

Prirodno pomlađivanje sastojina obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) oplodnim sječama na malim površinama

Igor Anić, Stjepan Mikac

Nacrtač – Abstract

Od 2006. do 2010. godine analizirani su praktični primjeri prirodnoga pomlađivanja obične bukve na malim površinama u nas (područja uprava šuma podružnica Zagreb, Koprivnica, Karlovac, Nacionalnoga parka Plitvička jezera, parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje) i izvan granica Hrvatske (Belgija, Češka, Njemačka, Slovačka, Slovenija).

U ovom su radu prikazani rezultati istraživanja malopovršinskoga pomlađivanja obične bukve u obliku grupa na primjeru dinarske brdske bukove šume (as. *Lamio orvalae*-Fagetum /Ht. 1938/ Borhidi 1963) te u obliku malih sastojina na primjeru bukove šume s dlakavim šašem (as. *Carici pilosae*-Fagetum Oberdorfer 1957).

Istraživanje je pokazalo kako priroda u prašumskim bukovim sastojinama započinje prirodno pomlađivanje na malim površinama, u skupinama i grupama. Takav se način pomlađivanja može primijeniti u šumama posebne namjene i zaštitnim šumama jer se njime oblikuju strukturno raznolike sastojine koje će zadovoljiti općekorisne funkcije takvih šuma, a dobar je i za šume šumoposjednika jer omogućuje koncentraciju zahvata na manjim površinama i kontinuirano planiranje prihoda.

Pomlađivanje oplodnim sječama na malim površinama u velikim kompleksima gospodarskih šuma također je moguće i poželjno. Tu se uspješno pokazalo pomlađivanje na malim površinama koje se prostiru na razini male (1 – 3 ha) i srednje (3 – 5 ha) sastojine.

U usporedbi s klasičnim regularnim gospodarenjem na velikim površinama, gospodarenje je na malim površinama prirodi bliskiji i intenzivniji način gospodarenja koji traži izradbu šumskouzgojnog plana sa skicom pomladnih jezgri i smjerovima njihova proširivanja. Uzgojni se radovi izvode istodobno, ali na različitim dijelovima pomladne površine. Olakšano je izvođenje i kontrola radova, a omogućuje dugoročno i kontinuirano planiranje glavnoga prihoda.

Ključne riječi: *Fagus sylvatica* L., prirodno pomlađivanje, oplodne sječe na malim površinama, pomladno razdoblje, prirodno uzgajanje šuma, jednodobna sastojina, raznodobna sastojina

1. Uvod – Introduction

Obična je bukva najrasprostranjenija vrsta drveća u Republici Hrvatskoj s obzirom na površinu i drvenu zalihu (Čavlović i Anić 2008). Bukove šume prevladavaju u montanskom vegetacijskom pojasu gdje je ona edifikatorska vrsta i gdje tvori čiste sastojine klimatskozonškoga karaktera. Nadmorska visina toga pojasa proteže se u dinarskom dijelu između 600 i 700 (900) m n. v., a u panonskom dijelu od 350 m n. v. (Matić i dr. 2003, prema Vukeliću i Raušu 1998).

Obična je bukva pravi skiofit. Njezin mali zahtjev prema svjetlosti, prilagodljivost krošnje u uvjetima nedostatka svjetla te intenzivan korijenski sustav

čine ovu vrstu drveća izrazito konkurentnom (Seleković i dr. 2003). Šumskouzgojna fleksibilnost i konkurentnost obične bukve uzrokom su raznolikosti metoda obnove bukovih šuma (Schütz 1998). Tako je u europskoj praksi zabilježen čitav spektar: od stabilničnoga, grupimičnoga i skupinastoga prebiranja, preko oplodnih sječa na malim i velikim pomladnim površinama s dugim i kratkim pomladnim razdobljem do čistih sječa (Matić i Korpel 1995, Matić i dr. 1996, Peters 1997).

Retrospektivu gospodarenja bukovim šumama u Hrvatskoj donose Matić i dr. (2003). Navode kako su se bukove sastojine u nas oduvijek pomlađivale pri-

rodno, raznim inačicama pomladnih sječa pod zas-torom krošanja matičnih stabala. U početku su to bile preborne ili selektivne sječe različita intenziteta i oblika, poslije se upotrebljavaju oplodne sječe u dva sijeka (naplodni i dovršni sijek), a danas prevladavaju oplodne sječe u tri do pet sjekova (pripremni, naplodni, 1 – 2 naknadna, dovršni sijek), na velikim pomladnim površinama, s pomladnim razdobljem 8 – 10 godina. U bukovim šumama dinarskoga područja, koje su od 1957. do 1996. godine bile uređene kao preborne pa su podvrgnute prebornim sječama, poremećena je struktura i kakvoća sastojina (Meštrović i Čavlović 2003). Iako se u tim šumama od 1996. godine uvodi regularno gospodarenje, trebat će vremena da se šumskouzgojnim postupcima postupno korigira sastojinska struktura (Anić i dr. 2006).

Oplodne su sječe na malim površinama rijetkost. Međutim, Matić i dr. (1996) ističu kako će takav način prirodnoga pomlađivanja u budućnosti imati sve veće značenje i primjenu, posebice u sastojinama s naglašenim općekorisnim funkcijama. Ne čudi stoga zahtjev Uprave šuma podružnice Zagreb koja, između ostaloga, gospodari velikim kompleksima hrastovih i bukovih šuma na područjima parkova prirode Lonjsko polje i Medvednica za pokretanjem projektnoga zadatka »Obnova i potrajnost šuma posebne namjene«. U proteklom petogodišnjem razdoblju traženi su odgovori na pitanja o načinu izvođenja oplodnih sječa na malim površinama, površini i obliku prostiranja malih površina, odnosu velike i male površine, trajanju općega i specijalnoga pomladnoga razdoblja te o pojmu raznodobne sastojine.

Ovaj rad donosi rezultate istraživanja prirodnoga pomlađivanja sastojina obične bukve na malim površinama. Uz do sada prikazane i objavljene rezultate novijih istraživanja ove problematike u nas (Krejči i Dubravac 2003, Anić i Oršanić 2009, Anić 2010, 2009, Ostrogović i dr. 2010), njime se zaokružuje cjelina spomenutoga projektnoga zadatka.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

U razdoblju od 2006. do 2010. godine analizirani su brojni praktični primjeri prirodnoga pomlađivanja obične bukve na malim površinama u nas (područja uprava šuma podružnica Zagreb, Koprivnica, Karlovac, Nacionalnoga parka Plitvička jezera, parka prirode Žumberak – Samoborsko gorje) i izvan granica Hrvatske (Belgija, Češka, Njemačka, Slovačka, Slovenija).

