

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

Luka LAZNIK

**UČINKI RAZLIČNIH NAČINOV REDČENJA  
V GORSKEM BUKOVEM GOZDU NA MEŽAKLI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Dobrova, 2011

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

Luka LAZNIK

**UČINKI RAZLIČNIH NAČINOV REDČENJA  
V GORSKEM BUKOVEM GOZDU NA MEŽAKLI**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**EFFECTS OF DIFFERENT THINNING REGIMES  
IN MOUNTAIN BEECH FOREST ON MEŽAKLA**

GRADUATION THESIS  
University studies

Dobrova, 2011

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Vse meritve so bile opravljene na GGO Bled, KE Mežakla.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 12. 4. 2011 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija, za recenzenta pa prof. dr. Andreja Bončino.

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.

Luka Laznik

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 242:228(043.2)=163.6
KG	bukovi gozdovi/nega gozdov/gojenje gozdov/redčenje/drogovnjaki
AV	LAZNIK, Luka
SA	DIACI, Jurij (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2011
IN	UČINKI RAZLIČNIH NAČINOV REDČENJA V GORSKEM BUKOVEM GOZDU NA MEŽAKLI
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	VIII, 67 str., 15 pregl., 22 sl., 2 pril., 29 vir.
IJ	Sl
JI	sl/en
AI	

V letu 2009 je bila izvedena druga meritev na raziskovalnih ploskvah v bukovih drogovnjakih na Mežakli, ki so bile postavljene in prvič premerjene v letu 2005. Uporabljeni so bili trije načini ukrepanj. Prvi je bil način klasičnega izbiralnega redčenja z običajno jakostjo odkazila (način 60), drugi redčenje s 50 % manjšo gostoto izbrancev z običajno jakostjo odkazila (način 30), tretji pa redčenje s 75 % manjšo gostoto in močno jakostjo odkazila (način dela 15). Izbrancem je bila določena drevesna vrsta, izmerjen premer, višina, dolžina čistega debla, preštete veje na prvih in drugih 4 m debla, določena asimetričnost krošenj ter sproščenost. Po štirih vegetacijskih sezonah so opazne manjše razlike med načini dela, vendar je potrebno upoštevati, da so rezultati predhodni. Način 15 se je izkazal kot ugoden, če želimo povečati premer debla izbrancev in volumen krošenj ter zagotoviti boljšo stojnost. Način 30 se je izkazal najboljše pri čistem deblu in številu tankih vej na prvih 4 m debla. V kolikor želimo boljše čiščenje debelih vej ali pa izboljšanje sproščenosti, se bomo odločili za način dela 60. Če pa sestoje prepustimo naravnemu razvoju, bo to najboljše vplivalo na višinsko rast in majhno število tankih vejic. Način dela 15 zaradi močnega ukrepanja odmakne naslednje ukrepanje v prihodnost. Z načinom dela 30 lahko zmanjšamo razmerje h/d in povečamo krošnje, kar je na področju s pogostimi ujmani zelo pomembno. Tudi način dela 60, ki predstavlja klasično izbiralno redčenje in je v dosedanji praksi najpogostejše v uporabi, daje dobre rezultate in ne predstavlja bistveno večjih vložkov, kot jih zahtevajo drugi načini redčenj, ki smo jih preizkušali.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 242:228(043.2)=163.6
CX	beech forest/forest tending/thinning
AU	LAZNIK, Luka
AA	DIACI, Jurij (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2011
TI	EFFECTS OF DIFFERENT THINNING REGIMES IN MOUNTAIN BEECH FOREST ON MEŽAKLA
DT	Graduation thesis (University studies)
NO	VIII, 67 p., 15 tab., 22 fig., 2 ann., 29 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

In 2009 was carried out the second measurement on research plots inside young beech forests on plateau Mežakla, which were designed and first measured in 2005. Three types of thinning treatments were used. First treatment which was used was a conventional selective thinning with normal intensity of cutting (Treatment 60), second treatment had a 50% lower density of crop trees, but with normal thinning intensity (Treatment 30), and the third treatment had 75% lower density of crop trees and strong thinning intensity (Treatment 15). For all crop trees were determined tree species, measured the diameter, height, length of trunk without branches, were counted the branches at first 4 m of a trunk and defined asymmetry of crown and its place to grow. After four vegetation seasons only minor differences between treatments were significant, but it should be noted that the results are preliminary. Method 15 has proved to be favourable if we want to increase the diameter of the trunk, the volume of the canopy and provide a better stability of crop trees. Treatment 30 has proven best for improving length of the trunk without knots and the number of thin branches on the first 4 m of trunk. If we want a better cleaning of thick branches or more growing space for crop trees we will decide for Treatment 60. However, if the stands are left to natural development, this will positively influence the height growth and decrease the number of thin branches. Treatment 15 with high thinning intensity also postpones next interventions to the future. With Treatment 30 we can reduce the ratio of h/d and increase the crown, which is in the area with frequent natural disturbances very important. The Treatment 60, which represents the classical selective thinning and is in current practice most often applied, produces good results and does not require substantially more work load than those required by other methods of thinning which were tested.

## KAZALO

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VI</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO PRILOG .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 PREGLED LITERATURE .....</b>	<b>3</b>
2.1 REDČENJA IN RACIONALIZACIJA NEGE.....	3
2.2 REDČENJA BUKOVIH SESTOJEV.....	5
<b>3 NAMEN NALOGE.....</b>	<b>10</b>
<b>4 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE DELA.....</b>	<b>11</b>
4.1 OBJEKT RAZISKAVE.....	11
4.1.1 Umestitev objekta.....	11
4.1.2 Opis vegetacije.....	11
4.1.3 Živalski svet.....	12
4.1.4 Podnebne značilnosti.....	12
4.1.5 Hidrološke razmere.....	13
4.1.6 Tla in matična podlaga.....	13
4.1.7 Preteklo gospodarjenje.....	13
4.1.8 Aktualno gospodarjenje.....	14
4.2 METODE DELA.....	16
4.2.1 Poskusne ploskve.....	16
4.2.2 Ocenjevanje in meritve izbrancev.....	18
4.2.3 Opis obravnavanih parametrov.....	18
4.2.4 Analiza podatkov.....	20
<b>5 REZULTATI.....</b>	<b>22</b>
5.1 STANJE NA PLOSKVAH PRED ZAČETKOM POIZKUSA.....	22
5.2 ANALIZA IZBRANCEV.....	24
5.2.1 Izbranci v letu 2005.....	24
5.2.2 Poškodovani izbranci v času poizkusa.....	25
5.2.3 Izbranci v letu 2009.....	26
5.2.4 Primerjava parametrov med leti po ploskvah in med načini dela.....	28
5.2.4.1 Premer.....	28
5.2.4.2 Višina.....	32
5.2.4.3 Vitkostno število.....	36
5.2.4.4 Čisto deblo.....	37
5.2.4.5 Veje.....	41
5.2.4.6 Epikormski poganjki.....	43
5.2.4.7 Asimetričnost krošnje.....	44
5.2.4.8 Volumen krošenj.....	46
5.2.4.9 Sproščenost izbrancev.....	47
<b>6 DISKUSIJA.....</b>	<b>50</b>
<b>7 POVZETEK.....</b>	<b>61</b>
<b>VIRI.....</b>	<b>64</b>
<b>ZAHVALA.....</b>	<b>68</b>
<b>PRILOGE.....</b>	<b>69</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Informacije o ploskvah (2005) .....	17
Preglednica 2: Merjeni znaki izbrancev, metoda izmere ter merska enota .....	18
Preglednica 3: Drevesna sestava po ploskvah (št/ha) (2005) .....	24
Preglednica 4: Drevesna sestava po ploskvah (%) (2009) .....	27
Preglednica 5: Analiza kovariance za premer izbrancev (2009) .....	29
Preglednica 6: Analiza kovariance za premer za <i>Najdebelejših petnajst</i> izbrancev po ploskvah (2009) .....	31
Preglednica 7: Analiza kovariance za višino izbrancev (2009) .....	33
Preglednica 8: Analiza kovariance za višino za <i>Najdebelejših petnajst</i> izbrancev po ploskvah (2009) .....	35
Preglednica 9: Vitkostno število za iglavce in listavce po načinih dela (2005 in 2009) .....	36
Preglednica 10: Vitkostno število za <i>Najdebelejših petnajst</i> za iglavce in listavce po načinih dela (2005 in 2009) .....	37
Preglednica 11: Analiza variance za dolžino čistega debela za <i>Najdebelejših petnajst</i> izbrancev po ploskvah (2009) .....	39
Preglednica 12: Število dreves z epikormskimi poganjki po ploskvah (2005 in 2009) .....	43
Preglednica 13: Število izbrancev z epikormskimi poganjki po načinih dela (2005 in 2009) .....	44
Preglednica 14: Volumen krošenj izbrancev (m <sup>3</sup> ) po načinih dela (2005 in 2009) .....	46
Preglednica 15: Volumen krošenj izbrancev po načinih dela za <i>Najdebelejših petnajst</i> (m <sup>3</sup> ) (2005 in 2009) .....	47

## KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije raziskovalnih ploskev na Mežakli (VIR: Atlas okolja, 2010).....	16
Slika 2: Debelinska struktura vseh dreves pred odkazilom po ploskvah (2005).....	22
Slika 3: Skupna gostota dreves pred odkazilom po ploskvah (2005).....	23
Slika 4: Deleži drevesnih vrst po številu drevja pred odkazilom (2005).....	23
Slika 5: Poškodovanost izbrancev po ploskvah (2009).....	25
Slika 6: Delež poškodovanih izbrancev po načinih dela (2009) .....	26
Slika 7: Povprečni premeri po ploskvah (2005 in 2009).....	28
Slika 8: Premer debela po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009) .....	30
Slika 9: Premer debela za <i>Najdebelejših petnajst</i> po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009).....	31
Slika 10: Povprečne višine izbrancev po ploskvah (2005 in 2009).....	32
Slika 11: Višina po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009).....	34
Slika 12: Višina za <i>Najdebelejših petnajst</i> po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009).....	35
Slika 13: Povprečne dolžine čistih debel po ploskvah (2005 in 2009).....	37
Slika 14: Dolžina čistega debela po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009).....	38
Slika 15: Dolžina čistega debela za <i>Najdebelejših petnajst</i> po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009).....	40
Slika 16: Povprečno število vej na prvih 4 m debela izbrancev (2005 in 2009).....	41
Slika 17: Povprečno število vej na prvih 4 m debela izbrancev za <i>Najdebelejših petnajst</i> (2005 in 2009) .....	42
Slika 18: Asimetričnost krošenj po načinu dela (m) (2005 in 2009).....	45
Slika 19: Sproščenost izbrancev (2005) .....	47
Slika 20 Sproščenost izbrancev (2009) .....	48
Slika 21: Sproščenost izbrancev za <i>Najdebelejših petnajst</i> (2005) .....	49
Slika 22: Sproščenost izbrancev za <i>Najdebelejših petnajst</i> (2009).....	49



## KAZALO PRILOG

Priloga A: Aritmetične sredine in standardna napaka za posamezne parametre po ploskvah ter po načinih dela (2005).....	70
Priloga B: Aritmetične sredine in standardna napaka za posamezne parametre po ploskvah ter po načinih dela (2009).....	71

## 1 UVOD

»Gozd je najvišje razvit kopenski ekosistem, ki se trajno ohranja z medsebojnim delovanjem oziroma interakcijo živih organizmov« (Wikipedia, 2011). Gozd pokriva tretjino kopnega na Zemlji, tretjino površine Evrope in skoraj dve tretjini Slovenije. Gozd je bil za človeka ključnega pomena že v prazgodovini, njegov pomen se je do pred kratkim zmanjševal, sedaj pa je njegov pomen zopet začel močno rasti in bo za ljudi v prihodnosti zopet vedno bolj pomemben. V Sloveniji je gozd klimaksni ekosistem – če bi vso površino Slovenije prepustili naravi, bi celotno površino (razen površin nad gozdno mejo in nekaterih močvirij) prekril gozd. Tako je bilo tudi v prazgodovini, preden je človek začel posegati v pokrajino. Če želimo, da nam gozd zagotavlja tako ekološke, socialne in tudi proizvodne funkcije, moramo z njim strokovno upravljati. V Sloveniji smo se odločili za trajnostno, večnamensko in sonaravno gospodarjenje, zato lahko zagotavljamo vse tri skupine funkcij na istih površinah. Predvidevamo, da s takim načinom gospodarjenja pridobimo največje koristi ob najmanjši škodi, povzročeni naravi.

