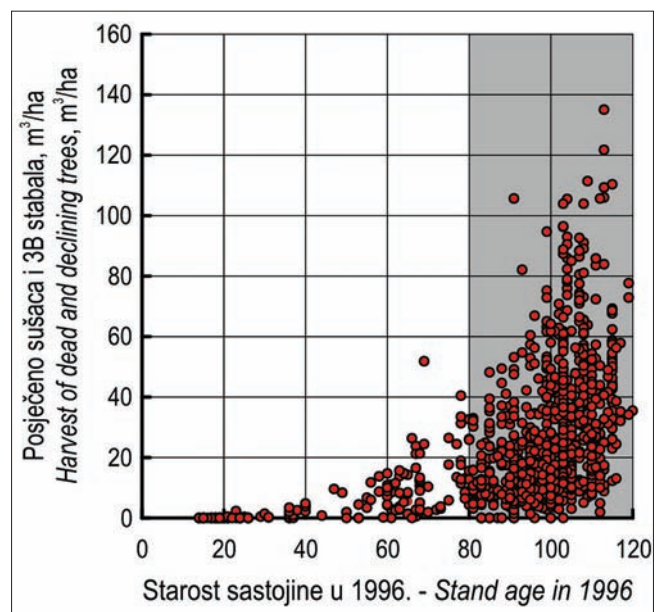


Slika 10. Dinamika sječe hrasta lužnjaka od 1996. do 2006. godine

Figure 10 Dynamics of pedunculate oak harvest between 1996 and 2006

odnosno dvije godine nakon sušne epizode, posječeno je dvostruko više sušaca i 3B stabala negoli u samoj sušnoj 2003. godini (slika 10).

noga obujma sušaca i 3B stabala. U sastojinama šestoga dobnog razreda posječeno je 66 % (327 058 m³), a dvostruko manje (146 252 m³, odnosno 30 %) u sastojinama petoga dobnog razreda. Prosječni intenzitet sječe sušaca



Slika 12. Intenzitet sječe sušaca i 3B stabala (m³/ha u promatranom razdoblju) u ovisnosti o starosti odsjeka

Figure 12 Intensity of harvest of dead and declining trees (m³/ha in the investigated period) in relation with stand age

i 3B stabala hrasta lužnjaka po jedinici površine (m^3/ha) također raste od drugog prema šestom dobnom razredu (slika 11), i najveći je u šestom dobnom razredu.

Iako su sastojine petoga i, posebice šestoga dobnog razreda najranjivije prema prikazanim prosječnim vrijednostima (slika 11), među sastojinama unutar istoga dobnog razreda postoji vrlo velika varijabilnost u intenzitetu (slika 12). Obujam posječenih sušaca i 3B stabala u pro-

matranome razdoblju (m^3/ha u odsjeku) naglo raste nakon starosti sastojine od 80 godina, odnosno nakon ulaska sastojine u peti dobní razred. Najveći zabilježeni intenzitet iznosi $135 \text{ m}^3/\text{ha}$, odnosno $12,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ godišnje, dok je s druge strane u 60 % odsjeka starijih od 80 godina tijekom promatranoga razdoblja posječeno manje od $30 \text{ m}^3/\text{ha}$, odnosno manje od $2,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ godišnje.