U radu su prikazani rezultati istraživanja malopovršinskoga pomlađivanja obične bukve u obliku grupa na primjeru dinarske brdske bukove šume (as. *Lamio orvalae-Fagetum* /Ht. 1938/ Borhidi 1963),

te u obliku malih sastojina na primjeru bukove šume s dlakavim šašem (as. *Carici pilosae-Fagetum* Oberdorfer 1957). Istraživanja su obavljena u odjelima 16, 26, 27, 55 i 61 Gospodarske jedinice Medveđak – Plitvički klanac Nacionalnoga parka Plitvička jezera te u odsjeku 70a, G.J. Kalnik – Kolačka, Šumarija Križevci, UŠP Koprivnica.

Odjeli 26, 27 i 61, G.J. Medveđak – Plitvički klanac, tvore prirodni šumski rezervat čija ukupna površina iznosi 152,36 ha. U rezervatu je obavljena inventura svih progala s razvijenim pomladnim jezgrama. Svakoj od njih izmjerena je dulja i kraća os te je izračunata površina prema formuli za elipsu. Odjeli 16 i 55 bili su izvrgnuti šumskouzgojnim postupcima. Prema smjernicama gospodarenja iz Programa gospodarenja za G.J. Medveđak – Plitvički klanac (1987 – 1996), u njima je obavljena pomladna sječa grupimičnoga karaktera. U odjelu 16 etat je realiziran 1991. godine, dok je u odjelu 55 postupak obavljen 1994. i 1996. godine.

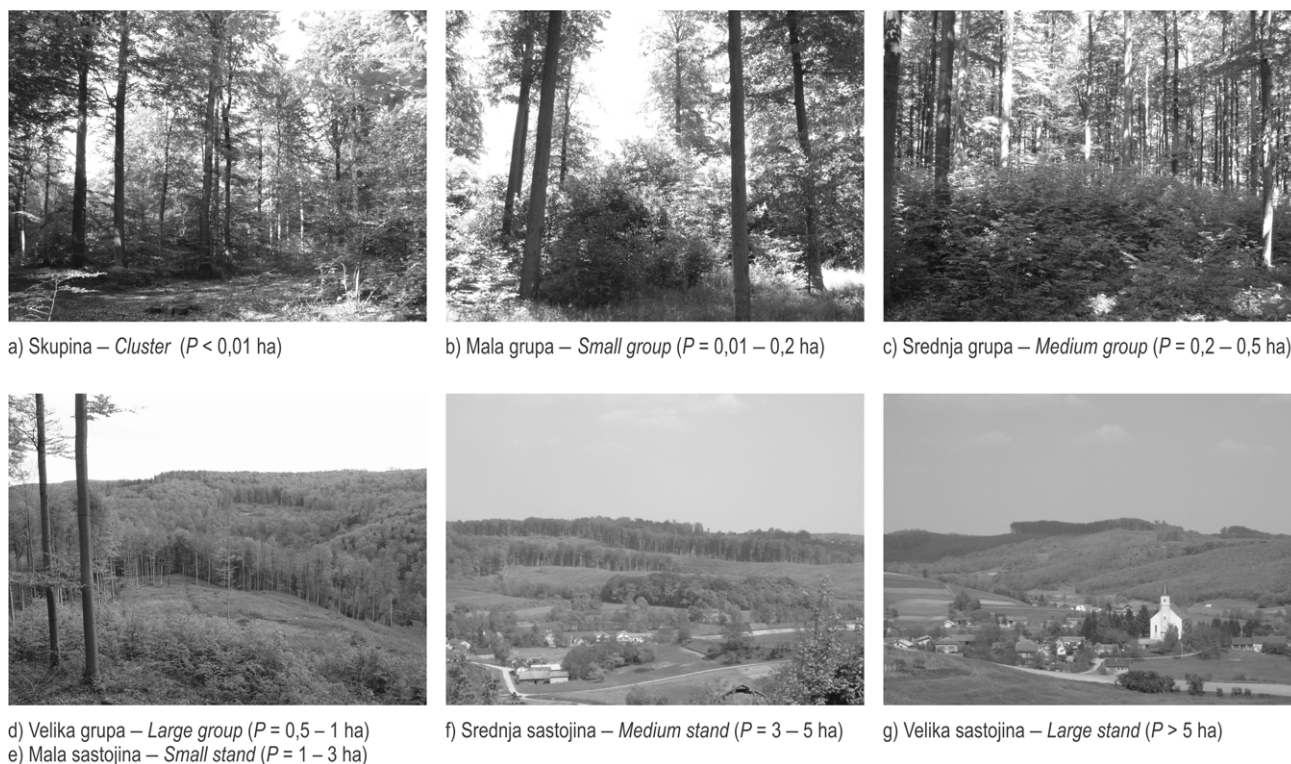
Za detaljnu analizu pomlađivanja postavljeno je šest pokusnih ploha. Tri su pokusne plohe odabrane u šumskom rezervatu Medveđak (P_1, P_2, P_3) u odjelima 26 i 61, a tri u sastojinama gdje su obavljeni šumskouzgojni postupci (G_1, G_2, G_3), u odjelima 16 i 55. Kriterij za postavljanje pokusne plohe bio je dobro razvijena pomladna jezgra s pomlatkom visine do 4 m. Na svakoj pokusnoj plohi postavljena je u smjeru sjever – jug kvadratna mreža s razmacima 5×5 m. Sjecišta mreže iskolčena su pomoću drvenoga kolčića označena rednim brojem. Na svakom sjecištu mreže položen je kvadrat dimenzija $1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$ te je na tim površinama od $2,25 \text{ m}^2$ izmjerena gustoća pomlatka prema vrstama drveća (kom./ m^2) i visinama.

Na primjeru odsjeka 70a, G.J. Kalnik – Kolačka, obavljena je analiza šumskouzgojnoga plana oplodnih sječa na malim površinama, po godinama izvođenja. Površina sastojine iznosi 30,32 ha, a početkom pomladnoga razdoblja bila je u dobi od 106 godina. Uređajni je razred obične bukve s omjerom smjese: 84 % bukva, 13 % hrast kitnjak i 3 % obični grab.

3. Rezultati istraživanja s raspravom *Research results and discussion*

3.1 Mala pomladna površina – *Small regeneration area*

Pojam se male pomladne površine odnosi na dio sastojine (odjela, odsjeka). Ako se šumska sastojina (odjel, odsjek) pomlađuje u dijelovima, tada smatramo kako se postupak obavlja na malim površinama. To znači kako se pomlađivanje na malim površinama može podjednako ostvariti u regularnom, raznodobnom i prebornom gospodarenju.



