

REVITALIZACIJA DEGRADIRANOGA EKOSUSTAVA NAKON SUŠENJA HRASTA LUŽNJAKA – PRIMJER ŠUME KALJE

REVITALIZATION OF DEGRADED FOREST ECOSYSTEM AFTER DIEBACK OF PEDUNCULATE OAK – A CASE STUDY IN THE KALJE FOREST

Igor ANIĆ, Milan ORŠANIĆ*, Matija DETELIĆ**

SAŽETAK: Istraživana je struktura sastojina koje su nastale na degradiranome staništu nakon katastrofalnoga sušenja sastojina hrasta lužnjaka u razdoblju od 1983. do 1986. godine u šumi Kalje. Uspoređeni su rezultati istraživanja iz 1986. i 1999. godine. Utvrđeno je kako je sa šumskouzgojnoga gledišta sanacija obavljena uspješno. Današnje su sastojine mladici poljskoga jasena s primjesama crne johe i ostalih vrsta (vrba, brijest, vez, topola, žestilj, obični grab, klen, divlja kruška). Sastojine su suvisle, vitalne, s dovoljnim brojem biljaka po jedinici površine. Poljski jaseen se na istraženim primjerima pokazuje kao najpogodnija vrsta za sanaciju posljedica sušenja i postupnu revitalizaciju degradiranih staništa Posavine. Udjelom u smjesi, visinama i vitalnošću dominira nad ostalim vrstama. Hrast lužnjak u ovim stanišnim uvjetima nema značajniju ulogu u strukturi sastojina. Pojavljuje se pod sklopom poljskoga jaseena, u razvojnim stadijima ponika i pomlatka. Istraživanje potvrđuje spoznaju o neadekvatnosti degradiranoga staništa za ovu vrstu drveća. S druge strane, prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka pod zastorom pionirskih vrsta ukazuje na postupnu revitalizaciju staništa i dugoročno prijelazni karakter ovih sastojina. Udio crne johe u promatranom se razdoblju smanjio. Ostale vrste popunjavaju praznine u sklopu sastojina i povećavaju njihovu raznolikost. Rezultati istraživanja potvrđuju kako pionirske vrste drveća trebaju dominirati u šumskouzgojnim postupcima sanacije prilikom intenzivnoga sušenja (više od trećine volumena) i nagle degradacije staništa.

Ključne riječi: Quercus robur L., Fraxinus angustifolia Vahl, sušenje, pionirske vrste drveća, degradacija ekosustava, revitalizacija staništa

UVOD – Introduction

Sušenje hrasta lužnjaka ozbiljno je utjecalo na gospodarenje hrastovim šumama u središnjoj Europi (Hämmerli i Stadler 1989), izazvalo nagle izmjenе gospodarskih planova i zahtijevalo brzo prilagođavanje šumskouzgojnih postupaka (Tiefenbacher 1996). Sušenje hrasta lužnjaka u Hrvatskoj poprimilo je u posljednjih dvadesetak godina veće razmjere. Najdrastičniji primjer sušenja i propadanja hrastika je

onaj iz šume Kalje. Tamo se u razdoblju od 1983. do 1986. godine, na površini od 1 267 ha, osušilo približno 176 000 m³ volumena, od čega 98,5 % hrasta lužnjaka (Prpić i dr. 1994). Sušenje ostalih vrsta drveća bilo je manjega značenja.

Intenzivno sušenje hrastovih stabala istodobno je izazvalo prekidanje sklopa, izloženost tla neposrednom utjecaju svjetla, zakorovljenje i mjestimično zaubarivanje. Dendrokronološkim istraživanjima utvrđeno je kako je sušenju prethodilo kontinuirano opadanje vrijednosti širine goda u trajanju duljem od 20 godina (Pranjić i Lukić 1989). Nagla smanjenja širine goda koja su se dogodila 1982. i 1983. godine definirana

* Dr. sc. Igor Anić, dr. sc. Milan Oršanić, Šumarski fakultet, p. p. 422, 10002 Zagreb

** Matija Detelić, aps. šum., Sisačka 77, 10417 Buševac

su kao stresna stanja za hrast lužnjak. Fitocenološka istraživanja potvrdila su značajne promjene florne i vegetacijske strukture (Rauš i Vukelić 1989).

Promjene u vegetacijskom pokrovu neizravno izazivaju promjene pedoloških procesa, a time i svojstava tla (Klimo i dr. 1998). Tako je pedološkim istraživanjima utvrđena izrazita međuovisnost stupnja hidromorfizma, odnosno trajanja redukcijskih stanja u tlu i intenziteta sušenja lužnjaka (Vranković i Bašić 1989). Analizom ritma poplava, razine podzemnih voda, kvalitete poplavnih voda, CO₂ u poplavnim, oborinskim i podzemnim vodama, utvrđene su značajne promjene koje su negativno utjecale na sastojine (Prpić 1989). Sve je to izazvalo degradaciju staništa i sastojine koja je u ovome primjeru shvaćena kao skup stanišnih promjena koje onemogućuju uspijevanje potencijalne šumske sastojine hrasta lužnjaka. Ponajprije se to odnosi na degradaciju tla pod kojom se općenito podrazumijevaju kvarenje ili potpuni gubitak na dulje ili kraće vrijeme proizvodne snage tla, onečišćenje tla, nepovoljne promjene stanja i uloge tla u ekosustavu (Martinović 1997), onemogućavanje normalnoga funkcioniranja tla, opadanje plodnosti i njegova proizvodnoga kapaciteta (Varallyay 1989).

Saniranje i revitalizacija degradiranoga ekosustava može se postići jedino uz ekološki pristup koji uključuje povratak pionirskih vrsta drveća i procese koji mogu potrajati desetljećima (Fanta 1997, 1994). Degradacija staništa za konačnu vrstu drveća, u ovome slučaju za hrast lužnjak, istodobno znači stanište uvjete za pio-

nirske vrste drveća. Istraživanja Dekanića (1976, 1975) te Matića i dr. (1996) pokazala su kako su za sadnju na staništima degradiranima nakon sušenja hrasta lužnjaka u našim prilikama najpogodnije sljedeće pionirske vrste drveća: poljski jasen, crna joha, vrbe i topole. Metodologija šumskouzgojnih postupaka nakon sušenja hrasta lužnjaka i degradacije staništa istražena je na primjerima šuma Žutica i Josip Kozarac (Dekanić i Matić 1974), Kalje (Matić 1989, Matić u: Prpić i dr. 1994), u posavskim šumama (Matić i dr. 1994), Turopoljskome lugu (Matić i Skenderović 1993) i Pokupskom bazenu (Matić i dr. 1996a). Slično tomu, problematiku degradiranih sastojina u bosutskome području obrađivao je još 1931. godine Babogredac. Gustoću sadnje i broj biljaka po jedinici površine odredio je Matić (1994).

Šumskouzgojni postupci sanacije koji su se 80-tih godina obavljali u šumi Kalje, mogu se podijeliti u tri grupe: pripremu staništa, njegu sastojina u kojima je sušenje bilo slabijega intenziteta te obnovu sastojina u kojima je sušenje bilo intenzivno. Obnovom je obavljena supstitucija sastojinskoga oblika. Posušene hrastove sastojine zamijenjene su sastojinama poljskoga jasena s primjesama crne joha. Postupci su se obavljali uz intenzivno šumskouzgojno planiranje za svaki odsjek.

Danas u šumi Kalje uspijevaju sastojine pionirskih vrsta drveća, ponajprije poljskoga jasena, u razvojnome stadiju starijega mladika. U ovom su članku prikazani rezultati istraživanja tih mladika.

CILJEVI I METODE ISTRAŽIVANJA – Aim and methods of the research

Ciljevi su bili istražiti:

- strukturne značajke mladika podignutih postupkom sanacije nakon sušenja sastojina hrasta lužnjaka
- da li su intenziteti sušenja bivših sastojina utjecali na strukturne značajke novoosnovanih sastojina
- uspijevanje poljskoga jasena u revitalizaciji degradiranoga staništa.