d) Sječa sušaca i 3B stabala s obzirom na stanište/šumsku zajednicu

d) *Harvest of dead and declining trees according to site/forest community*

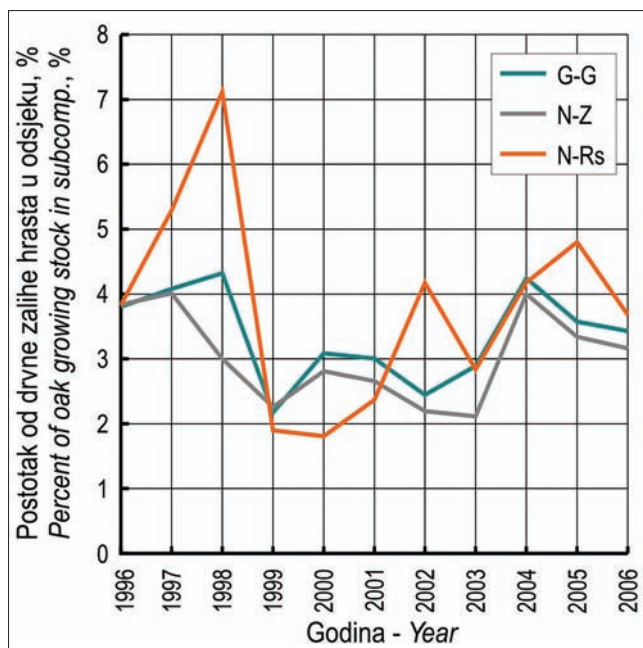
Od ukupne količine sušaca i 3B stabala posječenih u promatranome razdoblju, najveći je dio posječen u zajednicama na gredi ($223\,189 \text{ m}^3$), a najmanji u zajednicama u nizi ($116\,035 \text{ m}^3$). Budući su zajednice na gredi i najzastupljenije u uzorku, kako po broju, tako i po ukupnoj površini, ukupnu količinu posječenih sušaca nije se moglo koristiti za usporedbu intenziteta sječe u sastojinama tri šumske zajednice. Stoga su razlike dalje istražene promatrajući: (1) dinamiku intenziteta sječe po godinama tijekom promatranoga razdoblja (slika 13) i (2) ukupni intenzitet sječe sušaca i 3B stabala u promatranome razdoblju iskazan po jedinici površine (m^3/ha) (slika 14).

S obzirom na dinamiku intenziteta sječe sušaca i 3B stabala tijekom 11 godina iskazanu u prosječnom godišnjem postotku posječene drvene zalihe lužnjaka u odsjeku, najveće su razlike utvrđene između šumske zajednice najvlažnijega staništa (N-Rs) u odnosu na ostale dvije zajednice (G-G i N-Z). Sastojine u nizi s rastavljenim šašem pokazuju najveće kolebanje, u

njima je zabilježen najveći (7,1 % 1998. godine), ali također i najmanji (1,8 % 2000. godine) prosječni godišnji intenzitet.

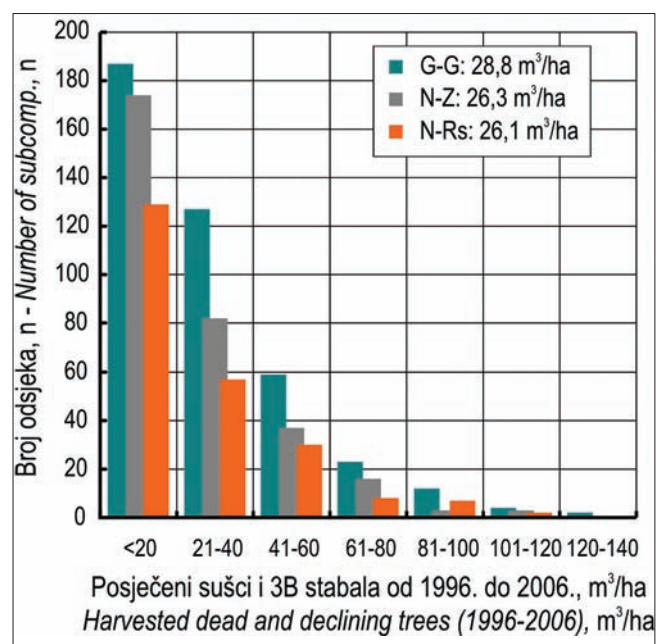
Na stres uzrokovan sušnim razdobljem 2003. godine, sve su tri zajednice reagirale vrlo slično – povećanjem intenziteta sušenja u idućim godinama. No, dok se u 2005. godini intenzitet u zajednicama s grabom i žestiljem smanjuje, u zajednici s rastavljenim šašem i dalje je u porastu. U zajednicama u nizi s rastavljenim šašem intenzitet raste nakon 1996, 2000. i 2003. godine, i u puno većoj mjeri koleba, odnosno puno je osjetljiviji od ostale dvije zajednice. Tijekom cijeloga razdoblja od 1996. do 2006. godine, kretanje prosječnoga godišnjeg intenziteta sječe sušaca i 3B stabala u sastojinama u nizi sa žestiljem (N-Z) gotovo je istovjetan onome sastojina na gredi sa grabom (G-G) (slika 13).