Od vseh funkcij je ekonomsko najpomembnejša lesnoproizvodna funkcija. Boljše in intenzivnejše gospodarjenje v celotni proizvodni dobi sestaja nam zviša sprotne, predvsem pa glavni, končni prihodek. Poleg tega ustrezno gospodarjenje prepreči škode, ki bi lahko nastale zaradi naravnih ujem, hkrati pa premišljeno gospodarjenje zagotavlja tudi vse ekološke, socialne in ostale proizvodne funkcije. Vlaganje sredstev v ukrepanja v mlajših razvojnih fazah gozda, ki jih s skupnim izrazom imenujemo gozdna nega, se nam povrne šele ob poseku zrelega sestoja, zato običajno prihaja do zanemarjanja ali pomanjkljivo opravljene gozdne nege. V preteklosti se je le-ta sicer bolj izvajala, saj je imel les višjo ceno, delovna sila pa je bila cenejša (Diaci, 1996), sedaj pa je obseg izvedenih gojitvenih del močno padel (Krajčič, 1999; Diaci, 2004). Zamude in neizvajanje gozdne nege ugotavlja že Mlinšek (1983), vendar kot vzrok v tistem obdobju navaja nezainteresiranost lastnikov in slabo načrtovanje, sredstev in delovne sile pa naj bi bilo po njegovem mnenju dovolj. V sedanjem času je naraščanje urnih postavk in nizka cena gozdnih lesnih sortimentov povzročila vse dražjo nego. V zadnjem času se je cena za les iglavcev nekoliko izboljšala, za listavce pa še vedno ne kaže dobro. Nastalo stanje je povzročilo, da se gozdovi v Sloveniji in tudi širše po Evropi in ostalem svetu skoraj ne negujejo več. Z

nego bistveno povišamo prihodke ob poseku zrelega sestoja, zato je s strokovnega stališča nesmiselno, da se nega tudi v sedanjem času, kljub trenutni svetovni gospodarski krizi ne bi izvedla, zato se strokovnjaki že dlje časa sprašujejo, kako priti do dobrih rezultatov ob čim manjšem vlaganju v mladi gozd.

S podobno problematiko kot pri nas, se srečujejo in ukvarjajo tudi v tujini, zato velja razmisliti, če lahko s prilagoditvijo tujih modelov našim razmeram dobimo ugodne rezultate. Mnogo raziskav je bilo narejenih na temo bukovih gozdov, tako doma kot v tujini. Ravno ta drevesna vrsta ima v Sloveniji najvišjo lesno zalogo, še mnogo višji od trenutnega pa je njen naravni delež, zato bo bukve in bukovega lesa v prihodnje še več. Hkrati ravno bukev dopušča močno izboljšanje kakovosti lesa in posledično višje prihodke, v kolikor jo ustrezno negujemo. V skupino preizkusov tujih gojitvenih modelov bukovih gozdov v naših razmerah spada tudi poizkus različnega števila izbrancev in različne jakosti redčenja v bukovih drogovnjakih, zastavljen leta 2005 na Mežakli, ki je predmet raziskave v tem diplomskem delu.

V okviru te diplomske naloge smo opravili drugo meritev na raziskovalnih ploskvah na Mežakli, primerjali rezultate in diskutirali o različnih načinih ukrepanj ter presojali smiselnost širše uporabe teh novih prilagojenih načinov gospodarjenja v slovenskih gozdovih.

## 2 PREGLED LITERATURE

### 2.1 REDČENJA IN RACIONALIZACIJA NEGE

Pozitivni učinki uporabe naravnih procesov so v sonaravnem gojenju gozdov dobro poznani, še posebej z uporabo t.i. naravne samodejnosti. Naravni procesi vodijo do razslojevanja in naravnega zmanjšanja števila dreves v sestoji, zato so skladni s cilji gospodarjenja, še posebej zato, ker pospešujejo drevesa z največjo sposobnostjo samodiferenciacije (Schuetz, 2005).

Padec obsega gojitvenih del (Krajčič, 1999; Diaci, 2004) in zaostrene gospodarske razmere so spodbudili vrsto razmišljanj, kako izboljšati stanje. Zaostajanje gojitvenih del za načrtovanimi predvsem na področju nege vpliva na razvoj sestojev, ki so slabše kakovosti in stabilnosti, kot bi lahko bili (Krajčič in Kolar, 2000).

Diaci (1996) je povzel, da je ključni problem klasične nege gozda, tako v razvitih zahodnih državah kot v manjši meri tudi v Sloveniji, naraščajoči razkorak med rastjo cene delovne ure in stagnirajočo ceno lesnih sortimentov. Koncepti gojenja gozdov, ki jih uporabljamo, so bili razviti v času sorazmerno nizkih stroškov delovne sile in visokih stroškov transporta. Trg se vse bolj globalizira, nizki stroški transporta ne upoštevajo eksternih stroškov zaradi onesnaževanja okolja, še bolj, kot v preteklosti, pa na tržišče z nizkimi cenami pritiskajo države z velikopovršinskim golosečnim gospodarjenjem.

Diaci (2004) je iskal vzroke, posledice in protiukrepe za nazadovanje nege gozdov v Sloveniji. V zaključku študije je zapisal, da so možnosti reševanja nazadovanja negovalnih del z racionalizacijo nege pri klasični negi gozdov omejene, več priložnosti pa ponuja razvoj novih modelov nege.

Novi modeli se osredotočajo le na potencialno najkakovostnejši del populacije, v ostalem delu gozda pa predvidevajo le najnujnejše ukrepanje v smislu stabilnosti sestoja, s ciljem povečevati krošnje, zmanjšati število izbrancev in skrajšati čas obhodnje (Roženberger in sod., 2008b).

Leta 1997 je Marijan Kotar objavil obsežen članek, v katerem se sprašuje, če je potrebno načela nege gozda za višje donose spremeniti. Podal je tudi nekaj usmeritev za obnovo gozda, nego mladja, nego gošče in redčenja.

Ferlin (2002a) je presodil, da danski gozdnogojitveni model ne ustreza ekološkim merilom sonaravnosti, ki jih upoštevamo pri nas, da pa ga je mogoče prilagoditi in uporabiti pri malopovršinskem gospodarjenju v Sloveniji. Vendar kljub temu meni, da lahko to storimo veliko uspešneje kar z našimi že dolgo preizkušenimi modeli, ki naj jih le oplemenitimo s tujimi izkušnjami in izsledki.

Danes vemo, da imajo socialno vladajoča drevesa v enomernih sestojih sposobnost ohranjanja socialnega položaja ter zaradi tega ne potrebujejo toliko sproščanja krošenj, kot so domnevali v preteklosti. Smotni negovalni postopki zato načrtno upoštevajo določeno mero samodejnega socialnega razslojevanja, kar omogoča značilno zmanjševanje stroškov v različnih pogledih (Schütz, 2005).

S smiselnostjo investiranja v redčenja, konceptom naravne samodejnosti ter načelom koncentracije se je ukvarjal Amman (2005a in 2005b) v seriji štirih člankov z naslovom Biološka racionalizacija. V prvem članku (Amman, 2005a) je zapisal, da so v trenutnih ekonomskih razmerah upravičene le investicije, usmerjene v pridobivanje čim kakovostnejših izbrancev oziroma ciljnih dreves. V svojem tretjem članku je Amman (2005b) podal usmeritve za gojenje jesena, gorskega javorja in bukve. Za te drevesne vrste je predvidel med 100 in 200 izbrancev na hektar v ciljnem sestoju. Ugotovil je, da je stabilnost teh sestojev manjši problem kot pri smreki, vseeno pa je pomembna, zato je podal nekaj usmeritev, kako jo zagotoviti. Razpravljal je tudi o čim boljši kakovosti ob minimalni negi ter o ciljnih premerih.

## 2.2 REDČENJA BUKOVIH SESTOJEV

Pri gospodarjenju z bukovimi gozdovi se doma in v tujini srečujemo z visokimi stroški nege in zmanjšano vrednostjo bukovega lesa zaradi napak v rasti bukovih dreves ali pojavljanjem rdečega srca (Roženberger in sod., 2008a).

Sodobni gojitveni modeli so v bukovih sestojih usmerjeni v pridelavo debelega lesa, ki ima malo napak (Cimperšek, 2002). Kot začetek kakovostne pridelave je Cimperšek opredelil nego gozda, s katero dosežemo večje debelinske prirastke in ciljne primere v 20 – 30 % krajši proizvodnji dobi. Navaja tudi, da so raziskovanja pokazala, da prinašajo negovani bukovski sestoji tudi do šestkrat večje donose od nenegovanih.

Sodobna načela nege bukovih gozdov, ki jih avtorji Roženberger in sod. (2008a in 2008b) za območje srednje Evrope opisujejo v svoji študiji, so poleg klasične nege, ki predvideva prvo ukrepanje v letvenjaku, končno število izbrancev pa med 150 in 250 na hektar:

1. Švicarski negovalni model z okoli 150 izbranci/ha

Avtorji tega modela poudarjajo pomembnost pravočasne in velike možnosti izbire v mladosti, zagovarjajo dokončno izbiro med 100 in 150 izbranci že pri prvih redčenjih, predlagajo zmerno sproščanje izbrancev, močnejše oblikovanje krošenj pa je pomaknjeno v kasnejša obdobja. Pomlajevanje naj bi se izvedlo s kratko ali dolgo pomladitveno dobo pred okvirno starostjo 120 let.

2. Nemški model z okrog 100 izbranci/ha

Zagovarjajo manjše število izbrancev kot pri klasičnem izbiralnem redčenju in švicarskem modelu. Drevesa morajo biti čim bolj enakomerno razporejena po prostoru, v mlajših sestojih negujejo čim manj, le kjer je nujno, ko drevesa dosežejo višino čistega debla med 8 in 10 m izberejo končno število izbrancev, okrog 110.

3. Nemško-francoski model z največ 80 izbranci/ha

Ta model se je razvil iz nemškega modela, z zmanjševanjem stroškov nege, manjšanjem števila izbrancev in nego krošenj tudi v starejši fazi razvoja bukovih gozdov. Različni strokovnjaki predlagajo različno število izbrancev, namesto 110 nekje med 50 in 90 končnih dreves na hektar.

Roženberger in sod. (2008a in 2008b) predlagajo zgodnje zmerno pospeševanje manjšega števila izbrancev z manj pogostim ukrepanjem v prvi polovici proizvodne dobe, pravočasno oblikovanje in ohranjanje krošenj, skrajševanje proizvodnih dob in uporabo raznolikih obnovitvenih tehnik in zvrsti gojenja gozdov.

V Krajčič – Kolarjevo raziskavo (2000) je bilo vključenih 10 raziskovalnih ploskev v Lučki Beli (velikost 20 x 20 m, nadmorska višina 850 m) v fazi letvenjaka, na katerih so izbrali skoraj trikrat manj izbrancev, kot pri klasični negi ter jim odstranili konkurente. Predmet raziskave je bil bukov gozd s primesjo javorja in smreke, ki je nastal okrog leta 1970 s sadnjo smreke v ozkih kulisah. Na ploskvah so izbrali med 250 in 375 izbrancev/ha, kar še ustreza načelom klasične nege. Ideja minimalne nege naj bi prinesla predvsem prihranek časa pri izvedbi redčenja. Primerjali so klasično nego, minimalno nego z močnim ukrepanjem in minimalno nego z normalnim ukrepanjem. Zavedajo se, da s premočnim ukrepanjem poudarjajo negativne lastnosti dreves, kot so rogovile in debelovejnatost (Krajčič in Kolar, 2000 po Leibundgut, 1984), vendar takšno ukrepanje pomakne potrebo po naslednjem ukrepanju v prihodnost. 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 se sklada z Mlinškovim kriznim predlogom iz leta 1983. Verjetno bi tako tudi znatno prihranili čas pri odkazilu. Raziskava pa ni pokazala časovnih prihrankov pri izvedbi minimalne nege letvenjaka v primerjavi s klasično nego.

Leta 1981 je Franc Ferlin v svoji diplomski nalogi, kjer je raziskoval uspešnosti redčenj v bukovih sestojih, ugotovil, da uspešnost redčenj zelo dobro podaja delež vrednostne proizvodnje in močno povezavo med stopnjo ogroženosti sestojev in preredčenostjo sestojev. Preko teh dveh kazalcev je za sestoj v Straži, na katere se je študija nanašala, potrdil uspešnost (smiselno) izvedenih redčenj.

Poenostavljeno odkazilo v nenegovanih letvenjakih predlaga Mlinšek (1983), in sicer naj bi v mladem gozdu listavcev izbrali med 100 in 200 izbrancev/ha, sekači bi sami izbrali in odstranili konkurente. Ideja je predstavljena kot izhod v sili, kjer so nenegovani letvenjaki

dejstvo in moramo nadoknaditi tudi zamujeno. Metoda je bila preizkušena na nekaj hektarskih površinah v Litiji, Dolenjskih Toplicah in Idriji.

