

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN  
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Benjamin PAJK

**ZASNOVA POSKUSA REDČENJ BUKOVIH  
DROGOVNJAKOV V RAZISKOVALNEM OBJEKTU  
PIŠECE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Benjamin PAJK

**ZASNOVA POSKUSOV REDČENJ BUKOVIH DROGOVNJAKOV V  
RAZISKOVALEM OBJEKTU PIŠECE**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**FORMATION OF THE BEECH POLE STANDS EXPERIMENT IN  
THE PIŠECE RESEARCH SITE**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo v Skupini za urejanje gozdov in biometrijo Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani. Vse meritve so bile opravljene v gozdnogospodarskem območju Brežice, krajevni enoti Brežice.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 3. 6. 2010 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Andrej Bončino, za somentorja doc. dr. Aleš Kadunca, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Benjamin Pajk

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 242(043.2)=163.6
KG	redčenje/tipi redčenj/bukovi drogovnjaki/izbranci/konkurenti/Pišece
KK	
AV	PAJK, Benjamin
SA	BONČINA, Andrej (mentor) / KANDUC, Aleš (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2011
IN	ZASNOVA POSKUSA REDČENJ BUKOVIH DROGOVNJAKOV V RAZISKOVALNEM OBJEKTU PIŠECE
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	VIII, 64 str., 19 pregl., 7 sl., 2 pril., 66 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	

V gozdnogospodarski enoti Pišece je bil zasnovan raziskovalni objekt za dolgoročno spremljavo učinkov redčenj na razvoj bukovih sestojev. Objekt obsega tri bloke, vsak blok je razdeljen na tri ploskve (30 x 30 m), ki so jim bile naključno določene obravnave: klasično izbiralno redčenje (A), izbiralno redčenje s stalnimi izbranci (B) ter brez ukrepanja (C). Na ploskvah so bila izmerjena vsa drevesa s prsnim premerom, ki je enak oziroma večji od 10 cm, določene so bile prostorske koordinate dreves in ocenjeni drevesni znaki (status, krošnja, vitalnost). Raziskava prikazuje rezultate analize ničelnega stanja sestojev. Ničelna povprečna lesna zaloga analiziranih sestojev je bila 221 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (od 119 do 317 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), povprečno število dreves na ploskvah pa je bilo 1533 ha<sup>-1</sup> (od 1100 do 2056 ha<sup>-1</sup>). V sestojih A je bilo izbranih 274 izbrancev ha<sup>-1</sup> (od 178 do 356 ha<sup>-1</sup>) in odkazanih 530 konkurentov ha<sup>-1</sup> (od 367 do 622 ha<sup>-1</sup>), v sestojih B pa 89 izbrancev ha<sup>-1</sup> (od 78 do 100 ha<sup>-1</sup>) in 326 konkurentov ha<sup>-1</sup> (od 267 do 433 ha<sup>-1</sup>). Med bloki so za več sestojnih parametrov ugotovljene značilne razlike. Med obravnavo A in B so ugotovljene značilne razlike v številu odkazanih dreves na izbranca ter indeksu asimetričnosti krošenj izbrancev.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 242(043.2)=163.6
CX	thinning/beechn pole stands/crop trees/competitors
CC	
AU	PAJK, Benjamin
AA	BONČINA, Andrej (supervisor) / KADUNC, Aleš (co-supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2011
TI	FORMATION OF THE BEECH POLE STAND EXPERIMENT IN THE PIŠECE RESEARCH SITE
DT	Diplomsko delo (University studies)
NO	VIII, 64 p., 19 tab., 7 fig., 2 ann., 66 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

A research site for long-term monitoring of the thinning effects on the development of beech stands was formed in the Pišece forest management unit. The research site consists of three blocks, each block is divided into three plots (30 x 30 m). A treatment was randomly assigned to each plot: classical selective thinning (A), selective thinning with fixed crop trees (B) and control plot (C). All trees with a breast diameter equal to or greater than 10 cm were measured, coordinates of trees within the plots were recorded and tree parameters were assessed (status, crown, and vitality). The study presents an analysis of the stand parameters prior to the thinning. Average growing stock GS (min-max) of the plots was 221 (119-317) m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, average number of trees N (min-max) was 1533 (1100-2056). In A stands 274 (178-356) crop trees ha<sup>-1</sup> were selected and 530 (367-622) competitors ha<sup>-1</sup> were marked for removal. In the B stands there were 89 (78-100) crop trees ha<sup>-1</sup> and 326 (267-433) competitors ha<sup>-1</sup> respectively. The differences between the blocks were statistically confirmed for a number of stand parameters. Differences between treatments were significant for the number of competitors per crop tree and crown asymmetry index of the crop trees.

## KAZALO

KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO.....	V
KAZALO PREGLEDNIC .....	VI
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PRILOG .....	VIII
1 UVOD.....	9
1.1 ZNAČILNOSTI BUKVE IN BUKOVIIH SESTOJEV .....	10
1.2 AKTUALNI PROBLEMI PRI GOSPODARJENJU Z BUKOVIMI GOZDOVI..	11
2 PREGLED LITERATURE .....	15
2.1 TIPI REDČENJ .....	15
2.1.1 Nizko redčenje.....	15
2.1.2 Visoko redčenje .....	15
2.1.3 Izbiralno redčenje po Schädelinu in Leibundgutu (klasično izbiralno redčenje)....	15
2.1.1 Izbiralno redčenje s stalnimi izbranci.....	19
2.2 NIZKO REDČENJE.....	24
2.3 IZBIRALNO REDČENJE.....	24
3 CILJI IN HIPOTEZE .....	28
4 OBJEKT RAZISKAVE.....	29
5 METODE DE LA .....	31
5.1 IZBRANE OBRAVNAVE.....	31
5.1.1 Klasično izbiralno redčenje - obravnava A .....	31
5.1.2 Izbiralno redčenje s stalnimi izbranci - obravnava B .....	31
5.1.3 Kontrolne ploskve – obravnava C .....	31
5.2 ZASNOVA POSKUSA .....	32
5.3 IZBOR POSKUSNIH PLOSKEV .....	32
5.4 OCENJEVANJE IN MERJENJE DREVES .....	33
5.5 METODE IN POSTOPKI IZRAČUNA .....	35
6 REZULTATI .....	38
6.1 NIČELNO STANJE .....	38
6.2 ANALIZA ODKAZILA.....	42
6.2.1 Izbranci .....	42
6.2.2 Konkurenti .....	45
6.2.3 Parametri odkazila .....	47
6.3 PREIZKUS RAZLIK .....	49
7 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	51
8 POVZETEK .....	57
9 VIRI.....	59
ZAHVALA.....	65
10 PRILOGE .....	66

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število izbrancev in njihove srednje razdalje v odvisnosti od zgornje višine sestoja (Leibundgut, 1982) .....	16
Preglednica 2: Osnovni podatki o raziskovalnih ploskev.....	33
Preglednica 3: Ničelno stanje poskusnih ploskev.....	38
Preglednica 4: Značilnost razlik med bloki ( <i>t</i> -test) .....	39
Preglednica 5: Drevesna sestava (v %).....	39
Preglednica 6: Deleži dreves glede na socialni razred (v %) .....	41
Preglednica 7: Parametri izbrancev .....	43
Preglednica 8: Porazdelitev deležev izbrancev po debelinskih stopnjah v (%) .....	43
Preglednica 9: Porazdelitev deležev izbrancev glede na socialne razrede (v %) .....	44
Preglednica 10: Porazdelitev deležev izbrancev glede na velikost krošnje (v %).....	44
Preglednica 11: Porazdelitev deležev izbrancev glede na utesnjenost krošnje (v %) .....	44
Preglednica 12: Indeks asimetričnosti krošenj izbrancev.....	45
Preglednica 13: Parametri konkurentov za obravnavanji A in B .....	45
Preglednica 14: Porazdelitev deležev konkurentov po debelinskih stopnjah (v %).....	46
Preglednica 15: Porazdelitev deležev konkurentov glede na socialne razrede (v %) .....	46
Preglednica 16: Porazdelitev deležev konkurentov glede na velikost krošnje (v %).....	46
Preglednica 17: Porazdelitev deležev konkurentov glede na utesnjenost krošnje.....	47
Preglednica 18: Parametri odkazila .....	48
Preglednica 19: Rezultati preizkusa razlik v različnih parametrih med obravnavanjema A in B .....	49

## KAZALO SLIK

Slika 1: Karta z lokacijami poskusnih ploskev (Atlas okolja, 2011).....	29
Slika 2: Debelinska struktura na ploskvah z obravnavo A (ploskve: 1A, 2A, 3A) .....	40
Slika 3: Debelinska struktura na ploskvah z obravnavo B (ploskve: 1B, 2B, 3B).....	40
Slika 4: Debelinska struktura na ploskvah z obravnavo C (Ploskev: 1C, 2C, 3C).....	40
Slika 5: Delež dreves po socialnih razredih na ploskvah z obravnavo A (Ploskev: 1A, 2A, 3A).....	41
Slika 6: Delež dreves po socialnih razredih na ploskvah z obravnavo B (Ploskev: 1B, 2B, 3B) .....	42
Slika 7: Delež dreves po socialnih razredih na ploskvah z obravnavo C (Ploskev: 1C, 2C, 3C).....	42



## **KAZALO PRILOG**

Priloga A: Povprečne mesečne padavine za obdobje 1993-2003 (Izbrani ..., 2010).....	66
Priloga B: Povprečne mesečne temperature za obdobje 1995-2003 (Izbrani ..., 2010) .....	66

## 1 UVOD

Slovenija je dežela gozdov, saj ti poraščajo 1.186.104 ha, kar je 58,5 % površine. 31,7 % lesne zaloge predstavlja bukev, ki je tako druga najpomembnejša gospodarska vrsta (Poročilo ..., 2010). Njena prostorska razširjenost in delež v lesni zalogi se povečujeta (Marinček, 1987; Kotar, 1989; Bončina, 1994; Poljanec, 2008).

Če želimo upoštevati načela trajnosti, sonaravnosti in večnamenskosti, moramo gozdove usmerjati s primernimi ukrepi. Eden izmed temeljnih ukrepov nege enomernih gozdov je redčenje. Zaradi različnih kriterijev poznamo različne klasifikacije redčenj, najpogosteje glede na tip in jakost redčenj, dolžino intervala med redčenji in glede na začetek prvega redčenja (Spellmann in Nagel, 1996, cit. po Kotar, 2005). Dva glavna tipa redčenj sta nizko in visoko redčenje. Pri nizkem redčenju se odstranjuje samo premagana drevesa, medtem ko se pri visokem redčenju odstranjuje vladajoča in sovladajoča drevesa (Leibundgut, 1966). Oba tipa redčenj se lahko izvaja pri različni jakosti, ki se običajno delijo na šibko, zmerno in močno (Assmann, 1961). Ena izmed zvrsti visokega redčenja je tudi izbiralno redčenje, ki temelji na principih, ki jih je utemeljil Schädelin (Schädelin, 1936 cit. po Hertel in Kohlstock, 1993). Izbiralno redčenje se pogosto uporablja v gozdovih Srednje Evrope (Bončina in sod., 2007), v Sloveniji pa ta zvrst redčenja prevladuje (Mlinšek, 1968).

Izbiralno redčenje temelji na pozitivni selekciji, saj je usmerjeno k pospeševanju osebkov z zaželenimi lastnostmi (izbrancev), tako da se odstranjuje osebkke, ki ovirajo njihovo rast. Izbiralno redčenje se začne izvajati ko so vidne pozitivne lastnosti in kakovost dreves (Roženberger in sod., 2008). Pri klasičnem izbiralnem redčenju se ob vsaki ponovitvi redčenja ponovno izbere izbrance. Število izbrancev se ob vsaki ponovitvi redčenja močno zmanjša, kar pomeni, da se povprečna razdalja med izbranci od prvega do zadnjega redčenja povečuje (Leibundgut, 1982; Schütz, 1987). Leibundgut (1982) za bukove sestoje predlaga 1210 izbrancev na hektar pri povprečni dominantni višini 10 m in 140 dreves na hektar pri dominantni višini 35 m. Izbrance se izbere glede na drevesno vrsto, kvaliteto debla, značilnosti krošnje, vitalnosti, stabilnosti in razmestitev glede na ostale izbrance (Kotar, 2005; Leibundgut, 1966; Schober, 1988). Učinki izbiralnega redčenja so predvsem:

povečan delež debelejših dreves, izboljšana kakovost sortimentov, povečanje vrednostnega donosa, skrajševanje obhodnje, izboljšanje stabilnosti sestaja, spreminjanje drevesne sestave in povečevanje vrstne pestrosti (Johann, 1983, cit. po Kotar, 2005; Klädtke, 2001, cit. po Kotar, 2005; Spellmann in Nagel, 1996, cit. po Kotar, 2005), redčenje pa pomembno vpliva tudi na mikroklimo sestaja in talne razmere (Leibundgut, 1984).

Redčenje, predvsem mlajših razvojnih faz, predstavlja strošek pri gospodarjenju z gozdovi. Trendi, ki so opazni pri izvajanju del v gozdarstvu, so predvsem vse dražja in težje dostopna delovna sila, kar je tudi razlog za ponovni premislek o učinkovitosti pristopov, ki jih uporabljamo pri gospodarjenju z gozdovi.

## 1.1 ZNAČILNOSTI BUKVE IN BUKOVIH SESTOJEV

Bukev je ena najbolj razširjenih drevesnih vrst v srednji in jugovzhodni Evropi (Bohn in sod., cit. po Bončina, 2007), njen ekološki in ekonomski pomen se je v zadnjih desetletjih povečal (Pretzsch, 2005), ekonomski pomen pa se je v zadnjih letih zopet nekoliko zmanjšal. Bukev se bo kljub spremembam klimatskih razmer še naprej širila na območja, ki ustrezajo njenim ekološkim zahtevam, njena sedanja odsotnost pa je posledica različnih dejavnikov v preteklosti (nižinski gozdovi, meliorirana območja, kolinski pas) (Czajkowski in sod., 2006, cit. po Ficko in sod., 2008). Nižji delež bukve je predvsem rezultat preteklega gospodarjenja, na primer oglarjenja (Veber, 1986; Cenčič, 2000) in povečevanja deleža iglavcev. Porast deleža bukve v nekaterih gozdovih pa je rezultat hiranje jelke v zadnjih štiridesetih letih (Mlinšek, 1964; Brinar, 1974) in gradacij smrekovih podlubnikov (Jurc, 2007). Med antropogenimi vplivi velja omeniti tudi lovno gospodarjenje (Kotar, 1987; Adamič in sod., 2004), ki z upravljanjem (številčnosti) populacij velikih rastlinojedov pomembno vpliva na procese pomlajevanja in s tem tudi na drevesno sestavo in zgradbo gozdnih sestojev (Jarni in sod., 2004).

Bukev je graditeljica ali spremljevalka mnogih zelo različnih rastlinskih združb. Tako uspeva in oblikuje svoje združbe vse od kolinskega do subalpinskega pasu, v različnih fitogeografskih območjih, legah in talnih tipih (Dakskobler, 2008). Med gozdnimi tipi v Sloveniji prevladujejo različni bukovi gozdovi s 56,3 % celotne gozdne površine, jelovo-

bukovih gozdov pa je 13,8 %. To pomeni da je navadna bukev z večjim ali manjšim deležem zastopana v kar 70,1 % slovenskih gozdov (Brus, 2004). Če bi imeli gozdovi v Sloveniji naravno drevesno sestavo, bi bukev sestavljala kar 58 % lesne zaloge (Kotar in Brus, 1999), torej skoraj dvakrat tolikšno, kot jo ima sedaj. Iz tega lahko sklepamo, da se bo pomen bukve v prihodnje še povečeval.

Bukev se v Sloveniji najpogosteje pojavlja v območjih s povprečno letno temperaturo 5-10 °C, na zmerno produktivnih rastiščih na karbonatni podlagi z večjimi nakloni kamnitega in skalovitega terena (Ficko in sod., 2008). Naravno je razširjena od nižin do zgornje gozdne meje (Roženberger in sod., 2008) razen poplavnih nižin panonskega sveta (Brus, 2004). Gostote bukovih sestojev v Sloveniji so visoke, število dreves dosega 633 ha<sup>-1</sup>, sestojna temeljnica pa 30,3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, hkrati je opazna velika variabilnost sestojnih gostot znotraj istih sestojnih tipov. V Sloveniji in Evropi je opazno povečevanje deleža bukve v skupni lesni zalogi gozdov ter hkrati širjenje bukve v gozdnem prostoru (Ficko in sod., 2008).

## 1.2 AKTUALNI PROBLEMI PRI GOSPODARJENJU Z BUKOVIMI GOZDOVI

Roženberger in sod. (2008) navajajo dva prevladujoča problema, s katerima se srečujemo z danes uveljavljenim modelom nege bukovih gozdov pri nas in v tujini: to so veliki stroški nege in majhna vrednost bukovega lesa, ki jo dodatno zmanjšujejo napake v rasti bukovih dreves ali pojavljanja rdečega srca. V preteklosti sta bili cena lesa in njegova poraba razmeroma veliki, medtem ko je bila ponudba delovne sile velika, cena delovne ure pa majhna (Schütz, 1996, 2000a, 2000b).