Za istraživanje su korištene pokusne plohe koje su u šumi Kalje postavljene 1986. godine, u doba prvih istraživanja uzroka i posljedica sušenja (Matić u: Prpić i dr. 1986). Prva izmjera na tim plohama obavljena je 14. listopada 1986. godine, druga 28. travnja 1993. godine, a treća početkom svibnja 1999. godine. U ovom su radu uspoređivani rezultati istraživanja iz 1986. i 1999. godine.

Plohe su u prikazima poredane po intenzitetima sušenja bivših hrastovih sastojina od manjega intenziteta prema većemu, odnosno od plohe 1 do plohe 10. Rad na terenu obavljen je tijekom 1999. godine u odsjecima: 25a (ploha 1), 23a (ploha 2), 34 (ploha 3), 38 (plo-

ha 4), 32a (ploha 5), 36a (ploha 6), 41a (ploha 7), 40b (ploha 8), 33a (ploha 9) i 39a (ploha 10). Sve su pokusne plohe površine 200 m², a postavljene su u obliku pruga dužine 100 i širine 2 m. Na plohama su izmjerene sve drvenaste vrste. Ako im je prsni promjer bio manji od 3 cm, s obzirom na visinu klasirane su po visinskim klasama širine 25 cm. Biljkama čiji je prsni promjer bio veći od 3 cm izmjereni su promjer i visina. Na svakoj plohi su oborena tri srednja plošna stabla i na njima određena dob te obavljena analiza rasta i prirasta. Svi su podaci unijeti u terenske manuale, a položaji pokusnih ploha ucrtani su u kartu Gospodarske jedinice. Iz distribucije visina poljskoga jasena, crne joha i hrasta lužnjaka izračunate su prosječne visine. Kako bismo dobili bolji uvid u razmjere sušenja bivših hrastovih sastojina u šumi Kalje, obavili smo analizu intenziteta sušenja u odabranim odsjecima u kojima su nakon šumskouzgojnih postupaka sanacije postavljene pokusne plohe (Detelić 2002).

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – Research area

Šuma Kalje smještena je istočno od mjesta Lekenik. Tvore je predjeli Stari gaj – Drvosjek, Crevača, Kalje i Brestovac. Prostire se između 45°22' i 45°30' sjeverne geografske širine te 16°18' i 16°50' istočne geografske dužine. Proteže se od sjeverozapada prema jugoistoku između željezničke pruge Zagreb-Sisak, rijeke Odre i Lekeničkog potoka. Njezina površina iznosi 2413 ha.

Šuma Kalje blago je kotlinasta ravan koja se prostire na nadmorskim visinama od 105 m (predjel Dužica) do 96 m (rijeka Odra). Visinska razlika je 9 m, a teren je nagnut od jugozapada prema sjeveroistoku prema rijeci Odri. Prosječan nagib na udaljenosti od 4500 m, od odjela 49 (kota terena 105 m n. m.) do odjela 26 (kota terena 96 m n. m.), iznosi 0,20 %. Rubna staništa uz vodotoke i središnji, bazenski, dio šume Kalje je mikro-mezoudubina – bara, izložena poplavama rijeke Odre. Kako teren raste prema rubovima šume, tako staništa postaju suša i postupno prelaze u mikro-mezoudubine – nize i mikro-mezouzvisine – grede s prijelaznim oblicima mikro-mezoreljefa.

Najveći dio sastojina hrasta lužnjaka u šumi Kalje osnovan je početkom XX. stoljeća pošumljavanjem pašnjačkih i barskih staništa. Tada je florni sastav većim dijelom odgovarao fitocenozi poljskoga jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoio Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959), (Rauš i Vukelić 1989). Za pošumljavanje se upotrebljavala metoda sadnje na nasipe. Tlo se kopalo i uhrpavalo u obliku nasipa s razmacima 3 – 5 m. Tako bi mlade hrastove biljke bile izvan dohvata vode koja je obično stagnirala u jarcima između nasipa. Negativno mišljenje o podizanju hrastovih sastojina na ovaj način među prvima je u nas izrazio Stjepački (1931). No-

vije analize preliminarnoga karaktera potvrđuju pretpostavku o nekvalitetnim i nestabilnim sastojinama podignutima na ovaj način (Žalac 2002).

Sve su pokusne plohe postavljene u sastojinama u kojima florni sastav prizemnoga rašća, prema fitocenozi istraživanjima Rauša i Vukelića (1989) te Rauša u: Prpić i dr. (1994), odgovara fitocenozi hrastu lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae – Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938).

Uvidom u 36-godišnji niz (1961-1996) podataka Državnoga hidrometeorološkoga zavoda za meteorološku postaju Sisak utvrđena je prosječna godišnja temperatura zraka ovoga područja od 10,7 °C. Prosječna temperatura za šest mjeseci vegetacije iznosi 17,2 °C. Prosječna godišnja količina oborina u promatranom razdoblju iznosila je 846,80 mm, a prosječna vegetacijska količina oborina 458,84 mm. Maksimumi padalina pojavljuju se u kasno proljeće i jesen, a između njih je suše razdoblje.

Većina tala u šumi Kalje pripada skupini glejnih tala. Prema režimu vlaženja pretežito su epiglejna (Vranković u: Prpić i dr. 1994). Teškoga su mehaničkoga sastava. Radi se o teškim glinama, plastičnima, s vrlo teškim fizičkim svojstvima i lošim vodozračnim režimom. Poplave u šumi Kalje su redovita pojava. Visoke vode Save u proljeće, a ponekad i rano ljeto, podupiru Kupu i Odru koja se preko Lekeničkog potoka, potoka Duben i mreže kanala ulijeva u šumu. Šuma Kalje je retencijski prostor i dio je vodotehničkoga sustava srednje Posavine za obranu od poplava. Sjeveroistočno od šume Kalje planirana je izgradnja produžetka kanala Sava-Odra.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Research results

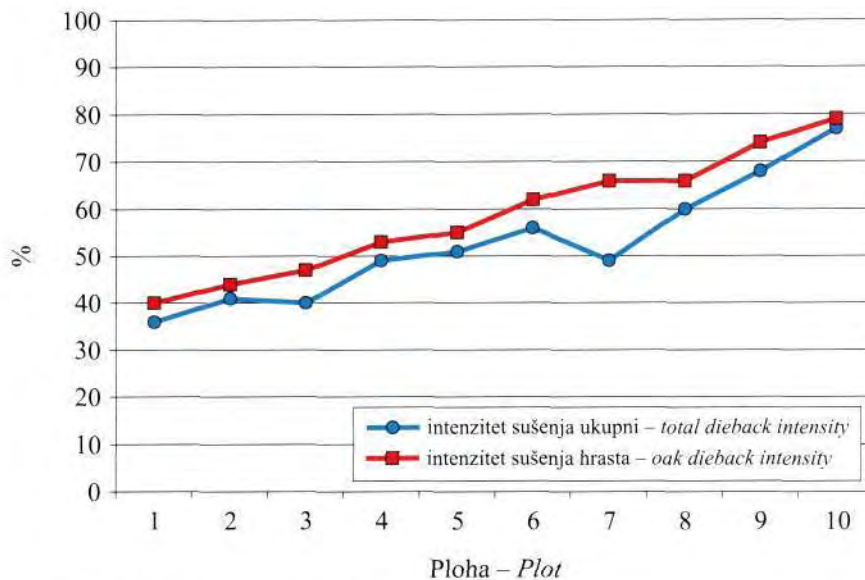
Strukturni elementi i intenziteti sušenja bivših matičnih sastojina hrasta lužnjaka prikazani su u Tablici 1 i

na Grafikonu 1. Dob hrastovih sastojina u vrijeme sušenja bila je od 80 do 95 godina. Ukupni intenziteti su-