Bončina (1994) je proučeval vpliv redčenj na razvoj bukovih sestojev na Somovi gori. Šlo je za montanski bukov gozd, v katerem so med leti 1980 in 1994 spremljali razvoj sestojev v razvojni fazi drogovnjak, nastalih okrog 1910 leta z oplodno sečnjo. Opravljene so bile štiri meritve in dve redčenji. Dve ploskvi velikosti enega hektarja so bile razdeljene na polovico, v prvem primeru je bilo na polovici izvedeno močno redčenje (izbranih je bilo 166 izbrancev/ha), v drugem pa zmerno (258 izbrancev/ha). V obeh primerih je bila druga polovica ploskve prepuščena naravnemu razvoju in je služila kot kontrola. Avtor meni, da bi bilo v obeh primerih potrebno izbrati bistveno večje število izbrancev, saj jih kasneje veliko izgubimo tudi po naravni poti, zato so ob drugi izbiri povečali število izbrancev, in sicer na 188 pri močnem in 282 izbrancev/ha pri zmernem redčenju. Ugotovil je, da so krošnje izbrancev v močno redčenem sestoju večje in manj utesnjene, prsni premer izbrancev je v tesni pozitivni korelaciji z velikostjo krošenj, na debelinski prirastek pa še bolj kot velikost krošnje vpliva njena sproščenost.

V primerjavi razvoja redčenih in neredčenih sestojev v 80 let starem bukovem gozdu na Brezovi rebri (nadmorska višina med 400 in 500 m) so uporabili naslednjih 6 znakov: prsni premer, višina, dolžina čistega debla, volumen krošnje, vrednost in dimenzijsko razmerje (Celič, 2002). Drugi avtorji so v svojih raziskavah uporabili iste ter tudi nekatere druge znake. V omenjeni raziskavi (Celič, 2002) so enostavni testi razlik med srednjimi vrednostmi pokazali, da sta se sestoja statistično razlikovala v vseh obravnavanih znakih.

Rebula in Kotar (2004) v študiji stroškov pri sečnji in spravilu bukovega lesa ugotavljata, da vsa redčenja v bukovih sestojih, do prsnega premera dreves 30 oziroma 35 cm prinašajo lastniku izgubo, saj posekan in spravljen les na kamionski cesti ne krije stroškov pridobivanja sortimentov. Vrednost lesa na panju do te debeline je negativna. Zavedata pa se, da so negovalni ukrepi v mlajših razvojnih fazah gozda za proizvodnjo visokovrednih sortimentov, ki bodo lastniku prinašali dobiček, nujni. Njuna raziskava je pokazala, da lahko iz negovanih sestojev, pri sečnji debelega drevja, pričakujemo za 30 – 90 % večje vrednosti na panju.



Učinke različnih tipov izbiralnega redčenja na rast in razvoj bukovih gozdov so proučevali tudi Bončina in sodelavci (2007). Ločili so dva načina dela, in sicer močno redčenje pri manjšem številu izbrancev ter zmerno redčenje pri normalnem številu izbrancev. Kljub manjši gostoti na redčenih ploskvah, je bilo povečanje temeljnice tako pri prvem, kot tudi pri drugem načinu redčenja, v obeh proučevanih obdobjih za približno 20 % višje kot na naravi prepuščenih ploskvah. To se je zgodilo predvsem zaradi povečanja krošenj izbrancev ter posledično prsnih premerov. Za zmanjšanje stroškov redčenj in tako boljši ekonomski rezultat avtorji predlagajo manjše število izbrancev, manjšo jakost redčenj v tanjših ter močnejša redčenja v debelejših sestojih.

Orešnik (2009) je v diplomski nalogi proučeval odziv izbrancev na ukrepe, ki so jih izvedli v okviru poizkusa o spremenjenem načinu nege letvenjaka. V Lučki Beli so v letu 2008 obnovili in pridobili rezultate po ploskvah, velikih 20 x 20 m, na katerih so pred desetletjem izvedli določene ukrepe. Ločili so tradicionalno izbiralno redčenje (število izbrancev nad 700/ha), redko mrežo izbrancev z običajnim ukrepanjem (manjše število izbrancev, izbranih po načelu, da si ob prihodnjem ukrepanju med seboj še ne bodo konkurirali – razdalja med njimi okrog 5 m) ter redko mrežo izbrancev z močnim ukrepanjem (enako kot pri prejšnjem načinu, le da so bili izbranci močnejše sproščeni). Nadmorska višina, na kateri so se nahajale ploskve, je 870 m. Ugotovil je, da nove metode redčenj ne prinašajo značilnih prihrankov časa pri izvedbi redčenj, večji vpliv kot način nege in število odstranjenih konkurentov, pa so imeli naravni dejavniki. Kljub temu se je pokazalo, da na povprečni premer, višino, dolžino čistega debla in dolžino krošnje dobro vpliva način z redko mrežo izbrancev in močnim ukrepanjem. Poseben problem je pri tej raziskavi predstavljala poškodovanost po malih glodalcih in tudi tu se je izkazalo, da močnejše ukrepanje onemogoči prehod živalim med krošnjami in je poškodovanost posledično manjša.

Triplat (2010) je primerjal različne načine redčenj v bukovih drogovnjakih na raziskovalnih ploskvah na lokaciji Medvednici pri Grosupljem. Ploskve v Grosupljem so bile postavljene v okviru istega projekta »Razvoj in preverjanje alternativnih modelov nege gozdov ob upoštevanju sodobnih tehnologij pridobivanja lesa« kot ploskve na Mežakli, ki jih obravnava pričujoča naloga. Triplat je preverjal razlike med premeri in drugimi

parametri, ki naj bi se razlikovali zaradi različnega ukrepanja, z analizo kovariance, a razlik ni potrdil. Bolj značilno so se razlike med gozdnogojitvenimi načini dela pokazale pri analizi višinskega prirastka in volumnu krošnje. Določene prednosti novih modelov redčenja so bile ugotovljene. V močno redčenih sestojih z nizkim številom izbrancev so se izbranci odzvali s povečano višinsko rastjo, površino krošnje in s povečano dolžino čistega debla.

### 3 NAMEN NALOGE

V okviru diplomske naloge smo opravili drugo meritev na trajnih raziskovalnih ploskvah na Mežakli. Z analizo dobljenih podatkov smo želeli ugotoviti razlike v kakovostnih znakih med izbranci, njihov odziv na različne gozdnogojitvene ukrepe, ki so bili izvedeni v posameznih načinih dela. Ločili smo 3 različne načine dela in kontrolne ploskve brez ukrepanj (način dela 0). Prvi način je zajemal klasično izbiralno redčenje z običajno jakostjo odkazila (način dela 60), drugi izbiralno redčenje s 50 % manjšo gostoto izbrancev z običajno jakostjo odkazila (način dela 30), tretji pa izbiralno redčenje s 75 % manjšo gostoto izbrancev z močno jakostjo odkazila (način dela 15). Predvsem nas je zanimalo, ali lahko prihranimo vložena sredstva z manjšo jakostjo ukrepanja in izbiro manjšega števila izbrancev in kljub temu dosežemo primerljivo ali celo boljši kakovost, kot pri običajnem načinu redčenj v naših gozdovih.

Zastavili smo naslednje delovne hipoteze:

- največji debelinski prirastek zaradi močnega redčenja pričakujemo v načinu dela 15,
- višinski prirastek bo v načinu dela 15 manjši kot v ostalih načinih dela,
- najboljše čiščenje (debelih) vej pričakujemo v kontrolnem načinu dela,
- sproščenost po 4 letih zaradi močnega redčenja še vedno najboljša v načinu dela 15,
- največ epikormskih poganjkov pričakujemo v načinu dela 15.

## 4 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE DELA

### 4.1 OBJEKT RAZISKAVE

#### 4.1.1 Umestitev objekta

Ploskve, kjer je bil zastavljen poizkus, se nahajajo v Blejskem gozdnogospodarskem območju, v gozdnogospodarski enoti Mežakla. Gozdnogospodarska enota Mežakla je sestavljena iz štirih delov: Mežakla, Radovna s Krmo, Perniki in Poljane (Boršt). Mežakla je planota, ki se razprostira med dolino Radovne na jugu ter dolino Save Dolinke na severu. Najvišji deli Mežakle so visoki med 1300 in 1400 m nadmorske višine, najvišji vrh je Jerebikovec (1593 m). Mežakla predstavlja območje, na katerem ni strnjenih naselij. Spada v Triglavski narodni park. Večino gozdov je v državni lasti, med ostalimi lastniškimi kategorijami pa prevladuje večja gozdna posest. Gre za zelo gozdnato območje, zato je za lastnike gozdov pomembna predvsem lesnoproizvodna funkcija. Za ostalo lokalno prebivalstvo pa je ta planota zelo pomembna za rekreacijo in nabiranje stranskih gozdnih proizvodov. Zaradi bližine Bleda so gozdovi pomembni tudi s turističnega vidika. Planota Mežakla spada v lovišče s posebnim namenom Triglav. S tem loviščem upravlja Javni zavod Triglavski narodni park. Na planoti je še delujoča planina, kjer poleti kmetje pasejo govedo (Gozdnogospodarski ..., 2005).

#### 4.1.2 Opis vegetacije

Prevladujejo gozdovi alpskega bukovja in predalpski gozd jelke in bukke. Alpski bukov gozd (*Anemone trifolia-Fagetum*) prevladuje s skoraj dvema tretjinama, porašča vse od položnih do bolj strmih leg na apnencih, dolomitih in karbonatnih morenah. Gozdovi so enodobni do skupinsko raznodobni. V drevesnem sloju je vodilna drevesna vrsta bukev s primesjo smreke in redkeje jelke, pojavi pa se tudi macesen. Posamično se pojavljata gorski javor in veliki jesen. Na raziskovalnih ploskvah je stanje podobno, poleg bukke in smreke lahko zasledimo še gorski javor, veliki jesen in mokovec, tu in tam kakšno brezo ali vrbo, jelka in macesen pa se na ploskvah ne pojavljata.

Povprečna lesna zaloga znaša 402 m<sup>3</sup>/ha, prevladujejo iglavci (78,2 %), listavcev pa je preostalih 21,8 %. V lesni zalogi prevladuje smreka z 69,9 %, nato pa ji z večjim deležem

sledi le še bukev (26,7 %). Macesen je zastopan z 1,8 %. Vse ostale drevesne vrste so skupaj zastopane z manj kot 2 %. Tekoči letni prirastek v enoti znaša 5,85 m<sup>3</sup>/ha. Prirastek nižajo varovalni gozdovi, ki zajemajo 46 % površine gozdov. Prevladujejo drogovnjaki in debeljaki, mladovij je 7 %, sestojev v obnovi pa dobrih 6 %. Slaba tretjina gozdov v GGE Mežakla je ohranjenih, drugi dve tretjini pa so spremenjeni in močno spremenjeni sestoji. Ugotovljena je bila dobra kakovost gozdov, predvsem pri listavcih. V enoti je 12 % dreves s hujšimi poškodbami, ostala pa so nepoškodovana. Objedenost mladja pa je zelo močna in zaskrbljujoča (Gozdnogospodarski ..., 2005).

#### **4.1.3 Živalski svet**

Območje je zelo bogato z divjadjo, saj zaradi velikega kompleksa gozdov in malo motečih dejavnikov ustreza večini živalskih vrst. Tu živijo tako jelenjad in srnjad, gams, divji prašič kot tudi medved. Od manjših živali tu najdemo planinskega in poljskega zajca, navadno veverico, navadnega polha, lisico, divjo mačko, kuno belico in zlatico, hermelina, malo podlasico, dihurja in jazbeca. Mežakla je zelo pomembna za poddružino gozdnih kur, saj tu najdemo še dokaj stabilno populacijo divjega petelina in gozdnega jereba. Tu najdemo tudi belko (Gozdnogospodarski ..., 2005). Na ploskvah smo opazili jelenjad, od lokalnih gozdarjev pa smo izvedeli, da se je v času druge meritve na območju ploskev dlje časa zadrževal medved.

#### **4.1.4 Podnebne značilnosti**

GGE Mežakla leži v alpskem in predalpskem fitoklimatskem teritoriju. Za alpsko klimo so značilne nizke povprečne letne temperature (3-5 °C), obilne padavine v vseh letnih časih (2000 mm in več), za predalpski teritorij pa so razmere nekoliko blažje. Prevladuje humidna klima s svežimi poletji in hladnimi zimami. Povprečna letna temperatura za planoto Mežakla je 5,0-7,5 °C, letne padavine so med 1700 in 1800 mm, v vegetacijski dobi od 1150 do 1200 mm. Povprečna zračna vlaga je med 69 in 86 %. Spomladi in jeseni, ko se pogosto menjavajo topli in hladni vremenski režimi, se pojavi nevarnost žleda in mokrega snega. Prevladujoči zahodni vetrovi povzročajo poškodbe na sestojih vsakih nekaj let (Gozdnogospodarski ..., 2005).

#### **4.1.5 Hidrološke razmere**

Vodne razmere so kljub obilnim padavinam skromne, saj je kamnina v enoti podvržena zakraševanju. Voda je le na osrednjem delu Mežakle (okrog Raven) in na planini Kozjek. Podzemna razvodnica med Savo Dolinko in Radovno poteka po severnem robu Mežakle, zato se celotna planota odmaka v Radovno (Gozdnogospodarski ..., 2005).