Poleg napak v rasti je rdeče srce največja, za bukev specifična napaka (Mali in sod., 2009). Čeprav je rdeče srce v večini primerov le estetska napaka, povzroča manjšo vrednost bukovine na trgu lesa (Tarp in sod., 2000; Knoke, 2003). Na pojav rdečega srca pri bukvi vplivajo različni dejavniki. Majhne ali izrazito velike, silaške krošnje pospešujejo razvoj rdečega srca. Verjetnost, da se bo pojavilo rdeče srce, je do devetdesetega leta starosti za drevo brez poškodb majhna, povečuje pa se s številom poškodb, rogovilavostjo in starostjo drevesa (Tarp in sod. 2000; Knoke 2003). Kadunc (2006) ugotavlja, da je rdeče srce pogostejše na manj produktivnih rastiščih, pri drevju z manjšim debelinskim priraščanjem

v zrelem obdobju (upoštevano zadnjih 20 branik), pri drevju s kratkimi in utesnjenimi krošnjami, pri drevju z večjo povprečno širino branike (hitrejše staranje celic), na produktivnih rastiščih je pojav verjetnejši na apnencu kot na silikatu, prav tako ugotavlja, da je verjetnost za pojav rdečega srca večje pri starejšem debelem drevju ter pri obvladanem drevju v primerjavi s podstojnim drevjem, ki je mlajše. Mali s sod. (2009) prav tako ugotavlja, da je premer rdečega srca večji pri višjih in debelejših drevesih ter pri drevesih s kratko krošnjo. Kljub temu Howecke s sodelavci (1991, cit. po Roženbergar, 2008) ugotavlja, da je vrednostni prirastek v bukovih sestojih, starih med 100 in 180 let, večji kot izguba zaradi rdečega srca, če le ta ne presega 30 % premera.

S pogostostjo redčenj in izbiro tehnologij sečnje in spravila vplivamo na obseg poškodb drevja (Košir, 2001). Pokazalo se je, da so prepogoste sečnje vzrok pretiranemu naraščanju poškodb v sestojih, zaradi česar se zmanjšuje vrednost sortimentov (Košir, 1996, 1998a, 1998b, 2001) in produkcijska sposobnost rastišč zaradi poškodb tal (Košir in Robek, 2000; Košir, 2003). Pri zelo pogostih redčenjih pridemo ob koncu proizvodne dobe do izjemno visokega deleža poškodovanih dreves, ki se modelno približuje 100 % (Košir in Cedilnik, 1996), v praksi pa ponekod presega 60 % (Košir, 1998b). Del manjših poškodb se namreč zaraste in sčasoma niso več vidne.

Poškodovanost bukovih drogovnjakov po sečnji in spravilu lesa s traktorjem IMT-558 je v diplomski nalogi raziskoval Južnič (1984). Navaja, da je delež poškodovanih dreves pri debelni metodi veliko večji (18,7 %) kot pri sortimentni metodi (11,2 %). Več kot polovica poškodovanih dreves (55,8 %) pa so bili izbranci sestoja. Velik delež poškodovanih izbrancev (40 %) pa v svoji diplomski nalogi ugotovil tudi Šolar (1994), ki prav tako navaja, da je pri spravilu lesa nastalo več poškodb kot pri sečnji. Glede mesta poškodb Južnič navaja, da je 51,3 % vseh poškodb na deblu, sledijo korenine in koreničnik.

Glede na to da pri bukvi v spodnjih 25 % višine drevesa dosežemo 75 % njegove vrednosti, se lahko vprašamo, ali je intenzivno ukrepanje v starejših fazah razvoja sestoja smiselno, saj imajo poškodbe koreničnika in debla v tem obdobju izrazito neugodne posledice (Roženbergar in sod., 2008). Po drugi strani pa Ferlin (1988) navaja, da se starejši (60–80 let) nenegovani bukovski sestoji 17 let po redčenju še vedno dobro odzivajo

na negovalne ukrepe s povečano stabilnostjo, posledično pa tudi z boljšo kakovostjo in vitalnostjo dreves. Navaja, da so kompleksni učinki redčenj opazni pri večini izbrancev.

Problem kakovosti bukovine in drugi ekonomski vidiki pri gospodarjenju z gozdovi vplivajo na razvoj novih modelov gojenja bukovih gozdov. Cilji so predvsem: povečati krošnje, negovati manjše število izbrancev in skrajšati proizvodno dobo. Hitrejša rast, ki jo tako dosežemo, in večja širina letnic v lesu nimata neugodnih tehnoloških posledic (Ferrand, 1982, cit. po Roženberger in sod., 2008) in sta na nekaterih trgih celo zaželeni. Napetosti v lesu so manj izrazite pri velikih krošnjah (Ferrand, 1982, cit. po Rožeberger, 2008). Prav tako je verjetnost pojavljanja rdečega srca manjša, če so drevesa mlajša in imajo večjo krošnjo (Knoke, 2003).

Da z redčenji dosežemo zastavljene cilje, moramo poznati oziroma ugotoviti optimalno intenziteto redčenj. Pod intenziteto razumemo (Kotar, 2005):

- začetek redčenj (kdaj izvajamo prva redčenja);
- pogostost redčenj;
- jakost redčenja.

Z redčenji začnemo, ko izzvenijo učinki čiščenja oziroma uravnavanja zmesi (v gošči) in ko lahko spoznamo kakovost posameznih osebkov. Pri nekaterih drevesnih vrstah je to prej, pri drugih pozneje. V splošnem pa je pri vseh drevesnih vrstah jasno vidno, ali gre za kakovosten osebek ali ne, ko ti dosežejo višino 3,5-4 m, če rastejo v normalnem sklepu. Razumljivo je, da odstranjeni osebki v tej razvojni fazi ne pomenijo nikakršnega donosa, oziroma njihovega lesa običajno ne izkoristimo zato so to nekomercialna redčenja oziroma redčenja letvenjakov. Če s prvim redčenjem v mešanih sestojih zamudimo, potem ne izkoristimo sestojnega potenciala - glede drevesne sestave in možnosti pravočasnega oblikovanja kakovostnih debel.

Redčenje ponovimo, ko učinki predhodnega redčenja izzvenijo, torej v času, ko je izbrancem potrebna ponovna pomoč. Z redčenji neposredno uravnavamo predvsem svetlobne razmere posameznim drevesom oziroma konkurenco med drevesi. Konkurenčne razmere med drevesi kaže utesnjenost njihovih krošenj. Zato se o ponovnem redčenju odločamo predvsem glede na velikost in utesnjenost krošenj izbrancev. Izkušnje so

pokazale, da je potrebno sestoj ponovno redčiti, ko drevesa, ki tvorijo zgornjo višino, prirastejo v višino 3-4 m (Kotar, 2005). Zato lahko krivuljo zgornje višine uporabimo za približno določitev intervalov redčenj. Ponavljanje redčenj je odvisna od drevesne vrste in rastišča. Na produktivnejših rastiščih in pri hitrorastočih drevesnih vrstah so intervali krajši. Zanimivo je, da ima lahko ista drevesna vrsta na rastiščih z enakim rastiščnim indeksom zelo različno krivuljo zgornje višine in s tem različne intervale med posameznimi redčenji (Kotar, 2005).

Rezultati poskusov (Assmann, 1961) redčenj so pokazali, da imajo redčeni sestoji, vsaj v mladosti, večji volumenski prirastek kot naravi prepuščeni sestoji. V večji starosti pa se redčenim sestojem v primerjavi z neredčenimi prirastek zmanjša, tako da je skupna produkcija neredčenih sestojev na koncu proizvodnega obdobja praviloma večja od redčenih. Assmann (1961) je v bistvu dokazal, da imajo lahko sestoji z optimalno gostoto (temeljnico) večji prirastek kot sestoji z maksimalno gostoto (temeljnico).

## **2 PREGLED LITERATURE**

### **2.1 TIPI REDČENJ**

#### **2.1.1 Nizko redčenje**

V zgodovini redčenj se je najprej pojavilo nizko redčenje. S tem redčenjem so posnemali naravo in odstranjevali tisto, kar bi sicer odmrlo po naravni poti. Pozneje so jakost redčenja povečali ter odstranjevali drevesa tudi v višjih socialnih plasteh (Kotar, 2005).

#### **2.1.2 Visoko redčenje**

Visoko redčenje se je razvilo v Franciji. Pri tem redčenju so odstranili drevesa 5. ter del dreves 1. in 2. socialnega razreda, odvisno od jakosti redčenja (Kotar, 2005). Iz visokega redčenja se je kasneje razvilo tudi izbiralno redčenje, zato je marsikje visoko redčenje sinonim za izbiralno redčenje, vendar so med njima velike razlike (Kotar, 2005).

#### **2.1.3 Izbiralno redčenje po Schädelinu in Leibundgutu (klasično izbiralno redčenje)**

Zasnove izbiralnega redčenja so razvijali v Švici, kjer se je v nasprotju z do tedaj uveljavljeno tehniko nizkega redčenja uveljavilo visoko redčenje po zgledih iz Francije (Roženberger in sod., 2008). Namesto puščanja velikega števila dreves so se gozdarski strokovnjaki osredotočili na pospeševanje določenega števila dreves z odstranjevanjem njihovih konkurentov (Leibundgut, 1982). Klasično izbiralno redčenje je uvedel Schädelin (Schädelin, 1936 cit. po Hertel in Kohlstock, 1993) ter dodatno utemeljil Leibundgut (1961). Ideja izbiralnega redčenja pa se je po drugi svetovni vojni intenzivno razvijala tudi pri nas (Mlinšek, 1968) in je danes izhodišče za negovalno ukrepanje v naših gozdovih. Izbiralno redčenje je določeno z naslednjimi značilnostmi (Kotar, 2005):

- izberemo izbranice dobre kakovosti, ki jih ciljno pospešujemo (pozitivna izbira);



- število izbrancev se zmanjšuje od redčenja do redčenja; v drugi polovici oziroma zadnji tretjini proizvodne dobe ostanejo končni izbranci (njihovo število ni vnaprej določeno), ki jih s svetlitvenim redčenjem negujemo še naprej;
- odločitev ali bo drevo v teku izbiralnega redčenja odstranjeno ali ne, ni odvisno od njegove kakovosti, temveč od tega, ali to drevo odločilno zmanjšuje rastni prostor izbranca (Johann, 1983, cit. po Kotar, 2005).

Pri razvoju ideje visokih redčenj do današnjih izbiralnih visokih redčenj so imeli največjo vlogo švicarski gozdarji. Leibundgut in sod. (1971) so na podlagi poskusnih ploskev predlagal smernice za nego bukovih sestojev ter za različne drevesne vrste podal gostoto izbrancev na hektar glede na zgornjo sestojno višino (Preglednica 1).

**Preglednica 1: Število izbrancev in njihove srednje razdalje v odvisnosti od zgornje višine sestoja (Leibundgut, 1982)**

Zg. višina [m]	10	20	25	30	35
Št. izbrancev [ha <sup>-1</sup> ]	1210	445	320	220	140
Srednja razdalja [m]	/	5,1	6,0	7,2	9,1

Število izbranih dreves pri dani zgornji višini predstavlja maksimalne vrednosti in izhaja iz praktičnih izkušenj pri redčenjih za določeno razmerje med ceno in stroški. Podatki veljajo za idealno prostorsko razmestitev izbrancev, dejansko pa so sestojne zasnove slabše, zato so običajno uporabljene 20 % nižje vrednosti.

Pod izbiralnim redčenjem razumemo vse poseke od faze letvenjaka pa do zrelostne faze sestoja, ki jih izvedemo z namenom, da neposredno pospešujemo in vzgajamo vedno manjše število izbrancev sestoja, ki so sposobni, da v vrednostnem pogledu maksimalno proizvajajo (Mlinšek, 1968). Te izbrance pospešujemo na ta način, da jim odstranimo najmočnejše konkurente, in to ne glede na njihovo kakovost. Število izbrancev se pri izbiralnem redčenju spreminja glede na razvojno fazo sestoja. Povprečna razdalja med izbranci pa se z razvojem sestoja in ob vsaki ponovitvi redčenj povečuje. V bukovem letvenjaku se pri prvem redčenju število izbrancev giblje nekje med 1000 in 2000 dreves na hektar (Ferlin, 1985), pri drugem redčenju in povprečnem prsnem premeru okoli 10 cm

pa se zmanjša na približno 500-600 dreves na hektar (Kotar, 1997; Ferlin, 2002a). V fazi drogovnjaka s povprečnim prsnim premerom okoli 20 cm in zmerni jakosti redčenja (20-35 % lesne zaloge) se število izbrancev giblje okoli 250 (Ferlin 1985, 1988; Kotar 1997) na hektar. Redčenja se nadaljujejo v starejših razvojnih fazah sestoja (debeljaki), vendar so redkejša in manjših jakosti. Ko v drugi polovici razvoja sestoja začnemo s svetlitvenimi redčenji, želimo ohraniti prirastek in doseči ciljni premer 70-80 cm v starosti 120 let. Končno gostota izbrancev je med 150 in 170 ha<sup>-1</sup>. Leibundgut (1982) za bukove sestoje pri zgornji višini 35 m navaja 140 izbrancev ha<sup>-1</sup>. V primerjavi z bukvijo ima smreka večje število izbrancev, ker potrebuje manjši rastni prostor. Navedene vrednosti števila izbrancev v posamezni razvojni fazi sestoja so okvirne in se lahko od primera do primera tudi znatno razlikujejo. V mlajših razvojnih fazah so vmesni donosi redčenj negativni, v starejših fazah pa vse bolj ugodni. Ekonomsko smiselnost ukrepanja v mlajših razvojnih fazah večinoma opravičuje končni posek kakovostnih sestojev (Roženberger in sod., 2008). Jakosti redčenj niso vnaprej določene; odvisne so od števila izbranih izbrancev ter stopnje njihove sproščenosti.

Odločilni kriterij pri izbiri izbrancev je kakovost debla in krošnje. Ker se je izbiralno redčenje razvilo v gozdovih listavcev (predvsem bukve), je razumljivo, da je imela kakovost drevesa najpomembnejšo vlogo. Pri izbiralnem redčenju so kriteriji pri izbiri izbrancev po pomembnosti razvrščeni v naslednjem vrstnem redu (Kotar, 2005):

- ustreznost drevesne vrste;
- kakovost debla;
- kakovost krošnje;
- ustreznost dimenzijskega razmerja;
- oddaljenost od sosednjega izbranca.

Glede razmestitve izbrancev ni pravila, pač pa je v primeru mešanih sestojev vodilo zelena oblika zmesi v končni podobi sestoja. Vendar pa sledimo usmeritvi, da naj bo pri prvih redčenjih razlika med izbranci vsaj tolikšna, da si danes najbližja izbranca ne bosta konkurirala že pri naslednjem redčenju (Kotar, 2005).

Če izhajamo iz modela, da naj ima vsako drevo toliko  $m^2$  rastle površine, kot je njegova višina v m, potem naj bi bila razdalja med izbranci pri prvem redčenju, ko ima sestoj višino 4 m, vsaj 2,8 m. Pri tej razdalji med izbranci ne bosta konkurenta, ko bo njuna višina 8 m (v času drugega redčenja). Čeprav razdalja med izbranci in njihova gostota nista najbolj pomembna, je vendar zaželeno, da bi bila v debeljakih vsaj 4 m (Korpel in Vinš, 1965, cit. po Kotar, 2005). Če je razdalja med odraslimi drevesi 4 m ali več, pri iglavcih ne prihaja do pomembnih napak v zgradbi lesa. Listavci, ki imajo širše krošnje, zahtevajo večje medsebojne razdalje.

Število izbrancev v letvenjakih je večje, če je le bila izvedena nega mladja in gošče. Če ta ni bila izvedena, je število »jalovih celic« večje. Pod celico razumemo skupino dreves, ki raste in se razvija v medsebojni odvisnosti; jedro celice pa je izbranec. Če je jedro nekvalitetno drevo, potem govorimo o jalovi celici. Jalovo celico prepustimo naravnemu razvoju, v njej ne ukrepamo. V jalovi celici ne odstranjujemo dreves oziroma konkurentov, ker ekonomsko ni upravičeno. V bistvu bi pomenilo redčenje v jalovi celici prenos prirastka iz konkurentov (nekvalitetnih) na nekvalitetnega izbranca. Produkcija nekakovostnega lesa pa ne potrebuje naših posegov. Na drugi strani pa nam jalove celice zagotavljajo potrebno količino mrtve lesne mase, ki je potrebna vsakemu gozdu za razvoj gozdne favne in delno tudi flore (Kotar, 2005).

Ko sestoj doseže razvojno stopnjo debeljaka, preide izbiralno redčenje v svetlitveno redčenje. V tej fazi se število izbrancev ne zmanjšuje več oziroma je zmanjševanje neznatno. Izbranci v tej fazi so jasno vidni in imajo lepo izoblikovano krošnjo in deblo. Krošnja se praktično razvija samo še navzgor, le malo pa še v širino. Če bi sestoj v tej fazi prepustili naravnemu razvoju, bi se širine branik pri izbrancih začele zmanjševati, s tem pa bi se zmanjšala kakovost lesa. Krošnje bi se prenašlo zmanjševale od spodaj navzgor. Zato izvajamo svetlitveno redčenje, ki ima cilj ohranitev enake širine branik ter preprečitev skrajševanja krošenj. Svetlitveno redčenje ima precej značilnosti nizkega redčenja, ker odstranjuje predvsem sorasla in podrasla drevesa. Pri svetlitvenem redčenju dobimo precejšnjo količino visoko kakovostnih sortimentov. Nekateri strokovnjaki svetujejo, da naj izbiralno redčenje, ki temelji na pozitivni izbiri, pri višini sestoja 20-25 m preide v negativno izbiro (Abetz, 1979, cit. po Kotar, 2005). To lahko velja za smrekove

monokulture, nikakor pa za bukev in druge listavce, kjer mora izbiralno redčenje temeljiti na pozitivni izbiri tudi v odraslih sestojih in kjer moramo ohraniti vitalni del polnilnega sloja (Spellmann in Nagel, 1996, cit. po Kotar, 2005).