Tablica 1. Strukturni elementi i intenzitet sušenja bivših sastojina hrasta lužnjaka

Table 1. The structure and dieback intensity of former pedunculate oak stands

Ploha Plot	Odsjek Compartment	Dob Age god./year	Volumen – Volume		Ukupni intenzitet sušenja Total intensity of dieback %
			Prije sušenja Before dieback	Poslije sušenja After dieback	
			m ³ /ha		
1	25a	85	443	282	36
2	23a	90	550	326	41
3	34	87	422	253	40
4	38	90	448	227	49
5	32a	95	475	324	51
6	36a	90	544	237	56
7	41a	90	451	232	49
8	40b	90	419	168	60
9	33a	80	347	110	68
10	39a	95	433	102	77



Grafikon 1. Intenziteti sušenja po plohama
Graph 1 The intensity of dieback as to exp. plots

šenja iznosili su između 36 i 77%. Prosječni volumeni prije sušenja iznosili su između 347 i 550 m³/ha, a nakon sušenja od 102 do 326 m³/ha. Najveći dio posušenoga volumena otpada na hrastovinu. Pokusne plohe postavljene su s obzirom na porast intenziteta sušenja bivših hrastovih sastojina od onih gdje je sušenje bilo nižega intenziteta (ploha 1), prema plohama gdje je sušenje bilo intenzivnije (ploha 10).

Kako bi se dobila jasnija slika o izgledu sastojina i staništa donosimo kratke opise iz onih sastojina u kojima su postavljene pokusne plohe. Navedeni su opisi stanja tijekom prve izmjere 1986. godine te opisi sastojina i staništa iz naše izmjere 1999. godine.

Ploha 1, odsjek 25a, niza/bara. Godina 1986: stanište osrednje zakorovljeno, približno polovica sušaca

matičnih stabala još nije posječena. Godina 1999: na plohi je ustanovljen brojani prirodni pomladak i mladik jasena s rijetkim pomlatkom johe. Ponik i pomladak hrasta pojavljuju se pod jasenom. Godine 1993. u odsjeku je posađeno 2000 kom/ha sadnica jasena u dobi 3+0, a 1996. godine obavljeno je popunjavanje s još 10 000 kom/ha sadnica jasena.

Ploha 2, odsjek 23a, bara/niza. Godina 1986: stanište potpuno zakorovljeno. Približno dvije trećine hrastovih sušaca još nisu posječeni. Godina 1999: stariji pomladak i mladik jasena. Dobar dio biljaka je iz panja. Ponik i pomladak hrasta javljaju se na povišenim i sušim mjestima uz stare panjeve jasena. Ima nešto grmova ive i trušljike.

Tablica 2. Pomladak na plohama u dva razdoblja izmjere. Masno otisnuta polja označavaju sastojine u kojima je obavljano popunjavanje sadnicama. Podaci za 1986. godinu iz Prpić i dr. (1986).

Table 2 Young growth as to plots and years of measurement. Marked cells are stands which have been regenerated artificially by seedlings. Data for the year 1986 according to Prpić et al. (1986).

Ploha Plot	<i>Fraxinus angustifolia</i>		<i>Alnus glutinosa</i>		<i>Quercus robur</i>		Ostalo/ Other		Ukupno/ Total	
	1986	1999	1986	1999	1986	1999	1986	1999	1986	1999
	kom/ha									
1	8300	15350	3700	2450	700	950	0	1050	12700	19800
2	3450	3750	2650	2400	100	800	200	3200	6400	10150
3	4150	5900	1050	1550	50	2450	0	850	5250	10750
4	4200	5000	1500	1150	150	1250	450	150	6300	7550
5	2700	5550	1750	2950	50	1150	150	700	4650	10350
6	4250	3550	3050	3000	100	1300	1000	2300	8400	10150
7	2450	4300	2300	1200	300	3600	900	2100	5950	11200
8	3850	3350	1600	1650	150	150	1250	650	6850	4800
9	3350	5950	2050	1700	350	2100	250	350	6000	11100
10	4400	5750	3350	1950	400	250	2050	600	10200	8550

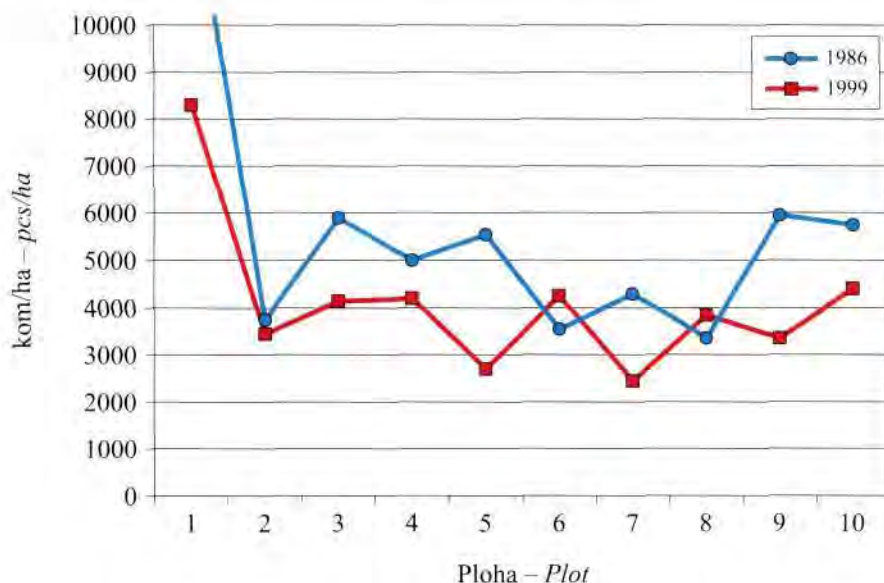
Ostale vrste/Other species: *Salix* sp., *Ulmus* sp., *Populus* sp., *Acer tataricum*

Ploha 3, odsjek 34, bara. Godina 1986: stanište potpuno zakorovljeno. Približno trećina posušenih stabala hrasta još nije posječena. U izmjeri 1993. godine zabilježeno je kako je stanište na dijelu plohe "bolje" tj. manje zakorovljeno. Godina 1999: jasenov mladik, orijetko pomladak. Godine 1995. popunjavano sa 6 000 kom/ha hrasta. Prema našoj izmjeri hrastov pomladak je dobrim dijelom propao. Od ostalih vrsta ima johe, grmova ive i pojedinačno primješanoga brijesta.

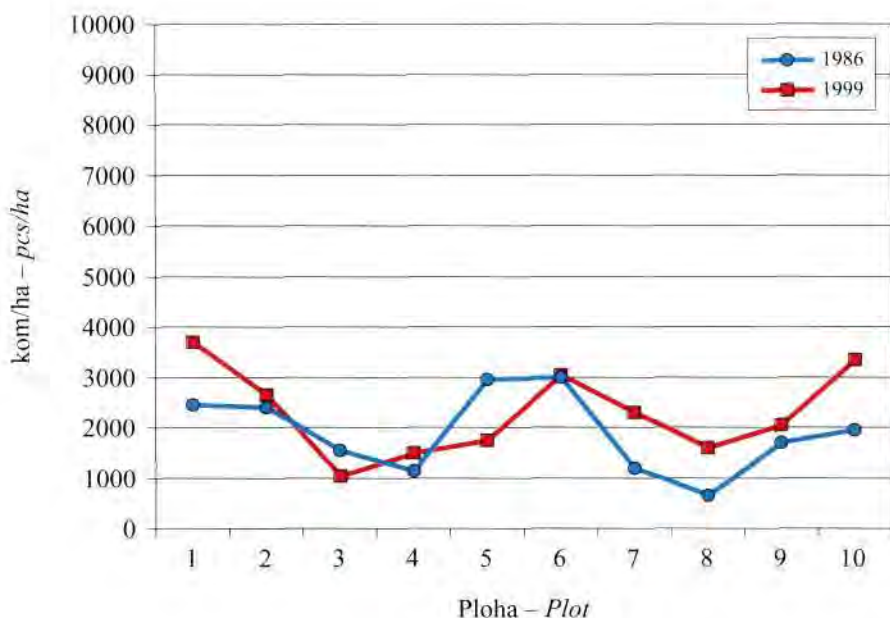
Ploha 4, odsjek 38, niza. Godina 1986: stanište potpuno zakorovljeno. Stara je sastojina posječena. Godina

1999: ovdje nalazimo rjeđi stariji pomladak i kvalitetan mladik jasena s primjesama johe. Ima i nešto hrasta do visine 125 cm, a pojedinačno i do 250 cm. Godine 1995. popunjavano sadnicama hrasta (7 000 kom/ha), a 1997. sadnicama jasena (10 000 kom/ha). Pojedinačno se pojavljuje brijest.