S druge strane, promatrajući distribuciju odsjeka tri biljne zajednice prema ukupnome intenzitetu sječe sušaca u promatranome razdoblju (m^3/ha), ne mogu se primijetiti značajnije razlike (slika 14). Bez obzira na



Slika 13. Dinamika prosječnog godišnjeg intenziteta sječe sušaca i 3B stabala

Figure 13 Dynamics of average yearly intensity of harvest of dead and declining trees



Slika 14. Distribucija odsjeka prema ukupnome intenzitetu sječe sušaca i 3B stabala u promatranome razdoblju

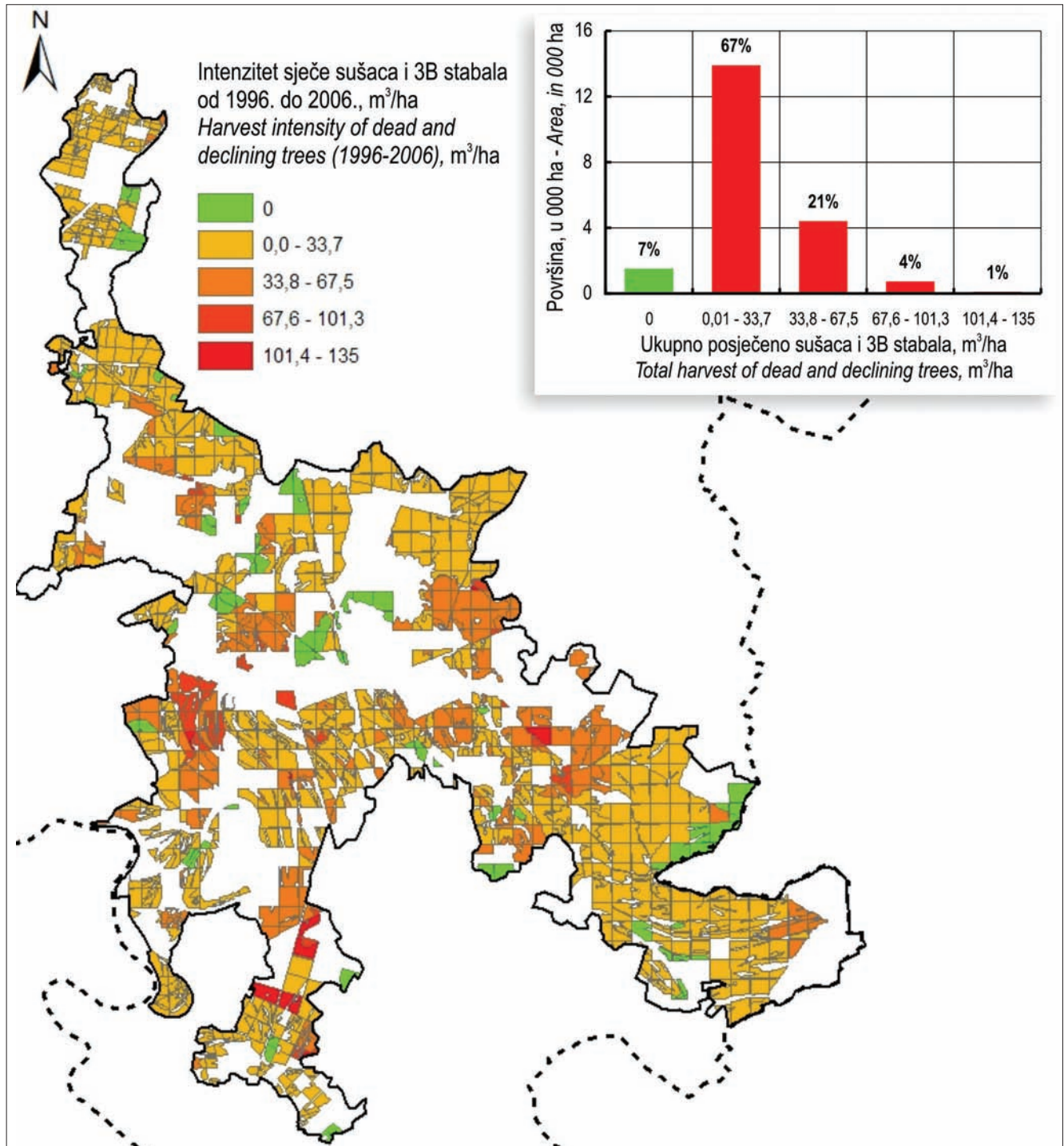
Figure 14 Distribution of subcompartments by the total intensity of harvest of dead and declining trees

različit broj odsjeka u grupama, sve tri distribucije imaju isti oblik. Kako se radi o distribucijama koje značajno odstupaju od normalne, razlike su ispitane neparametarskim Kruskal-Wallisovim testom. Utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike u ukupno posječenome obujmu sušaca i 3B stabala (m^3/ha) u promatranome razdoblju između tri biljne zajednice ($n=891$; $H=3,825$; $p>0,05$) Prosječno je nešto veći intenzitet sječe sušaca bio u sastojinama na gredi