Pri izbiralnem redčenju veljajo med celotno lesno produkcijo in gostoto sestoja (temeljnico) podobne zakonitosti, kot veljajo pri visokem redčenju. Glede vrednostne proizvodnje pa je težko govoriti o zakonitostih in o določenih odstotkih povečanja vrednosti. Samoumevno je, da z izbiralnim redčenjem povečamo vrednostno proizvodnjo na najvišjo možno raven, vendar pa je ta odvisna od drevesne sestave ter kakovosti in števila izbrancev. Kjer je veliko število jalovih celic, je dvig vrednosti zaradi redčenja manjši. Pogosto imamo primere, ko nam že nekaj visoko kakovostnih izbrancev močno poveča vrednostno proizvodnjo. Za primer vzemimo samo brek, skorš, divjo češnjo, kjer samo nekaj dreves s furnirsko hlodovino daje večji donos, kot pa je vrednost srednje kakovostnega debeljaka smreke (Kotar, 2005).

### **2.1.1 Izbiralno redčenje s stalnimi izbranci**

Tipi izbiralnih redčenj s stalnimi izbranci so se razvili iz klasičnega izbiralnega redčenja, ki sta ga utemeljila Leibundgut in Schädelin z namenom racionalizacije nege mladih sestojev, saj predstavljajo stroški nege letvenjaka in tanjšega drogovnjaka 66 % skupnih stroškov gojenja (Schütz, 1996). Ti novejši tipi redčenj predpostavljajo ukrepanje le v potencialno najbolj kakovostnem delu populacije, drugje pa predvidevajo le najnujnejše ukrepe za zagotavljanje stabilnosti sestoja (Roženberger in sod., 2008). Pri izbiralnem redčenju s stalnimi izbranci izberemo pri prvem redčenju končna oziroma ciljna drevesa, ki bodo tvorila glavnino končnega sestoja (Kotar, 2005). V tujini so nekateri podobni tipi redčenj uveljavljeni že precej časa (Schütz, 1996; Abetz in Klädtke, 2002; Cimperšek, 2002), preizkušali pa so jih tudi v Sloveniji (Kotar 1997; Krajčič in Kolar 2000).

#### **Tip redčenja po Schützu**

Tip redčenja so razvili na gozdarski fakulteti ETH Zürich. Zaradi velike prilagodljivosti bukve švicarski gozdarji opozarjajo na možnosti uporabe zelo raznolikih gozdnogojitvenih

modelov pri obnovi in negi sestojev (Schütz, 1998, cit. po Kotar, 2005). Tip redčenja je prilagodljiv na zaostrene ekonomske razmere ter na nezadostno kakovost sortimentov (rastne napetosti, rdeče srce). Njegovo bistvo sta načeli koncentracije in naravnega avtomatizma (Schütz, 1996, 2003). Prvo načelo osredotoča nego le na tista izbrana drevesa, kjer lahko pričakujemo ugoden ekonomski učinek. Drugo načelo pa predpostavlja, da naravi prepustimo vse, kar je skladno z našimi cilji (Diaci, 1996). Za ta tip redčenja je značilno, da naj bi z redčenji začeli zelo zgodaj, pri nekaterih drevesnih vrstah že v gošči. Švicarji zaradi ekonomskih razlogov zagovarjajo dokončno izbiro od 100-250 izbrancev na hektar že pri prvih redčenjih (Kotar, 2005). Schütz (1996) za bukev navaja 150 izbrancev na hektar s povprečno medsebojno razdaljo 9 m. V zgodnjih fazah sproščamo izbrance zmerno, le toliko, da ohranjamo prednost pred konkurenti, saj poteka v tem obdobju čiščenje debel in je zato zaželen večja gostota. To pomeni, da je ukrepanje minimalno in zelo poceni. Močnejše oblikovanje krošenj je pomaknjeno v kasnejšo obdobje (močnejši drogovnjak). Dopusčena je tudi možnost oblikovanja krošenj v debeljaku (Altherr, 1971, cit. po Kotar, 2005), saj dolžina očiščenega debla vpliva pričakovano končno kakovost sortimentov. Razlog je v pragu rentabilnosti, torej ko so proizvodni stroški (sečnja, izdelava, transport) manjši od prodajne cene. V Švici je bil prag rentabilnosti pri smreki 26 cm pri bukvi pa celo pri 34 cm. Pri izbiri izbrancev oziroma ciljnih dreves posvetijo več pozornosti kakovostnim znakom kot njihovi medsebojni oddaljenosti. V primeru, da se izbranci na gojitveni ukrep ne odzovejo, ali se jim poslabša kakovost, so lahko zamenjani z drugimi osebki v neposredni bližini. To je vsekakor izvedljivo, ker je v neposredni bližini izbranca večje število dreves, saj so vsi ukrepi do razvojne faze močnejšega drogovnjaka izredno šibki. Te zamenjave pa so manj učinkovite v kasnejših razvojnih fazah. Pri tem tipu redčenja je dopuščeno tudi prebiranje, vendar ima horizontalna mešanost prednost pred vertikalno.

### **Tip redčenja po Altherru**

Tip redčenja, ki ga za bukove gozdove navaja Altherr (1971, 1981, cit. po Kotar, 2005) teži, da so izbranci čim bolj enakomerno razporejeni po prostoru. To redčenje bi lahko imenovali tudi izbiralno redčenje glede na ciljno temeljnico sestoja (Palmer, 1983, cit. po Kotar, 2005). Cilj tega redčenja je produkcija debelega lesa v čim krajši proizvodni dobi. V

mlajših razvojnih fazah (višina do 10 m) negujemo le tam, kjer je nujno; če je v teh fazah dovolj tako imenovanih »supervitalnih« vladajočih dreves, ki ne potrebujejo dodatne nege, ukrepov ni. Ko sestoj doseže višino čistega debla med 8 in 10 m (60-70 let), izberemo končno število izbrancev (okrog  $110 \text{ ha}^{-1}$ ), ki jih negujemo do konca proizvodne dobe. V prvem obdobju oblikovanja krošenj temeljnica ne preseže  $20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . Pri tem tipu redčenja imajo izbranci v času izbire že doseženo dolžino čistega debla. Po določitvi izbrancev se z redčenji preprečuje nadaljnje čiščenje vej. Razen konkurentov v neposredni bližini izbrancev, ne odstranjujemo ničesar.

### **Tip redčenja po Freistu**

Freistov (1962, cit. po Rožebergar, 2008) tip redčenja prav tako izhaja iz vnaprej določenega števila ciljnih dreves in njihovega sproščanja z odstranjevanjem njihovih konkurentov. Jakost redčenja je določena s trajno temeljnico, ki je okvirno  $23 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . Prvi ukrep redčenja se opravi, ko ciljna drevesa dosežejo 10 m čistega debla. Sovladajoče drevo lahko kasneje prevzame vlogo izbranca, le če prvi izbranec odmre ali če ne ustreza več kriterijem za izbranca. Pri postavljanju mreže ciljnih dreves v zgodnjem obdobju razvoja sestoja omogočijo prostor izbrancem; sledi uporaba načela naravnega avtomatizma v čim večji možni meri. Pri odpiranju sklepa se pogosto pojavi vprašanje stabilnosti, ki je neposredno povezano s sklenjenostjo krošenj. Nevarnost izgube stabilnosti je največja pri enakomernem redčenju po celotni površini, kjer v vsaki negovalni celici odpiramo sklep krošenj. Pri sproščanju majhnega števila vladajočih izbranih dreves ali celo nadvladujočih in razvitejših je jakost posega manjša, stabilnost pa posledično večja. Redčenja se v razvoju sestoja ponavljajo vse dokler so ekonomsko in biološko utemeljena.

### **Tip redčenja po Heinu**

Tip redčenja, ki ga je razvil Altherr (1971, 1981, cit. po Rožebergar s sod., 2008) so nekateri avtorji razvijali naprej, predvsem v smeri zmanjševanja vložkov nege, manjšega števila izbrancev in nege krošnje tudi v starejših razvojnih fazah (Klädtker, 2001, cit. po Roženberger in sod., 2008; Klädtker in Abetz, 2004; Hein s sod., 2006, cit. po Roženberger in sod., 2008). Hein s sodelovci (2006, cit. po Rožebergar, 2008) je zbral in analiziral

rezultate petintridesetletnih raziskav redčenj bukovih gozdov v Schwarzwald. Meni, da je 110 izbrancev na hektar po Altherrju preveliko ter predlaga 60-80 dreves na hektar. Pri tem tipu redčenja je potrebno tudi v visoki starosti pospeševati razvoj krošenj. Hein s sodelavci (2007, cit. po Rožeberger, 2008) je opozoril, da moramo proizvodni cilj v gozdovih opredeliti s ciljnim premerom, proizvodnim obdobjem, številom dreves v končnem sestoju in dolžino čistega debla glede na hitrost priraščanja. Iz korelacije med širino krošenj, prsnim premerom in starostjo je mogoče podati končno število ciljnih dreves, ki še omogočajo doseganje zastavljenih proizvodnih ciljev. Pri večjem številu izbrancev cilja ne bomo dosegli, pri manjšem številu pa je izguba volumenskega prirastka prevelika. Manjša bo tudi dolžina čistega debla ob koncu proizvodnega obdobja.

### **Tip redčenja po Wilhelmu**

Wilhelm s sodelavci (1999) je na podlagi zgledov iz francoskih srednjih bukovih gozdov v osnovi potrdil Altherrjev koncept, vendar je predlagal tip redčenja z manjšim številom ciljnih dreves, višjimi ciljnimi premeri in krajšo proizvodno dobo. Kot izbrance je predlagal največ 50 izjemno vitalnih nadvladujočih dreves z velikimi in simetričnimi krošnjami, ki jih izberemo, ko dolžina čistega debla znaša 25 % končne višine drevesa. Z redčenji ukrepamo tako, da preprečimo odmiranje debelejših spodnjih vej in krajšanje krošnje. Odmiranje debelejših vej naj bi bilo po njihovih ugotovitvah eden izmed glavnih razlogov za tvorbo rdečega srca.

### **Tip redčenja po Klädtkeju**

Klädtke (1997, 2001, cit. po Roženberger in sod., 2008) je na podlagi orisa krošenj in dendrometrijske analize 70 bukev s prsnimi premeri od 20 do 115 cm in z upoštevanjem 20 % prekrivanja krošenj izračunal, da bi znašalo število izbrancev med 90 (pri ciljnem premeru 50 cm) in 33 (pri ciljnem premeru 90 cm) na hektar. Pri takem številu izbrancev bi se njihova temeljnica gibala med 18 in 21 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, kar pa je precej manj, kot navajajo donosne tablice (Schober, 1972) in kot kažejo rezultati s poskusnih ploskev v Nemčiji, kjer je temeljnica izbrancev v redčenih sestojih pri starosti 100 let okoli 25 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (Kotar, 1989). Tako je lahko na hektar okrog 90 izbrancev pri ciljnem prsnem premeru 60 cm in

50 izbrancev pri ciljnim prsnem premeru 80 cm. Če je število izbrancev večje, so njihove krošnje manjše, dolžina čistega debla pa večja. Izbor več kot 100 izbrancev na hektar po raziskavi Klädtkeja (2001, cit. po Roženberger in sod., 2008) ni smiseln, saj je zaradi daljšega proizvodnega obdobja verjetnost pojava rdečega srca bistveno večja.

### **Tip redčenja po Abetzu in Johannu**

Tip izbiralnega redčenja, ki sta ga razvila Abetz v Nemčiji ter Johann v Avstriji, je usmerjeno samo v ciljna drevesa, to je na določeno število dreves, ki jih izberemo že v letvenjaku ali tanjšem drogovnjaku in ostanejo v sestoji vse do njegove pomladitve. Abetz (1974, 1975, cit. po Kotar, 2005) za bukev navaja maksimalno 110 izbrancev na hektar, pri tem je povprečna razdalja med ciljnim drevesi 11,2 m oziroma minimalna 8,0 m. Osnovne značilnosti ciljnih dreves so (Abetz 1975, 1979, 1990, cit. po Kotar, 2005; Johann, 1983, cit. po Kotar, 2005):

- Ciljna drevesa morajo biti vitalna, zdrava, stabilna, ne smejo imeti večjih pomanjkljivosti glede kakovosti ter naj bodo kolikor je mogoče enakomerno razmeščena po površini.
- Ciljna drevesa izberemo le enkrat in bodo v končnem sestoji pomenila glavnino vseh dreves. Ni nujno, da je število ciljnih dreves enako končnemu številu dreves v sestoji.
- Izbranim ciljnim drevesom odstranimo glede na njihove potrebe po rastnem prostoru potrebno število konkurentov.
- Jakost redčenja je odvisna od razmerja med dejanskim številom dreves v sestoji (pri dani zgornji višini) in priporočenim številom dreves. Priporočeno število dreves pa je odvisno od končnega števila dreves v sestoji, varnosti (stabilnosti), dopustne maksimalne debeline vej, ciljnega premera ter izhodiščnega števila dreves pri osnovanju sestoja.
- Redčenja se določa glede na višinsko rast.

V Avstriji je Johann (1983, cit. po Kotar, 2005) razvil podoben tip redčenja kot Abetz, le da število odstranjenih dreves (konkurentov) določa individualno glede na potrebe posameznega ciljnega drevesa in ne na podlagi priporočenega števila dreves, ki naj ostanejo po redčenju pri dani sestojni višini.



## 2.2 NIZKO REDČENJE

Ali ima neredčen sestoj maksimalne prirastke, sta se spraševala že Hartig in Cotta (Hartig, 1795, Cotta 1828 cit. po Pretzsch, 2005). Zagovarjala sta, da ima redčen sestoj večje prirastke kot neredčen. Assmann (1961) pa je iz vrednotil izsledke učinkov nizkih redčenj, ki so jih v smrekovih sestojih v kraju Dalby na Švedskem spremljali 50 let. Njegov poskus nazorno prikazuje prirastek sestoja po rastnih periodah glede na kontrolno ploskev pri treh jakostih redčenja. Rezultati so pokazali, da imajo redčeni sestoji vsaj v mladosti večji prirastek kot naravi prepuščeni sestoji. V večjih starostih pa se redčenim sestojem v primerjavi z neredčenimi prirastek zopet zmanjša, tako da je bila skupna produkcija neredčenih sestojev na koncu največja. S svojo »optimalno krivuljo« je Assmann (1961) dokazal, da imajo lahko sestoji pri optimalni temeljnici večji prirastek kot sestoji pri maksimalni temeljnici.

Pretzsch (2005) za bukove in smrekove sestojе ugotavlja razlike med močnim in zmernim nizkim redčenjem v primerjavi s šibkim nizkim redčenjem. Na poskusnih ploskvah so evidentirali odstranjeno in preostalo lesno maso od leta 1870. Za mlajše zmerno in močno redčene bukove sestojе v povprečju ugotavlja 101-106 % večji skupni donos (CV, skupni donos = lesna zaloga obstoječega sestoja + vsa redčenja in naravna mortaliteta) in 94-102 % CV za odrasle sestojе. Jakost redčenja je bila ponazorjena z indikatorjem SSDI (min-maks) (glej pogl. 5.5), ki je za bukev znašal 0,77 (58-94) za zmerno redčene sestojе in 60 (31-84) za močno redčene sestojе. Za indikator, ki opisuje tip redčenja, je uporabil  $q_D$  (glej pogl. 5.5), ki je za bukev v povprečju znašal 0,70 v zmerno redčenih in 0,74 v močno redčenih sestojih z maksimumom 1,04, kar pa je nakazovalo, da so z nizkim redčenjem že posegali v vladajoče sloje.

## 2.3 IZBIRALNO REDČENJE

Za utemeljitelja klasičnega izbiralnega redčenja štejem Schädelina in Leibundguta (Kotar 2005), ki sta tip redčenja, ki ga danes uporabljamo v največji meri tudi pri nas, zasnovala na osnovi visokih redčenj. V težnji po večji racionalizaciji gojitvenih del v mlajših razvojnih fazah, krajši obhodnji ter večji kakovosti sortimentov so nato različni avtorji

predlagali svoje tipe izbiralnih redčenj, ki temeljilo predvsem na enkratni izbiri manjšega števila stalnih izbrancev (glej pogl. 1.3.4). Posege so omejili predvsem na sproščanje izbrancev z odstranjevanjem njihovih konkurentov, redčenja pa so pomaknili v starejše razvojne faze, ko je prag rentabilnosti že dosežen.

Mlinšek (1983) je opozarjal na neizvajanje nege v mlajših razvojnih fazah listnatih gozdov, še posebej v prvih redčenjih. Kot ukrep predlaga poenostavljen koncept redčenja, tako da v mladem gozdu za prvo redčenje izberemo 100-200 osebkov na hektar in te osebke označimo z vidnim znakom. V drugi fazi sekači po lastni presoji posekajo konkurente in jih položijo na tla. Slednjo metodo ne predlaga za celotno površino, temveč samo kot nadomestilo za zamujeno nego. Opozarja, da je metoda uspešna le, če izberemo majhno število izbrancev in če sekače predhodno dobro pripravimo, da znajo določati konkurente. Kriterij za izbor izbrancev pri tej metodi je predvsem ogroženost izbrancev, torej izbiramo osebke, ki bodo v prihodnje doživeli konkurenčno krizo, cilj metode pa je obogatiti število kandidatov za izbrance. Prednosti predstavljene metode so: zamujena dela se nadoknadijo, vse delovne operacije zahtevajo mnogo manj časa, delo sekača postane privlačnejše, saj kombinira umsko s fizičnim delom, takšno delo pa je bolj humano in manj naporno. Kot rezultate navaja, da je za poenostavljeno redčenje potrebno 30-50 % časa običajnega redčenja. Pri običajnem odkazilu sta potrebna dva človeka, pri tem pa zadostuje eden. Skupna poraba časa za sečnjo predstavlja 33-50 % časa klasičnega redčenja. Pri poenostavljenem redčenju je čas poseka nelinearno odvisen od števila izbrancev, saj se z zmanjševanjem števila izbrancev povečuje njihova medsebojna razdalja in posledično čas za prehod od izbranca do izbranca.