#### **4.1.6 Tla in matična podlaga**

Večji del Mežakle sestavljajo čisti apnenci, oziroma dolomit. Tla so sorazmerno mlada, saj so po večini nastala po umiku ledenikov. Razvoj tal je počasen. Tla na apnencu in dolomitu so v pretežni meri rendzine. Ločimo moderrendzino, mulrendzino in sprsteninasto-prhninasto rendzino. Kjer so procesi nastajanja tal intenzivnejši, rendzine prehajajo v rjava tla (Gozdnogospodarski ..., 2005).

#### **4.1.7 Preteklo gospodarjenje**

Leta 1975, ko je bil narejen Gozdnogospodarski načrt za desetletje 1975–1984 za Mežaklo, so bili sestoji, v katerih se nahajajo raziskovalne ploskve, pretežno v fazi starejših debeljakov. V odseku 11b je bil takrat 130 let star sestoj smreke in bukke, pomlajevali sta se tudi smreka in bukev. Prevladovala je smreka. V odseku 13b je bil leta 1975 približno 135 let star debeljak smreke, bukke in macesna. V oddelku 29 pa so bili 135 let stari sestoji smreke, bukev je bila izsekana, gospodarjenje pa šablonsko, v kulisah, ne glede na rastišče in sestoj. Nekaj je bilo umetno nastalega smrekovega mladja, drugod pa mladje slabše kvalitete, vendar se je glede na njegovo mešanost vseeno računalo s pomočjo nege doseči boljšo kakovost in stabilnost (Gozdnogospodarski načrt za desetletje 1975 – 1984).

V noči iz 9. na 10. februar leta 1984 je karavanški fen dosegel viharo moč in povzročil večjo gmotno škodo (ARSO, 2010). Škoda je bila ogromna v gozdovih na širšem območju, predvsem pa je bila prizadeta prav Mežakla. V viharju so padli sestoji, ki sem jih opisal v prejšnjem odstavku, na tej opustošeni površini pa se je pomladila predvsem bukev. V teh bukovih sestojih pa so bile 21 let kasneje zasnovane raziskovalne ploskve, ki so predmet raziskave.

Načrta za obdobje 1985-1994 žal nismo uspeli dobiti. Večina načrtovanih del na območju Mežakle v tem obdobju verjetno ni bila izvedenih, saj je ravno tik pred izidom načrta vetrolom močno opustošil sestoj, kar je zahtevalo dolgotrajno sanacijo. Kaj se je dogajalo na območju Mežakle v omenjenem obdobju, smo poizkušali ugotoviti iz naslednjega načrta, kjer je na kratko opisano preteklo gospodarjenje.

V gozdnogospodarskem načrtu za desetletje 1995-2004 za Mežaklo avtorji ugotavljajo, da je v preteklem obdobju prišlo do ogromnih odstopanj predvsem pri prognozi slučajnih pripadkov (načrt 6 % - realizacija 60 %), kar je posledica predvsem viharja iz leta 1984 in še nekaj ostalih ujem. Te ujme so imele za to področje predvsem negativne posledice, saj je padlo ogromno močnejših sestojev, za njihovo sanacijo pa je bilo potrebno uporabiti veliko delovne sile. Na opustošenih površinah pa so nastala obsežna mladja, ki jih je bilo potrebno v bodoče negovati. Zaradi izrednih sečenj je bil na ostalih površinah neizveden redni posek ter redčenja v mlajših razvojnih fazah. V načrtu za desetletje 1995-2004 je zato opozorjeno na možnost ponovitve takšnih izrednih razmer in zato naj bi bil načrt bolj prilagodljiv. Ugotovljeno je tudi, da bi bila škoda po ujmah manj obsežna, če bi bilo preteklo gospodarjenje na Mežakli boljše in bolj intenzivno.

Smernice in ukrepanje v prihodnosti v omenjenem načrtu zapovedujejo velika posvečanja naravno nastalim mladjem, predvsem so usmerjene v uravnavanje deleža drevesnih vrst in zagotavljanje dobre stabilnosti sestojev. Delež smreke je bil v vseh gospodarskih razredih na Mežakli previsok, delež plemenitih listavcev, predvsem bukve pa povsod veliko prenizek. Zato naj bi se pospeševali predvsem plemeniti listavci in macesen, povečal naj bi se delež bukve, v mladjih pa naj bi se ohranil tudi znaten delež smreke.

#### **4.1.8 Aktualno gospodarjenje**

V načrtu za trenutno obdobje (desetletje 2005-2014) je bilo ugotovljeno, da je bilo tudi v obdobju med leti 1995 in 2004 na področju Mežakle sanitarne sečnje kar 45 % (vetrolom v letu 2000 ter žarišča podlubnikov), zato se je dejansko gospodarjenje zopet precej razlikovalo od načrtovanega.

Načrtovana je bila intenzivna in pravočasna nega v mladovjih in letvenjakih, predvsem za krepitev stabilnosti in kvalitete, po možnosti tudi reguliranje zmesi drevesnih vrst. Posebno pozornost so namenili predvsem bukvi, katere delež se je v zadnjem obdobju okrepil, kvaliteta starejših sestojev pa je bila slabša od pričakovane. Bukev je bila v mlajših razvojnih fazah dobro vitalna in tudi zelo kvalitetna, zato ji bo potrebno v prihodnjem obdobju posvečati več pozornosti. Ker je bil lokalni vpliv redčenja na kakovost in stabilnost bukovih sestojev ob snovanju načrta za trenutno desetletno obdobje slabo poznan, želijo avtorji načrta posvetiti pozornost študiju vpliva različnih jakosti in pogostosti redčenja na kakovost in stabilnost sestojev. Na podlagi teh in podobnih teženj pa je verjetno bil že naslednje leto zasnovan poizkus, katerega obravnavam v tem diplomskem delu.

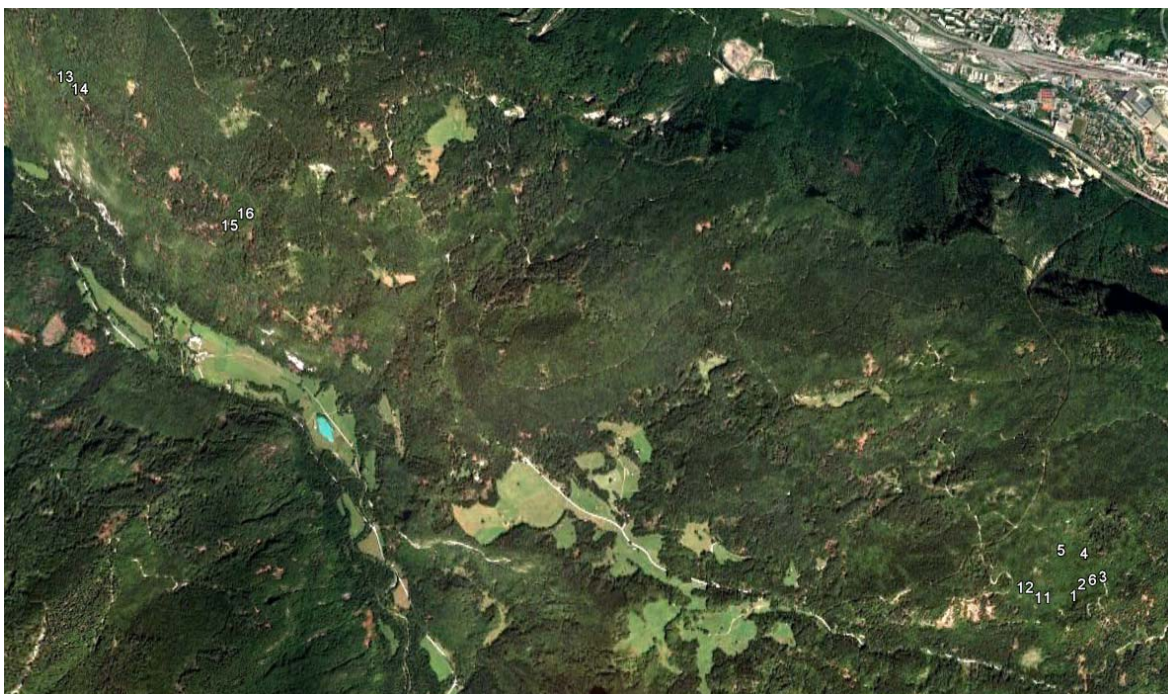
Tudi v aktualnem obdobju so Mežaklo prizadele ujme, na raziskovalnih ploskvah je bilo zaradi snegoloma polomljenih ali podrlih veliko število dreves, med njimi tudi kar nekaj izbrancev, ki so temelj zastavljene študije in predmet obravnave v tem delu.



## 4.2 METODE DELA

### 4.2.1 Poskusne ploskve

Na Mežakli je bilo v sklopu projekta Razvoj in preverjanje alternativnih modelov nege gozdov ob upoštevanju sodobnih tehnologij pridobivanja lesa v okviru raziskovalnega programa Konkurenčnost Slovenije 2001-2006, leta 2005 izločenih 12 ploskev. Gre za tri različne gozdnogojitvene načine dela ter kontrolno ploskev v treh ponovitvah. Ploskve so velike 30 x 30 m in so bile v času osnovanja v razvojni fazi mlajšega drogovnjaka. Nahajajo se na rastišču alpskega bukovega gozda na nadmorski višini med 1000 in 1200 m. Ekspozicija terena je jugozahodna, povprečni naklon pa 10 °. Ploskve so na terenu trajno označene s kovinsko ploščico v oglišču ploskve (oglišče, od koder je mogoč dostop na ploskev), na kateri je številka ploskve, meje pa z rdečo črto po skalah in mejnih drevesih. Številka ploskve je zapisana tudi na skali ali drevesu v bližini ploskve, kar nam olajša delo, saj ni potrebno iskati kovinske ploščice. Posnete so tudi GK-koordinate ploskev z GPS ročnim sprejemnikom.



Slika 1: Lokacije raziskovalnih ploskev na Mežakli (VIR: Atlas okolja, 2010)

**Preglednica 1: Informacije o ploskvah (2005)**

Oddelek	Številka ploskve	GPS koordinate		Nadmorska višina (m)	Način dela	Drevesna sestava (%)
29	1	N46 24.480	E14 02.943	1002	15	bu 84,1; sm 13,8; jer 1,0
	2	N46 24.518	E14 02.991	1017	0	bu 81,6; bu 15,6; mok 1,4
	3	N46 24.542	E14 03.063	1032	60	bu 93,0; sm 5,9
	4	N46 24.615	E14 02.974	1052	60	bu 65,9; sm 32,9
	5	N46 24.626	E14 02.869	1065	30	bu 80,3; sm 17,9
	6	N46 24.532	E14 03.038	1041	60	bu 61,6; sm 36,7
	11	N46 24.475	E14 02.802	1004	15	bu 86,9; sm 10,4; g. jav 1,3
	12	N46 24.509	E14 02.716	1049	0	bu 76,2; bu 21,6; g. jav 1,1
13	13	N46 26.076	E13 58.434	1088	0	bu 74,0; sm 24,7
	14	N46 26.067	E13 58.458	1085	15	bu 54,0; sm 43,1; jer 1,4
11	15	N46 25.650	E13 59.207	1093	30	bu 85,2; sm 14,3
	16	N46 25.656	E13 59.240	1111	30	bu 65,4; sm 33,2

V prikazu drevesne sestave navajamo le drevesne vrste, ki so v skupnem deležu prisotne z več kot 1%.

Ploskvam so bili naključno dodeljeni različni načini dela:

- **način dela 60** (ploskev številka 3, 4 in 6) - cca. 670 izbrancev/ha: klasično izbiralno redčenje z običajno jakostjo odkazila (13,3 % odstranjenih dreves od skupnega števila dreves na ploskvi oziroma 1,51 odstranjenih konkurentov/izbranec),
- **način dela 30** (ploskev številka 5, 15 in 16) - cca. 330 izbrancev/ha: izbiralno redčenje s 50 % manjšo gostoto izbrancev z običajno jakostjo odkazila ( 8,7 % odstranjenih dreves od skupnega števila dreves na ploskvi oziroma 1,90 odstranjenih konkurentov/izbranec ),
- **način dela 15** (ploskev številka 1, 11 in 14) - cca. 170 izbrancev/ha: izbiralno redčenje s 75 % manjšo gostoto izbrancev z močno jakostjo odkazila – odstranitev vseh konkurentov (10,4 % odstranjenih dreves od skupnega števila dreves na ploskvi oziroma 2,99 odstranjenih konkurentov/izbranec),
- **način dela 0 (kontrola)** (ploskev številka 2, 12 in 13): kontrolna ploskev, brez ukrepanja.

#### 4.2.2 Ocenjevanje in meritve izbrancev

Na vseh ploskvah smo izbrancev, ki so na terenu označeni z modro obrobo, izmerili 15 znakov, ki so bili predvideni v popisnem listu ter zabeležili morebitne posebnosti.