Ploha 5, odsjek 32a, vlažna niza/bara. Godina 1986: stanište jako zakorovljeno. Približno dvije trećine posušenih stabala hrasta lužnjaka još nije posječeno. U opisu iz 1993. godine navodi se kako je stanište manje zakorovljeno. Godina 1999: jasen se nalazi u stadijima



Grafikon 2. Distribucija pomlatka poljskoga jasena po pokusnim plohama
Graph 2 Distribution of young growth of narrow-leaved ash as to plots



Grafikon 3. Distribucija pomlatka crne johe po pokusnim plohama
Graph 3 Distribution of young growth of black alder as to plots

mlađega i starijega pomlatka i mladika, a ima i ponika. Hrast se pojavljuje u stadijima mlađega pomlatka i ponika. Pojedinačno se pojavljuju grmovi ive.

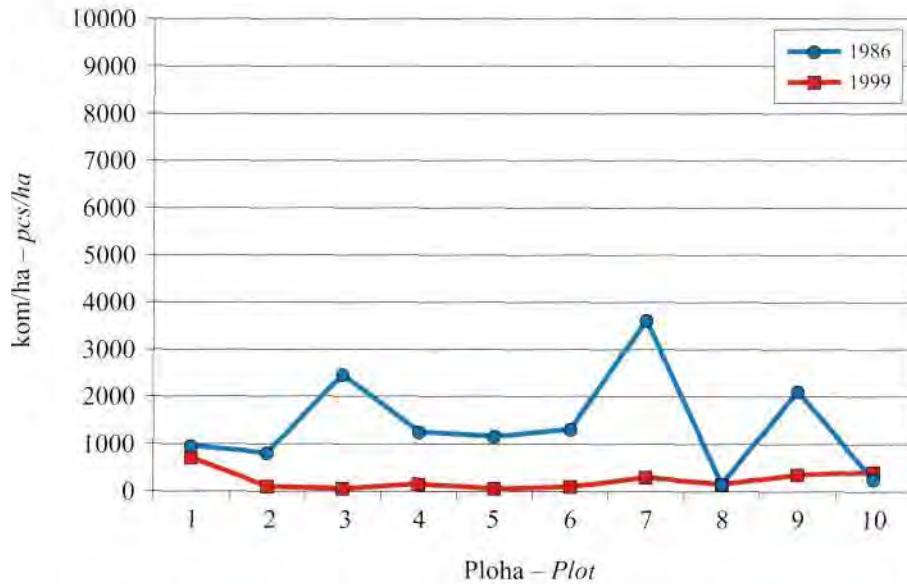
Ploha 6, odsjek 36a, suha niza. Godina 1986: stanište djelomično zakorovljeno. Ima dosta johovoga podrasta. Sječa u tijeku. Godina 1999: nešto starijeg pomlatka i mladika jasena i johe, a hrasta samo u stadiju pomlatka. Ima dosta brijesta iz panja i grmova ive.

Ploha 7, odsjek 41a, niza. Godina 1986: stanište zakorovljeno. Sušci posječeni. Dosta pomlatka iz panja. Tijekom izmjere 1993. godine napominje se kako je

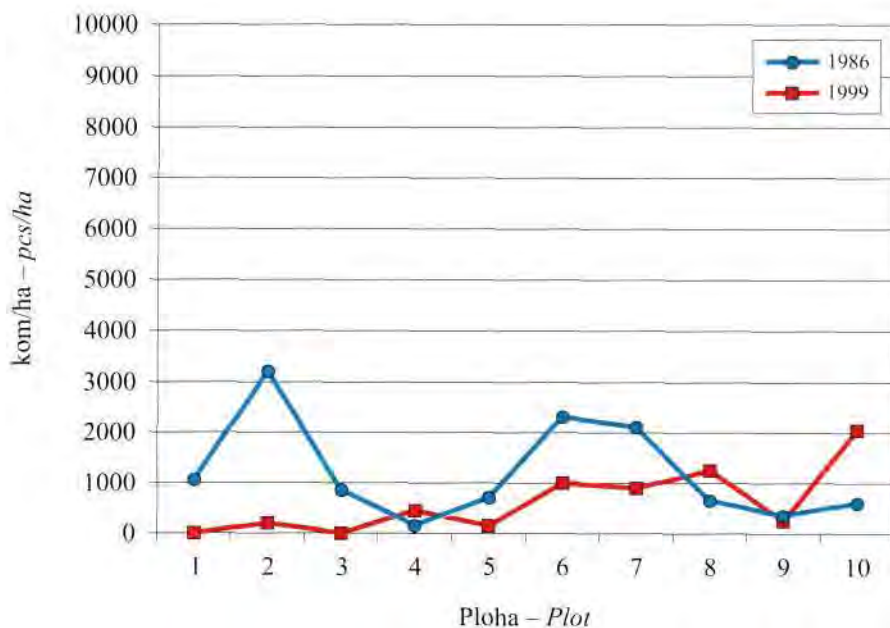
učešće amorfe veliko. Godina 1999: mladik jasena i johe s primjesama brijesta i ive. Dosta ponika hrasta i nešto pomlatka.

Ploha 8, odsjek 40b, tipična jasenova bara. Postoji samo opaska iz 1993. godine kako je teren jako zakorovljen. Godina 1999: dobro razvijeni jasenov mladik. Ponegdje se pojavljuju joha i iva. Ima stabala iz sjemena, panja i položenih grana, a sve se to javlja na povišenim lokalitetima, uz stare panjeve.

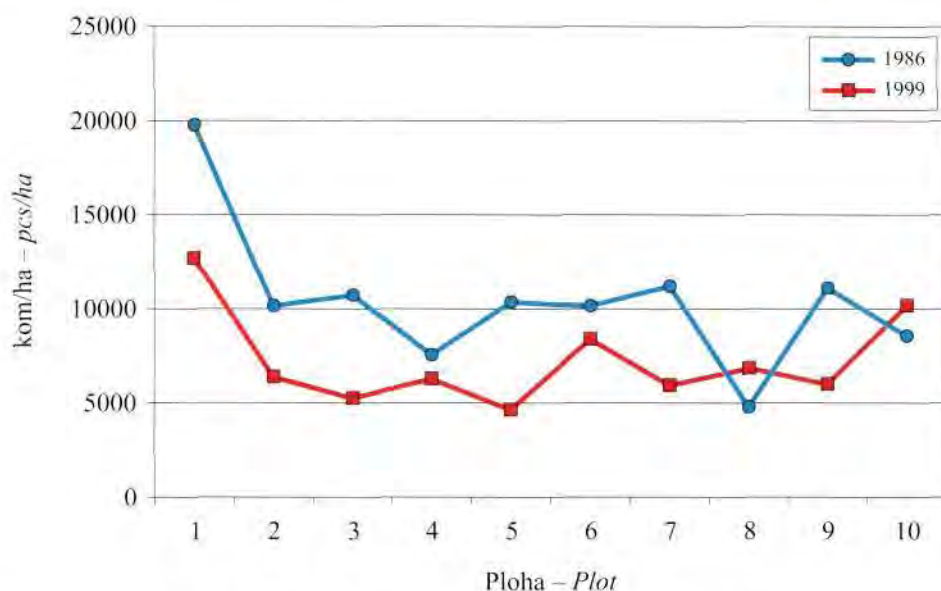
Ploha 9, odsjek 33a, niza. Godina 1986: stanište jako zakorovljeno. Nije posječeno oko dvije trećine