Bončina (1994) je navedel ugotovitve poskusa dveh jakosti izbiralnih redčenj na razvoj bukovih sestojev. Ugotovil je, da je bil tekoči debelinski prirastek v močno redčenem sestoju za 73 % večji, v zmerno redčenem pa 40 % večji kot prirastek enako debelih dreves v neredčenih sestojih. Pri ponovitvi redčenja je bilo pri zmernem redčenju ponovno izbrano 81 %, pri močnem redčenju pa le 69 % prvotnih izbrancev.

Diaci (1996) je predstavil zgodovino sonaravnega gospodarjenja, razvoja nege gozdov ter aktualne naloge gozdarstva. Med drugim navaja, da je potrebno določiti prioritete

ukrepanja in zagotoviti najnujnejšo nego. Ugotavlja, da je povpraševanje po kakovostnem lesu visoko in bo tako tudi v prihodnje. Kot ključni problem klasične nege pa navaja naraščajoči razkorak med ceno delovne ure in stagnirajočo ceno lesnih sortimentov. Koncepti gojenja gozdov, ki jih uporabljamo danes, so bili razviti v času relativno nizkih stroškov delovne sile in visokih stroškov transporta. Razmere so se zaradi globalizacije trga lesa bistveno spremenile. Kot rešitev navaja biološko racionalizacijo, ki sestoji iz načela naravnega avtomatizma in načela koncentracije. Pod prvim pojmom razumemo izkoriščanje naravnih mehanizmov samoregulacije, pod drugim pa da je nega smiselna le za del populacije, ki kaže potencial za najvišjo kvaliteto, preostalemu delu populacije pa nudimo samo najnujnejšo nego.

Krajčič in Kolar (2000) sta zaradi zaostajanja nege v mlajših sestojih predstavila spremenjen model nege letvenjaka, ki sta ga poimenovala minimalna nega. Temelji na izboru manjšega števila dreves (drevesa prihodnosti) kot pri klasični negi, ki se jim pomaga z odstranitvijo konkurentov. Izbranih dreves je skoraj trikrat manj kot nosilcev funkcij po načelih klasične nege. Dve leti po ukrepanju je sledilo preverjanje stanja, ki je bilo izvedeno kot anketa med gozdarskimi strokovnjaki. Pozitivno so sprejeli zamisel, da bi revirni gozdar na terenu označil le drevesa prihodnosti, usposobljeni gozdni delavci pa bi jim lahko sami odstranili konkurente. Ideja je skladna z modelom poenostavljenega redčenja, ki ga je predlagal Mlinšek (1983). Raziskava časovnih snemanj prihranka časa sicer ni potrdila.

Cimperšek (2002) navaja, da z nego bukovih sestojev dosežemo večje debelinske prirastke in ciljne premere v 20-30 % krajši proizvodni dobi. Dodaja, da negovani bukovi sestoji prinašajo do šestkrat večje donose kot nenegovani. Predlaga našim razmeram prilagojen danski negovalni model, ki sestoj razdeli na časovna obdobja: 1. razvojno obdobje je usmerjeno v odmiranje spodnjih vej, za 2. obdobje je značilna pospešena debelinsko rast in večanje stojnosti, v 3. obdobje pa je potrebno zadrževati globoko krošnjo. Za model je značilno manjše število izbrancev (zadostuje vsaj 50 izbrancev ha<sup>-1</sup> na medsebojni razdalji 12 m) Pri tem modelu izbranci ohranijo globoko krošnjo ob doseganju ciljnih premerov 60-80 cm pri obhodnji, ki ni daljša od 110 do 120 let.

Ferlin (2002b) podaja kritiko poskusa uvajanja novih, tujih negovalnih modelov (danski model), saj meni, da novi predlagani modeli niso sonaravni niti stabilni in torej ne morejo biti trajnostni v ekonomskem smislu. Meni, da predlagani danski model ne ustreza ekološkim merilom sonaravnosti niti v pogledu sestojne zgradbe ne v smislu prisotnosti starejše faze niti v posnemanju naravnih procesov. Strinja pa se, da bi ga lahko z ustrezno malopovršinsko prilagoditvijo rastiščem in strukturnim razmeram lahko približali idealnemu modelu sonaravnega ravnanja z bukovim gozdom. Dodaja pa, da bi bilo bistveno uspešnejše nadgraditi že uveljavljen in preizkušen model s tujimi izkušnjami in izsledki.

Bončina in sodelavci (2007) ugotavljajo razlike v učinkih med dvema tipoma izbiralnega redčenja bukovih sestojev na Somovi gori, in sicer med ploskvijo T1 z večjo intenziteto redčenja in manjšim številom izbrancev ter ploskvijo T2 z manjšo intenziteto redčenja in večjim številom izbrancev. Ugotavljajo, da je bil dvig temeljnice na močnejše redčenih ploskvah značilno večji kot na zmerno redčenih ploskvah. Med drugim navaja tudi, da je bil dvig temeljnice dominantnih dreves na redčenih ploskvah za 30-56 % večji kot na kontrolnih ploskvah. Za redčenje na ploskvah T1 navaja, da je bilo ponovno izbranih 72 % izbrancev, na ploskvah T2 pa je bilo ponovno izbranih 62 % izbrancev.

Roženberger in sod. (2008) so predstavili pregled tujih konceptov nege bukovih gozdov s podrobnejšim opisom modelov, ki so se razvili na območju srednje Evrope. To so švicarski negovalni model z okoli 150 izbranci  $ha^{-1}$ , nemški model z okrog 100 izbranci  $ha^{-1}$  ter nemško-francoski model z največ 80 izbranci  $ha^{-1}$ . Nekateri izsledki iz tujine so uporabni tudi pri nas. Predlaga zgodnje zmerno pospeševanje manjšega števila izbrancev z manj pogostimi ukrepanji v prvi polovici proizvodnje dobe, pravočasno oblikovanje in ohranjanje krošenj, skrajševanje proizvodnih dob na okvirno 120 let in uporabo raznolikih tehnik in zvrsti gojenja gozdov.

### 3 CILJI IN HIPOTEZE

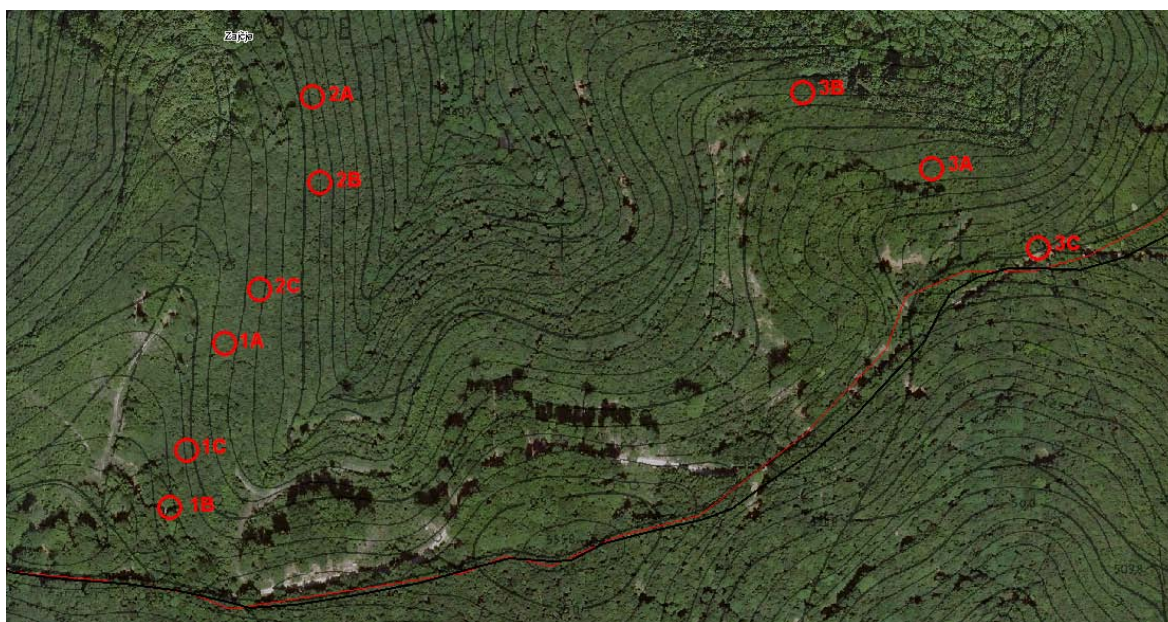
Cilj raziskave je ugotoviti razlike oziroma učinke med dvema tipoma izbiralnega redčenja, torej med klasičnim izbiralnim redčenjem (v nadaljevanju A) in izbiralnim redčenjem s stalnimi izbranci (v nadaljevanju B). Poskus smo želeli zasnovati tako, da bodo ploskve uporabne za dolgoročno spremljanje razvoja sestojev. Ob osnovanju raziskovalnega objekta nas je zanimalo zlasti ničelno stanje na ploskvah, torej stanje pred izvedbo prvega redčenja, ter primerjalna analiza prvega redčenja. Pri tem smo želeli ugotoviti razlike med izbranci obeh preučevanih tipov izbiralnega redčenja (A in B) ter tudi razlike v količini in strukturi poseka konkurentov.

Naše hipoteze so:

1. jakost redčenja izražena s količino posekanega drevja na enoto površine bo večja pri obravnavi A kot pri obravnavi B;
2. jakost poseka na posameznega izbranca bo večja pri obravnavi B kot pri obravnavi A;
3. zaradi manjšega števila izbrancev pri obravnavi B pričakujemo v povprečju višjo kakovost izbrancev kot pri obravnavi A.

#### 4 OBJEKT RAZISKAVE

Raziskovalni objekt Pišece leži v gozdnogospodarskem območju Brežice, GGE Pišece (odseka 41a in 42a). Kriterij za izbiro objekta so bili: enotnost sestojne zgradbe in rastiščnih razmer, sestoji v razvojni fazi mlajši drogovnjak in zadosti velika površina za izpeljavo poskusa. Med možnimi lokacijami, ki jih je pripravila Mojca Bogovič, vodja odseka za gojenje gozdov na OE Brežice smo po ogledu izbrali omenjeni objekt, ker je najbolj zadoščal postavljenim kriterijem. Objekt je razdeljen na tri bloke (oznake 1, 2 in 3), vsak blok pa je razdeljen na tri ploskve z različnimi obravnavaми sestojev, in sicer klasično redčenje (oznaka A), sestoji s stalnimi izbranci (oznaka B) in kontrolni sestoj, prepuščen naravnemu razvoju (oznaka C). Obravnave po ploskvah znotraj bloka so bile določene naključno z žrebom. Dva bloka (1 in 2) ležita v odseku 41a, blok 3 pa v odseku 42a (Slika 1).



Slika 1: Karta z lokacijami poskusnih ploskev (Atlas okolja, 2011)

Klima na raziskovalnem objektu je prehodna med kontinentalno panonsko in humidno dinarsko. Najbližja padavinska postaja v Podsredi za obdobje meritev navaja 1069 mm padavin na leto (Izbrani ..., 2010). V porazdelitvi padavin sta prisotna dva maksimuma (Izbrani ..., 2010), in sicer v juniju in septembru. Ker ležijo raziskovalne ploskve na višji nadmorski višini, kot je lokacija meteorološke postaje, lahko predpostavljamo, da je zaradi

dvigovanja zračnih mas ob pobočju padavin nekoliko več. Raziskovalnemu objektu najbližja klimatološka postaja, ki beleži temperaturo, je v Bizeljskem (Izbrani ..., 2010). Razvidno je (Izbrani ..., 2010), da je najtoplejši mesec avgust, kar sovpada tudi s poletnim minimumom padavin. Povprečna letna temperatura znaša 10,7 °C, ker pa so ploskve na dosti višji nadmorski višini (nad 500 m), upravičeno sklepamo, da so povprečne temperature na objektu nižje.

Naklon ploskev se giblje med 12 ° in 30 °. Ploskve imajo severovzhodne, severozahodne in severne ekspozicije in ležijo med 501 in 564 m nadmorske višine na severni strani slemena. Najvišji bližnji vrh je Veliki Trobojnik s 653 m. Skalovitost površja je zanemarljiva, saj matična podlaga hitro prepereva. Tu in tam se vidijo vložki trdih karbonatov, ki pa predstavljajo zanemarljivo površino. Matična podlaga so glinasti skrilačci.

Na širšem območju raziskovalnega objekta prevladuje gozdna združba *Quercus-Fagetum* var. *Luzula* (*Hedero-Fagetum* var. *Luzula albida*). Odseka sta uvrščena v gospodarski razred »Ohranjeni bukovni gozdovi na kisli podlagi« (Podgorska bukovja na silikatnih kameninah) (Gozdnogospodarski ..., 2001).

Letni prirastek gospodarskega razreda znaša 7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Lesna zaloga za odsek 41a je 230 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> s 3 % iglavcev in 97 % listavcev. Lesna zaloga v odseku 42a pa je 270 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> s 100 % listavcev (Gozdnogospodarski ..., 2001). Sestoji drogovnjakov v raziskovalnem objektu Pišece so nastali v obdobju 1975-1985 z oplodnimi sečnjami. Pretekli posegi v sestoje so bili zelo blagi. Gozdovi so v državni lasti oziroma v lasti Sklada kmetijskih zemljišč in gozdov RS, Gozdno gospodarstvo Brežice d.o.o. pa izvaja dela v teh gozdovih.

## 5 METODE DELA

### 5.1 IZBRANE OBRAVNAVE

#### 5.1.1 Klasično izbiralno redčenje - obravnava A

Na ploskvah (in pripadajočih robnih pasovih), kjer se je izvajalo klasično izbiralno redčenje, smo odkazilo izvedli tako, da smo najprej s trakovi označili izbrance, ki so bili čim bolj enakomerno razporejeni po površini. Izbranci so iz vladajočih socialnih razredov (predvsem vladajoči in sovladajoči), z dobro razvito krošnjo in brez večjih napak ali poškodb na deblu ali krošnji. V drugi fazi smo z markirnim sprejem označili drevesa, ki so bila določena za posek. Prvenstveno smo odstranjevali konkurente izbrancev, delno pa tudi nekakovostne predrastke. Podstojna in indiferentna drevesa smo v sestoji puščali. Pripadajoče robne pasove smo obravnavali tako kot ploskve.

#### 5.1.2 Izbiralno redčenje s stalnimi izbranci - obravnava B

Pri izbiralnem redčenju s stalnimi izbranci smo na 900 m<sup>2</sup> površine izbrali 7-9 izbrancev, kar znaša približno 78-100 izbrancev na hektar. Pazili smo, da je bila razporeditev izbrancev čim bolj enakomerna, z zadostnimi medsebojnimi razdaljami, da se izbrana drevesa tudi v kasnejših razvojnih fazah ne bodo ovirala v rasti. Kriterij za izbiro izbrancev je bil strožji kot pri klasičnem izbiralnem redčenju, saj je zahteval samo najbolj kakovostna in vitalna drevesa z že dobro formirano simetrično krošnjo v vladajočem socialnem razredu. Izbrance smo označili s trakom, nato pa smo jim z markirnim sprejem odkazali konkurente. Odkazilo je bilo omejeno izključno na sproščanje izbrancev, kar pomeni da smo ukrepali samo tam, kjer je potrebno (sproščanje izbrancev), drugje pa smo del sestoja prepustili naravnemu razvoju.

#### 5.1.3 Kontrolne ploskve – obravnava C

Kontrolne ploskve s pripadajočimi robnimi pasovi smo prepustili naravnemu razvoju. Na njih smo izvedli le meritve in označitev vseh dreves nad določenim merskim pragom.



## 5.2 ZASNOVA POSKUSA

Ker je bila gozdna površina (sestoji in rastiščne razmere) neenotna in z gostim sistemom vlak ter ni dopuščala postavitve poskusnih ploskev eno poleg druge, smo izločili tri relativno enotne bloke (1, 2, 3). Vsak blok smo razdelili na tri ploskve (A, B, C). Vsaki ploskvi smo potem žrebom določili naključno obravnavo, tako da smo znotraj bloka izvedeli vse obravnave:

- obravnavo A: klasično izbiralno redčenje;
- obravnavo B: izbiralno redčenje s stalnimi izbranci;
- obravnavo C: tukaj nismo ukrepali, sestoj smo prepustili naravnemu razvoju.

Zasnova poskusa v taki obliki predstavlja slučajnostni poskus v popolnih blokih s tremi postopki in tremi ponovitvami. Meritve smo izvedli jeseni 2009 ter pomladi 2010, redčenje pa je bilo izvedeno jeseni 2010 in jeseni 2011.

## 5.3 IZBOR POSKUSNIH PLOSKEV

Izbrali smo devet kvadratnih ploskev s stranico 30 m in površino 900 m<sup>2</sup>. Sestoji na ploskvah so morali biti kar se da enotni, obdajati pa jih je moral vsaj 5 m širok robni pas, na katerem je bila obravnavo enaka kot na ploskvi. Namen tega pasu je izničiti oziroma zmanjšati robne vplive. Pri izbiri lokacij smo pazili, da poskusna ploskev skupaj z robnim pasom ni bila preblizu starejšemu ali mlajšemu sestoju ali preblizu gozdni cesti ali vlaki, saj bi drugačne svetlobne razmere lahko vplivale na rezultate poskusa. Ko smo okvirno določili lokacijo ploskve, smo izbrali oglišče ploskve, mu izmerili geografsko koordinato ter ga trajno označili s količkom. Z azimutom smo določili orientiranost ploskve glede na izmerjene koordinate. Nadmorsko višino izmerjene koordinate (koto terena) smo naknadno določili iz digitalnega modela reliefa (Atlas okolja, 2011). Vsa oglišča ploskve smo začasno označili s trasirkami. Ploskvam smo določili usmerjenost glede na količek, ocenili naklon, ekspozicijo, skalovitost in razvojno fazo.