**Preglednica 2: Merjeni znaki izbrancev, metoda izmere ter merska enota**

Znak	Metoda	Merska enota
Drevesna vrsta	Določitev	
Premer debla	Meritev s $\pi$ trakom	cm
Višina drevesa	Meritev z višinomerom	m
Dolžina čistega debla	Meritev z višinomerom	m
Žive veje (pod $\varnothing = 1\text{cm}$ ) na prvih 4 m	Štetje	št.
Žive veje (nad $\varnothing = 1\text{cm}$ ) na prvih 4 m	Štetje	št.
Asimetričnost krošnje sever	Štetje korakov	m
Asimetričnost krošnje jug	Štetje korakov	m
Asimetričnost krošnje vzhod	Štetje korakov	m
Asimetričnost krošnje zahod	Štetje korakov	m
Žive veje (pod $\varnothing = 1\text{cm}$ ) na drugih 4 m	Štetje	št.
Žive veje (nad $\varnothing = 1\text{cm}$ ) na drugih 4 m	Štetje	št.
Sproščenost nosilca - Maksimalna	Listavci: > 1,5 m med robovi krošenj	%
	Iglavci: > 0,5 m med robovi krošenj	%
Sproščenost nosilca - Optimalna	Listavci: 0-1,5 m med robovi krošenj	%
	Iglavci: 0-0,5 m med robovi krošenj	%
Sproščenost nosilca - Minimalna	Listavci: < 0 m med robovi krošenj	%
	Iglavci: < 0 m med robovi krošenj	%

#### 4.2.3 Opis obravnavanih parametrov

Na terenu smo vsakemu od izbrancev najprej določili drevesno vrsto.

Z uporabo merskega traku (pi-trak) smo izmerili premer debla na prsni višini na 0,1 cm natančno. Uporaba traku je upravičena, saj so meritve, zaradi nepravilnosti oblike debla, bolj natančne, kot pri uporabi premerke.

Višino izbrancev smo merili z ultrazvočnim laserskim merilnikom Vertex, ki omogoča natančno merjenje višin in hitro delo, uporabnost na vseh terenih, tudi v gostih gozdnih sestojih. Merilnik Vertex je skupaj z ultrazvočnim oddajnikom zelo primeren za merjenje višin dreves v sestoju, saj so vrhovi dreves slabo vidni. Oddajnik namestimo na deblo, nato iz poljubne točke, iz katere je viden vrh drevesa, opravimo meritev, pri tem pa ni nujno imeti neposrednega pogleda na oddajnik. Sprejemnik pri tej t. i. ultrazvočni metodi na podlagi razdalje do oddajnika ter triangulacije samodejno izračuna višino drevesa. Merjenje nam znatno pospeši delo v paru. Višino smo merili na 0,1 m natančno.

Dolžino čistega debla smo prav tako izmerili z merilnikom Vertex, in sicer od tal do prve žive veje pri listavcih oziroma do prvega venca živih vej pri iglavcih, prav tako na 0,1m natančno. Upoštevali smo vse debeline vej, vključno z epikormskimi poganjki. Dolžino krošnje smo računsko dobili z odštevanjem podatkov o dolžini čistega debla od višine drevesa.

Število vej smo določili s štetjem posebej na višini od 0-4 m in od 4-8 m. Ločili smo jih v dva razreda, tanjše in debelejše od 1 cm. Upoštevali smo samo žive veje, suhe in odlomljene nas v okviru te raziskavi niso zanimale.

Pri terenskem delu smo imeli mnogo težav s štetjem vejic, saj so se na nekaterih deblih izbrancev pojavili epikormski poganjki. Epikormski (ali sekundarni poganjki) poganjki so vejice, ki se pojavijo na deblu iz t.i. spečih brstov, če pri rasti drevesa pride do določene stresne situacije. Ob normalni rasti vejice rastejo le na koncu vej iz terminalnih in stranskih brstov, na deblu pa obstoječe veje rastejo v debelino ter odmrejo, ko pride do dovolj velikega zasenčenja. Nikakor pa v normalnih razmerah iz debla ne rastejo nove vejice. Epikormski poganjki s svojo prisotnostjo razvrednotijo deblo ter skrajšajo dolžino čistega debla. Zato smo se odločili za podrobnejšo analizo, pri kateri smo želeli preveriti vpliv način dela na pojav epikormskih poganjkov. Ob terenskem popisovanju znakov izbrancev v letu 2009 smo sicer šteli drobne in debele vejice v spodnjem delu debla, nismo pa si sproti označevali izbrancev, na katerih smo opazili sekundarne poganjke. Za potrebe analize smo si postavili kriterij, po katerem smo med izbrance s poganjki šteli podatke za tiste izbrance, ki so imeli na prvih 4 m debla več kot 5 vejic, tanjših od 1 cm.

Asimetričnost krošnje smo določali za 4 glavne strani neba (sever, jug, vzhod, zahod). Merili smo dolžino najdaljše veje v posamezni smeri, s štetjem korakov, na 0,5 m natančno.

S pomočjo povprečnih premerov krošenj in povprečnih dolžin krošenj smo po enačbi za paraboloid izračunali volumne krošenj po načinih dela.

Sproščenost izbrancev smo ocenjevali z odstotnimi deleži, na 5 % natančno. Celoten obod krošnje smo razdelili v tri razrede, glede na sproščenost, in za vsak razred vpisali, kolikšen delež krošnje mu pripada. Delu oboda krošnje je lahko pripadala maksimalna sproščenost, optimalna sproščenost ali minimalna sproščenost. Sproščenost smo drugače določali iglavcem kot listavcem. Pri iglavcih je bil maksimalno sproščen tisti del krošnje, ki je bil od sosednje krošnje oddaljen več kot 0,5 m, pri iglavcih pa 1,5 m. Optimalna sproščenost je pripadala delu krošnje, kjer so bile pri iglavcih krošnje med seboj oddaljene od 0 do 0,5 m, pri listavcih pa od 0 do 1,5 m. Kjer pa je prihajalo do vrivanja vej v sosednje krošnje, pa smo pri obeh skupinah dreves za ta del oboda krošnje določili, da je sproščenost minimalna.

#### **4.2.4 Analiza podatkov**

Podatke, pridobljene na terenu, smo prepisali v digitalno obliko, oblikovali baze podatkov ter jih obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel 2003 ter programa SPSS 17.0. Za usmeritev pri določenih korakih analize smo si pomagali tudi s programom Statistica 7. Preglednice in slike smo izdelali v programih Microsoft Word 2003, Microsoft Excel 2003 ter SPSS 17.0. Za vse statistične analize smo uporabili SPSS 17.0.

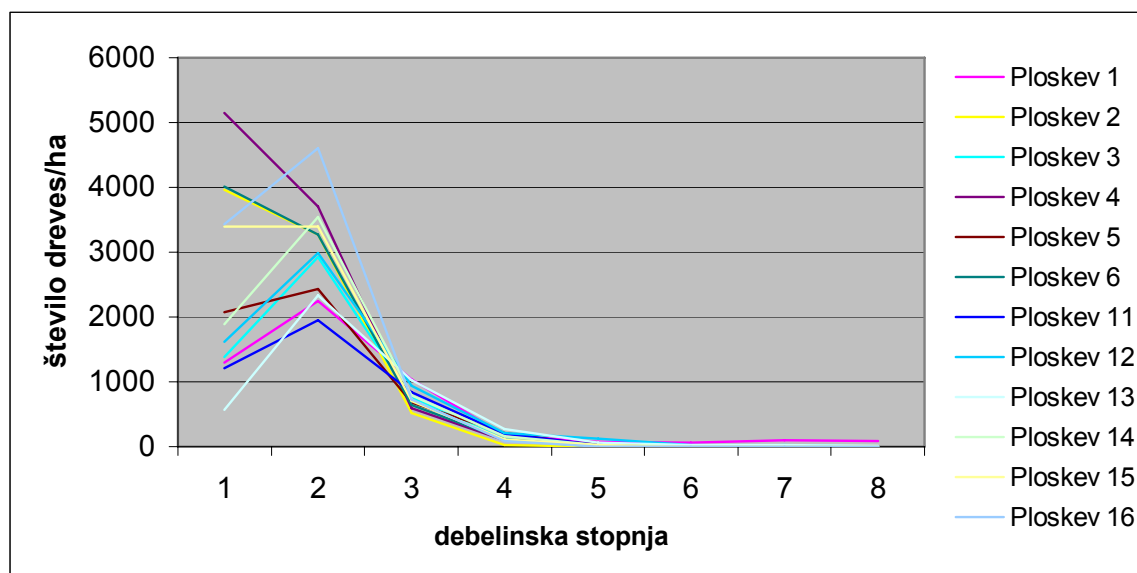
Želeli smo odpraviti vpliv različnega števila izbrancev po ploskvah in posledično načinih dela, ki nam lahko kot posledico vrne sistematično napako in onemogoči primerljivost med različnimi načini dela. Problem tiči v tem, da so bili kot izbranci vedno izbrana najboljša drevesa na posamezni ploskvi, zato so srednje vrednosti posameznih parametrov že v osnovi višje oziroma boljše pri načinu dela z najmanjšo gostoto izbrancev, pri ostalih načinih pa so bili snovalci prisiljeni izbrati tudi drevesa s slabšimi lastnostmi, ki nato

kvarijo srednje vrednosti posameznih parametrov. Zato smo se odločili za dve ločeni analizi. Pri prvi primerjamo osnovno bazo podatkov iz leta 2005 (podatki za vse izbrance) s podatki iz leta 2009 (vsi nepoškodovani izbranci, ki ostajajo v raziskavi) za vse posamezne parametre. V nadaljevanju jo označujemo s podnaslovom *Vsi izbranci*. Sledi še statistična analiza za enotno število izbrancev po posameznih ploskvah. Odločili smo se, da kot kriterij vzamemo prsne premere izbrancev in v analizo zajamemo petnajst izbrancev po posameznih ploskvah z najvišjimi vrednostmi prsnega premera (45 po načinih dela, zaradi poizkusa v 3 ponovitvah), saj bodo tako dobljene razlike boljši kazalec dejanskih razlik med različnimi načini dela. Analizo v nadaljevanju označujemo s podnaslovom *Najdebelejših petnajst*. Diskusijo smo oblikovali na osnovi analize *Najdebelejših petnajst*, podkrepili pa smo jo še z rezultati analize o vseh izbrancih.

## 5 REZULTATI

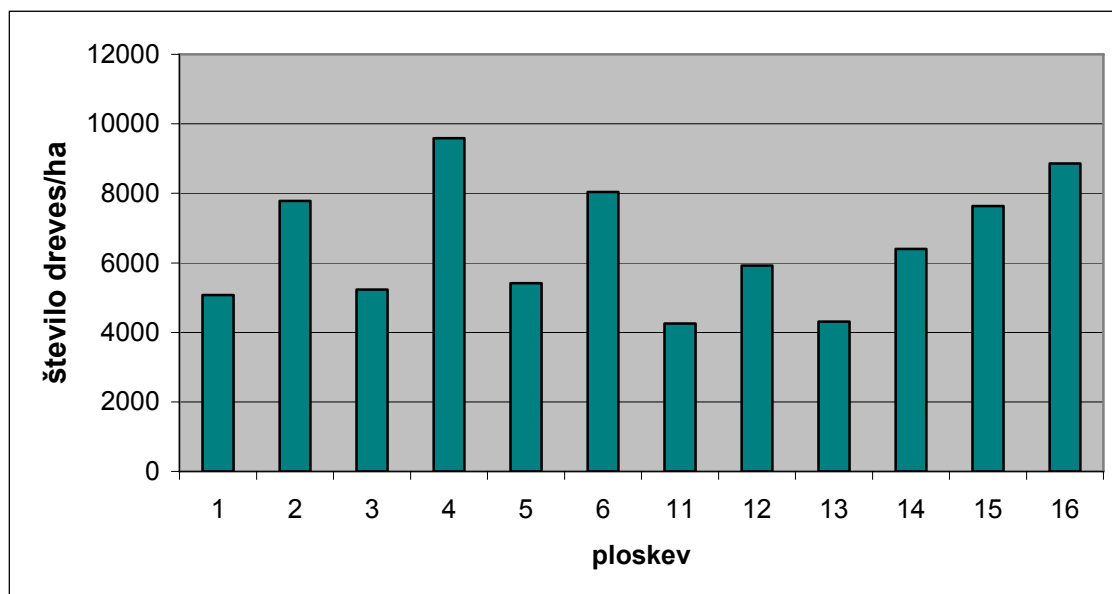
### 5.1 STANJE NA PLOSKVAH PRED ZAČETKOM POIZKUSA

V sklopu poizkusa je bilo na Mežakli zasnovanih 12 ploskev. Pred ukrepanjem in določitvijo izbrancev je bila na ploskvah opravljena polna premerba. Pred začetkom poizkusa je bila na ploskvah večina drevja v prvi in drugi debelinski stopnji. Število dreves se je med ploskvami močno razlikovalo (slika 2). Prav tako lahko na sliki 2 vidimo, da je bilo število dreves v tretji in nadaljnjih debelinskih stopnjah med ploskvami izenačeno in ni mogoče opaziti večjih razlik.