Grafikon 4. Distribucija pomlatka hrasta lužnjaka po pokusnim plohama
Graph 4 Distribution of young growth of pedunculate oak as to plots

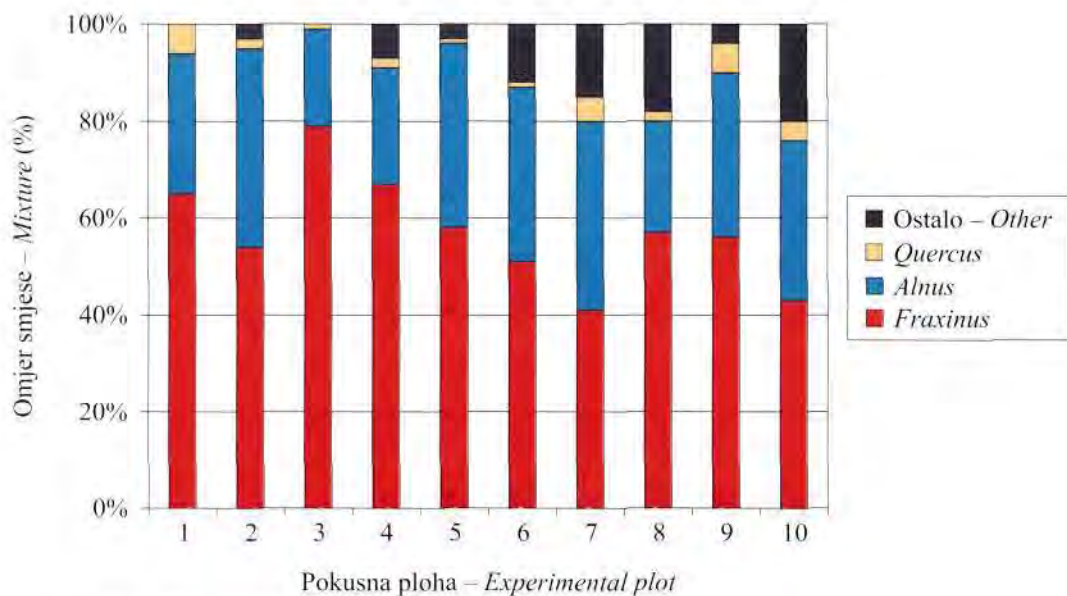


Grafikon 5. Distribucija pomlatka ostalih vrsta po pokusnim plohama
Graph 5 Distribution of young growth of other species as to plots



Grafikon 6. Ukupni broj biljaka na pokusnim plohama po godinama izmjere

Graph 6 Total number of plants as to exp. plots



Grafikon 7. Omjer smjese 1986. godine

Graph 7 Mixture of species at 1986

starih osušenih stabala hrasta lužnjaka. Godine 1993. stanište je manje zakorovljeno. Godina 1999: jasenov mladik s nešto starijeg pomlatka i primjesama pomlatka johe, ive i hrasta.

Ploha 10, odsjek 39a, niza. Godina 1986: stanište jako zakorovljeno. Sječa sušaca obavljena. Godina 1999: ovdje nalazimo mladik jasena i johe s nešto graba i brijesta, a pojedinačno i krušku.

Na temelju podataka izmjera iz 1986. i 1999. godine izrađena je Tablica 2 u kojoj su prikazane količine mladoga naraštaja po glavnim vrstama i ukupno. Na

plohama su od grmolikih vrsta značajnije nazočne trušljika, glog, drijen, svib i amorfa.

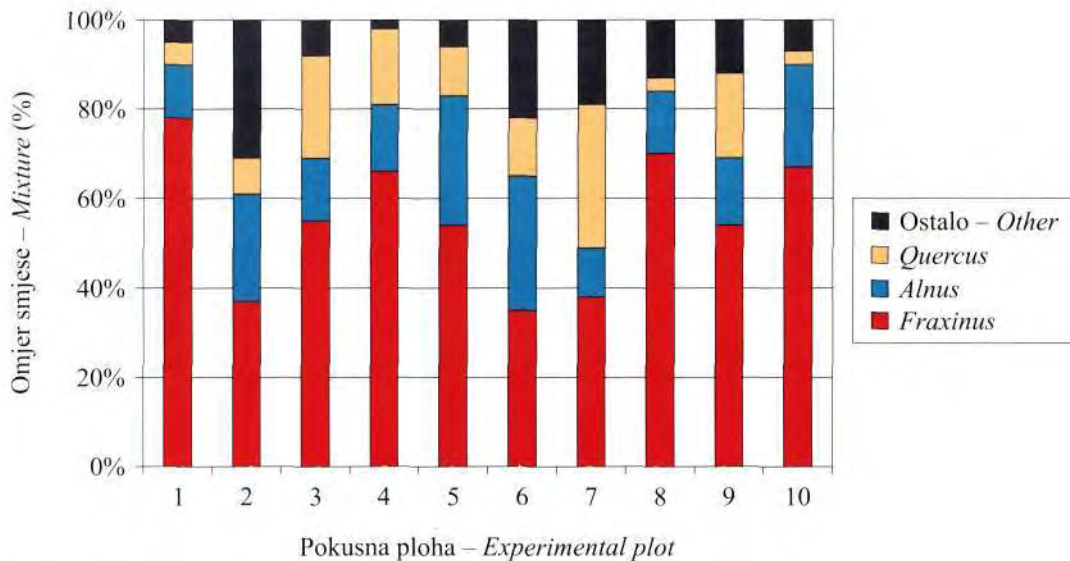
U strukturi mladoga naraštaja dominira poljski jasen, zatim crna joha te hrast lužnjak i ostale vrste. Poljski jasen glavna je vrsta drveća. Iz Grafikona 2 vidljivo je kako je učešće poljskoga jasena apsolutno poraslo između dvije izmjere na svim plohama, osim ploha 6 i 8. Učešće crne johe smanjilo se između dvije izmjere (Grafikon 3) osim na plohama 3 i 5. Učešće hrasta lužnjaka poraslo je između dvije izmjere (Grafikon 4), osim na plohi 8 (broj ostao isti) i plohi 10 (opao).

Uglavnom su to hrastov ponik i pomladak koji se pojavljuju pod zastorom mladika poljskoga jasena. Radi se prirodnom mlađem pomlatku (plohe 5, 6 i 9), umjetnom pomlatku od popunjavanja sadnicama (plohe 3 i 4) ili velikom broju ponika (ploha 7). Ostale vrste (vrba, nizinski brijest, vez, bijela topola, žestilj) pokazivale su u izmjeri 1986. godine neznatan porast učešća od ploha na kojima je intenzitet sušenja bio manji prema ploham na kojima je intenzitet sušenja veći (Grafikon 5). U izmjeri 1999. godine čini se kako je trend obrnut. Na plohi 6 nađeno je, osim ive, primješanoga brijesta te pojedinačno kruška, a na plohi 10 brijest, kruška i obični grab.