**Preglednica 2: Osnovni podatki o raziskovalnih ploskev**

Obravnavna	Klasično izbiralno redčenje (A)			Izbiralno redčenje s stalnimi izbranci (B)			Kontrolne ploskve (C)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Blok	1A	2A	3A	1B	2B	3B	1C	2C	3C
Ploskev									
Oddelek	41a	41a	42a	41a	41a	42a	41a	41a	42a
Naklon [°]	12	30	20	18	30	20	18	16	20
Ekspozicija	E	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NW
Kota terena [m]	518	501	542	534	516	521	531	514	564
Razvojna faza	Tan. drog.	Star. drog.	Star. drog.	Tan. drog.	Tan. drog.	Star. drog.	Tan. drog.	Tan. drog.	Star. drog.
Geografska širina	46° 00,228'	46° 00,311'	46° 00,285'	46° 00,173	46° 00,28'	46° 00,31'	46° 00,192'	46,0041° °	46,0043° °
Geografska dolžina	15° 35,767'	15° 35,811'	15° 36,110'	15° 35,740	15° 35,814	15° 36,048	15° 35,748'	15,5964° °	15,6027° °

#### 5.4 OCENJEVANJE IN MERJENJE DREVES

Na ploskvah smo obravnavali vsa drevesa nad merskim pragom; 10 cm ( $dbh \geq 10$  cm). Drevesom smo dodelili zaporedno številko, ki smo jo na drevesa napisali z rdečo oljno barvo. Drevesa smo opisali z naslednjimi znaki (spremenljivkami):

- A. Drevesna vrsta - drevesom smo določili drevesno vrsto ter jo zabeležili s pomočjo šifranta.
- B. Lega znotraj ploskve - drevesom smo s pomočjo digitalnega kompasa in laserskega razdaljemera glede na dve referenčni točki določili koordinate znotraj ploskve.
- C. DBH - prsni premer smo merili s pi-trakom na prsni višini (1,3 m) z natančnostjo 1 mm.
- D. Velikost krošnje (Assmann, 1961):
  1. izredno velika krošnja, enakomerno razvita na vse strani, gosto olistena;
  2. normalno velika krošnja, simetrične oblike in precej dobro olistena;
  3. normalno velika krošnja, nesimetrična in manj gosto olistena;
  4. majhna krošnja, močno asimetrična, slabo olistena;
  5. zelo majhna krošnja, redko olistena.

E. Socialni razred (Assmann, 1961):

1. nadvladajoča drevesa;
2. vladajoča drevesa;
3. sovladajoče drevesa;
4. obvladana drevesa;
5. podstojna drevesa.

F. Utesnjenost krošnje (Assmann, 1961):

1. krošnja je popolnoma sproščena na vse strani (osamelci);
2. enostransko utesnjena krošnja s krošnjami sosednjih dreves;
3. dvostransko utesnjena krošnja;
4. tristransko utesnjena krošnja;
5. vsestransko utesnjena krošnja.

G. Poškodovanost krošnje:

0. nepoškodovana;
1. osutost listja;
2. tanjše veje (sušenje);
3. debele veje (odlom);
4. odlomljen vrh.

H. Napake debla - deblo smo razdelili na tretjine in za vsako tretjino ocenili prisotnost napak:

0. brez vidnih napak;
1. mehanske poškodbe;
2. večvrhatost;
3. vejnatost v spodnji tretjini debla;
4. epikormski poganjki;
5. krivost debla z očitnimi znaki;
6. ovalnost debla z očitnimi znaki;
7. žlebatost debla z očitnimi znaki;
8. zavitost debla z očitnimi znaki;
9. slepice v spodnji tretjini debla;
10. mrazne razpoke.

I. Poškodovanost debla: mehanska poškodba ocenjena v kvadratnih decimetrih.

J. Status drevesa:

1. izbranec;
2. indiferentno drevo;
3. konkurent.

K. Širina krošenj izbrancev: ta parameter je podan s štirimi vrednostmi glede na azimut (sever, jug, vzhod, zahod), ki predstavljajo horizontalno projicirane razdalje od sredine debla do roba krošnje v decimetrih. Širino krošenj izbrancev smo določali tako, da smo s pomočjo busole določili azimut meritve glede na deblo izbranca. Nato smo s pomočjo padomera določili horizontalno projekcijo roba krošnje ter izmerili razdaljo do debla, ki smo ji nato prišteli še polovico prsnega premera merjenega izbranca.

## 5.5 METODE IN POSTOPKI IZRAČUNA

Za namen analize ničelnega stanja na poskusnih ploskvah je bilo potrebno iz merjenih podatkov shranjenih v podatkovni zbirki (Excel, 2007) izračunati izpeljane parametre. Za namen analize ničelnega stanja je bilo potrebno izračunati naslednje parametre:

- $N [ha^{-1}]$  - število dreves nad merskim pragom na hektar;
- $BA [m^2 ha^{-1}]$  - temeljnica sestaja;
- $GS [m^3 ha^{-1}]$  - lesna zaloga sestaja je bila izračunana s pomočjo vmesnih tarif (po Čoklu).

$$V_d = \frac{V_{45}}{1600} * (d - 2,5) * (d - 7,5)$$

**Enačba 1: Volumen drevesa za vmesne tarife (Kotar, 2003)**

Ker se po gozdnogospodarskem načrtu v odseku 41a uporablja tarifni razred V8, v odseku 42a pa V6, smo za izračun lesnih zalog uporabili tarifni razred V7. Volumen drevesa pri  $DBH = 45 \text{ cm}$  ( $V_{45}$ ) v tem tarifnem razredu znaša 2,188 (Kotar, 2003).

- $DBH_q [mm]$  – srednje temeljnični premer;

$$DBH_q = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{DBH_i^2}{N}}$$

**Enačba 2: Srednje temeljnični premer**

- SDI (stand density index) – je indeks relativne gostote sestoja. Odvisen je od števila dreves na enoto površine ter razmerja med referenčnim srednje temeljničnim premerom (25 cm) in srednje temeljničnim premerom danega sestoja. Je število dreves za dan sestoj, če bi ta imel  $DBH_q = 25$  cm (Woodall in sod., 2005). Indeks je neodvisen od starosti sestoja in kakovosti rastišča (Long, 1985).

$$SDI = N \left( \frac{25}{DBH_q} \right)^r$$

**Enačba 3: SDI indeks**

Reinekejeva konstanta  $r$  znaša -1,605 (Kotar, 2005).

Za analiziranje odkazila je bilo potrebno izračunati naslednje parametre:

- $N$ , %  $N$  - število odkazanih dreves in delež odkazanih dreves glede na vsa drevesa nad merskim pragom;
- $BA$ , %  $BA$  - temeljnica odkazanih dreves in delež odkazane temeljnice;
- $GS$ , %  $GS$  - lesna zaloga odkazanih dreves in delež odkazane lese zaloge;
- $DBH_q$ (neredčeno),  $DBH_q$ (odkazilo),  $DBH_q$ (redčeno) - srednje temeljnični premer pred redčenjem, srednje temeljnični premer odstranjenih dreves in srednje temeljnični premer preostalih dreves;
- $q_D$ : razmerje med srednje temeljničnim premerom odstranjenih dreves in preostalih dreves. Višji kot je kvocient, toliko bolj posega redčenje v vladajoč sloj (Pretzsch, 2005).
- $SSDI$  (standardized stand density index) - Je indikator jakosti redčenja. Je razmerje med  $SDI$  redčenega sestoja in  $SDI$  kontrolnega sestoja (Bončina in sod., 2007). Manjša kot je vrednost indikatorja, višja je jakost redčenja.

$$SSDI = \frac{SDI_{redčeno}}{SDI_{kontrolno}}$$

**Enačba 3: SSDI indeks**

- odkazilo na izbranca - število odkazanih dreves (konkurentov) na izbranca;
- izbranci/ $N$  - delež izbrancev glede na vsa drevesa nad merskim pragom;
- izbranci  $ha^{-1}$  - število izbrancev na hektar;

- indeks asimetričnosti krošenj (izbrancev) - enostavno merilo asimetričnosti krošenj na osnovi koeficienta variacije merjenih širin krošenj.

$$KV[\%] = \frac{\sigma}{\bar{d}} * 100$$

**Enačba 4: Indeks asimetričnosti krošenj**

Izračuni so bili opravljeni v programu Microsoft Excel 2007. Statistične teste smo opravili s programom SPSS 16. Za parametrične podatke smo uporabili *t*-test, za neparametrične podatke pa smo uporabili  $\chi^2$  test.

## 6 REZULTATI

### 6.1 NIČELNO STANJE

Število dreves na ploskvah se giblje med 1100 ha<sup>-1</sup> in 2056 ha<sup>-1</sup>. To se odraža tudi na temeljnicah, ki se gibljejo med 16,9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> in 35,3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> ter na lesni zalogi, ki je med 119 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> in 317 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Če primerjamo sestojne gostote med bloki, vidimo, da je povprečno število dreves približno enako med blokoma 1 in 3, vendar so razlike pri povprečni temeljnici in povprečni lesni zalogi prav med tema dvema blokoma najvišje (Preglednica 3).

Velike razlike v temeljnici in lesni zalogi med blokoma 1 in 3 pojasnjuje srednje temeljnični premer, ki znaša za blok 1 138 mm, za blok 3 pa 171 mm. Razlike v sestojnih gostotah potrjuje tudi indeks SDI, ki je približno enak za bloka 2 in 3 (68,6 in 69,5), odstopa pa blok 1 z dosti manjšim indeksom (49,2).

**Preglednica 3: Ničelno stanje poskusnih ploskev**

Blok	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Ploskev	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
N	136	99	150	185	170	118	125	114	145
N [ha <sup>-1</sup> ]	1511	1100	1667	2056	1889	1311	1389	1267	1611
Ar. sr. [ha <sup>-1</sup> ]		<b>1426</b>			<b>1752</b>			<b>1422</b>	
BA [m <sup>2</sup> ]	1,8	1,5	2,4	3,2	3,1	1,9	3,1	2,6	3,1
BA ha <sup>-1</sup> [m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ]	20,0	16,9	26,7	35,3	34,5	21,7	34,5	29,4	34,0
Ar. sr. [m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ]		<b>21,2</b>			<b>30,5</b>			<b>32,6</b>	
GS [m <sup>3</sup> ]	11,1	10,7	17,3	23,7	24,0	14,6	28,6	23,5	25,4
GS ha <sup>-1</sup> [m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ]	123	119	192	263	267	162	317	261	282
Ar. sr. [m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ]		<b>145</b>			<b>231</b>			<b>287</b>	
DBHq [mm]	130	140	143	148	152	145	178	172	164
Ar. sr. [mm]		<b>138</b>			<b>148</b>			<b>171</b>	
SDI	47,4	39,1	61,1	79,6	76,9	49,3	72,4	62,6	73,6
Ar. sr.		<b>49,2</b>			<b>68,6</b>			<b>69,5</b>	

Zaradi velikih razlik v sestojnih gostotah smo preverili, ali se bodo kateri izmed parametrov pokazali za statistično značilnega (Preglednica 4). Pričakovano se je izkazalo,

da so razlike v temeljnici, lesni zalogi, srednje temelničnim premerom in indeksom SDI značilno različne med blokoma 1 in 3. Razlike med srednje temeljničnim premerom pa so bile značilno različne tudi med blokoma 2 in 3, kar smo ugotovili s *t*-testom za neodvisna vzorca pri stopnji tveganja  $\alpha \leq 5\%$ .

**Preglednica 4: Značilnost razlik med bloki (*t*-test)**

Testiran parameter	Testirana bloka		
	Blok 1	Blok 1	Blok 2
	Blok 2	Blok 3	Blok 3
N	0,534	0,986	0,253
BA	0,298	0,030*	0,680
GS	0,371	0,008**	0,213
DBHq	0,228	0,004**	0,007**
SDI	0,342	0,050*	0,932

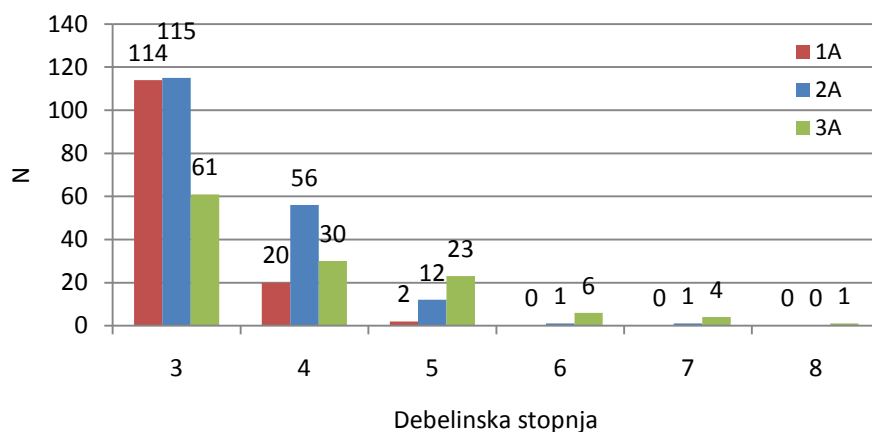
Na vseh ploskvah skupaj bukev predstavlja 97,7 % vseh dreves, kar pomeni, da so ostale vrste zastopane s samo 2,3 %. Na ploskvah 1A in 2C je bukev zastopana celo s 100 %. Od ostalih drevesnih vrst pa je najbolje zastopan gorski javor s 0,7 %, sledi češnja s 0,4 %, graden ter ostrolistni javor s 0,3 % ter kostanj in gorski brest s 0,2 % (Preglednica 5).

**Preglednica 5: Drevesna sestava (v %)**

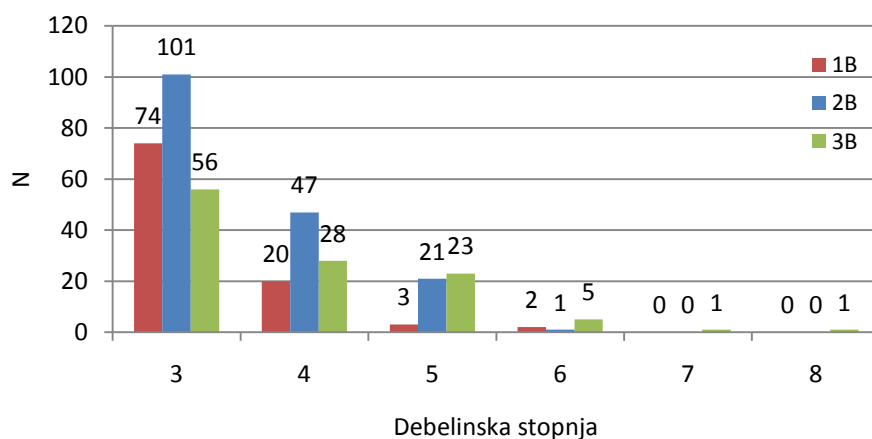
Blok	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Ploskev	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
bukev	100,0	93,9	98,7	95,1	97,1	100,0	97,6	99,1	98,6
hrast graden	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,0	0,8	0,0	0,7
kostanj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,8	0,0	0,7
gorski javor	0,0	3,0	0,0	2,2	0,6	0,0	0,0	0,9	0,0
ostrolistni javor	0,0	1,0	0,0	0,5	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
gorski brest	0,0	0,0	0,7	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
češnja	0,0	2,0	0,7	0,5	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0

Frekvenčne porazdelitve prsnih premerov glede na debelinske stopnje smo predstavili z grafikoni (Slike 2, 3 in 4). Prevladuje drevje 3. debelinske stopnje, dreves 4. in 5. stopnje je še precej, debelejših dreves pa je malo. Izstopa ploskev 3C, kjer sta 3. in 4. debelinska stopnja približno enako zastopani.

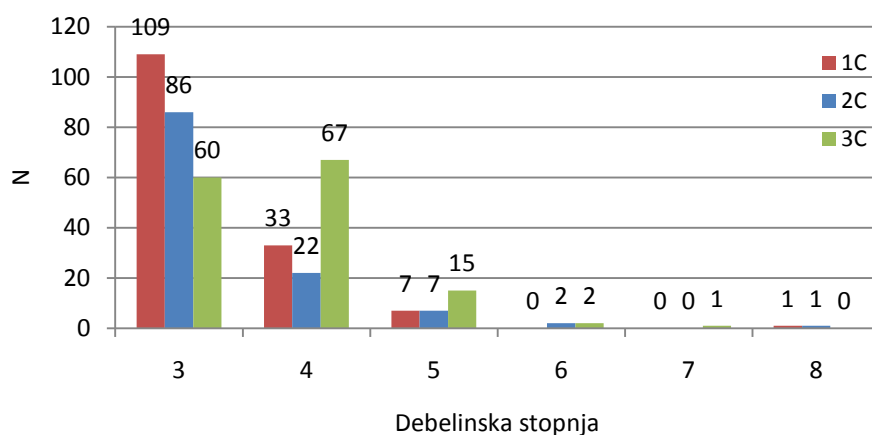




Slika 2: Debelinska struktura na ploskvah z obravnavo A (ploskve: 1A, 2A, 3A)



Slika 3: Debelinska struktura na ploskvah z obravnavo B (ploskve: 1B, 2B, 3B)



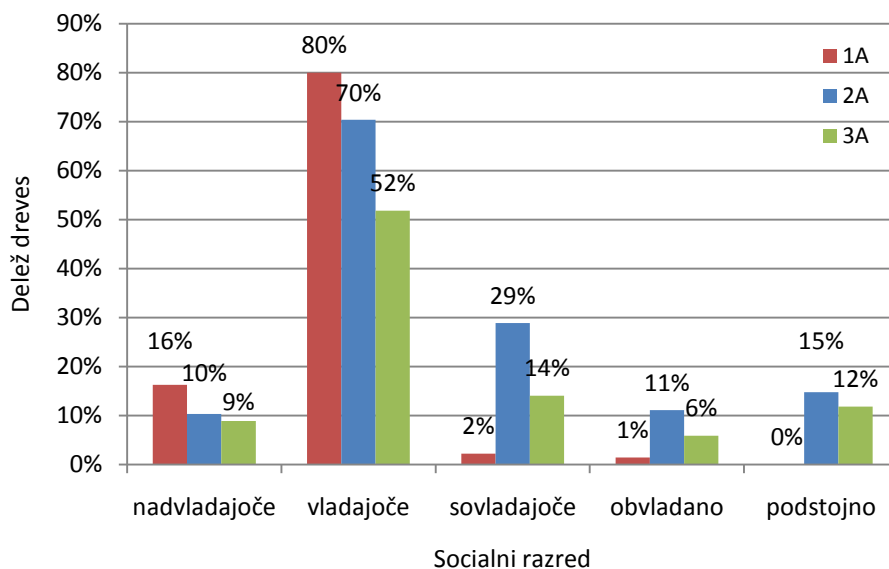
Slika 4: Debelinska struktura na ploskvah z obravnavo C (Ploskev: 1C, 2C, 3C)

Pri analizi porazdelitve socialnih razredov (Preglednica 6) smo za povprečje vseh ploskev ugotovili, da je bilo 10 % dreves razvrščenih v nadvladajoč, 64 % v vladajoč, 15 % v sovladajoč, 5 % v obvladano ter 7 % v podstojni socialni razred.