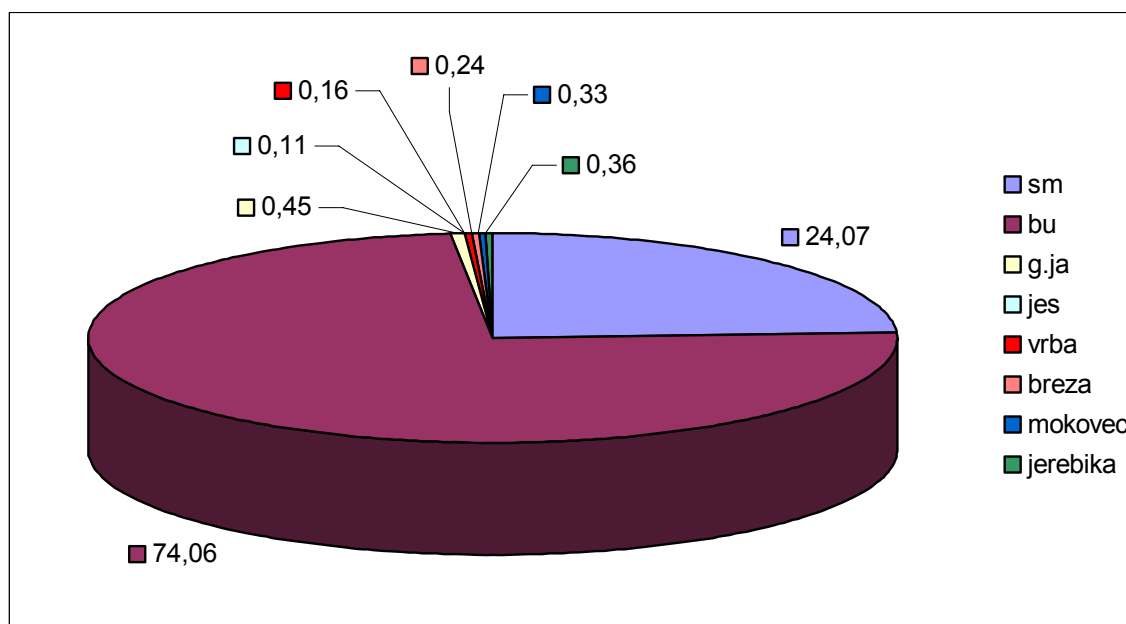
Slika 2: Debelinska struktura vseh dreves pred odkazilom po ploskvah (2005)

Skupna gostota dreves po ploskvah je bila leta 2005 precej različna (slika 3). Vendar lahko iz slike 2 vidimo, da gre predvsem za prvo in drugo debelinsko stopnjo, zato razlike med ploskvami ne igrajo pomembne vloge.



Slika 3: Skupna gostota dreves pred odkazilom po ploskvah (2005)

Leta 2005 je na ploskvah prevladovala bukev, sledila ji je smreka (slika 4). Drugih drevesnih vrst je bilo precej manj. Poleg jesena in gorskega javorja so bile zastopane pionirske drevesne vrste, kar je verjetno posledica vetroloma. Ostale drevesne vrste, ki niso prikazane na grafu, so v skupnem številu prisotne z manj kot 0,1 %. To so macesen, jelka, brest in češnja.



Slika 4: Deleži drevesnih vrst po številu drevja pred odkazilom (2005)



## 5.2 ANALIZA IZBRANCEV

Nadaljnja raziskava se osredotoča le na izbrance. Leta 2009 popolne premerbe ploskev nismo izvedli.

### 5.2.1 Izbranci v letu 2005

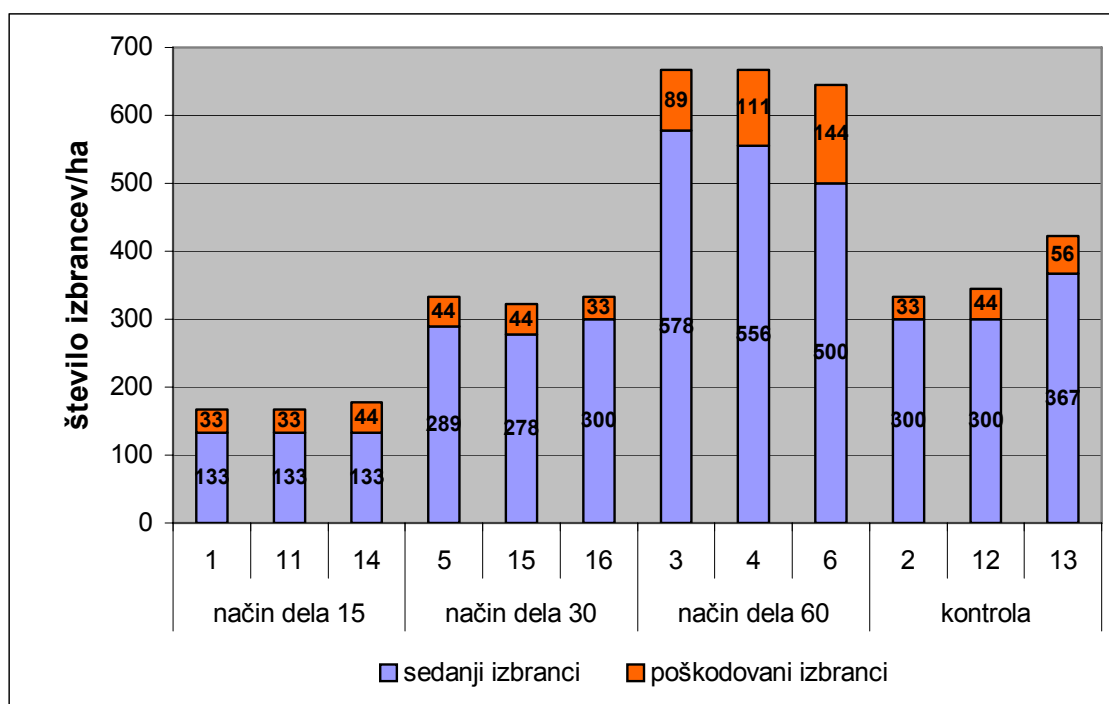
Ob načrtovanju poizkusa so po ploskvah naključno določili pripadnost gozdnogojitvenemu načinu dela. Tako so kot izbrance določili skupno 412 dreves na dvanajstih 9-arskih ploskvah. Med izbranci je leta 2005 močno prevladovala bukev (78,6 %), povprečno je bilo izbranih 300 izbrancev bukve/ha (preglednica 3). Sledila ji je smreka (17,2 %), in sicer z 66 izbranci/ha. Poleg teh dveh glavnih drevesnih vrst so bili med izbranci še gorski javor (3,6 % oziroma 14 izbrancev/ha), veliki jesen in mokovec (oba s po 0,2 % oziroma enim izbrancem/ha).

**Preglednica 3: Drevesna sestava po ploskvah (št/ha) (2005)**

ploskev	drevesna vrsta					SKUPAJ
	bukev	smreka	gorski javor	veliki jesen	mokovec	
1	156	11	0	0	0	167
2	311	22	0	0	0	333
3	633	11	22	0	0	667
4	467	200	0	0	0	667
5	267	44	22	0	0	333
6	522	89	22	11	0	644
11	89	33	44	0	0	167
12	200	122	11	0	11	344
13	333	67	22	0	0	422
14	133	44	0	0	0	178
15	278	33	11	0	0	322
16	211	111	11	0	0	333
<b>povprečje</b>	300	66	14	1	1	
<b>delež (%)</b>	78,6	17,2	3,6	0,2	0,2	

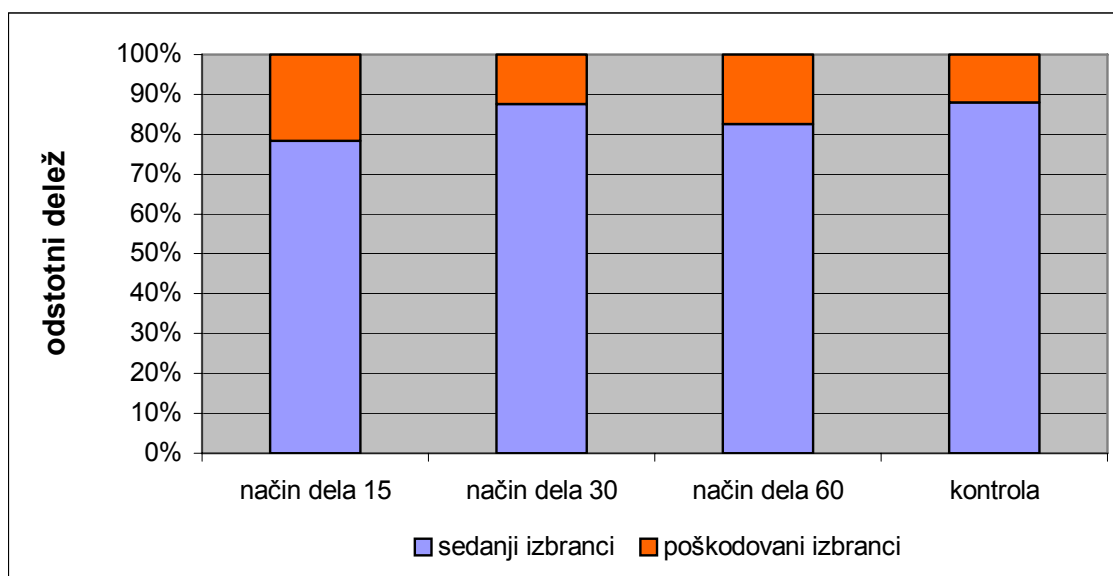
## 5.2.2 Poškodovani izbranci v času poizkusa

Število izbrancev se je na nekaterih ploskvah nekoliko zmanjšalo, saj se na področju pogosto pojavljata tako snegolom kot tudi vetrolom. Nadomestnih izbrancev v sklopu te raziskave nismo določali. Kot lahko vidimo iz slike 5, je bilo na vsaki ploskvi poškodovanih nekaj izbrancev. Prikazano je število izbrancev, ki so bili poškodovani in smo jih izgubili ter število ostalih izbrancev, ki so nam ostali za nadaljnje raziskave.



Slika 5: Poškodovanost izbrancev po ploskvah (2009)

Poškodovanost po načinih dela, izražena v odstotkih na sliki 6 nam pove, da smo izgubili največji delež izbrancev v načinu dela 15 (več kot 20 %), nekoliko manj pa v načinu dela 60. Najmanj izbrancev smo izgubili v načinu dela 30 ter na kontrolnih ploskvah, v obeh primerih gre za okoli 12 % izbrancev. Analiza razlik med deleži poškodovanih izbrancev med različnimi načini dela ni potrdila statistične značilnosti.



Slika 6: Delež poškodovanih izbrancev po načinih dela (2009)

Poškodovani sta bili le bukev in smreka, ostale drevesne vrste pa so ostale nepoškodovane in ostajajo v nadaljnji raziskavi. Bukve, ki prevladuje med izbranci, smo izgubili 8 %. Pri večini poškodovanih bukev je bil najpogostejši vzrok odlomljen vrh, nekaj smo jih morali izločiti tudi zaradi močne nagnjenosti. Po deležu med izbranci bukvi sledi smreka. Zaradi snegoloma smo izgubili kar 59 % smreke večino zaradi preloma debla na sredini ali v spodnjem delu, nekaj zaradi popolne prevrnitve, najmanj pa zaradi delne nagnjenosti. Poškodovane izbrance smo iz raziskave izločili in v nadaljnjih izračunih niso upoštevani.

### 5.2.3 Izbranci v letu 2009

Zdajšnja drevesna sestava izbrancev po drevesnih vrstah po ploskvah (preglednica 4) prikazuje število izbrancev, ki ostajajo v raziskavi. Vidimo lahko, koliko bukev in smrek smo izgubili po posameznih ploskvah. Povprečno smo izgubili 31 bukev/ha ter 28 smrek, vendar gre pri bukvi za mnogo manjši odstotni delež kot pri smreki.