Na Grafikonu 6 prikazan je ukupan broj biljaka po pokusnim ploham. Vidljivo je kako se ukupan broj biljaka u apsolutnom iznosu povećao po pokusnim ploham od 1986. do 1999. godine. Izuzetak su plohe 8 i 10 gdje je ukupan broj biljaka opao. Napomenut ćemo

kako su to plohe na kojima je sušenje bilo intenzivno. Sastojina koju karakterizira ploha 1 je najgušća. To je zbog popunjavanja poljskim jasenom iz 1993. i 1996. godine. Na temelju podataka iz Tablice 2 izrađeni su Grafikonu 7 i 8 koji prikazuju relativne udjele vrsta po ploham 1986. i 1999. godine. Uspoređujući grafikone vidi se kako je između dva razdoblja izmjere došlo do relativnoga smanjenja učešća crne johe i povećanja učešća hrasta lužnjaka.

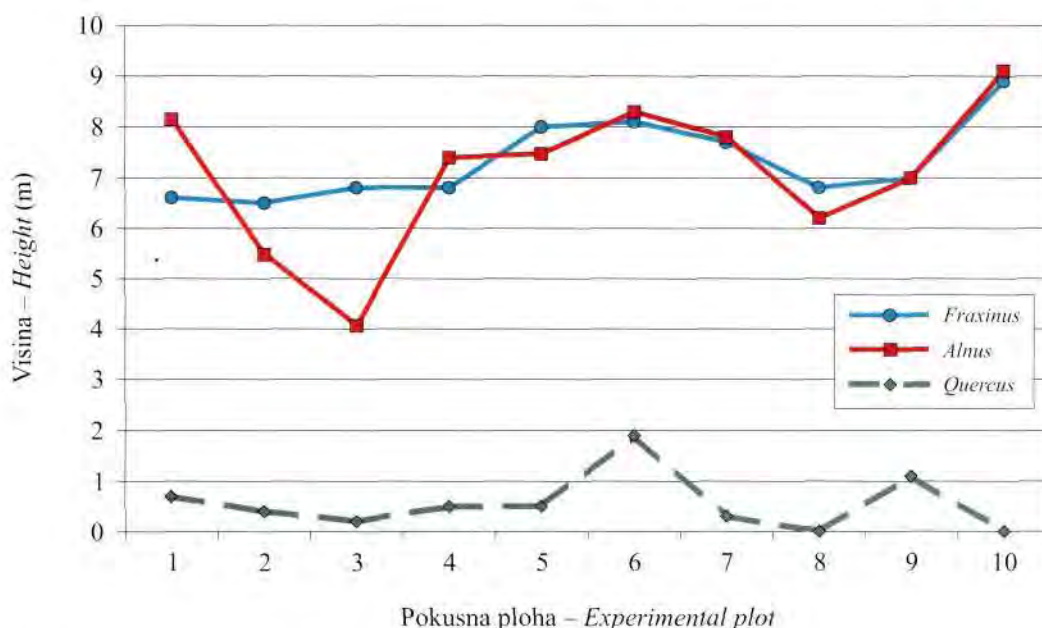
Srednja visina jasenovoga mladika iznosi od 6,54 m do 8,90 m. Stabla crne johe imaju veći raspon srednjih visina, od 4,07 m do 9,12 m. Hrastova stabalca su u razvojnoj fazi mlađeg pomlatka i njihova srednja visina je od 0,20 do 1,00 m, osim na plohi 6 gdje iznosi 1,91 m. Sve ukazuje kako sastojine poljskoga jasena pod svojim zastorom omogućuju pojavu ponika i pomlatka hrasta lužnjaka. Ipak, hrast za sada ne može konkurirati poljskom jasenu i ostalim pionirskim vrsta-



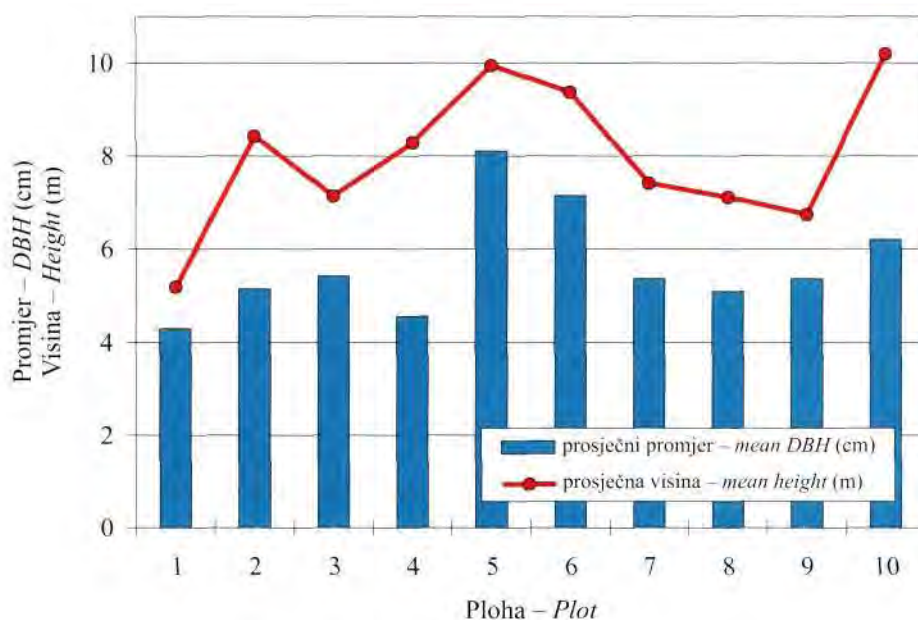
Grafikon 8. Omjer smjese 1999. godine
Graph 8 Mixture of species at 1999

Tablica 3. Prosječne visine, 1999. godina (h_x – aritmetička sredina; s_d – standardna devijacija)
Table 3 Mean heights, year 1999 (h_x – arithmetical mean; s_d – standard deviation)

Ploha Plot	<i>Fraxinus angustifolia</i>		<i>Alnus glutinosa</i>		<i>Quercus robur</i>	
	h_x	s_d	h_x	s_d	h_x	s_d
	m					
1	6,60	1,57	8,15	1,57	0,66	0,47
2	6,54	2,06	5,48	1,52	0,36	0,27
3	6,81	1,57	4,07	0,53	0,21	0,07
4	6,79	1,43	7,40	1,62	0,53	0,31
5	8,00	2,35	7,47	2,47	0,51	0,20
6	8,06	2,30	8,30	1,56	1,91	1,11
7	7,69	1,89	7,79	1,66	0,29	0,17
8	6,81	1,53	6,24	0,95	-	-
9	7,04	1,69	7,04	1,07	1,08	0,64
10	8,90	1,67	9,12	1,95	-	-



Grafikon 9. Prosječne visine po vrstama drveća i plohama, 1999. godine
 Graph 9 Mean heights as to species and plots, year 1999



Grafikon 10. Prosječni promjeri i visine srednjih plošnih stabala poljskog jasena 1999. godine
 Graph 10 Mean DBH and heights of mean basal area tree of narrow-leaved ash, year 1999

ma. Na temelju podataka iz Tablice 3 izrađen je Grafikon 9 koji jasno prikazuje razliku između visina poljskoga jasena i crne johe te hrasta lužnjaka.

Na Grafikonu 10 prikazane su prosječne vrijednosti promjera i visina po tri srednja plošna stabla poljskoga jasena sa svake pokusne plohe. Raspon dobi analiziranih srednjih plošnih stabala je od 11 do 17 godina. Uočljiv je neznatan porast trenda promjera i visina od

ploha s manjim prema ploham s većim intenzitetom sušenja bivše sastojine. Poljski jaseen postiže visine od 5,18 do 10,19 m, a prsne promjere od 4,29 do 8,12 cm. Prosječni visinski prirast u proteklome razdoblju iznosio je od 0,43 (min.) do 0,72 m (max.). Za sada nisu utvrđene znakovite razlike u visinskome prirastu između ploha.