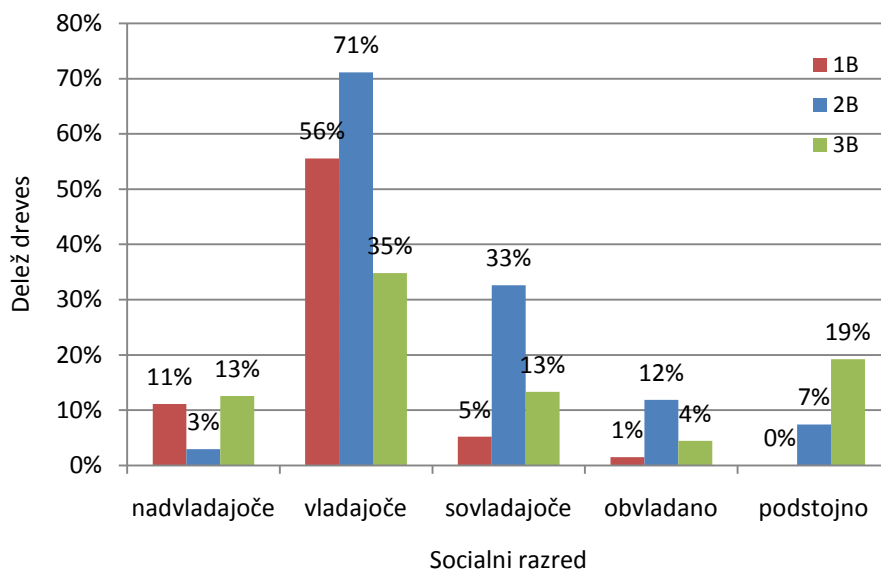
**Preglednica 6: Deleži dreves glede na socialni razred (v %)**

Blok	1	1	1	2	2	2	3	3	3	Ar. sr.
Ploskev	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	
nadvladajoče	16	11	5	10	3	8	9	13	12	10
vladajoče	80	56	94	70	71	63	52	35	63	64
sovladajoče	2	5	10	29	33	13	14	13	16	15
obvladano	1	1	1	11	12	2	6	4	5	5
podstojno	0	0	1	15	7	1	12	19	10	7

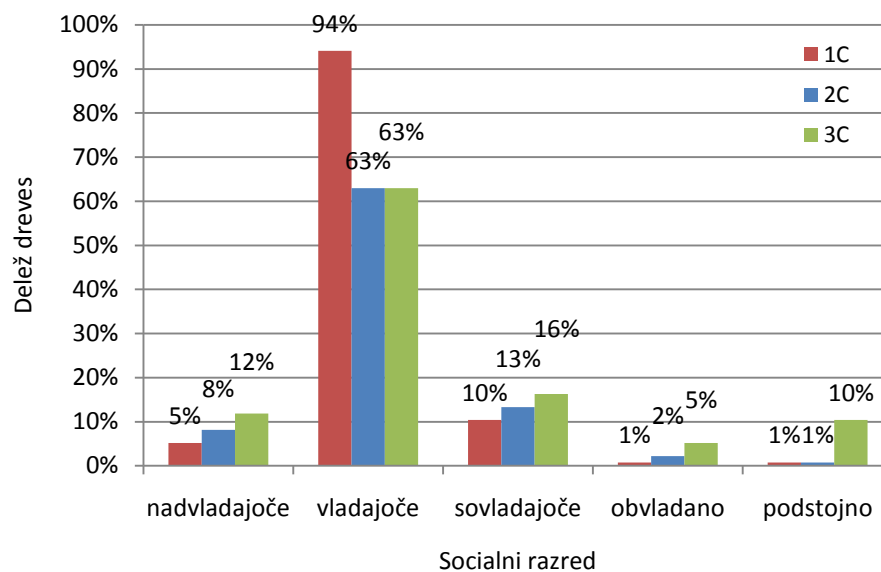
Med ploskvami pa lahko s pomočjo deležev dreves po socialnih razredih (Slike 5, 6 in 7) opazimo precejšnje razlike v porazdelitvi socialnih razredov. Zlasti delež vladajočega in sovladajočega drevja je v precejšnjem razponu. Izstopa blok 1, kjer je skoraj vse drevje v zgornjih dveh razredih.



**Slika 5: Delež dreves po socialnih razredih na ploskvah z obravnavo A (Ploskev: 1A, 2A, 3A)**



Slika 6: Delež dreves po socialnih razredih na ploskvah z obravnavo B (Ploskev: 1B, 2B, 3B)



Slika 7: Delež dreves po socialnih razredih na ploskvah z obravnavo C (Ploskev: 1C, 2C, 3C)

## 6.2 ANALIZA ODKAZILA

### 6.2.1 Izbranci

V sestojih z obravnavo A smo izbrali 16-32 izbrancev na ploskev, kar predstavlja povprečno 16,6 % vseh dreves. V sestojih z obravnavo B pa smo za izbrance izbrali 7-9

dreves na ploskev, kar predstavlja 6,3 % vseh dreves (Preglednica 7). Opazimo lahko, da imajo izbranci B manjšo število napak in poškodb kot izbranci A (Preglednica 7).

**Preglednica 7: Parametri izbrancev**

Obravnavava	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok	1	2	3	1	2	3
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
N (izbranci)	32	26	16	7	9	8
N ha <sup>-1</sup> (izbranci)	356	289	178	78	100	89
Ar. sr.	274			89		
Delež izbrancev na ploskvi	23,5%	14,1%	12,8%	7,1%	5,3%	7,0%
Ar. sr.	16,6%			6,3%		
Št napak	7	3	4	0	1	2
Delež izbrancev z napakami ali poškodbami	21,9%	11,5%	25,0%	0,0%	11,1%	25,0%
Ar. sr.	18,9%			12,5%		
DBHq [mm]	127	177	220	123	207	226
Ar. sr.[mm]	152			155		

Iz porazdelitve deležev izbrancev po debelinskih stopnjah (Preglednica 8) je razvidno, da smo za izbrance izbirali predvsem drevesa 3. debelinske stopnje v bloku 1 ter drevesa 4. in 5. debelinske stopnje v blokkih 2 in 3.

**Preglednica 8: Porazdelitev deležev izbrancev po debelinskih stopnjah v (%)**

Obravnavava	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok	1	2	3	1	2	3
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
3. deb. st.	87,5	23,1	12,5	100,0	11,1	0,0
4. deb. st.	12,5	53,8	37,5	0,0	11,1	25,0
5. deb. st.	0,0	23,1	25,0	0,0	77,8	62,5
6. deb. st.	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0
7. deb. st.	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	12,5

Porazdelitev deležev izbrancev glede na socialni razred (Preglednica 9) pokaže, da smo na večini ploskev največ izbrancev določili iz vladajočega socialnega razreda, le na ploskvi 3B smo največ izbrancev določili iz nadvladajočega socialnega razreda.

**Preglednica 9: Porazdelitev deležev izbrancev glede na socialne razrede (v %)**

Obravnavna	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok						
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
nadvladajoče	28,1	23,1	25,0	28,6	11,1	62,5
vladajoče	68,8	73,1	75,0	71,4	88,9	37,5
sovladajoče	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
obvladano	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Razlika glede na tip redčenja se kaže pri porazdelitvi deležev izbrancev glede na velikost krošnje (Preglednica 10), saj smo pri obravnavi A v večji meri izbirali izbrance z normalno asimetrično krošnjo, pri obravnavi B pa izbrance z normalno simetrično krošnjo.

**Preglednica 10: Porazdelitev deležev izbrancev glede na velikost krošnje (v %)**

Obravnavna	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok						
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
zelo velika	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0
normalna, simetrična	9,4	23,1	43,8	28,6	44,4	50,0
normalna, asimetrična	53,1	46,2	25,0	57,1	22,2	37,5
majhna	37,5	30,8	25,0	14,3	22,2	12,5
zelo majhna	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0

Iz porazdelitve deležev izbrancev glede na utesnjenost krošnje (Preglednica 11) lahko sklepamo, da smo pri obeh tipih redčenja najbolj pogosto izbirali izbrance s krošnjami, ki so utesnjene iz treh strani.

**Preglednica 11: Porazdelitev deležev izbrancev glede na utesnjenost krošnje (v %)**

Obravnavna	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok						
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
neutesnjena	0,0	3,8	12,5	0,0	0,0	12,5
utesnjena do 1/4	0,0	34,6	25,0	0,0	33,3	25,0
utesnjena do 1/2	0,0	19,2	25,0	0,0	11,1	50,0
utesnjena do 3/4	31,3	38,5	37,5	42,9	44,4	12,5
utesnjena do 4/4	68,8	3,8	0,0	57,1	11,1	0,0

Pri obravnavi B je indeks asimetričnosti krošenj izbrancev na vseh treh blokih manjši kot pri obravnavi A (Preglednica 12).

**Preglednica 12: Indeks asimetričnosti krošenj izbrancev**

Obravnavava	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok						
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
Indeks asimetričnosti	59,2	63,2	50,8	46,0	56,7	42,6

## 6.2.2 Konkurenti

Ker so konkurenti opredeljeni kot drevesa, ki ovirajo razvoj izbrancev, predstavlja delež konkurentov v celotni lesni zalogi na ploskvi merilo jakosti redčenja. Delež konkurentov je tako večji v vseh treh blokih, kjer smo izvedli klasično izbiralno redčenje (sestoji A), kot v sestojih B (Preglednica 13). Ker konkurente določimo ne glede na njegove morebitne poškodbe in napake, je seveda samoumevno, da je delež dreves z napakami in poškodbami večji pri konkurentih kot pri izbrancih. Tako je imelo 35 % vseh konkurentov prisotne napake ali poškodbe. Opazimo pa lahko, da je pri obravnavi B delež konkurentov z napakami ali poškodbami manjši kot pri obravnavi A.

**Preglednica 13: Parametri konkurentov za obravnavanji A in B**

Obravnavava	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok / Ploskev parameter						
	1A	2A	3A	1B	2B	3B
N (konkurenti)	54	56	33	25	39	24
N ha <sup>-1</sup> (konkurenti)	600	622	367	278	433	267
Ar. sr.	530			326		
Delež konkurentov na ploskvi	39,7%	30,3%	26,4%	25,3%	22,9%	21,1%
Ar. sr.	32,1%			23,0%		
Št napak	25	23	12	7	8	6
Delež konkurentov z napakami ali poškodbami	46,3%	41,1%	36,4%	28,0%	20,5%	25,0%
Ar. sr.	42,0%			23,9%		
DBHq [mm]	137	146	181	143	149	185
Ar. sr. [mm]	152			158		

Iz porazdelitve deležev konkurentov (Preglednica 14) je mogoče razbrati, da so bili za konkurente določena drevesa z nižjimi premeri kot izbranci, saj večina konkurentov spada v 3. debelinsko stopnjo.

**Preglednica 14: Porazdelitev deležev konkurentov po debelinskih stopnjah (v %)**

Obravnavava	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok						
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
3. deb. st.	75,9	62,5	39,4	72,0	59,0	29,2
4. deb. st.	20,4	32,1	36,4	20,0	33,3	37,5
5. deb. st.	3,7	5,4	12,1	8,0	7,7	25,0
6. deb. st.	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	8,3
7. deb. st.	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0

Pri obeh tipih redčenja je iz porazdelitve deležev konkurentov glede na socialne razrede (Preglednica 15) mogoče razbrati, da večina konkurentov spada v vladajoč socialni razred, precej pa je tudi sovladajočih in nadvladajočih dreves

**Preglednica 15: Porazdelitev deležev konkurentov glede na socialne razrede (v %)**

Obravnavava	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok						
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
nadvladajoče	17,0	7,3	12,1	16,0	2,6	16,7
vladajoče	81,1	56,4	63,6	76,0	59,0	50,0
sovladajoče	1,9	27,3	18,2	8,0	28,2	16,7
obvladano	0,0	9,1	6,1	0,0	5,1	8,3

Večina konkurentov ima pri obeh obravnavanjih majhno ali normalno asimetrično krošnjo (preglednica 16).

**Preglednica 16: Porazdelitev deležev konkurentov glede na velikost krošnje (v %)**

Obravnavava	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok						
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
zelo velika	1,9	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0
normalna, simetrična	5,7	3,6	15,2	20,0	2,6	16,7
normalna, asimetrična	52,8	20,0	24,2	56,0	12,8	33,3
majhna	37,7	60,0	54,5	8,0	66,7	45,8
zelo majhna	1,9	16,4	6,1	4,0	17,9	4,2

Podobno kot pri velikosti krošnje konkurentov, lahko za utesnjenost krošenj konkurentov ugotovimo, da ima večina konkurentov ne glede na obravnavanje, krošnjo utesnjeno iz treh ali štirih strani.

**Preglednica 17: Porazdelitev deležev konkurentov glede na utesnjenost krošnje**

Obravnavna	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok						
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
neutesnjena	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	4,2
utesnjena do 1/4	0,0	1,8	12,5	0,0	2,6	25,0
utesnjena do 1/2	1,9	25,5	21,9	12,0	10,3	12,5
utesnjena do 3/4	22,6	49,1	31,3	36,0	61,5	20,8
utesnjena do 4/4	75,5	23,6	31,3	52,0	25,6	37,5

### 6.2.3 Parametri odkazila

Če primerjamo delež odkazanih dreves % N, delež temeljnice % BA in lesne zaloge % GS, ugotovimo, da so vrednosti v vseh primerih višje pri obravnavi A, pri kateri smo v povprečju odstranili 31,5 % lesne zaloge, pri obravnavi B pa 24,0 % (Preglednica 18). Izstopajoč je podatek, da smo na ploskvi 1A odkazali celo 47,9 % lesne zaloge.

Pri obravnavi B je bil srednje temeljnični premer odkazanega drevja v vseh blokih večji kot pri obravnavi A. Indeks  $q_D$ , ki nakazuje tip redčenja, je bil večji v bloku 1 in 2 pri obravnavi A, v bloku 3 pa je bil večji pri obravnavi B. Na vseh ploskvah se je indeks gibal okoli vrednosti 1, tako da jo je v blokih 1 in 3 presegal, v bloku 2 pa se je vrednost indeksa nahajala pod vrednostjo 1. Povprečne vrednosti indeksa se glede na obravnavo razlikujeta le na drugi decimalki. Kot indikator jakosti redčenja smo uporabili indeks SSDI. Ugotovili smo, da je pri obravnavi A SSDI manjši v blokih 1 in 2, pri obravnavi B pa je manjši v bloku 3, torej je bila jakost redčenja močnejša v bloku 1 in 2 pri obravnavi A, v bloku 3 pa pri obravnavi B.

Preverili smo tudi jakost odkazila na izbranca, ki smo jo ocenjevali s številom odkazanih dreves na izbranca. Tukaj se je pokazalo, da je število odkazanih dreves na izbranca vselej manjše pri obravnavi A kot pri obravnavi B. Podobne rezultate smo dobili tudi, ko smo preverili, kolikšen delež celotne populacije predstavljajo izbranci. Tudi tukaj se je skoraj trivialno izkazalo, da pri obravnavi B za izbranca izberemo manjši delež dreves.



**Preglednica 18: Parametri odkazila**

Obravnavava	A			B		
	1	2	3	1	2	3
Blok	1	2	3	1	2	3
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B
N (izbrancev)	32	26	16	7	9	8
N (izbrancev ha <sup>-1</sup> )	356	289	178	78	100	89
N (neredčeno)	136	185	125	99	170	114
N (konkurenti)	54	56	33	25	39	24
N (po redčenju)	82	129	92	74	131	90
% N (odkazilo)	39,7%	30,3%	26,4%	25,3%	22,9%	21,1%
Ar. sr. % N (odkazilo)		32,1%			23,0%	
BA(neredčeno)[m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ]	20,0	35,3	34,5	16,9	34,5	29,4
BA(odkazilo)[m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ]	8,8	10,5	9,4	4,4	7,6	7,2
% BA (odkazilo)	44,2%	29,7%	27,3%	26,2%	22,0%	24,5%
Ar. sr. % BA (odkazilo)		32,0%			23,8%	
GS(neredčeno)[m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ]	11,1	23,7	28,6	10,7	24,0	23,5
GS(odkazilo)[m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ]	5,3	6,9	7,8	2,9	5,1	6,0
% GS (odkazilo)	47,9%	29,0%	27,4%	27,1%	21,2%	25,5%
Ar. sr. % GS (odkazilo)		31,5%			24,0%	
DBHq(neredčeno)[mm]	130	148	178	140	152	172
Ar. sr. [mm]		152			155	
DBHq(redčeno)[mm]	125	148	177	139	153	168
Ar. sr. [mm]		150			154	
DBHq(odkazilo)[mm]	137	146	181	143	149	185
Ar. sr. [mm]		155			159	
q <sub>D</sub>	1,10	0,99	1,02	1,03	0,97	1,10
Ar. sr. (q <sub>D</sub> )		1,04			1,03	
SDI(neredčeno)	47,4	79,6	72,4	39,0	76,9	62,6
SDI(redčeno)	26,9	55,8	52,8	28,8	59,8	47,7
SSDI	0,44	1,13	0,72	0,47	1,21	0,65
Ar. sr. SSDI		0,76			0,78	
odkazilo na izbranca	1,7	2,2	2,1	3,6	4,3	3,0
Ar. sr.		2,0			3,6	
izbranci/N	23,5%	14,1%	12,8%	7,1%	5,3%	7,0%
Ar. sr.		16,8%			6,5%	

### 6.3 PREIZKUS RAZLIK

Razlike med obravnavanji A in B smo statistično preverili za naslednje faktorje.