**Preglednica 4: Drevesna sestava po ploskvah (%) (2009)**

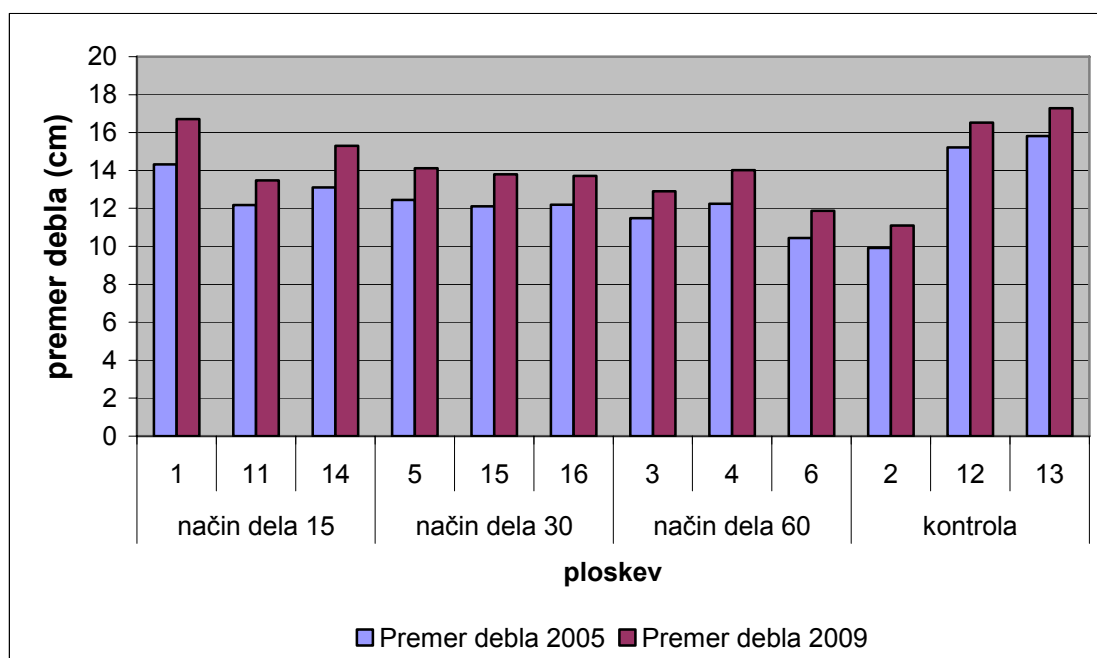
ploskev	drevesna vrsta					SKUPAJ (število)
	bukev	smreka	gorski javor	veliki jesen	mokovec	
<b>1</b>	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	133
<b>2</b>	92,6	7,4	0,0	0,0	0,0	300
<b>3</b>	96,2	0,0	3,8	0,0	0,0	578
<b>4</b>	78,0	22,0	0,0	0,0	0,0	556
<b>5</b>	84,6	7,7	7,7	0,0	0,0	289
<b>6</b>	80,0	13,3	4,4	2,2	0,0	500
<b>11</b>	66,7	0,0	33,3	0,0	0,0	133
<b>12</b>	59,3	33,3	3,7	0,0	3,7	300
<b>13</b>	84,8	9,1	6,1	0,0	0,0	367
<b>14</b>	91,7	8,3	0,0	0,0	0,0	133
<b>15</b>	96,0	0,0	4,0	0,0	0,0	278
<b>16</b>	70,4	25,9	3,7	0,0	0,0	300
<b>delež (%)</b>	83,3	11,8	4,3	0,3	0,3	

## 5.2.4 Primerjava parametrov med leti po ploskvah in med načini dela

### 5.2.4.1 Premer

*Vsi izbranci*

Na sliki 7 so predstavljene povprečne vrednosti za premere izbrancev, po posameznih ploskvah, za meritev v letu 2005 in 2009. Prikaz služi predvsem predstavitvi premerov po posameznih ploskvah, primerljivosti ploskev med seboj in med načini dela.



Slika 7: Povprečni premeri po ploskvah (2005 in 2009)

Ker smo s Kruskal-Wallisovim testom odkrili značilne razlike za premer med načini dela v letu 2005, smo za preverjanje značilnosti razlik med načini dela v letu 2009, namesto analize variance, uporabili analizo kovariance. Analiza kovariance je tehnika, ki združuje lastnosti analize variance in regresije. Kot kovariantno spremenljivko smo v modelu analize kovariance uporabili vrednosti za premer izbrancev iz leta 2005. Tako smo korigirali vrednosti za leto 2009 z vrednostmi ob snovanju poizkusa, preostale razlike med srednjimi vrednostmi med načini dela pa lahko tako po večini smatramo kot posledico gozdnogojitvenih ukrepov. Nenormalno porazdeljenost podatkov smo odpravili z

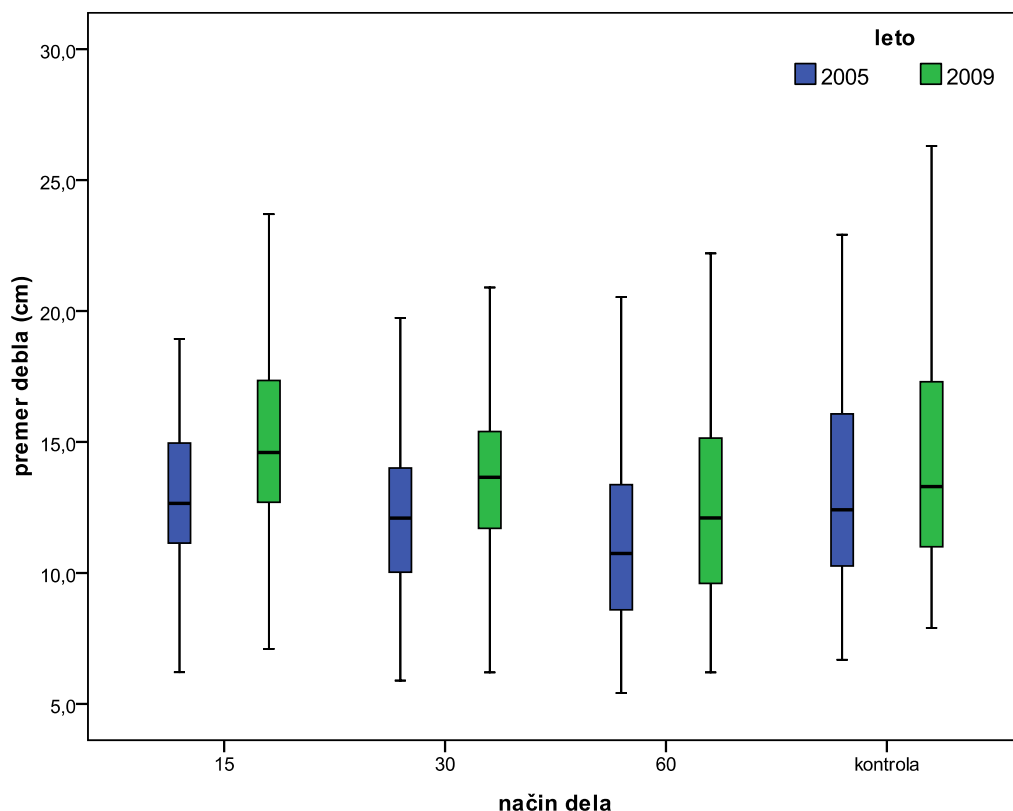
logaritemsko transformacijo. Analiza kovariance je pokazala, da so razlike med premeri v načinih dela visoko značilne s tveganjem 0,1 % (preglednica 5). Z analizo parov (LSD) smo ugotovili, da obstajajo značilne razlike med kontrolnim načinom dela in načinom 60 ter načinom dela 15 in 60.

**Preglednica 5: Analiza kovariance za premer izbrancev (2009)**

Vir variacije	Povprečne vsote kvadratov odstopanj	F-statistika	Značilnost
Prilagojeni model	0,398	5,706	0,000
Konstanta	5,394	308,996	0,000
Log. premer 2005	0,085	4,885	0,028
<b>Način dela</b>	<b>0,310</b>	<b>5,914</b>	<b>0,001</b>
Napaka	5,987		

$R^2 = 0,062$

Na sliki 8 je prikazana razpršenost podatkov za premer izbrancev po načinih dela pri prvi in drugi meritvi. Premeri izbrancev so se najbolj povečali v načinu dela 15 (za povprečno 1,96 cm), nekoliko manj v načinih dela 30 (1,62) in 60 (1,54), najmanj pa na kontrolnih ploskvah (1,33).



Slika 8: Premer debela po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009)

#### *Najdebelejših petnajst*

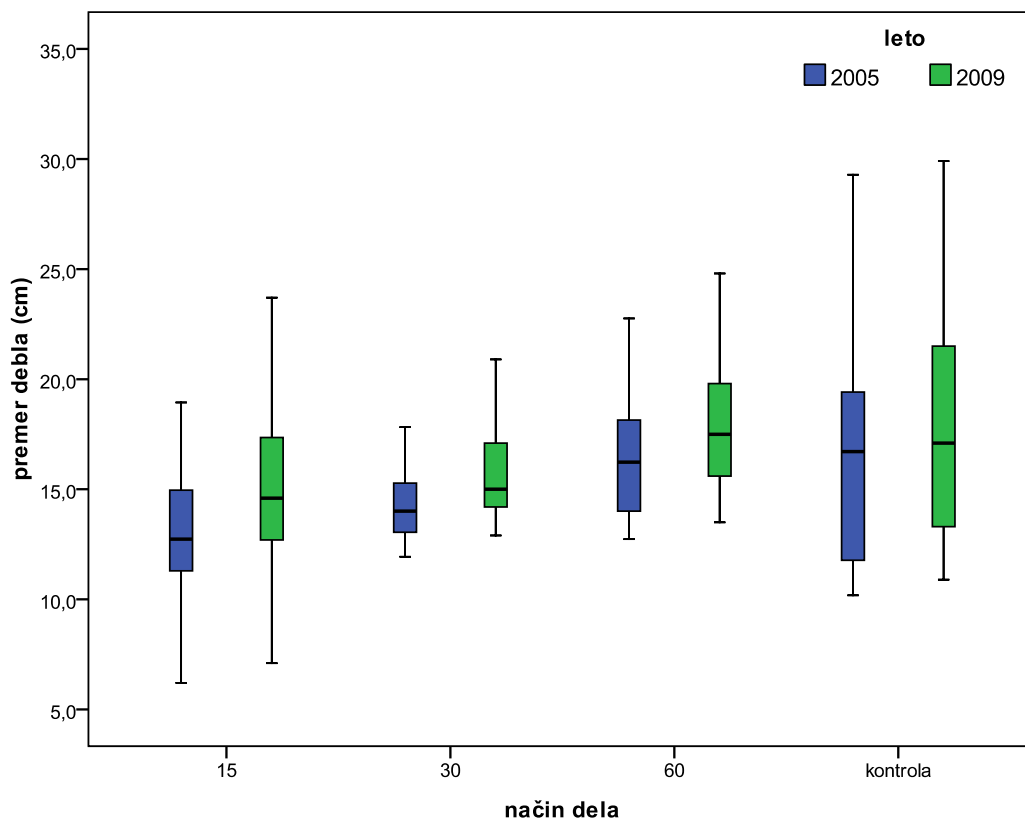
Tudi pri *Najdebelejših petnajstih* izbrancih smo zaradi enakih razlogov kot pri vseh izbrancih uporabili analizo kovariance. Nenormalno porazdeljenost podatkov po načinih dela smo odpravili s pomočjo logaritemske transformacije. Z analizo kovariance za *Najdebelejših petnajst* izbrancev po ploskvah smo ugotovili, da so razlike med premeri debel po načinih dela visoko značilne s tveganjem 0,1 % (preglednica 6). LSD analiza je pokazala, da obstajajo značilne razlike med kontrolnim načinom in načinom dela 15, med načinom dela 15 in načinom 60 ter načinom 30 in načinom 60.

**Preglednica 6: Analiza kovariance za premer za Najdebelejših petnajst izbrancev po ploskvah (2009)**

Vir variacije	Povprečne vsote kvadratov odstopanj	F-statistika	Značilnost
Prilagojeni model	0,249	6,007	0,000
Konstanta	1,576	151,903	0,000
Log. premer 2005	0,052	5,025	0,026
<b>Način dela</b>	<b>0,177</b>	<b>5,689</b>	<b>0,001</b>
Napaka	1,723		

$R^2 = 0,126$

Na sliki 9 vidimo, da so bile razlike med načini dela za *Najdebelejših petnajst* izbrancev velike že leta 2005. Premer izbrancev se je najbolj povečal v načinu dela 15 (1,86 cm), nekoliko manj v načinu dela 60 (1,58 cm), sledi način dela 30 (1,40 cm). Premer debla se je najmanj povečal na kontrolnih ploskvah (le za 1,21 cm).