Slika 1. Primjeri prirodnoga pomlađivanja obične bukve iz prakse nekih europskih zemalja (orig.): a) Belgija, b) i c) Njemačka, d) i e) Češka, f) i g) Hrvatska
Fig. 1 Examples of natural regeneration of common beech following the practice of some European countries (orig.): a) Belgium, b) and c) Germany, d) and e) Czech Republic, f) and g) Croatia

Male se pomladne površine razlikuju po površini prostiranja i obliku. Glede površine prostiranja iz slike 1 može se općenito zaključiti o mogućnosti pomlađivanja bukovih sastojinama na raznolikim pomladnim površinama. One obuhvaćaju raspon od površine projekcije krošanja nekoliko stabala u skupini ($P < 0,01$ ha) do velike pomladne površine koja obuhvaća čitavu sastojinu ($P > 5$ ha). To odgovara pomladnim sječama u rasponu od stablimičnoga prebiranja do klasičnih oplodnih sječa na velikim površinama. Međutim, stablimično i grupimično prebiranje u našoj se praksi nije pokazalo dobrim (Anić i dr. 2006). Što je pomladna površina manja, a sklop gušći, to ima više problema s gustoćom, kvalitetom, morfoloijom i visinskim prirastom prirodnoga pomlatka, o čem će biti riječi u nastavku.

Glede oblika prostiranja male pomladne površine mogu biti u obliku krugova (odnos širine i duljine pomladne površine podjednak) ili pruga (pomladna površina najmanje dva puta dulja nego šira). Krugovi mogu biti pravilni ili nepravilni, primjerice elipsoidni. Pruge također mogu biti pravilne, u obliku pravokutnika, ili nepravilne, primjerice ukošene, nazubljene, u obliku koji prati slojnice te različite duljine i širine (Anić i Oršanić 2009).

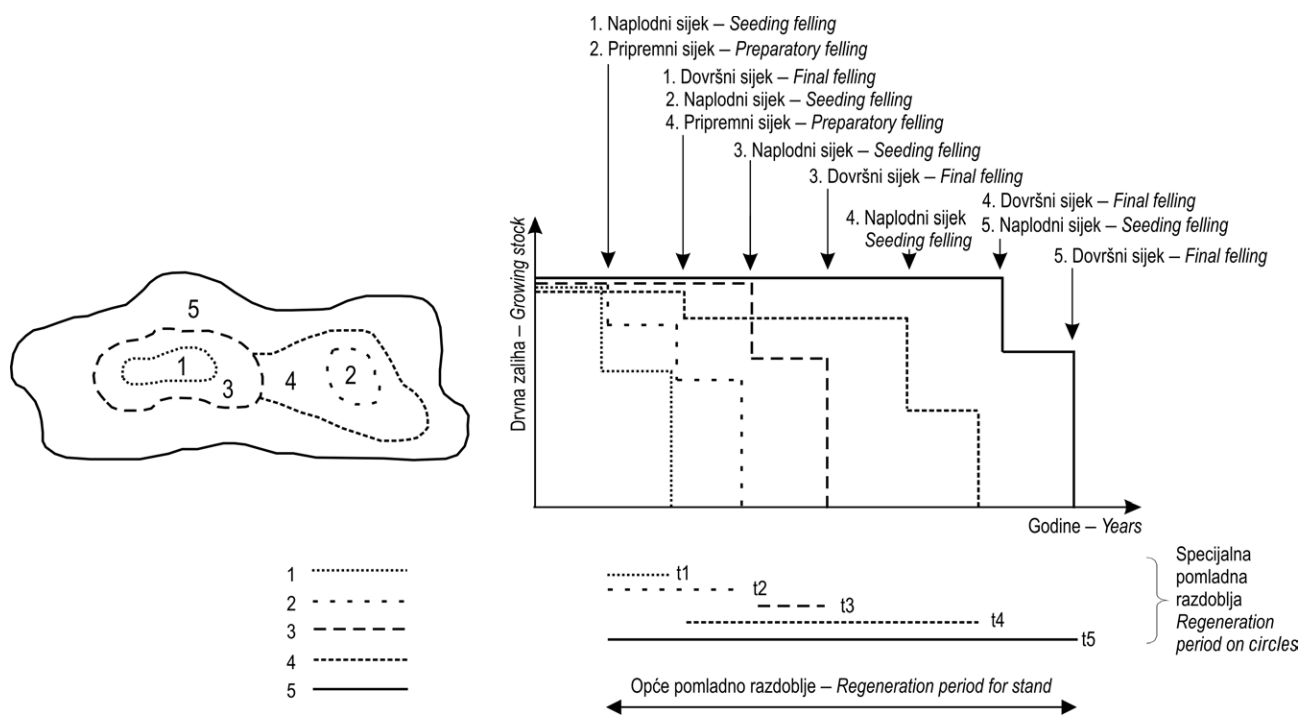
3.2 Pomladno razdoblje – Regeneration period

Pomladno razdoblje je trajanje pomlađivanja. Ako se pomlađivanje obavlja na malim površinama, tada svaki dio sastojine (odjela, odsjeka) ima svoje pomladno razdoblje koje zovemo specijalnim pomladnim razdobljem. Zbroj specijalnih pomladnih razdoblja ili razdoblje potrebno za pomlađivanje čitave sastojine (odjela, odsjeka) opće je pomladno razdoblje.

Opće pomladno razdoblje može trajati kraće ili dulje, ovisno o tome želi li se pomlađivanjem na malim površinama formirati jednodobna ili raznodobna sastojina.

Ako se oplodnim sječama na malim površinama u konačnici želi formirati jednodobna sastojina, maksimalna dobna razlika pojedinih dijelova sastojine (malih površina) nakon završetka postupka pomlađivanja treba biti kraća od širine dobnoga razreda ili opće pomladno razdoblje ne bi smjelo trajati dulje od 20 godina.