($28,8 m^3/ha$), dok je u zajednicama u nizi podjednak ($26,3 m^3/ha$ u zajednici sa žestiljem, te $26,1 m^3/ha$ u zajednici s rastavljenim šašem).

Dakle, sječa sušaca i 3B stabala u tri šumske zajednice tijekom promatranoga razdoblja ne razlikuje se značajno u ukupnome intenzitetu, ali se razlikuje u dinamici sječe po godinama.

Na kraju je na slici 15 prikazan prostorni raspored odabranih odsjeka unutar Spačvanskoga bazena prema



Slika 15. Prostorna raspodjela promatranih odsjeka prema razredima ukupno posječene količine sušaca i 3B stabala od 1996. do 2006. godine

Figure 15 Spatial distribution of subcompartments according to classes of total harvested volume of dead and declining trees (1996-2006)

intenzitetu sječe sušaca i 3B stabala, kao i distribucija promatrane površine po razredima intenziteta sječe sušaca i 3B stabala. Na 7 % površine uzorka tijekom promatranoga razdoblja nije evidentirana sječa sušaca i 3B stabala, i tu se uglavnom radi o sastojinama do četvrtog dobnog razreda. Površina na kojoj je bilo sječe sušaca i 3B stabala (93 %) podijeljena je na četiri razreda intenziteta. Najveći dio površine (67 %) jednoliko raspoređen po cijeloj površini Spačvanskog bazena nalazi se u kategoriji intenziteta do 33,7 m³/ha posječenih od 1996. do 2006. godine. U ostalim kategorijama nalazi

RASPRAVA I ZAKLJUČCI – Discussion and conclusions

Tijekom 11 godina u promatranim je odsjecima ukupno posječeno 850 835 m³ hrasta lužnjaka, od čega se čak 58 % (492 583 m³) odnosilo na sušce i 3B stabla. Zbog sanacije posljedica olujnoga nevremena iz 1998. godine udio drvne zalihe posječene u sanaciji vjetroloma i vjetrozvala također iznosi vrlo visokih 14 % (119 827 m³).

Još jedan čimbenik koji se povećava sa starosti sastojine, a koji može igrati značajnu ulogu u kompleksu sušenja lužnjaka je i broj ulazaka teške mehanizacije prilikom sječe, izrade i izvlačenja sortimenata hrasta lužnjaka, većinom u doznaci i sječi sušaca i 3B stabala. U više od 69 % odabranih odsjeka zahvati pridobivanja drva obavljani su 3 i više puta, a u 20 % odsjeka praktički svake druge godine (pet ulazaka). U ovisnosti o starosti, u normalnim bi uvjetima u razdoblju od jednoga desetljeća u sastojine trebalo ući jedan ili najviše dva puta. Povećanje broja zahvata pridobivanja drva i posljedično povećanje potencijalne opasnosti ozljeđivanja stabala i sabijanja tla, rezultat je nastojanja da se umanje ekonomske posljedice gubitka furnirskih trupaca i drugih kvalitetnih sortimenata u osušenim stablima hrasta lužnjaka. Pri planiranju radova sječe, izrade i izvlačenja sušaca potrebno je posvetiti više pozornosti kako bi se gažena površina svela na najmanju moguću mjeru, a isto tako i broj stabala koji nakon obavljene sječe ostaje u šumi s mehaničkim oštećenjima.