RASPRAVA – Discussion

Otvaranje sklopa sastojina hrasta lužnjaka uslijed katastrofalnoga sušenja koje se dogodilo 80-tih godina, imalo je karakter pripremnoga ili naplrodnoga sijeka. Najviši intenziteti sušenja imali su značajke gotovo potpunoga otvaranja sklopa, a mjestimice i dovršnoga sjeka. Kao posljedica nagloga osvjettljenja tlo se zakorovilo, a ponegdje zabarilo s posljedicama spomenutim u uvodnom poglavlju. Šumskouzgojni postupci saniranja posljedica sušenja i postupne rehabilitacije degradiranoga staništa obuhvatili su:

- pripremu staništa (odvodnju stagnirajuće vode, uklanjanje korova, rahljenje tla, ugradnju cjevnih propusta u trupu cesta za nesmetano kolanje poplavnih voda)
- njegu prirodnoga pomlatka koji se pojavio pod zasatorom krošanja u tijeku sušenja i saniranja (oslobađanje od korova, grmlja i predrasta, zaštitu od divljači)
- umjetnu obnovu sadnjom sadnica pionirskih vrsta drveća i obaranje posušanih hrastova dovršnim sjekom.

Postupci su se odvijali istodobno, na malim površinama unutar istoga odsjeka. To je zahtijevalo izradbu detaljnih šumskouzgojnih planova s kartografskim prikazima i špicama mjerila 1 : 5000 ili 1 : 10000. Obavljena je izmjena sastojinskoga oblika (supstitucija): hrastici su zamijenjeni jasenicima s primjesama johe i ostalih vrsta. U novoosnovanim sastojinama po potrebi su obavljani postupci popunjavanja i njege pomlatka.

Do danas su se sastojine razvile do stadija mladika. Mladici su suvisli, vitalni, s dovoljnim brojem biljaka po jedinici površine s obzirom na dosegnuti razvoj po plohama. Rezultati potvrđuju dosadašnje spoznaje o odabiru vrsta drveća za sanaciju posljedica sušenja i postupnu revitalizaciju degradiranih nizinskih ekosustava hrasta lužnjaka Posavine. Poljski jasen pokazuje se kao najpogodnija vrsta za tu namjenu. Učešćem, visinama i vitalnošću dominira nad ostalim vrstama u

sastojinama. Hrast lužnjak na ovim staništima za sada nema značajniju ulogu u strukturi sastojina. Pojavljuje se pod sklopom poljskoga jasena, u razvojnim stadijima ponika i pomlatka. Pokušaji forsiranja hrasta postupkom popunjavanja pokazali su se nesvrhovitim (plohe 3 i 4). Udio crne johe u promatranom razdoblju smanjio se. Čini se kako teška tla i zakorovljena staništa šume Kalje ne odgovaraju toliko ovoj vrsti, koliko poljskome jasenu. Za potpuno sagledavanje ove pojave potrebno je obaviti dodatna istraživanja. Ostale vrste pionirskoga karaktera pokazuju se kao elementi koji popunjavaju praznine u sklopu sastojina i povećavaju njihovu raznolikost. U postupcima čišćenja ili proreda, ovisno o uzrastu, ne treba potpuno uklanjati "ostale" vrste, već im treba osigurati primjeren udio u omjeru smjese. Posebice se to odnosi na žestilj, brijest, vez, obični grab, klen i divlju krušku.

Analize su obavljene na lokalitetima na kojima je sušenje bivših sastojina hrasta lužnjaka iznosilo više od trećine volumena odnosno od 36 do 77 %. Rezultati ne pokazuju znakovit utjecaj intenziteta sušenja bivših hrastovih sastojina na strukturne značajke današnjih mladika. Znači kako se istraživani mladici za sada ne razlikuju bez obzira na stupanj i brzinu sušenja bivših sastojina. To nam ukazuje kako pionirske vrste drveća trebaju dominirati prilikom šumskouzgojnih postupaka sanacije kod intenzivnoga sušenja (više od trećine temeljnoga volumena) i nagle degradacije staništa.

Rezultati pokazuju kako je sanacija sa šumskouzgojnoga gledišta obavljena uspješno. Formirane su nove sastojine koje će ispunjavati općekorisnu i gospodarsku ulogu u šumi Kalje. Prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka pod sklopom pionirskih vrsta ukazuje na postupni oporavak staništa i dugoročni prijelazni karakter ovih sastojina. Bez obzira na to treba istaći kako je i ovo istraživanje prilog spoznaji kako je degradirano stanište za sada izgubljeno za ovu vrstu drveća.

ZAKLJUČCI – Conclusions

Sa šumskouzgojnoga gledišta sanacija šume Kalje obavljena je uspješno. Sastojine osnovane nakon katastrofalnoga sušenja hrasta lužnjaka, u razdoblju od 1983. do 1986. godine, danas su mladici poljskoga jasena s primjesama crne johe i ostalih vrsta. Sastojine su suvisle, vitalne, s dovoljnim brojem biljaka po jedinici površine s obzirom na dosegnuti razvoj po pokusnim plohama.

Poljski jasen se na ovom primjeru pokazuje kao najpogodnija vrsta za postupnu revitalizaciju ekosustava Posavine s posebnim osvrtom na stanište. Učešćem, visinama i vitalnošću dominira nad ostalim vrstama.

Postiže visine od 5,18 do 10,19 m, a prsne promjere od 4,29 do 8,12 cm. Prosječni visinski prirast u proteklom je razdoblju iznosio od 0,43 (min.) do 0,72 m (max.). Za sada nisu utvrđene znakovite razlike u visinskome prirastu između ploha.

Hrast lužnjak na ovim staništima nema značajniju ulogu u strukturi sastojina. Pojavljuje se pod sklopom poljskoga jasena, u razvojnim stadijima ponika i pomlatka. Istraživanje potvrđuje spoznaju o neadekvatnosti degradiranoga staništa za ovu vrstu drveća. S druge strane, prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka pod sklopom pionirskih vrsta ukazuje na postupnu revital-

izaciju ekosustava i dugoročno prijelazni karakter ovih sastojina.

Udio crne johe u promatranom razdoblju smanjio se. Ostale vrste (vrba, brijest, vez, topola, žestilj, obični grab, klen, divlja kruška) popunjavaju praznine u sklopu sastojina i povećavaju njihovu raznolikost.