Ako se pomlađivanjem želi formirati raznodobna sastojina, najveća razlika u dobi pojedinih dijelova sastojine nakon završetka postupka pomlađivanja treba biti dulja od širine dobnoga razreda ili opće pomladno razdoblje mora trajati dulje od 20 godina. U tom su slučaju uzgojni radovi koncentrirani u



Slika 2. Shema pomlađivanja oplodnim sječama na malim pomladnim površinama u obliku krugova (prema Schützu 2002, prilagođeno)
Fig. 2 Small scale regeneration with shelterwood cuts in the form of circles (according to Schütz 2002, adapted)

Tablica 1. Model pomlađivanja oplodnim sječama u prugama
Table 1 Model of strip shelterwood system

Sastojina Stand	Pruga Strip	Godina izvedbe sijeka Felling year			Specijalno pomladno razdoblje Regeneration period on strips	Opće pomladno razdoblje Regeneration period for stand
		Pripremni sijek Preparatory felling	Naplodni sijek Seeding felling	Dovršni sijek Final felling		
A	1	2000.	2003.	2006.	6	30 (Raznodobna sastojina Unevenaged stand)
	2	2006.	2009.	2012.		
	3	2012.	2015.	2018.		
	4	2018.	2021.	2024.		
	5	2024.	2027.	2030.		
B	1	2000.	2003.	2006.	6	18 (Jednodobna sastojina Evenaged stand)
	2	2003.	2006.	2009.		
	3	2006.	2009.	2012.		
	4	2009.	2012.	2015.		
	5	2012.	2015.	2018.		
C	1	2000.	2003.	2006.	6	9 (Jednodobna sastojina Evenaged stand)
	2	2003.	2006.	2009.		
	3	2000.	2003.	2006.		
	4	2003.	2006.	2009.		
	5	2000.	2003.	2006.		

vremenu, a razdvojeni u prostoru, jer su razlike u razvojnim stadijima pojedinih dijelova sastojine velike. Dok se na jednom dijelu obavlja njega nakon dovršnoga sijeka, na drugom se istodobno obavlja čišćenje, na trećem prva proreda, na četvrtom je vrijeme za dovršni sijek itd. Na slici 2 prikazan je model pomlađivanja oplodnim sječama na malim površinama u obliku krugova s trajanjem općega i specijalnoga pomladnoga razdoblja.

U tablici 1 prikazan je model pomlađivanja oplodnim sječama za tri sastojine A, B i C. Sastojine se pomlađuju na malim pomladnim površinama, u obliku pruga. Specijalno pomladno razdoblje za svaku prugu iznosi 6 godina. Razlike su u općim pomladnim razdobljima. Sastojina A nakon završetka pomlađivanja bit će raznodobna. Dok će se na njezinoj posljednoj pruzi dovršavati pomlađivanje, dio sastojine na prvoj pruzi bit će već spreman za prorede.

U modelu za sastojinu B opće je pomladno razdoblje skraćeno tako da se istodobno s naplodnim sijekom na prethodnoj pruzi obavlja pripremi sijek na sljedećoj pruzi, a istodobno s dovršnim sijekom na prethodnoj pruzi obavlja se naplodni sijek na sljedećoj pruzi. U modelu C oplodne su sječe obavljene »na preskok«. Pripremnim se sijekom započelo pomlađivanje na neparnim prugama. Kada se na njima obavljao naplodni sijek, pomlađivanje je započelo na parnim prugama pripremnim sijekom. Time je pomlađivanje svedeno u granice općega pomladnoga razdoblja od devet godina, uz razmake između sjekova od tri godine. Modeli B i C omogućuju stvaranje jednodobnih sastojina.

Iako je riječ samo o modelima, ti primjeri pokazuju kako treba razmišljati prilikom šumskouzgojnoga planiranja oplodnih sječa na malim površinama.

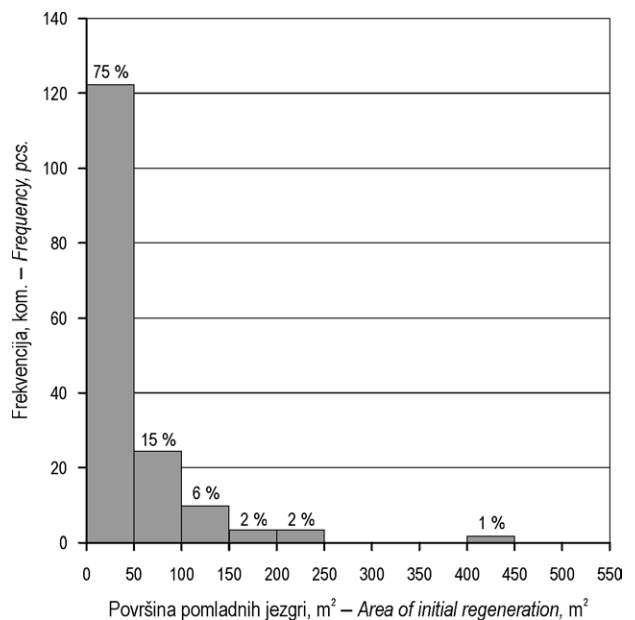
3.3 Pomladna jezgra – *Initial regeneration gap*

Prirodno pomlađivanje na malim površinama počinje na pomladnim ili inicijalnim jezgrama. Usporedili smo značajke pomladnih jezgri u uvjetima prašumske bukove sastojine (šumski rezervat Medveđak) i bukove sastojine kojom se gospodari (G.J. Medveđak – Plitvički klanac).

Postanak pomladnih jezgri u prašumskim uvjetima povezan je s progalljivanjem sklopa zbog djelovanja abiotskih i biotskih čimbenika. Progala se može prostirati na površini projekcije krošnje jednoga stabla ili male grupe (češći slučaj), površini projekcije krošnja velike grupe stabala (rjeđi slučaj) ili, zbog jačega naleta vjetrova, na površini male, srednje ili čak velike sastojine (vrlo rijedak slučaj). Tako su u tri odjela šumskoga rezervata Medveđak, na ukupnoj površini od 152,36 ha, ustanovljene 163 pomladne jezgre ili 1,07 na jedan hektar. Ukupna površina pomladnih jezgri iznosi 7197,4 m². Prosječna površina

pomladne jezgre iznosi 44,15 m², a standardna devijacija 53,49 m². Najmanja je površina 3,14 m², a najveća ustanovljena pomladna jezgra ima površinu od 471,24 m². Od ukupnoga broja pomladnih jezgri njih 75 % ima površinu manju od 50 m² (slika 3). Da se pomladne jezgre u bukovim prašumama oblikuju stabilno te na površinama skupina i malih grupa, potvrdila su slična istraživanja u Sloveniji (Zeibig i dr. 2005) i Slovačkoj (Droessler i Luepke 2005).

Iz svega ovoga mogao bi se izvući zaključak o mogućnosti primjene prebornoga gospodarenja u bukovim šumama. Međutim, kakvoća bukovih stabala prosječno je lošija u prebornim sastojinama, a bolja u jednodobnim sastojinama. Što je struktura sastojina ujednačenija, morfologija je bukovih stabala bolja (Šafar 1967). U švicarskim je prebornim šumama ustanovljeno kako za isti volumni prirast krošnje bukovih stabala trebaju 3 – 4 puta više prostora u odnosu na običnu jelu (Badoux 1949). Za isti iznos vrijednosnoga prirasta odnos je čak 1 : 10. Prema Schützu (1992, 2001) glavni razlog tomu leži u činjenici kako individualni rast bjelogoričnoga stabla u prebornoj strukturi vodi njegovoj lošijoj kakvoći (granatost i rašljivost). Osim toga, ako dulje razdoblje raste u zasjeni, obična bukva zbog simpodijalnoga načina rasta gubi sposobnost oblikovanja pravonoga debla, a u ekstremnim prilikama oblik biljke postaje plagiotropan (Kurth 1946).