Ukupni godišnji obujam posječenih sušaca i 3B stabala pada od 1996. prema 1999. godini kada ih je posječeno najmanje (19 220 m³), zatim opet lagano raste do 2002. godine. Nakon izrazito sušne 2003. godine godišnja količina posječenih sušaca i 3B stabala naglo raste do najveće zabilježene vrijednosti od 86 000 m³ posječenih 2005. godine. U 2005. godini posječeno je dvostruko više sušaca i 3B stabala nego u samoj sušnoj godini (2003), što ukazuje na činjenicu da se godišnja količina posječenih sušaca i 3B stabala ne može uzimati kao ocjena sušnih uvjeta te godine. Štetne posljedice suše i drugih negativnih čimbenika mogu se iščitati iz dinamike sječe sušaca i 3B stabala tijekom duljeg razdoblja, pri čemu u obzir treba uzeti i utjecaj

se 26 % promatrane površine, i ugrubo se može reći da su odsjeci ovih kategorija raspoređeni uglavnom u središnjem dijelu bazena. Ipak, iz prikazanoga se prostornoga rasporeda ne može sa sigurnošću zaključivati o grupiranju odsjeka određene kategorije intenziteta, odnosno o neotpornosti ili predispoziciji sastojina određenoga područja bazena na sušenje, jer osim prostornoga rasporeda postoji i cijeli niz ostalih čimbenika (npr. grupiranje odsjeka različitih dobnih razreda) koje treba uzeti u obzir.

promjena u veličini površina na kojima se sječa obavljala u različitim godinama.

Intenzitet sječe sušaca i 3B stabala naglo raste nakon ulaska sastojine u peti dobnii razred, odnosno nakon starosti sastojine od 80 godina. Od ukupno posječenoga obujma sušaca i 3B stabala, čak je 96 % posječeno u sastojinama petoga i šestog dobnog razreda, što je posebice zabrinjavajuće kada se uzme u obzir da se na oko 74 % površine Spačvanskoga bazena nalaze upravo sastojine uređajnog razreda hrasta lužnjaka starije od 80 godina.

Ovaj je rezultat u skladu s opće prihvaćenim uvjerenjem da se starije i stare sastojine intenzivno suše. Međutim, daljnom je analizom ustanovljeno da postoji izrazito velika varijabilnost u intenzitetu sječe sušaca i 3B stabala unutar istoga dobnog razreda, odnosno i među sastojinama petoga i šestoga dobnog razreda postoje sastojine u kojima je sječa sušaca i 3B stabala bila zanemarivo niskoga intenziteta. Na primjer, na četvrtini ukupne površine petoga i šestog dobnog razreda obuhvaćene ovim istaživanjem, u promatranome je razdoblju intenzitet sječe sušaca i 3B stabala iznosio manje od 1 m³/ha godišnje.

Dakle, ne može se generalizirati kada se govori o ulozi starosti sastojine u procesu sušenja hrasta lužnjaka, jer starost sastojine vjerojatno samo pojačava ostale negativne čimbenike u onim sastojinama u kojima su ti čimbenici već prisutni. O ovome bi svako trebalo voditi računa, kada se na primjer razmatra mogućnost snižavanja ili povećavanja ophodnje lužnjakovih sastojina kao pokušaj prilagodbe načina gospodarenja uvjetima sušenja i propadanja.

Gledajući vrijednosti ukupno posječenoga obujma sušaca i 3B stabala tijekom promatranoga razdoblja (m³/ha) nisu ustanovljene statistički značajne razlike među odsjecima tri biljne zajednice. Suprotno očekivanjima, u prosjeku je najveći ukupni intenzitet sječe sušaca i 3B stabala utvrđen u šumskoj zajednici na gredi (28,8 m³/ha), dok je u zajednicama u nizi nešto niži (26,3 m³/ha u zajednici sa žestiljem, te 26,1 m³/ha u zajednici s rastavljenim šašem).

Razlike su ipak potvrđene, ali ne u ukupnome intenzitetu, već u dinamici tijekom promatranoga razdoblja. U tom je smislu potvrđena pretpostavka da su sastojine u nizi sa rastavljenim šašem nestabilnije od ostale dvije zajednice, jer je u njima zabilježen i najveći (7,1 % 1998. godine), ali također i najmanji (1,8 % 2000. godine) prosječni godišnji intenzitet iskazan kao postotak od posječene drvene zalihe hrasta u odsjeku. Osim toga, potrebno je detaljnije istražiti posljedice koje sušenje stabala hrasta lužnjaka ostavlja u strukturi sastojine, posebice s obzirom na zastrtost tla krošnjama. Naime, sječa sušaca i 3B stabala istoga intenziteta (m^3/ha) u sastojinama u nizi može ostaviti puno veće posljedice s obzirom na izostanak podstojne etaže. U sastojinama na gredi grab i nakon uklanjanja stabala lužnjaka nastavlja štiti tlo. Na stres uzrokovan izrazitim sušnim razdobljem 2003. godine, sve su tri zajednice reagirale vrlo slično – povećanjem intenziteta sječe sušaca i 3B stabala u idućim godinama, no, dok se u 2005. godini intenzitet u zajednicama s grabom i žestiljem smanjuje, u zajednici s rastavljenim šašem i dalje je u porastu.