- % N - delež odkazanih dreves;
- % BA - delež odkazane temeljnice;
- % GS - delež odkazane lesne zaloge;
- $q_D$  - razmerje med srednje temeljničnim premerom odstranjenih dreves in srednje temeljničnim premerom preostalih dreves;
- SSDI - kvocient med SDI redčenega sestoja in SDI kontrolnega sestoja;
- delež izbrancev;
- število izbrancev na ploskev;
- število odkazanih dreves na izbranca;
- asimetričnost krošnje izbrancev;
- ocena velikosti krošnje izbrancev;
- ocena utesnjenosti krošnje izbrancev;
- ocena socialnega razreda izbrancev;
- število napak in poškodb na izbranca.

**Preglednica 19: Rezultati preizkusa razlik v različnih parametrih med obravnavanoma A in B**

faktor	preizkus	značilnost
N(%)	metoda parov – $t$ test	0,082
BA(%)	metoda parov – $t$ test	0,168
GS(%)	metoda parov – $t$ test	0,210
$q_D$	metoda parov – $t$ test	0,947
SSDI	metoda parov – $t$ test	0,791
Delež izbrancev	metoda parov – $t$ test	0,082
Število izbrancev na ploskev	metoda parov – $t$ test	0,077
Število odkazanih dreves na izbranca	metoda parov – $t$ test	<b>0,048*</b>
Asimetričnost krošenj izbrancev	metoda parov – $t$ test	<b>0,044*</b>
Ocena velikosti krošnje izbrancev	test $\chi^2$	0,187
Ocena utesnjenosti krošnje izbrancev	test $\chi^2$	0,358
Ocena socialnega razreda izbrancev	test $\chi^2$	0,337
Število napak in poškodb na izbranca	test $\chi^2$	0,124

Statistično značilnost faktorjev smo opredelili s 5 % stopnjo tveganja. Iz rezultatov (Preglednica 19) sklepamo, da se obravnavanji A in B značilno razlikujeta samo pri parametru število odkazanih dreves na izbranca (s tveganjem 4,8 %) in asimetričnosti krošenj izbrancev (s tveganjem 4,4 %). Število odkazanih dreves na izbranca je bilo večje pri obravnavi B, pri isti obravnavi pa so imeli izbranci tudi manj asimetrične krošnje.

## 7 RAZPRAVA IN SKLEPI

Analiza ničelnega stanja ploskev je pokazala, da so razlike med poskusnimi ploskvami precejšnje. Pri testiranju sestojnih parametrov so se največje razlike pokazale med blokoma 1 in 3, kjer so bili sestojna temeljnica, lesna zaloga, srednje temeljnični premer in indeks SDI značilno različni. Pri srednje temeljničnem premeru pa je značilna razlika tudi med blokoma 2 in 3. Pričakovano smo ugotovili, da v drevesni sestavi na vseh ploskvah prevladuje bukev (Preglednica 5). Največ je dreves v vladajočem socialnem razredu tretje in četrte debelinske stopnje. Ker imajo enodobni in čisti sestoji običajno enovrstno in pozitivno asimetrično frekvenčno porazdelitev prsnih premerov (Kotar, 2004), smo upravičeno pričakovali podobno porazdelitev tudi na naših poskusnih ploskvah.

Čeprav je bila obravnava sestojev A in B različna, smo statistične razlike med dvema tipoma redčenj ugotovili le pri dveh znakih. To je po svoje tudi razumljivo, saj smo na začetku poskusa, zato še ni večjih razlik med sestoji z različnima obravnavama. Kazalnik »število odkazanih dreves na izbranca« je bil izbran kot spremenljivka predvsem zato, ker nazorno prikazuje jakost redčenja na izbranca. Ker je pri obravnavi B število odkazanih dreves (konkurentov) na izbranca značilno večje (s tveganjem 4,8 %), sklepamo, da je s tem tudi stopnja sproščenosti izbrancev večja. Znak, pri katerem smo tudi ugotovili značilne razlike med obravnavama, je asimetričnost krošenj izbrancev. S tveganjem 4,4 % sklepamo, da so krošnje izbrancev pri obravnavi B bolj simetrične od krošenj izbrancev pri obravnavi A. Pri drugih znakih, kot so delež izbrancev, število izbrancev na ploskev ter delež odkazanih dreves smo ugotovili razlike pri tveganju od 5 do 10 % (8,2 %, 7,7 %, 8,2 %); sklepamo lahko, da bi verjetno potrdili razlike tudi pri stopnji tveganja  $\alpha \leq 5$  %, če bi poskus zasnovali z večjim številom blokov, vsaj s štirimi. Ob tem pa je treba omeniti, da je bilo terensko delo že pri treh blokih zahtevno in obsežno. Težavno bi bilo tudi najti dodatne ploskve z enotnimi sestojnimi razmerami glede starosti drevja in drevesne sestave, pogosta ovira za izbiro ploskev so bile tudi gozdne vlake.

Kot indikator jakosti redčenja smo uporabili delež odkazanih dreves (% N), delež odkazane temeljnice (% BA) ter delež odkazane lesne zaloge (% GS). V vseh blokih smo ugotovili, da so ti faktorji večji pri klasičnem izbiralnem redčenju, čeprav razlike niso bile

statistično značilne. Izstopa predvsem vrednost odkazane lesne zaloge na ploskvi 1A, kjer je bilo izžrebano klasično izbiralno redčenje, saj je bilo na tej ploskvi odkazano 47,9 % lesne zaloge oziroma 44,2 % temeljnice, kar je 39,7 % dreves. Veliko relativno jakost redčenja na tej ploskvi si lahko razlagamo z nižjo začetno temeljnico, ki smo jo zabeležili pred odkazilom, ter večjim številom napak na izbranca, kar nakazuje, da je imel sestoj na tej ploskvi slabšo zasnovo od ostalih.

Na višjo jakost redčenja pri obravnavi A kaže tudi povprečni SSDI, ki znaša 0,76, pri obravnavi B pa 0,78. SSDI indeks pa izstopa predvsem pri ploskvah 2A in 2B, kjer ima nadpovprečni vrednosti (1,13 in 1,21). Razlog leži v kontrolni ploskvi 2C, ki ima nižjo temeljnico in posledično nižji SDI, kar vpliva na izračun SSDI za ti dve ploskvi. Bončina in sod. (2007) za klasično izbiralno redčenje navajajo vrednosti SSDI indeksa med 0,50 in 0,82 za močnejše redčene sestojke, ter 0,64 in 0,74 za zmerno redčene sestojke. Za močnejše redčene sestojke Bončina in sod. (2007) navajajo, da so z redčenjem odstranili med 17,2 % in 26,2 % temeljnice, na zmerno redčenih sestojkih pa 15,0 % in 21,7 % temeljnice. Po teh kriterijih smo oba tipa redčenja izvedli z močnejšo jakostjo. Po drugi strani Pretzsch (2005) za nizka redčenja bukovih sestojev navaja povprečni SSDI indeks 0,77 z intervalom (0,58–0,94) za zmerno redčene sestojke in 0,60 z intervalom (0,31–0,83) za močno redčene sestojke, zato lahko sklepamo, da smo redčenja pri obeh obravnavah opravili z zmerno jakostjo. Opozoriti pa moramo, da sta Pretzsch in Bončina analizirala starejše sestojke, tako da absolutni parametri redčenj (temeljnica, lesna zaloga in število dreves na hektar) niso najboljši kazalniki za primerjavo jakosti redčenj. V tem primeru je indeks SSDI boljši kazalnik.

Povprečni srednje temeljnični premer je po odkazilu padel pri obeh obravnavah, in sicer s 152 mm na 150 mm pri obravnavi A in iz 155 mm na 154 mm pri obravnavi B. To potrjuje tudi indikator tipa redčenja  $q_D$ , ki je na vseh ploskvah blizu ali nad vrednostjo 1, kar nakazuje, da smo z redčenjem posegali predvsem v vladajoče plasti sestojke. Sicer velikih razlik v redčenju ta indikator ni pokazal. Pretzsch (2005) pri analizi nizkega redčenja ugotavlja  $q_D$  0,70 za zmerno redčene, 0,74 za močno redčene sestojke ter maksimalno vrednost 1,04 tam, kjer so z redčenjem posegali v vladajoča drevesa. Bončina in sod. (2007) prav tako ugotavljajo vrednosti med 0,84 in 1,02 pri klasičnem izbiralnem redčenju.

Ugotovimo lahko, da so naše vrednosti, ki se gibljejo med 0,97 in 1,10 dosti višje od primerjalnih, ki jih navajata Bončina in sod. (2007) in Pretzsch (2005), zato lahko sklepamo, da smo z našim poskusom pri obeh tipih redčenja močnejše posegli v vladajoče plasti drevja.

Odkazilo na izbranca je bilo večje pri obravnavi B, saj je bilo v povprečju odkazano 3,6 dreves na izbranca, medtem ko smo pri obravnavi A odkazali le 2,0 dreves na izbranca. Iz vrednosti tega indikatorja lahko sklepamo, da smo izbrance pri obravnavi B sproščali bolj intenzivno, kar smo tudi statistično potrdili s 4,8 % tveganjem.

Pri obravnavi B predstavljajo izbranci v povprečju 6,3 % vseh dreves v sestoji, medtem ko pri obravnavi A predstavljajo 16,6 % populacije. Število izbrancev pri klasičnem izbiralnem redčenju se bo z razvojem sestoja zmanjševalo. Delež izbrancev pri obravnavi B pa se bo še povečeval zaradi zmanjševanja skupnega števila dreves.

Za izbrance in konkurente smo analizirali tudi prisotnost napak in poškodb, debelinsko strukturo ter frekvenčne porazdelitve glede na socialni razred ter velikost in utesnjenost krošnje. Pri obravnavi B smo za izbrance v povprečju izbirali drevesa z manj napakami in poškodbami, kar se je izkazalo v blokih 1 in 2, v bloku 3 pa je bilo število napak ali poškodb na izbranca enako kot pri klasičnem izbiralnem redčenju. Rezultat je pričakovan, ker je pri obravnavi B kriterij za izbiro izbranca strožji kot pri obravnavi A, saj izberemo manj in zato kvalitetnejša drevesa. Tako smo na ploskvi 1B za izbrance izbrali samo drevesa brez evidentiranih poškodb in napak. Razlik glede na tip redčenja iz debelinske strukture izbrancev ni bilo mogoče zaznati. Prav tako se je izkazalo, da tip redčenja nima večjega vpliva na porazdelitev deležev izbrancev glede na socialni razred, saj smo ne glede na tip redčenja glavnino izbrancev izbrali iz vladajočega socialnega razreda. Iz porazdelitve deležev izbrancev glede na velikost krošnje lahko sklepamo, da smo pri obravnavi B za izbrance izbirali drevesa z večjo in bolj simetrično krošnjo kot pri obravnavi A, kar je potrdil tudi statistični test. Izbranci so bili pri obeh obravnavah največkrat utesnjeni iz treh strani, kar smo tudi pričakovali, saj sestoji v preteklosti niso bili negovani ali pa so bili posegi zelo šibki. Frekvenčne porazdelitve ocen velikosti in utesnjenosti krošnje, socialnega razreda ter število napak in poškodb na izbranca se sicer

niso izkazale za statistično značilne. Konkurenti so imeli v veliki meri podobne lastnosti kot izbranci, kar je bilo tudi za pričakovati. Večje razlike med izbranci in konkurenti pa so bile seveda vidne v deležu dreves z napakami ali poškodbami, kjer je bilo takih dreves med konkurenti v povprečju 35 %, med izbranci pa 18,9 % pri obravnavi A in 12,5 % pri obravnavi B.

Roženberger in sodelavci (2008) navajajo končno izbiro izbrancev pri nemškem modelu pri starosti sestoja nekje med 60-70 let, medtem ko smo pri našem poskusu (obravnavi B) izbrali končno število izbrancev relativno zgodaj, in sicer pri starosti sestoja 25-35 let, kar sklepamo iz podatkov gozdnogospodarskega načrta (Gozdnogospodarski ..., 2001). Ferlin (1985) ugotavlja da se v bukovem letvenjaku pri prvem redčenju število izbrancev giblje med 1000 in 2000 dreves na hektar, pri drugem redčenju in povprečnim prsnim premerom 10 cm pa se zmanjša na 500-600 dreves na hektar (Kotar 1997, Ferlin 2002). V fazi drogovnjaka s povprečnim prsnim premerom okoli 20 cm in zmerni jakosti redčenja (20-35 % lesne zaloge) se število izbrancev giblje okoli 250 na hektar (Ferlin 1985, Ferlin 1988, Kotar 1997). Pri našem poskusu smo pri klasičnem izbiralnem redčenju s srednje temeljničnim premerom med 13,0 cm in 17,8 cm izbrali med 178 in 356 izbrancev na hektar, kar se sklada z ugotovitvijo Ferlina (1985, 1988) in Kotarja (1997).

Iz naših rezultatov ter ugotovitev podobnih raziskav lahko sklepamo, da je jakost redčenja pri obravnavi B manjša kot pri obravnavi A, čeprav te ugotovitve v našem primeru niso statistično potrjene. Med preučevanima tipoma redčenja je razlika v deležu posekanih dreves s tveganjem 8,2 %, kar pomeni, da bi verjetno dosegli statistično značilnost (tveganje, manjše od 5 %) pri večjem številu ponovitev. Delež posekanih dreves je dober indikator za obseg dela, saj pri sečnji velja zakon kosovnega volumna, kar pomeni, da je za enak volumen posekane lesne mase potreben večji vložek dela pri poseku večjega števila tanjšega drevja kot pri poseku manjšega števila debelejšega drevja. Vložek dela se odraža v potrebnih delovnih urah in višjih stroških redčenja. Jakost redčenja na izbranca (število odkazanih dreves na izbranca) je večja pri obravnavi B, kar smo tudi statistično potrdili s 4,8 % tveganjem. Rezultat je bil pričakovan in je posledica močnejšega sproščanja izbrancev pri tem tipu redčenja. S pomočjo indikatorja  $q_D$  smo tudi ugotovili, da pri obeh tipih redčenja posegamo v vladajoče sloje sestoja, poseganje v podstojno drevje je zelo

omejeno, kar je značilnost obeh redčenj. Pomemben je tudi podatek, da smo pri obravnavi B v povprečju za izbrance izbirali bolj kakovostno drevje.

Altherr (1971, 1981, cit. po Kotar, 2005) navaja, da je stabilnost sestoja po opravljenem redčenju s stalnimi izbranci večja kot pri klasičnem izbiralnem redčenju; nevarnost zmanjšane stabilnosti je namreč največja pri enakomernem redčenju po celotni površini, kjer v vsaki negovalni celici odpiramo sklep krošenj. Pri sproščanju majhnega števila vladajočih dreves ali celo socialno močnejših in razvitejših je jakost posega v sklep manjša, stabilnost pa posledično večja. Upoštevati pa je potrebno, da smo pri obravnavi B z odkazilom posegali tudi v močnejša a manj kakovostna drevesa, kar lahko zmanjša stabilnosti sestoja.

Resni premislek glede učinkovitosti klasičnega izbiralnega redčenja so navedbe Bončine in sodelavcev (2006), ki ugotavljajo, da je bilo pri močnejše redčenem sestoju ponovno izbranih 72 % izbrancev, v zmerno redčenem pa le 62 % izbrancev, kar pomeni, da s klasičnim izbiralnim redčenjem negujemo veliko izbrancev, ki kasneje ta status izgubijo. Ker je gozdarstvo delovno intenzivna panoga, ki je zelo občutljiva na spreminjajoče se gospodarske razmere, je potrebno analizirati nove pristope pri gospodarjenju s slovenskimi gozdovi. Predvsem nega velikega števila izbrancev v mlajših razvojnih fazah predstavlja velik strošek, zato Bončina in sod. (2007) predlagajo manjše število izbrancev, kot je to v sedanji praksi izbiralnega redčenja v Sloveniji. Roženbergar in sod. (2008) pa predlagajo zmanjšanje obsega nege v zgodnjih razvojnih fazah, da se izognemo vlaganjem brez ekonomskega učinka, nega pa naj bi bila usmerjena le v najperspektivnejše osebke z izrazito vitalnostjo in kakovostno razrastjo. Schütz (1996, 2003) pri svojih modelih navaja načelo koncentracije in načelo naravnega avtomatizma. Prvo načelo omejuje nego le na izbrana drevesa, drugo načelo pa predpostavlja, da naravi prepustimo vse, kar je skladno z našimi cilji (Diaci, 1996). Obe načeli sta sestavni del biološke racionalizacije.

Pri uporabi izbiralnega redčenja s stalnimi izbranci moramo upoštevati tudi rastiščne dejavnike, saj Neumann in Rösler (2006) ugotavljata, da so modeli z zelo majhnim številom izbrancev (pod 100 ha<sup>-1</sup>) uporabni le na zelo dobrih rastiščih in tam, kjer ni



velikih tveganj zaradi naravnih dejavnikov. Kotar (1997) in Ferlin (2002b) pa kot glavne probleme pri uporabi modelov z enkratnim določanjem izbrancev navajata:

- upoštevanje izključno lesnoproizvodnih ciljev;
- večje tveganje, saj na začetku razvoja sestoja določimo končna drevesa, nadomestnih dreves pa načrtno ne vzgajamo;
- oteženo prilagajanje ciljev med razvojem sestoja;
- v povprečju manjši delež debelih sortimentov kot posledica neukrepanja v delih sestoja.