Slika 3. Frekvencija pomladnih jezgri prema površini u šumskom rezervatu Medveđak, u Nacionalnom parku Plitvička jezera

Fig. 3 Frequency of initial regeneration gaps in relation to the area in the old growth forest reserve of Medveđak in National park Plitvice Lakes

Primjeri prebornoga gospodarenja u bukovim šumama Tiringije (Njemačka) pokazuju kako se za kako-takvo pomlađivanje drvena zaliha bukove sastojine mora smanjiti na samo 200 – 250 m³/ha. Za usporedbu, u uvjetima našega regularnoga gospodarenja to približno odgovara drvnoj zalihi matične sastojine koja ostaje na pomladnoj površini nakon napludnoga sijeka. Već kod iznosa od 300 m³/ha priliv je jednak nuli (Schütz 2001). Slično je ustanovio i Saniga (1998) u Slovačkoj.

U gospodarskim šumama i šumama posebne namjene mi biramo mjesto, vrijeme, gustoću, oblik i površinu pomladnih jezgri. Za pomladne jezgre mogu poslužiti lokaliteti koji su dobro naplođeni ili na kojima se pomladak već razvio, zatim progale, lokaliteti u sastojini koji nam odgovaraju za početak pomlađivanja s obzirom na šumskouzgojni plan, lokaliteti za koje pretpostavljamo da će se na njima pomladak najprije pojaviti (pripremljeno stanište, dobar raspored i urod matičnih stabala). Ako pomladne jezgre prethodno nisu nastale prirodnim pomlađivanjem, u skladu sa šumskouzgojnim planom može se potaknuti njihov nastanak, primjerice progaljivanjem sklopa stare sastojine pripremljenim sijekom na malim površinama. Na progalama koje su nastale zbog nepredviđenih uzroka, a uz to su ostale nepomlađene, pomladne se jezgre mogu formirati umjet-

nim pomlađivanjem (Anić i Oršanić 2009). Veća površina pomladne jezgre uglavnom znači veću gustoću pomlatka. To podjednako vrijedi za sastojine kojima se gospodari i kojima se ne gospodari (slika 4).

Usporedimo li gustoću pomlatka na istraženim pomladnim jezgrama (tablica 2), vidi se kako je u šumskom rezervatu ona manja nego na pokusnim plohama u gospodarenim odjelima. Na površini od jednoga hektara razlika u prosjeku iznosi 5131 biljku. Međutim, pomladak na pomladnim jezgrama u sastojinama kojima se gospodari u odnosu na pomladak na pomladnim jezgrama u šumskom rezervatu bolji je i vitalniji (Šafar 1964, Dubravac i dr. 2004, Anić 2007).

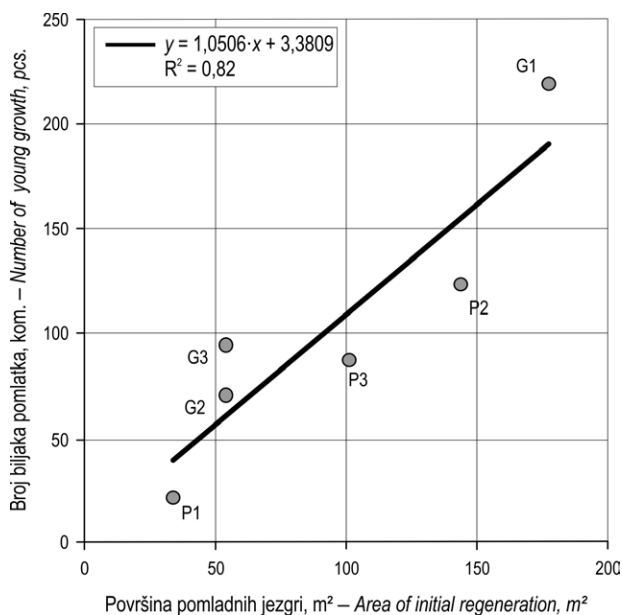
To je rezultat boljih svjetlosnih uvjeta. Pomladne jezgre u gospodarenim sastojinama nastale su u ciljano formiranim progalama, sječom zrelih stabala u malim grupama. Pomladne su jezgre u rezervatu nastale slučajno, a otvor sklopa iznad njih se brzo zatvorio. Dalji razvoj pomlatka ovisi o doziranju svjetla odnosno o proširivanju progala. Ako se to ne dogodi, pomladak će zaostajati u rastu i postupno deformirati, bez obzira na to je li riječ o prašumi ili gospodarskoj sastojini.

3.4 Šumskouzgojni plan pomlađivanja *Silvicultural plan of regeneration*

Šumskouzgojno je planiranje prijeko potrebno u uvjetima intenzivnoga gospodarenja na malim površinama. Posebno je važno kartografsko skiciranje pri planiranju njege i obnove u svakoj sastojini (odjelu, odsjeku).

Analizirali smo šumskouzgojni plan pomlađivanja jednodobne bukove sastojine oplodnim sječama na malim površinama u obliku nepravilnih krugova, u sklopu regularnoga gospodarenja, na primjeru odsjeka 70a, G.J. Kalnik – Kolačka, Šumarija Križevci. Opisat ćemo tijek postupka po godinama prema kartografskim prikazima na slici 5.

Pomladno razdoblje započelo je 1988. godine, pripremljenim sijekom intenziteta 18 % (približno 100 m³/ha) na jugozapadnom dijelu odsjeka. Nastupilo je šestogodišnje napludno razdoblje u kojem su se počele pojavljivati pomladne jezgre (slika 5a). Godine 1994. godine obavljen je napludni sijek kojim se intenziviralo osvjetljenje na pomladnim jezgrama (slika 5b). Godine 2000. pomladne su sječe na malim površinama nastavljene. Obavljena je kombinacija dovršnoga, napludnoga i pripremljenoga sijeka, u I. i IV. kvartalu, prema rasporedu prikazanom na slici 5c. Dovršni je sijek obavljen u jugoistočnom dijelu odsjeka na kojem je pomlađivanje započelo. Time specijalno pomladno razdoblje tih dijelova sastojine iznosi 12 godina.