Prostorno definirana baza podataka za lužnjakove sastojine Spačvanskoga bazena koja je nastala kao re-

zultat ovoga rada, nastaviti će se nadopunjavati podacima i u idućim godinama. Povezivanje s drugim bazama podataka, primjerice s rezultatima motrenja razina podzemne vode s mreže piezometarskih postaja, omogućit će daljnje složenije i detaljnije prostorno-vremenske analize trendova sušenja hrasta lužnjaka.

Zaključci temeljeni na rezultatima ovoga istraživanja odnose se na značajke sušenja u lužnjakovim sastojinama Spačvanskoga bazena. Daljnjom primjenom metodologije prikazane u ovome članku provjerit će se vrijede li donešeni zaključci i u ostalim većim lužnjakovim kompleksima u Hrvatskoj. Za očekivati je da bi moglo doći do nekih odstupanja zbog razlika između Spačvanskoga bazena i drugih lužnjakovih staništa u Hrvatskoj koje se ponajprije očituju u: (1) različitim hidrotehničkim zahvatima učinjenima tijekom 19. i 20. stoljeća i njihovim utjecajem na lokalni režim plavljenja i razina podzemne vode, (2) prevladavajućim tipovima tala i (3) različitim količinama i režimima oborinskih voda tijekom vegetacijskoga razdoblja.

ZAHVALA – Acknowledgement

Ovaj rad ne bi bilo moguće napraviti bez pomoći “Hrvatskih šuma” d.o.o. Zagreb, koji su nam na raspo-

laganje stavili veliku količinu podataka prikupljenih tijekom njihovog svakodnevnog rada.

LITERATURA – References

- Anon. 2006: Šumskogospodarska osnova područja RH, 2006.–2015. “Hrvatske šume” d.o.o. Zagreb.
- Anon. 2007: Hrvatske šume d.o.o. – Business report. “Hrvatske šume”, d.o.o. Zagreb, str. 1–60.
- Baričević, D., 1999: Ekološko-vegetacijske promjene u šumama hrasta lužnjaka na području G.J. “Žutica”. Šum. list CXXXIII (1–2):17–28.
- Breda, N., R. Huc, A. Granier, E. Dreyer, 2006: Temperate forest tree and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Ann. For. Sci.* 63: 625–644.
- Dekanić, I., 1962: Utjecaj podzemne vode na pridozrak i uspijevanje šumskoga drveća u posavskim šumama kod Lipovljana. *Glas. Šum. pokuse* 15: 5–118.
- Dekanić, I., 1974: Utjecaj visine i oscilacije nivoa podzemnih voda na sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Šum. list* 99 (7–10): 267–280.
- Dekanić, S., T. Dubravac, I. Pilaš, K. Indir, 2009: Dinamika sušenja hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine s obzirom na starost sastojine i fitocenološku pripadnost. U: Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, 24. rujna 2009., Zagreb, Zbornik radova (u tisku).
- Dickson, R. E., P. T. Tomlinson, 1996: Oak growth, development and carbon metabolism in response to water stress. *Ann. Sci. For.* 53: 181–196.
- Donaubauer, E., 1998: Die Bedeutung von Krankheitsserregern beim gegenwärtigen Eichensterben in Europa – eine Literaturübersicht. *Eur. J. For. Path* 28: 91–98.
- Führer, E., 1998: Oak decline in Central Europe: A synopsis of hypotheses. USDA Forest Service General Technical Report NE-247: 7–24.
- Gaertig, T., H. Schack-Kirchner, E.E. Hildebrand, K. v. Wilpert, 2002: The impact of soil aeration on oak decline in southwestern Germany. *For. Ecol. Manage.* 159: 15–25.
- Glenz, C., R. Schlaepfer, I. Iorgulescu, F. Kienast, 2006: Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *For. Ecol. Manage.* 235: 1–13.
- Grgljanić, J., I. Gregorović, 2003: Dobna struktura hrasta lužnjaka u Spačvi. U: Klepac, D., K. Čorkalo Jemrić (ur.), Retrospektiva i perspektiva gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad u Vinkovima, 95–108.