LITERATURA – References

- Babogredac, Đ., 1952: Melioracija degradiranih sastojina u bosutskom području. Šum. list, LXXVI (5-6): 153-160, Zagreb.
- Dekanić, I., 1976: Prirodna regeneracija i rekultivacija nizinskih sastojina u propadanju. Elaborat, Šumarski fakultet, 15 str., Zagreb.
- Dekanić, I., 1975: Utvrđivanje najpogodnijih vrsta drveća i metoda obnove opustošenih površina sušenjem hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šum. list XCIX (4-6): 119-127, Zagreb.
- Dekanić, I., S. Matić, 1974: Utvrđivanje najpogodnijih vrsta drveća i metoda obnove opustošenih površina sušenjem hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). U: M. Androić (ur.), Epidemijsko ugi-banje i sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski fakultet, 279-301, Zagreb.
- Detelić, M., 2002: Strukturne značajke mladika nakon sušenja sastojina hrasta lužnjaka. Diplomski rad, Šumarski fakultet, 29 str., Zagreb.
- Fanta, J., 1997: Rehabilitating degraded forests in Central Europe into self-sustaining forest ecosystems. Ecological Engineering, 8: 289-297.
- Fanta, J., 1994: Forest ecosystem development on degraded and reclaimed sites. Ecological Engineering, 3: 1-3.
- Hämmerli, F., B. Stadler, 1989: Eichenschäden – Eine übersicht zur sutiation in Europa und in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes., 140: 357-372.
- Klimo, E., J. Materna, J. Vokoun, 1998: Global changes of climate and possible changes in forest soil processes. U: M. Maceljki (ur.), Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, HAZU, 215-221, Zagreb.
- Martinović, J., 1997: Tloznanstvo u zaštiti okoliša. Državna uprava za zaštitu okoliša, 288 str., Zagreb.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: O izboru vrsta drveća za obnovu sastojina hrasta lužnjaka zahvaćenih sušenjem. U: S. Sever (ur.), Zaštita šuma i pridobivanje drva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, str. 127-134, Zagreb.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996a: Istraživanja obnove i njege šuma na području Pokupskog bazena. Rad. Šumar. inst., 31 (1/2): 111-124, Jastrebarsko.
- Matić, S., 1994: Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemena za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje. Šum. list CXXVIII (3-4): 71-79, Zagreb.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, Š. Meštrović, 1994: Obnova šuma hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak. Glas. šum. pokuse 30: 299-335, Zagreb.
- Matić, S., J. Skenderović, 1993: Studija biološkog i gospodarskog rješenja šume Turopoljski lug ugrožene propadanjem (uzgojna istraživanja). Glas. šum. pokuse 29: 295-334, Zagreb.
- Matić, S., 1989: Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka. Glas. šum. pokuse 25: 67-77, Zagreb.
- Pranjić, A., N. Lukić, 1989: Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena. Glas. šum. pokuse 25: 79-92, Zagreb.
- Prpić, B., 1989: Sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj u svjetlu ekološke konstitucije vrste. Glas. šum. pokuse 25: 1-24, Zagreb.
- Prpić, B., A. Vranković, Đ. Rauš, S. Matić, A. Pranjić, Š. Meštrović, 1994: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje šumskog gospodarstva Sisak. Glas. šumske pokuse 30: 361-420, Zagreb.
- Prpić, B., A. Vranković, Đ. Rauš, S. Matić, A. Pranjić, Š. Meštrović, 1986: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici Kalje šumskog gospodarstva Sisak. Elaborat Zavoda za istraživanja u šumarstvu Šumarskoga fakulteta u Zagrebu.
- Rauš, Đ., J. Vukelić, 1989: Rezultati komparativnih istraživanja šumske vegetacije na području sušenja hrasta lužnjaka. Glas. šum. pokuse 25: 53-66, Zagreb.
- Strepački, V., 1931: Odvodnjavanje bara u slavonskim šumama sa biološkog gledišta. Šum. list, LV (9): 408-409, Zagreb.

- Tiefenbacher, H., 1996: Silvicultural planning under conditions of environmental change: evaluation of options in a dieback in Austrian oak forests. *Forest Ecology and Management*, 83: 133-136.
- Várallyay, G., 1989: Climate change and soil processes. U: M. Maceljki (ur.), *Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama*. HAZU, 5-16, Zagreb.
- Vranković, A., F. Bašić, 1989: Neki rezultati pedoloških istraživanja u poremećenim ekosistemima hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. *Glas. šumske pokuse* 25: 25-52, Zagreb.
- Žalac, T., 2002: Šumsko-uzgojne značajke sastojine hrasta lužnjaka podignute sadnjom na nasipe. *Diplomski rad, Šumarski fakultet, 31 str.*, Zagreb.

SUMMARY: The research deals with the structure of stands established over a degraded site after a catastrophic dieback of pedunculate oak stands in the forest of Kalje in the period 1983 - 1986. It is aimed at investigating a) the structural properties of new stands established with rehabilitation treatments following the dieback of pedunculate oak stands, b) some possible impacts of dieback intensities in former stands on the structural properties of newly-established stands, c) the role of narrow-leaved ash in revitalising degraded sites. Research was conducted in experimental plots set up in the forest of Kalje in 1986, at the beginning of investigation of dieback causes and effects. The paper compares the results of 1986 and 1999.

The plots were arranged by dieback intensities in former oak stands starting from low towards high intensity, or from Plot 1 to Plot 10. All experimental plots are 200 m² in size and are distributed in the form of 100 m-long and 2 m-wide strips. All woody species in the plots were measured. If their breast diameters were less than 3 cm, they were classified (in terms of height) into height classes 25 cm wide. Three mean basal area trees were cut in each plot, and their age was determined and growth and increment analysed. All data were inserted into field manuals, while experimental plot positions were drawn into the Management Unit map. The average heights were calculated from height distributions of narrow-leaved ash, black alder and pedunculate oak. In order to have better perception of the extent of dieback in former pedunculate stands in the forest of Kalje, dieback intensities were analysed in selected compartments, in which experimental plots were established after the silvicultural procedure of restoration.

The canopy opening in the stands of pedunculate oak ensuing from extensive dieback in the 80s had the character of preparatory or seeding cut. The highest dieback intensities were characterised by an almost complete canopy opening and even by the final cut in some places. Abrupt light caused the soil to become weed-covered and swampy in places, with all the consequences mentioned in the introductory chapter. Silvicultural treatments of restoring the effects of dieback and gradually rehabilitating the degraded site included:

- preparing the site (draining stagnant water; removing weeds, loosening the soil, installing pipe drainage in the road to enable undisturbed circulation of flood water),*
- tending the natural young growth occurring under the crown canopy during dieback and restoration (removing weeds, shrubs and advance regeneration, protection from game),*
- artificial regeneration by planting seedlings of pioneer tree species and removing dry oaks with the final cuts.*

The treatments were applied simultaneously in small areas within the same compartment. This required drawing detailed silvicultural plans with maps and schemes on a scale 1:5,000 or 1:10,000. The stand form was converted (substitution): oak stands were replaced with ash stands complement-

ed with alders and other pioneer species. The newly-established stands were restocked and tended when needed.

These stands have currently reached the stage of the young growth. The stand canopies are closed and vital and contain sufficient number of plants per area unit. The results confirm past perceptions concerning the choice of tree species to rehabilitate degraded sites in Posavina. Narrow-leaved ash proved to be the most suitable species. In terms of participation, heights and vitality, it dominates other species in the stands. It has achieved heights between 5.18 and 10.19 m, and breast diameters between 4.29 and 8.12 cm. The average height increment in the past period ranged from 0.43 (min) to 0.72m (max.). No significant differences in the height increment were found in the plots.

For the moment, pedunculate oak does not play an important role in the stand structure. It occurs under the crowns of narrow-leaved ash in the developmental stages of seedlings and saplings. Attempts to favour oak with the practice of restocking have proved unproductive (plots 3 and 4). The share of black alder has decreased in the observed period. The heavy soils and weed-covered sites in the forest of Kalje do not seem to be as conducive for this species as they are for narrow-leaved ash. Additional research should be made to shed more light on this problem. Other species of pioneer character are the elements that fill the gaps in the stand canopies and increase their diversity. Depending on the height, cleaning or thinning treatments should be directed at ensuring an adequate share of "other" species in the species mix and not at removing them completely. This refers particularly to Tatarian maple, elm, spreading elm, common hornbeam, hedge maple and wild pear.

The analyses were made in the localities in which dieback in former pedunculate oak stands affected over one third of the volume, or 36 to 77 %. The results do not show a significant influence of dieback intensity of former oak stands on the structural characteristics of the present young growth. This means that for the moment, regardless of the degree and rate of dieback in the former stands, the young stands do not differ from each other. Accordingly, pioneer tree species should dominate in restorative silvicultural treatments undertaken to mitigate the consequences of intensive dieback (more than one third of basic volume) and sudden site degradation.

The results show that restoration was successful from a silvicultural aspect. New stands have been established which will fulfil their non-commercial and commercial role in the forest Kalje. Natural regeneration of pedunculate oak under the shelter of pioneer species points to a gradual site rehabilitation and a long-term transitional character of these stands. It should be stressed that this research is a contribution to the currently held attitude that a degraded site is lost for this tree species.

Key words: Quercus robur L., Fraxinus angustifolia Vahl, dieback, pioneer tree species, site degradation, site rehabilitation