Slika 4. Odnos između ukupnoga broja biljaka (kom.) i površine pomladne jezgre (m²). P – pomladne jezgre u šumskom rezervatu, G – pomladne jezgre u gospodarenim sastojinama

Fig. 4 Relationship between the total number of plants (pcs.) and initial regeneration gaps area (m²). P – Initial regeneration gap in the forest reserve, G – initial regeneration gap in managed stand

Tablica 2. Distribucija ukupnoga broja pomlatka po visinama na pomladnim jezgrama ($P_{1,2,3}$ - plohe u rezervatu, $G_{1,2,3}$ - plohe u odjelima kojima se gospodari)

Table 2 Distribution of total number of young plants by height in initial regeneration gaps ($P_{1,2,3}$ - plots within the reserve, $G_{1,2,3}$ - plots within managed compartments)

Visinske klase Height classes (cm)	Pokusne plohe - Exp. plots						Ukupno - Total	
	P ₁	P ₂	P ₃	G ₁	G ₂	G ₃	P	G
-50	4	1	8	5			13	5
-100	11	65	46	48	36	42	122	126
-150	4	18	19	37	14	20	41	71
-200	1	22	12	25	8	16	35	49
-250	1	6	2	23	4	4	9	31
-300		4		24	2	5	4	31
-350		1		7	1	5	1	13
-400		3		9	1		3	10
-450		2		10	1	1	2	12
-500				8	2	1		11
-550		1		13			1	13
-600				7	1			8
-650								
-700				1				1
-750				1				1
-800				1				1
Ukupno (kom.) Total (pcs.)	21	123	87	219	70	94	231	383
Ukupno (kom./m ²) Total (pcs./m ²)	0,6	0,9	0,9	1,2	1,3	1,7	0,8	1,3
Ukupno (kom./ha) Total (pcs./ha)	6 176	8 542	8 593	12 321	12 963	17 407	8 272	13 403
Broj ploha mreže No. of plots	34	64	45	79	24	24	143	127
Površina ploha mreže (m ²) Area of plots (m ²)	76,5	144	101,25	177,75	54	54	321,75	285,75

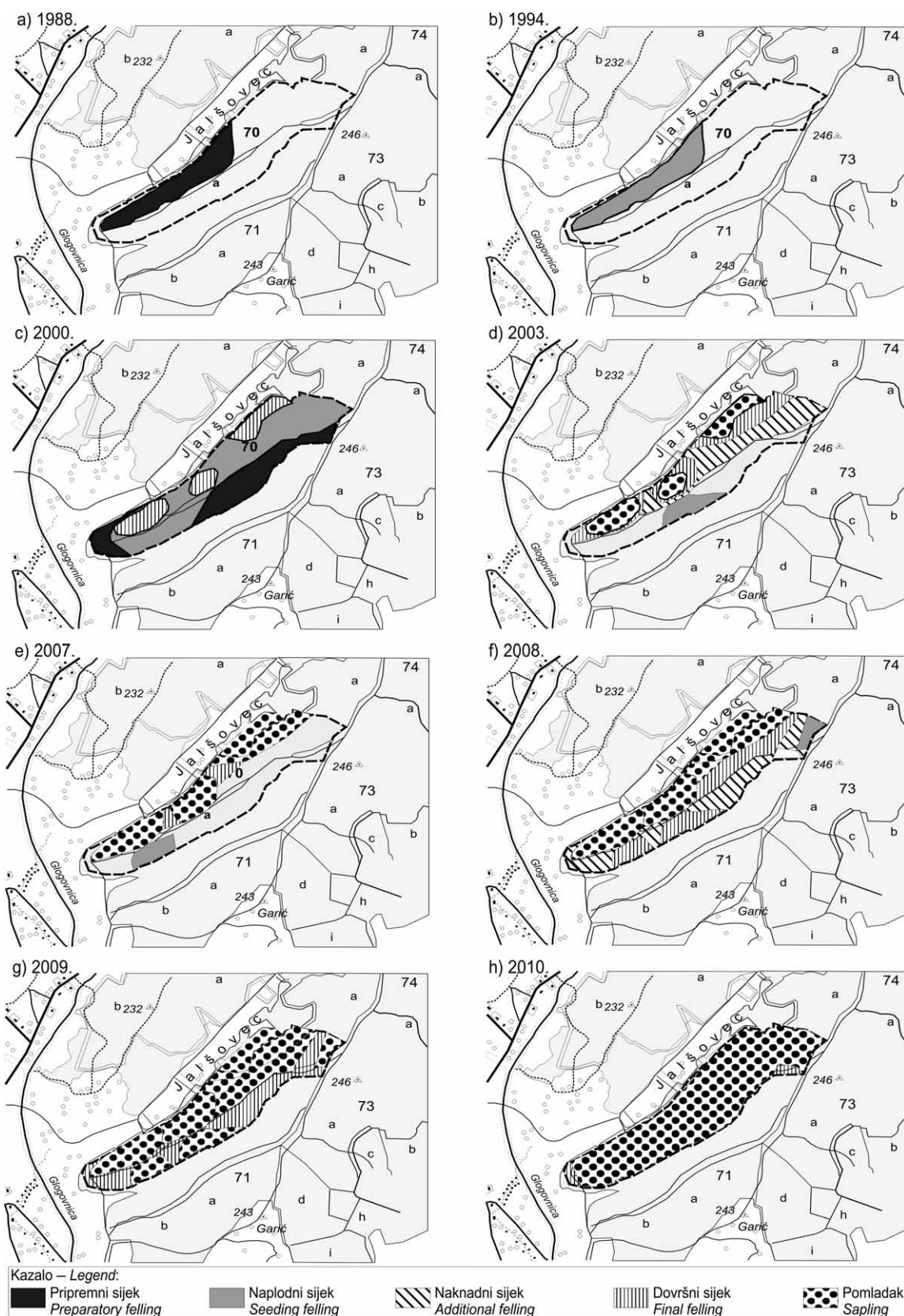
Naplodnim sijekom dozirano je svjetlo pomladnim jezgrama koje su se razvijale u središnjem dijelu odsjeka. Pripremni je sijek obavljen na istočnom dijelu i južnom odsjeku.

Godine 2003. obavljena je kombinacija naplodnoga, naknadnoga i dovršnoga sijeka na malim površinama čije su funkcije bile oslobađanje pomlatka, proširivanje krugova i reguliranje dotoka svjetla, ovisno o stanju pomlatka (slika 5d). Godine 2007. nastavlja se postupak kombinacijom naplodnoga i dovršnoga sijeka na malim površinama (slika 5e). Godinu dana nakon toga nastavlja se s dovršnim sjekovima i spajanjem krugova. Zbog obilnoga uroda bukvice i gustoga ponika te se godine pomladno razdoblje produljuje uvođenjem naknadnih sjekova (slika 5f). Go-

dine 2009. nastavljaju se dovršni sjekovi spajanjem krugova (slika 5g).