- Harapin, M., M. Androić, 1996: Sušenje i zaštita šuma hrasta lužnjaka. U: Klepac, D. (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad Vinkovci i Hrvatske šume, 227–256.
- Jošovec, A., 1924: Sušenje hrastovih sastojka šumske uprave u Dragancu. Šum.list XLVIII (12): 639–642.
- Kalafadžić, Z., V. Kušan, Z. Horvatić, R. Pernar, 1993: Oštećenost šuma i neki čimbenici okoliša u šumskom bazenu Spačva. Šum. list CXVII: 281–292.
- Klepac, D., 1996: Stare šume hrasta lužnjaka i njihov doprinos razvoju Hrvatske. U: Klepac, D. (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad Vinkovci i Hrvatske šume, 13–26.
- Klepac, D., 2000: Najveća cjelovita šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj – Spačva. HAZU Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, 116 str., Zagreb-Vinkovci.
- König, J., 1911: Sušenje hrastika. Šum. list XXXV (10–11): 385–422.
- Küßner, R., 2003: Mortality patterns of *Quercus*, *Tilia* and *Fraxinus* germinants in a floodplain forest on the river Elbe, Germany. For. Ecol. Manage. 173: 37–48.
- Manion, P. D., 1981: Tree disease concepts. Prentice Hall, 399 str., Engelwood Cliffs, NJ.
- Manojlović, P., 1924: Sušenje hrastovih šuma (Hrast lužnjak). Šum.list XLVIII (10): 502–505.
- Marçais, B., O. Caël, 2006: Spatial pattern of the density of *Armillaria* epiphytic rhizomorphs on tree collar in an oak stand. For. Path. 36: 32–40.
- Matić, S., J. Skenderović, 1993: Studija biološkoekološkog i gospodarskog rješenja šume Turopoljski lug ugrožene propadanjem (uzgojna istraživanja). Glas. šum. pokuse 29: 295–334.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, Š. Meštrović, 1994: Obnova hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak. Glas. šum. pokuse. 30: 299–336.
- Mayer, B., 1994: Utjecaj dinamike vlažnosti tla, podzemne vode, oborina i defolijacije na sezonsku dinamiku radijalnog prirasta i sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Varoškom lugu. Rad. Šum. inst. 29: 83–102.
- Oak, S., F. Tainter, J. Williams, D. Starkey, 1996: Oak decline risk rating for the southeastern United States. Ann. Sci. For. 53: 721–730.
- Petračić, A., 1926: O uzrocima sušenja hrastovih šuma u Hrvatskoj i Slavoniji: o pojavu sušenja sa šumsko-uzgojnog gledišta. Glas. šum. pokuse 1: 1–9.
- Pranjić, A., N. Lukić, 1989: Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena. Glas. šum. pokuse 25: 79–94.
- Prpić, B., 1976: Regiranje biljaka hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz dva različita staništa na različite uvjete vlažnosti. Šum. List. 100 (3): 117–123.
- Prpić, B., 1996: Propadanje šuma hrasta lužnjaka. U: Klepac, D. (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad Vinkovci i Hrvatske šume, 273–298.
- Prpić, B., 2003: Hidrološki sustav Spačve u odnosu na uspjevanje hrasta lužnjaka. U: Klepac, D., K. Čorkalo Jemrić (ur.), Retrospektiva i perspektiva gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, 109–126.
- Prpić, B., Z. Seletković, G. Žnidarić, 1994: Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nizinskoj šumi Turopoljski lug. Glas. šum. pokuse 30: 193–222.
- Rauš, Đ., 1972: Karta šumskih zajednica Spačvanškog bazena i okolice Vinkovaca. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1990: Sukcesija šumske vegetacije u bazenu Spačva u razdoblju od 1970, –1989. godine. Šum. list (9–10): 341–356.
- Rauš, Đ., 1994: Primjena fitocenologije u šumarskoj praksi. Šum. list CXVIII (9–10): 289–294.
- Rauš, Đ., N. Šegulja, 1983: Flora Slavonije i Baranje. Glas. Šum. pokuse 21: 179–211.
- Rebetez, M., H. Mayer, O. Dupont, D. Schindler, K. Gartner, J. P. Kropp, A. Menzel, 2006: Heat and drought 2003 in Europe: a climate synthesis. Ann. For. Sci. 63: 569–577.
- Rouault, G., J-N. Candau, F. Lieutier, L-M. Nageleisen, J-C. Martin, N. Warzée, 2006: Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. Ann. For. Sci. 63: 613–624.
- Siwecki, R., K. Ufnalski, 1998: Review of oak stand decline with special reference to the role of drought in Poland. Eur. J. For. Path 28: 99–112.
- Sokal, R. R., F. J. Rohlf, 1994: Biometry. 3rd ed., W.H. Freeman, New York, str. 880.
- Steiner, K. C., 1998: A decline-model interpretation of genetic and habitat structure in oak populations and its implications for silviculture. Eur. J. For. Path 28: 113–120.
- Thomas, F. M., R. Blank, G. Hartmann, 2002: Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. For. Path. 32: 277–307.
- Voelker, S. L., R-M. Muzika, R. P. Guyette, 2008: Individual tree and stand level influences