Ferlin (2002b) tudi opozarja, da ne smemo nekritično uporabljati tujih modelov in jih prilagajati našim razmeram, saj meni, da niso sonaravni niti stabilni in kot taki ne morejo biti ekonomsko trajnostni. Namesto tega predlaga, da naše že uveljavljene in preizkušene koncepte nege oplemenitimo s tujimi izkušnjami. Izbiralno redčenje s stalnimi izbranci bi bilo mogoče še nadaljnje racionalizirati s poenostavljenim načinom odkazila, ki ga predlaga Mlinšek (1983). Mlinšek (1983) pri tem konceptu predlaga označbo izbrancev, konkurente pa odstranjuje sekač po lastni presoji. Seveda mora biti sekač za takšno delo dobro usposobljen.

V naši raziskavi smo s postavitvijo poskusnih ploskev, popisom ničelnega stanja, izvedbo dveh tipov redčenj ter primerjavo parametrov odkazila zasnovali poskus, ki bo šele v naslednjih desetletjih dal zanesljivejše rezultate, na podlagi katerih bomo lahko utemeljeno sklepali o učinkovitosti obeh tipov redčenja.

## 8 POVZETEK

Zaradi čedalje dražje in težje dostopne delovne sile prihaja do vse večjih zaostankov pri izvajanju gojitvenih del v mlajših sestojih. V naši raziskavi smo se omejili na probleme pri gospodarjenju z bukovimi gozdovi. Cilj raziskave je bil predvsem preveriti razlike med dvema tipoma redčenj, in sicer klasičnim izbiralnim redčenjem (obravnava A) in izbiralnim redčenjem s stalnimi izbranci (obravnava B). V ta namen smo v GGE Pišece zasnovali raziskovalni objekt, ki je razdeljen na tri bloke (ponovitve) in devet kvadratnih poskusnih ploskev, vsaka meri 900 m<sup>2</sup>. Ploskvam znotraj vsakega bloka smo naključno dodelili postopek obravnave:

- klasično izbiralno redčenje (obravnava A);
- izbiralno redčenje s stalnimi izbranci (obravnava B);
- kontrolna ploskev (obravnava C).

Pred izvedbo odkazila smo vsem drevesom nad merskim pragom 10 cm določili zaporedno številko in jo na drevo zapisali z oljno barvo. Hkrati smo drevesom izmerili premer (DBH), velikost krošnje, utesnjenost krošnje, socialni razred, poškodovanost debla in krošnje, napake debla ter lego (koordinate) znotraj ploskve. Izbrancem smo naknadno izmerili tudi širine krošenj v štirih smereh (sever, jug, vzhod, zahod).

Po meritvah ničelnega stanja smo na ploskvah, ki smo jim predhodno naključno določili obravnavo, izvedli odkazilo. Kontrolne ploskve smo prepustili naravnemu razvoju.

Analiza ničelnega stanja ploskev je pokazala precejšnjo variabilnost med bloki, kar smo tudi statistično potrdili za večino sestojnih parametrov. Pri analizi razlik med obravnavama A in B pa razlike niso bile tako očitne, saj smo statistične razlike dokazali samo pri dveh znakih, in sicer pri številu odkazanih dreves na izbranca in indeksu asimetričnosti krošnje izbrancev. Iz tega je mogoče sklepati, da izbrance pri obravnavi B sproščamo močnejše ter da imajo izbranci pri obravnavi B bolj simetrično krošnjo.

Čeprav se ostali testirani parametri niso izkazali za značilne, je bilo mogoče pri analizi razlik med obravnavama razbrati, da je bila jakost redčenja pri obravnavi A v povprečju

večja, kar je pokazal tudi indeks SSDI, ter da smo pri obravnavi B izbirali kakovostnejše izbrance z večjo krošnjo. Pri obeh obravnavah smo v največji meri posegali v vladajoč socialni razred, kar je pokazal tudi indikator tipa redčenja  $q_D$ .

Postavitev ploskev in izvedba redčenj je šele začetek poskusa, ki bo v naslednjih desetletjih dal zanesljivejše podatke o razlikah med obema tipoma redčenj. Ker pa imamo v zasnovi poskusa še kontrolne ploskve lahko glede na sestoj, ki je prepuščen naravnemu razvoju, ocenjujemo učinek obeh tipov redčenj.

## 9 VIRI

Abetz P., Klädtke J. 2002. The target tree management system. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 121: 73-82.

Adamič M., Jerina K., Jonozovič M. 2004. Current problems connected with the conservation of large carnivore populations in Slovenia: did we find the right way? *Game & Wildlife Science* 4(21): 571-580.

Assmann E. 1961. *Waldetragskunde*. Bonn, Wien, BLV Verlagsgesellschaft München: 492 str.

Atlas okolja. 2011. Ljubljana, ARSO  
<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/> (16. 08. 2011)

Bončina A. 1994. Thinning effects on the development of beech stands in the Somova gora research site. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 44: 85–106.

Bončina A., Kadunc A., Robič D. 2007. Effects of selective thinning on growth and development of beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stands in south-eastern Slovenia. *Annals of forest science*, 64: 47–57.

Brinar M. 1974. Propadanje jelke v zadnjem desetletju s posebnim ozirom na ekološke razmere in fluktuacijo klime. *Gozdarski vestnik*, 32, 1: 1-17.

Brus R. 2004. *Drevesne vrste na Slovenskem*. Ljubljana, Mladinska knjiga: 399 str.

Cenčič L. 2000. *Gospodarjenje z gozdovi in razvoj sestojev v Lehnu na Pohorju: magistrsko delo*. Ljubljana, samozaložba: 170 str.

Cimperšek M. 2002. Z drugačnimi negovalnimi modeli do boljšega lesa. *Gozdarski vestnik*, 60: 246-258.

Dakskobler I. 2008. Pregled bukovih rastišč v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 87: 3-14.

Diaci J. 1996. Nega gozdov in kakovost v prihodnosti. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51: 121-131.

Ferlin F. 1985. Kvantificiranje uspešnosti redčenj v bukovih gozdovih. Ljubljana, BF, VTOZD za gozdarstvo, 26 str.

Ferlin F. 1988. Učinki izbiralnih redčenj v starejših bukovih sestojih. Gozdarski vestnik, 5: 214-223.

Ferlin F. 2002a. Učinek redčenj v bukovih sestojih v Brezovi rebri. Gozdarski vestnik, 60: 163-164.

Ferlin F. 2002b. Ali potrebujemo drugačne, tuje negovalne modele za pridobivanje boljše kakovosti (bukovega) lesa? Gozdarski vestnik, 60: 407-411.

Ficko A., Klopčič M., Matijašič D., Poljanec A., Bončina A. 2008. Razširjenost bukve in strukturne značilnosti bukovih sestojev v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87: 45-60.

Gozdnogospodarski načrt za obdobje 2002 – 2011. 2001. Brežice, Zavod za gozdove Slovenije: OE Brežice

Izbrani meteorološki podatki o povprečni količini padavin, povprečni temperaturi, stabilnosti ozračja in vetru. 2010

[http://www.arso.gov.si/cd/izbrani\\_meteo\\_podatki/](http://www.arso.gov.si/cd/izbrani_meteo_podatki/) (23. 03. 2010)

Jarni K., Robič D., Bončina A. 2004. Analiza vpliva parkljaste divjadi na pomlajevanje dinarskega jelovo-bukovega gozda na raziskovalni ploskvi Trnovec v Kočevskem gozdnogospodarskem območju. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 74: 141-164.

Južnič B. 1984. Poškodbe pri sečnji in spravilu lesa v bukovih drogovnjakih: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 75 str.

Hertel H., Kohkstock N. 1993. Different genetic structures of two morphological types of scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae Genetica*, 43: 268-272

Jurc M. 2007. Fitofagne žuželke v spreminjajočoh se okoljskih razmerah. V: Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo. Jurc M. (Ur.). (Strokovna in znanstvena dela 130). Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 217-235.

Kadunc A. 2006. Kakovost in vrednost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca. *Gozdarski vestnik*, 64: 355-376.

Klädtke J., Abetz P. 2004. Durchforstungshilfe 2004.- Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft. Uni Freiburg: 18 str.

Knoke T. 2003. Predicting red heartwood formation in beech trees (*Fagus sylvatica* L.). *Ecological Modelling*, 169: 295-312.

Košir B. 1996. How to manage thinning with low damages of standing trees - experience from the model. V: Proceedings »Planning and implementing forest operations to achive sustainable forests« 19th Annual Meeting of COFE & IUFRO SG S3,04-00, July 29-August 1, 1996. Marquette, Michigan USA, 82-91.

Košir B. Cedilnik A. 1996. Model naraščanja števila poškodb drevja pri redčenjih. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 48: 135-151.

Košir B. 1998a. Presoja koncepta zgodnjih redčenj z vidika porabe energije in poškodb sestojev. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 56: 55-71.

Košir, B. 1998b. Poškodbe gorskih smrekovih sestojev zaradi pridobivanja lesa. V: *Gorski gozd: zbornik referatov*. Diaci J. (ur.). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 95-107.

Košir B., Robek R. 2000. Značilnosti poškodb drevja in tal pri redčenju sestojev s tehnologijo strojne sečnje na primeru delovišča Žekanc. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 62: 87-115.

Košir B. 2001. Frequent thinning - impact on stand quality. V: Thinnings: a valuable forest management tool: Quebec, Canada - September 2001. Montreal, Canadian forest service.

Košir B. 2003. Vpliv strojne sečnje na sestoj in tla. Gozdarski vestnik, 61: 31.

Kotar M. 1987. Gospodarjenje z divjadjo kot sestavni del gospodarjenja z gozdnim prostorom. V: Lovstvo in ribištvo v prostorskem načrtovanju, 1985-1986. Ljubljana, Skupnost za lovstvo in ribištvo Slovenije: 31-40.

Kotar M. 1989. Prirastoslovni kazalci rasti in razvoja bukovih gozdov v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 33: 59-80.

Kotar M. 1997. Donos gozda v povezavi z nego gozda. Ali moramo načela nege gozda spremeniti? Gozdarski vestnik, 55: 130-163.

Kotar M., Brus R. 1999. Naše drevesne vrste. Ljubljana Slovenska matica: 320 str.

Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.

Krajčič D., Kolar I. 2000. Vpliv spremenjenega načina nege letvenjaka na zmanjševanje stroškov. Gozdarski vestnik, 58: 75-84.

Leibundgut H. 1966. Die Waldpflege. Bern, Haupt Verlag: 192 str.

Leibundgut H., Auer C., Wieland C. 1971. Ergebnisse von Durchforstungsversuchen 1930-1965 im Sihlwald. Mitteilungen, 47: 257-389.

Leibundgut H. 1982. Über die Anzahl Auslesenbäume bei der Auslesedurchforstung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 133: 115-119.

Leibundgut, H. 1984 Die Waldpflege: unter Mitverwendung von "Auslese-durchforstung als Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung" von Walter Schädelin. Verlag Paul Haupt Berne, Stuttgart.

- Long J. 1985. A practical approach to density management. *Forestry Chronicle*, 61: 23-27.
- Mali B., Torelli N., Piškur M., Levanič T., Kraigher H. 2009. Rdeče srce kot dejavnik kakovosti bukovine na treh rastiščih v Sloveniji. Humar M., Kraigher H. (ur). (*Studia Forestalia Slovenica*, 135). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 79-88.
- Marinček L. 1987. Bukovi gozdovi na slovenskem. 1. natis. Ljubljana, Delavska enotnost: 153 str.
- Mlinšek D. 1964. Sušenje jelke v Sloveniji - prvi izsledki. *Gozdarski vestnik*, 5/6: 145-159.
- Mlinšek D. 1968. Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. Ljubljana, Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij: 117 str.
- Mlinšek D. 1983. Poenostavljeno odkazilo v nenegovanih letvenjakih. *Gozdarski vestnik*, 41: 27-28.
- Neumann M., Rössler G. 2006. Qualität und Bewirtschaftung von Buche. *BFW-Praxisinformation*, 12: 15-17.
- Poljanec A. 2008. Strukturne spremembe gozdnih sestojev v Sloveniji v obdobju 1970-2005: doktorska disertacija. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.: 126 str.
- Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2009. 2010.  
[http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA\\_POROCILA/Porgozd09a3.pdf](http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/Porgozd09a3.pdf) (23. 08. 2011)
- Pretzsch H. 2005. Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots. *European Journal of Forest Research*, 124: 193-205.
- Roženberger D., Ficko A., Diaci J. 2008. Sodobno gojenje bukovih gozdov. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 87: 77-87.
- Schober R. 1972. Die Rotbuche. Frankfurt am Main, J. D. Sauerländer's Verlag: 333 str.



Schober R. 1988. Von Zukunfts-und Elitebäumen. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 159: 239–248.

Schütz J. P. 1987. Auswahl der Ausleseebäume in der schweizerischen Auslesedurchforstung. Schweizerische Zeitschrift für das Forstliche Versuchswesen, 138: 1037–1053.

Schütz J. P. 1996. Bedeutung und Möglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb. Schweizerische Zeitschrift für das Forstliche Versuchswesen, 147: 442–460.

Schütz J. P. 2000a. Kosteneffiziente Waldpflege; Grundsätzliche Überlegungen. Wald und Holz, 47-50.

Schütz J. P. 2000b. Kosteneffiziente Waldpflege; Praktisches Vorgehen. Wald und Holz: 23-25.

Schütz J. P. 2003. Die situative Durchforstung; Ein an der Extensivierung der Kosten orientiertes Durchforstungskonzept. V: Biologische Rationalisierung im Waldbau: Tagungsband der Sektion Waldbau. Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Birmensdorf: 4-14.

Šolar S. 1994. Nastanek poškodb v sestoji po miniranju ter sečnji in spravi lesa: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 75 str.

Tarp P., Helles F., Holten-Andersen P., Larsen J. B., Strange N. 2000. Modelling near-natural silvicultural regimes for beech - an economic sensitivity analysis. Forest Ecology and Management, 130: 187-198.

Veber I. 1986. Gozdovi bohinjskih fužinarjev. Bled, Gozdno gospodarstvo Bled: 48 str.

Wilhelm G. J., Letter H. A., Eder W. 1999. Konzeption einer naturnahen Erzeugung von starken Wertholz. AFZ, DerWald, 54: 232-240.

Woodall C., Miles P., Vissage J. 2005. Determining maximum stand density index in mixed species stands for strategic-scale stocking assessments. Forest Ecology and Management 216: 367-377.

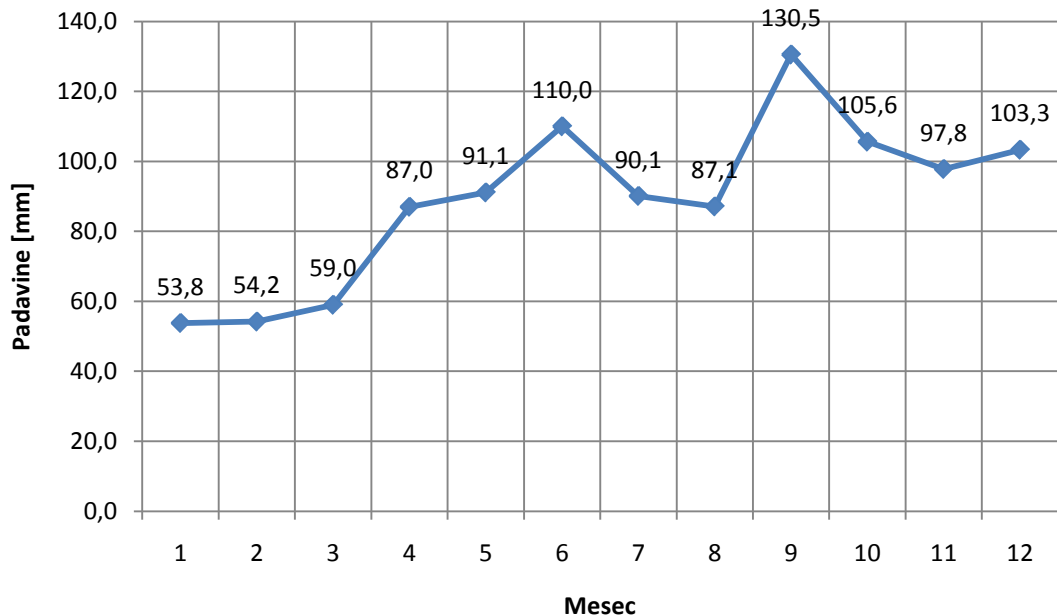
## ZAHVALA

Za konec bi se zahvalil vsem, ki so sodelovali pri nastanku diplomske naloge:

- mentorju prof. dr. Andreju Bončini in somentorju doc. dr. Alešu Kaduncu, ki sta me usmerjala pri izdelavi diplomskega dela;
- recenzentu prof. dr. Juriju Diaciju za opravljeno recenzijo;
- Mojci Bogovič za sodelovanje pri zasnovi in izvedbi poskusa;
- Tini Simončič, Matiju Klopčiču in Andreju Ficku za sodelovanje pri postavitvi in meritvah na poskusnih ploskvah;
- Matjažu Pajku za pomoč pri meritvah in označevanju poskusnih ploskev;
- prijateljem za moralno podporo;
- Sabini Škoberne za dodatno motivacijo in podporo;
- predvsem pa bi se rad zahvalil svoji družini, ki mi je ves čas stala ob strani.

## 10 PRILOGE

Priloga A: Povprečne mesečne padavine za obdobje 1993-2003 (Izbrani ..., 2010)



Priloga B: Povprečne mesečne temperature za obdobje 1995-2003 (Izbrani ..., 2010)