Godine 2010. završava opće pomladno razdoblje dovršnim sijekom na preostalom dijelu odsjeka (slika 5h). Trajalo je 22 godine (1988 – 2010). Specijalno pomladno razdoblje različito je u pojedinim dijelovima odsjeka.

Dok su se na dijelu pomladne površine obavljali šumskouzgojni radovi na pomlađivanju, na onim dijelovima na kojima je pomlađivanje ranije započelo obavljali su se šumskouzgojni radovi na njezi šuma. U tablici 3 kronološki su popisani svi šumskouzgojni zahvati. Treba uočiti njihovo preklapanje (koncentraciju) u vremenu, ali razdvojenost u prostoru.



Slika 5. Šumskouzgojni plan pomlađivanja oplodnim sječama na malim površinama (orig.)
 Fig. 5 Silvicultural plan of small scale shelterwood regeneration (orig.)

Tablica 3. Kronologija šumskouzgojnih radova u odsjeku 70a, GJ Kalnik – Kolačka, Šumarija Križevci, po dijelovima sastojine
Table 3 Chronology of silvicultural treatments in compartment 70a, MU Kalnik – Kolačka, Križevci Forest Office, on parts of stand

Godina Year	Faze pomlađivanja šuma po dijelovima sastojine <i>Forest regeneration treatments on parts of stand</i>	Faze njege šuma po dijelovima sastojine <i>Forest tending phases on parts of stand</i>
1988.	Pripremni sijek <i>Preparatory felling</i>	
1989.		
1990.		
1991.		
1992.	Priprema staništa na dijelu površine <i>Site preparation, partly</i>	
1993.		
1994.	Naplodni sijek - <i>Seeding felling</i>	
1995.		Zaštita hrastova ponika i pomlatka od pepelnice (5 ha) <i>Protection of oak seedings from mildew (5 ha)</i>
1996.		Zaštita hrastova ponika i pomlatka od pepelnice (5 ha) <i>Protection of oak seedings from mildew (5 ha)</i>
1997.		
1998.		
1999.	Priprema staništa na dijelu površine <i>Site preparation on small area</i>	Njega pomlatka pod zastorom (14 ha) <i>Tending of young growth under shelter (14 ha)</i>
2000.	Kombinacija pripremnoga, naplrodnoga i dovršnoga sijeka <i>Combination of preparatory, seeding and final felling</i>	Zaštita hrastova ponika i pomlatka od pepelnice (1 ha) <i>Protection of oak seedings from mildew (1 ha)</i>
2001.		
2002.		Njega pomlatka pod zastorom (16 ha) <i>Tending of young growth under shelter (16 ha)</i>
2003.	Kombinacija naplrodnoga, naknadnoga i dovršnoga sijeka <i>Combination of seeding, additional and final felling</i>	Žetva korova (12 ha) <i>Removing of weeds (12 ha)</i>
2004.		
2005.	Unos žira kitnjaka (južne padine) <i>Sowing of acorns (southern slopes)</i>	Prvo čišćenje (5 ha) <i>The first cleaning (5 ha)</i>
2006.		Žetva korova (5 ha) Đ <i>Removing of weeds (5 ha)</i>
2007.	Kombinacija naplrodnoga i dovršnoga sijeka <i>Combination of seeding and final felling</i>	Njega čišćenjem (4 ha) <i>Tending by cleaning (4 ha)</i>
2008.	Kombinacija dovršnoga i naknadnoga sijeka <i>Combination of final and additional felling</i>	Njega čišćenjem (10 ha) <i>Tending by cleaning (10 ha)</i>
2009.	Dovršni sijek - <i>Final felling</i>	
2010.	Dovršni sijek - <i>Final felling</i>	

4. Zaključak – Conclusion

Šumskouzgojna svojstva obične bukve omogućuju pomlađivanje njezinih sastojina pod zastorom krošanja matičnih stabala, oplodnim sječama na malim i velikim pomladnim površinama, u dugom i kratkom pomladnom razdoblju.

Klasičnim oplodnim sječama na velikim površinama stvaraju se jednodobne bukove sastojine. Oplodnim sječama na malim površinama mogu se

oblikovati jednodobne i raznodobne sastojine, ovisno o trajanju općega pomladnoga razdoblja.

U slučajevima pomlađivanja u obliku velikih grupa te malih i srednjih sastojina mogu se oblikovati nove jednodobne sastojine jer je lakše održati brži tempo pomlađivanja i dovršiti ga u okvirima općega pomladnoga razdoblja čije je trajanje kraće od širine dobnoga razreda. U slučajevima pomlađivanja u malim i srednjim grupama lakše je oblikovati raznodobne sastojine jer je tempo pomlađivanja sporiji,

opće je pomladno razdoblje najčešće dulje od širine dobnoga razreda, a novu sastojinu tvori mozaik skupina i grupa različitih razvojnih stadija.

Pomlađivanje oplodnim sječama na malim je površinama intenzivan način gospodarenja. Za svaku je sastojinu (odjel, odsjek) poželjno izraditi šumsko-uzgojni plan koji će sadržavati shemu s ucrtanim prostornim rasporedom pomladnih jezgri, njihovu površinu, smjer i doba proširivanja te vrstu i intenzitet sijeka.

Pomlađivanje na malim površinama u obliku malih, srednjih i velikih grupa može se preporučiti u šumama posebne namjene i zaštitnim šumama jer se njime oblikuju strukturno raznolike sastojine koje će zadovoljiti općekorodne funkcije takvih šuma, posebice hidrološku funkciju zaštite od erozije, estetsku i turističku funkciju. U slučajevima primjene kod malih šumoposjednika takav način pomlađivanja omogućuje koncentraciju zahvata, olakšava planiranje prihoda i smanjuje troškove njege. Pomlađivanje na malim površinama u obliku malih i srednjih sastojina preporučuje se u gospodarskim šumama.

Gospodarenje oplodnim sječama na malim površinama zadržava značajke regularnoga gospodarenja, prirodi je bliskiji i intenzivniji način gospodarenja. Olakšano je izvođenje i kontrola radova, a olakšava se kontinuirano planiranje glavnoga i prethodnoga prihoda.

Zahvala – Acknowledgement

Rad je izrađen uz financijsku potporu znanstvenih projekata Obnova i potrajnost šuma posebne namjene (»Hrvatske šume«, d. o. o. Zagreb) i Dinamika obnove bukovo-jelovih prašuma hrvatskih Dinarida (MZOŠ RH, 068-0682041-1950). Zahvaljujemo Nikoli Magdiću, dipl. inž. šum., Tiboru Balintu, dipl. inž. šum. i Milanu Škomcu, dipl. inž. šum., na pomoći prilikom prikupljanja i analize podataka.