on the growth, vigor, and decline of red oaks in Ozarks. *Forest Science* 54 (1): 8–20.

Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Šumarski

fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 310, Zagreb.

Wargo, P. M., 1996: Consequences of environmental stress on oak: predisposition to pathogens. *Ann. Sci. For.* 53: 359–368.

SUMMARY: From the literature sources and observations from the field forestry experts, two major assumptions regarding the relationship between the pedunculate oak dieback and the stand's age and phytocoenological community emerge: (1) middle-aged, older and old stands are most susceptible to oak dieback and decline, and (2) highest intensity of oak dieback and decline occurs in the stands of pedunculate oak in microtopographically lowest positions – microdepressions. In the current contribution, we investigate two aforementioned statements in the pedunculate oak stands from first to sixth age class in the Spačva forest complex. As an indicator of the susceptibility of the stands to oak dieback and decline we used dynamics and structure of the harvest of the dead and declining oaks in the period of 11 years (1996–2006). Analysis is based on the available data regularly gathered during the forest management in the “Hrvatske šume” Ltd., and archived in the database HS Fond. From the acquired data, total of 962 subcompartments with total area of 20 671 ha were selected according to the set of criteria for the further analysis, and divided into three groups according to phytocoenological association (Table 2 and Table 3).

In the selected subcompartments during the monitoring period in total 850 835 m³ of pedunculate oak was harvested, out of which 58 % (492 583 m³) were dead and declining trees (Figure 9 and Figure 10). In more than 69 % of the subcompartments, harvest events were recorded three and more times, and in the 20 % almost every second year (five harvesting events) (Figure 8).

With regard to stand age, intensity of the harvest of the dead and declining oaks increases steeply after the stand age of 80 years (Figure 11). However, further analysis showed great variability of the intensity within the same age class (Figure 12). Thus, it is impossible to arrive at the general conclusion about the role of the stand age in the proces of oak decline, because stand age most likely only amplifies negative factors already present in the stand.

There were no statistically significant differences in the total intensity of the harvest of dead and declining oaks (m³/ha) during the monitoring period between the stands of the different phytocoenological communities (Figure 14; Kruskal-Wallis test, n=891; H=3,825; p>0,05). Difference is more pronounced with regard to dynamics of harvesting intensity. In that sense it is confirmed that stands in the microdepressions are more unstable compared to the stands of the other two forest communities with highest (7,1 % in 1998) but also the lowest (1.8 % in 2000) recorded average yearly intensity of oak growing stock harvested through dead and declining trees (Figure 13). Moreover, the consequences of the harvest of the dead and declining trees are more severe given the lack of the understory in the stands in the lowest microtopographical positions. Further research is needed to properly quantify those differences.

Spatial database of the pedunculate oak stands in the Spačva forest that emerged as one of the results in this research will be continuously updated in the following years. Interconnection of this database with other spatially explicit databases, e.g. measurements of groundwater levels, will enable more complex and in-depth spatio-temporal analysis of oak decline and dieback. Conclusions based on the results of this research relate to the pedunculate oak stands in the Spačva forest, and require verification for other larger oak complexes in Croatia with further application of the methodology outlined in this contribution.

Key words: pedunculate oak, dieback, Spačva forest, stand age, phytocoenological community