5. Literatura – References

Anić, I., 2010: Pomlađivanje bukovih šuma. Pozvano predavanje, seminar Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije, pp prezentacija.

Anić, I., 2009: Obnova šuma oplodnim sječama na malim površinama. Pozvano predavanje, seminar Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije, pp prezentacija.

Anić, I., M. Oršanić, 2009: Prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na malim površinama. U: S. Matić, I. Anić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 39–53.

Anić, I., 2007: Utjecaj strukture i pomlađivanja na potrajnost šuma bukve i jele te šuma bukve Nacionalnog parka Plitvička jezera. Elaborat, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 62 str.

Anić, I., S. Matić, M. Oršanić, S. Mikac, M. Blašković, 2006: Strukturni odnosi i šumskouzgojni postupci u raznodobnim bukovim sastojinama hrvatskih Dinarida. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd., 5, 61–74.

Badoux, E., 1949: L'allure de l'accroissement dans la forêt jardinée. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes. 26: 9–58.

Čavlović, J., I. Anić, 2008: Gospodarjenje z bukvijo na Hrvaskem. U: A. Bončina (ur.), Bukovi gozdovi: ekologija in gospodarjenje. Zbornik sažetaka, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, str. 56–59.

Drössler, L., v. Lüpke, B., 2005: Canopy gaps in virgin beech forest in Havešova Reserve. U: B. Commarmot, F. D. Hamor (ur.), Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation, Proceedings, Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf and Carpathian Biosphere Reserve, Rakhiv, str. 93–99.

Dubravac, T., V. Krejči, B. Vrbeč, 2004: Stanje strukture i mogućnost prirodne obnove čistih bukovih sastojina u šumskom rezervatu Medveđak. Plitvički bilten, 6: 179–200.

Krejči, V., T. Dubravac, 2003: Mogućnost i opravdanost oplodnih sječa u bukovim šumama Gorskog kotara, Like i Hrvatskog primorja. Šumarski list, 127 (9–10): 449–456.

Kurth, A., 1946: Untersuchungen über Aufbau und Qualität von Buchendickungen. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes. 24: 581–658.

Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 2003: Uzgojni postupci u bukovim šumama. U: S. Matić (ur.), Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, pp. 340–369.

Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Bukove šume Hrvatske i njihovo mjesto u kompleksu šuma središnje i jugoistočne Europe. U: Mayer, B. (ur.), Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, str. 113–124.

Matić, S., Š. Korpel, 1995: Silviculture of beech stands in Central and South-Eastern Europe. 6th IUFRO beech symposium, Ukrajina, rukopis.

Meštrović, Š., J. Čavlović, 2003: Uređivanje šuma obične bukve. U: S. Matić (ur.), Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 464–489.

Ostrogović, M. Z., K. Sever, I. Anić, 2010: Utjecaj svjetla na prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u park-šumi Maksimir u Zagrebu. Šumarski list, 134 (3–4): 115–123.

Peters, R., 1997: Beech Forests. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, str. 169.

Saniga, M., 1998: Optimalizacia štruktury a regeneračných procesov bukoveho vyberkoveho lesa. Acta facultatis forestalis Zvolen, XL: 17–28.

Schütz, J.-P., 1992. Die waldbaulichen Formen und die Grenzen der Plenterung mit Laubbaumarten. Schweiz. Z. Forstwes. 143, pp. 442–460.

Schütz, J.-Ph., 1998: Behandlungskonzepte der Buche aus heutiger Sicht. Schweiz. Z. Forstwes. 149 (12): 1005–1030.

Schütz, J.-Ph., 2001: Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. Forest ecology and management, 151 (1–3): 87–94.

Schütz, J.-Ph., 2002: Die Technik der Waldverjüngung von Waeldern mit ablosung der Generationen. Skript zur Vorlesung Waldbau II, ETH Zentrum, Zuerich, str. 140.

Seletković, Z., I. Tikvić, B. Prpić, 2003: Ekološka konstitucija obične bukve. U: S. Matić (ur.), Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 155–163.

Šafar, J., 1967: Funkcionalno oblikovanje bukovih sastojina na Dinaridima. Šumarski list, XCI (5–6): 198–204.

Šafar, J., 1964: Kakvoća bukovog mladika u sastojinama dinarskih planina. Šumarski list, LXXXVIII (7–8): 307–315.

Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenoogija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 310 str.

Zeibig, A., J. Diaci, S. Wagner, 2005: Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of slovenia. For. Snow Landsc. Res., 79 (1–2): 69–80.

Abstract

Natural Regeneration of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.) Stands Using Small Scale Shelterwood System

A number of practical examples of small scale natural regeneration of common beech were investigated in the period 2006–2010. In Croatia, the research area consisted of forest administrations of Zagreb, Koprivnica, Karlovac, Plitvice Lakes National Park and Žumberak – Samoborsko Gorje Nature Park, and outside Croatia it included Belgium, Czech Republic, Germany, Slovakia and Slovenia (Fig. 1). This paper presents the results of research into small scale regeneration of common beech in the form of groups (Fig. 2, Table 1), using the example of a Dinaric montane beech forest (as. *Lamio orvalae*-Fagetum /Ht. 1938/Borhidi 1963) and small-stand regeneration, using the example of a beech forest with sedge (as. *Carici pilosae*-Fagetum Oberforfer 1957).

Natural regeneration in virgin beech stands begins in the form of clusters and groups (Fig. 3 and 4, Table 2). This regeneration method can be applied in special purpose forests and in protection forests, since it forms structurally diverse stands that will satisfy non-market forest goods and services of these forests. It is also suitable for private forest owners because not only does it enable the concentration of treatments in small areas, but also allows the planning of a continuous yield.

Small scale regeneration with shelterwood cuts in large complexes of managed forests is both possible and desirable. Regeneration over small areas at the level of small (1–3 ha) and medium (3–5 ha) stands has proven successful (Fig. 5, Table 3).

Compared with classical regular management over large areas, small scale management is a closer-to-nature and more intensive management method. It requires the construction of a silvicultural plan that contains a map of initial regeneration gaps and directions of its expansion. Silvicultural treatments are applied simultaneously, but in different parts of the regeneration area. This type of management alleviates the application and supervision of silvicultural treatments and enables long-term and continuous planning of the felling cut.

Keywords: *Fagus sylvatica* L., natural regeneration, small scale shelterwood regeneration, regeneration period, close to nature silviculture, even-aged stand, uneven-aged stand

Adresa autorâ – Authors' addresses:

Prof. dr. sc. Igor Anić
e-pošta: anic@sumfak.hr
dr. sc. Stjepan Mikac
e-pošta: smikac@sumfak.hr
Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
p. p. 422, HR – 10002 Zagreb
HRVATSKA