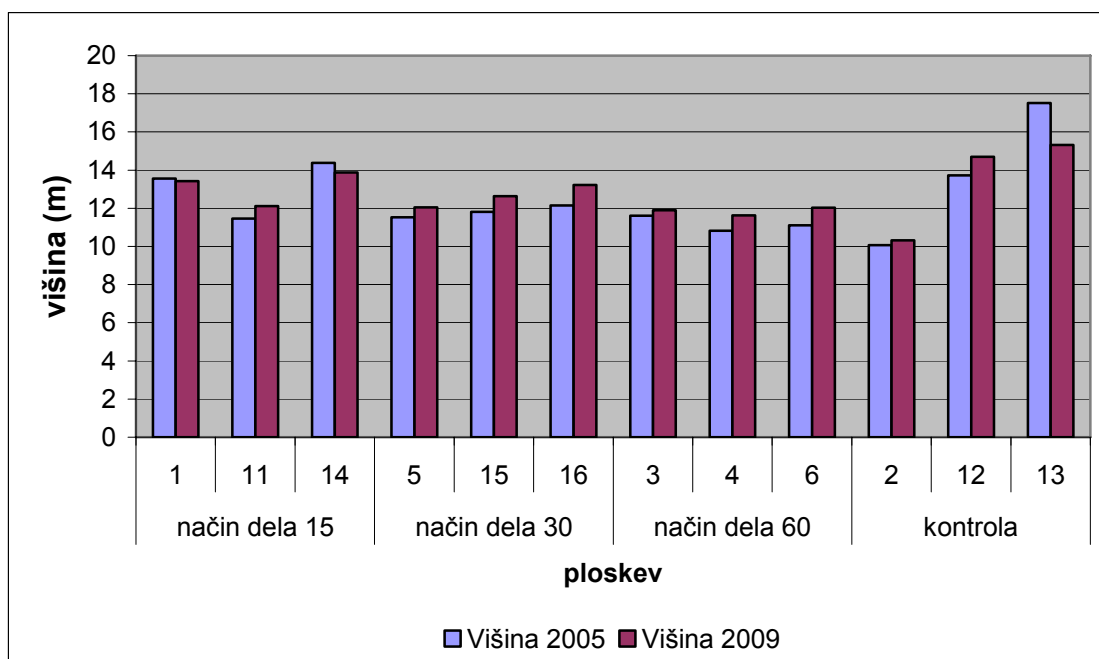
**Slika 9: Premer debla za Najdebelejših petnajst po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009)**



### 5.2.4.2 Višina

#### *Vsi izbranci*

Sledijo podatki za višino izbrancev (slika 10). Pri višinah lahko opazimo nekaj razlik med ploskvami že pri snovanju poizkusa, težje pa bi opazili povezavo med povečanjem oziroma zmanjšanjem višine do druge meritve in načinom dela, v katerega ploskev spada.



Slika 10: Povprečne višine izbrancev po ploskvah (2005 in 2009)

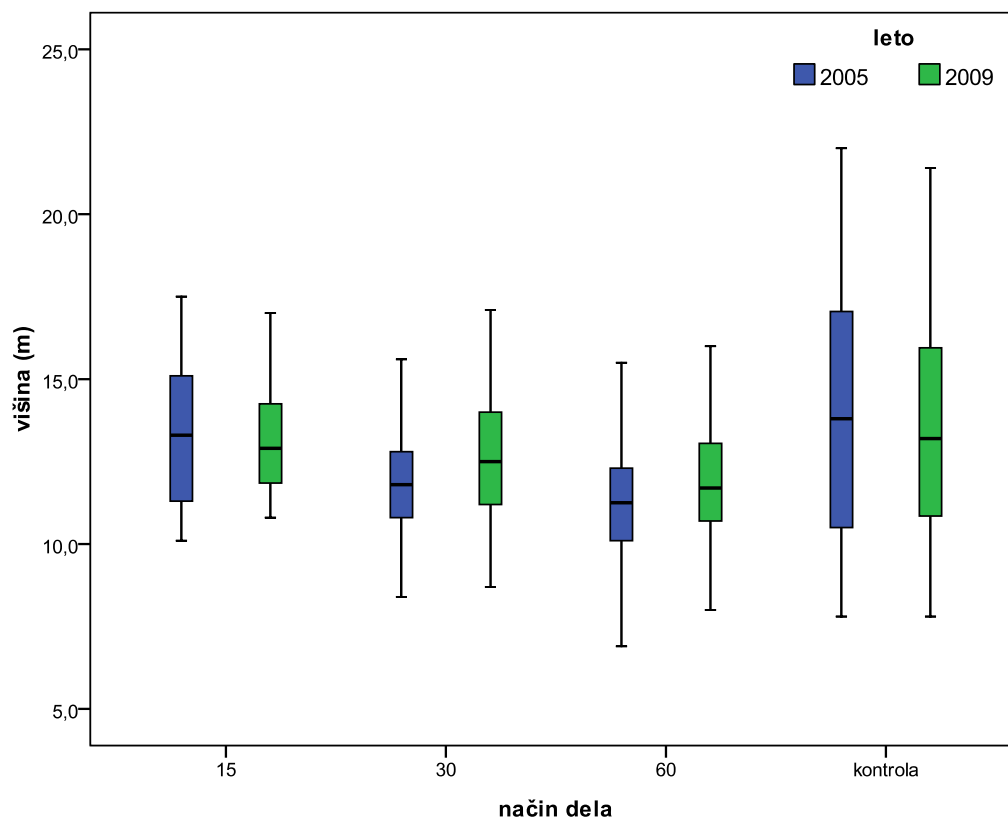
Tudi za višine izbrancev v letu 2005 smo z neparametričnim testom odkrili značilne razlike med načini dela in uporabili analizo kovariance. Podatki so bili normalno porazdeljeni, zato transformacija ni bila potrebna. V preglednici 7 lahko vidimo, da so tudi za višino izbrancev v letu 2009 med načini dela razlike visoko značilne in sicer med kontrolnim načinom ter načinoma 30 in 60, poleg tega se značilno razlikujeta tudi načina 15 in 60.

**Preglednica 7: Analiza kovariance za višino izbrancev (2009)**

Vir variacije	Povprečne vsote kvadratov odstopanj	F-statistika	Značilnost
Prilagojeni model	227,200	12,529	0,000
Konstanta	1595,019	351,832	0,000
Višina leta 2005	49,997	11,028	0,001
<b>Način dela</b>	<b>182,981</b>	<b>13,454</b>	<b>0,000</b>
Napaka	1554,977		

$R^2 = 0,127$

Na sliki 11 so predstavljeni podatki o višinah izbrancev po načinih dela ter primerjava med letoma 2005 in 2009. Vidimo lahko, da se je povprečna višina izbrancev najbolj povečala v načinu dela 30 (za povprečno 0,80 m), nekoliko manj pa v načinu dela 60 (0,67 m). V načinu dela 15 povprečje ostaja enako kot pred 4 leti, na kontrolnih ploskvah pa se je povprečna višina zaradi snegoloma zmanjšala za 0,32 m.



Slika 11: Višina po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009)

### *Najdebelejših petnajst*

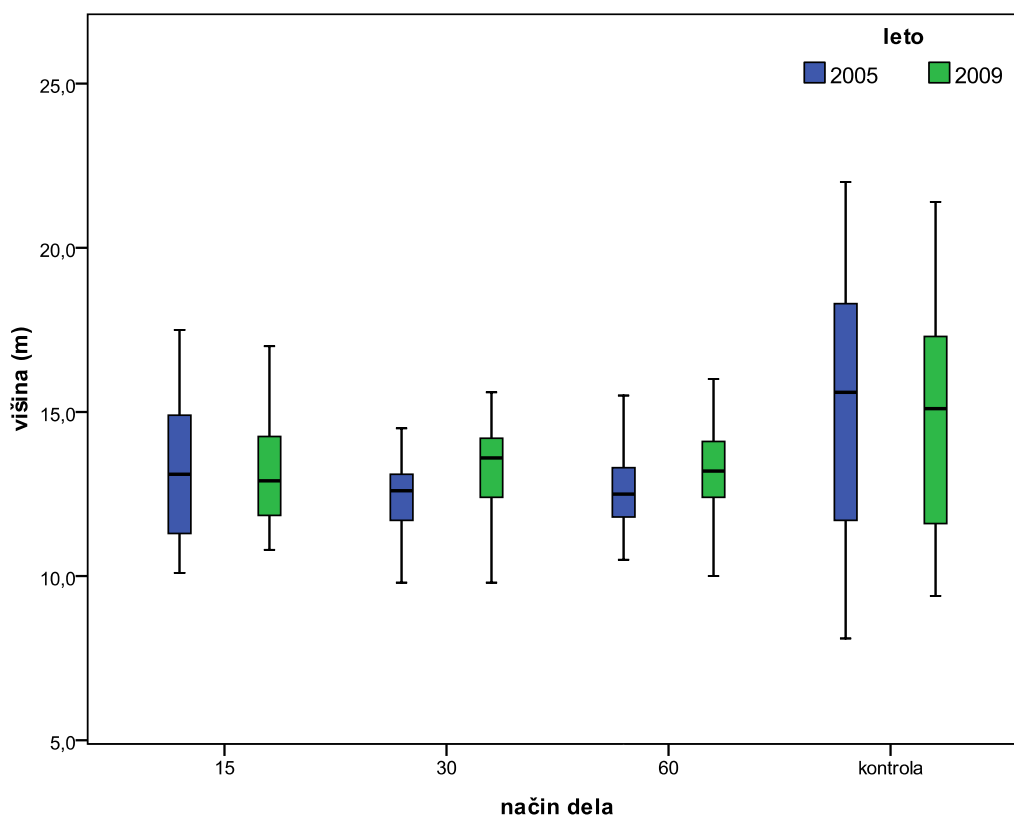
Višine po načinu dela v letu 2005 so bile tudi za *Najdebelejših petnajst* izbrancev po ploskvah značilno različne. Pri analizi kovariance za leto 2009 smo kot kovariantno spremenljivko uporabili višine v letu 2005. Podatki po načinih dela so bili normalno porazdeljeni. Razlike za višine *Najdebelejših petnajst* izbrancev med načini dela so bile visoko značilne (preglednica 8). Vsi načini dela so bili statistično značilno različni le od kontrolnega načina, med posameznimi načini pa razlik nismo odkrili.

**Preglednica 8: Analiza kovariance za višino za Najdebelejših petnajst izbrancev po ploskvah (2009)**

Vir variacije	Povprečne vsote kvadratov odstopanj	F-statistika	Značilnost
Prilagojeni model	163,434	10,511	0,000
Konstanta	690,084	177,528	0,000
Višina leta 2005	87,367	22,476	0,000
<b>Način dela</b>	<b>52,073</b>	<b>4,465</b>	<b>0,005</b>
Napaka	645,273		

$R^2 = 0,202$

Najbolj se je povprečna višina *Najdebelejših petnajstih* izbrancev povečala v načinu dela 30 (za 0,86 m), nekoliko manj v načinu dela 60 (0,73 m). V načinu dela 15 je višina ostala skoraj enaka, na kontrolnih ploskvah pa je povprečje višin *Najdebelejših petnajstih* izbrancev iz leta 2009 celo nekoliko nižje od tistega izpred štirih let ( za 0,28 m) (slika 12).



**Slika 12: Višina za Najdebelejših petnajst po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009)**

### 5.2.4.3 Vitkostno število

#### *Vsi izbranci*

Zaradi poškodovanosti dreves po snegolomu smo analizirali vitkostno število. To število dobimo, če višino drevesa delimo z njegovim premerom v prsni višini (h/d). Uporabili smo povprečne vrednosti, ločeno za iglavce in listavce po načinih dela. Kot lahko vidimo iz preglednice 9, so imeli na splošno listavci višje vitkostno število kot iglavci. V vseh načinih dela pa se je tako za listavce kot za iglavce vitkostno število od leta 2005 do leta 2009 močno zmanjšalo, kar je zagotovilo boljšo stojnost sestojev.

**Preglednica 9: Vitkostno število za iglavce in listavce po načinih dela (2005 in 2009)**

Leto	Način dela	0	15	30	60	Povprečje
2005	Listavci	109,0	101,5	99,3	100,8	102,6
	Iglavci	85,2	97,6	89,0	82,9	86,6
	Razlika	23,8	3,9	10,3	17,9	16,0
2009	Listavci	94,5	87,3	92,8	93,9	93,0
	Iglavci	77,7	81,0	86,0	75,5	78,6
	Razlika	16,8	6,3	6,9	18,4	14,4
Razlika med leti	Listavci	-14,5	-14,2	-6,5	-6,9	9,6
	Iglavci	-7,5	-16,7	-3,0	-7,3	8,0

#### *Najdebelejših petnajst*

Stojnost za *Najdebelejših petnajst* je manjši problem kot pri vseh izbrancih, saj so vitkostna števila nižja. Iz preglednice 10 lahko vidimo, da imajo listavci višje vitkostno število, ki pa ni tako kritično kot pri vseh izbrancih. Splošno se je vitkostno število po ukrepu zmanjšalo, nekoliko bolj pri listavcih (za 6,8). Med načini dela se je najboljše izkazal način 15, kjer se je vitkostno število za listavce zmanjšalo za 12,7, za iglavce pa za 16,7. Vitkostno število listavcev se je močno zmanjšalo tudi na kontrolnih ploskvah, za iglavce in obe skupini pri načinu 30 in 60 pa so bila pomanjšanja minimalna, za iglavce v načinu 60 pa se je vitkostno število celo povečalo za 3. Na vitkostno število najbolj vpliva pomanjšanje povprečnih višin med prvim in drugim redčenjem zaradi izpada poškodovanih dreves.

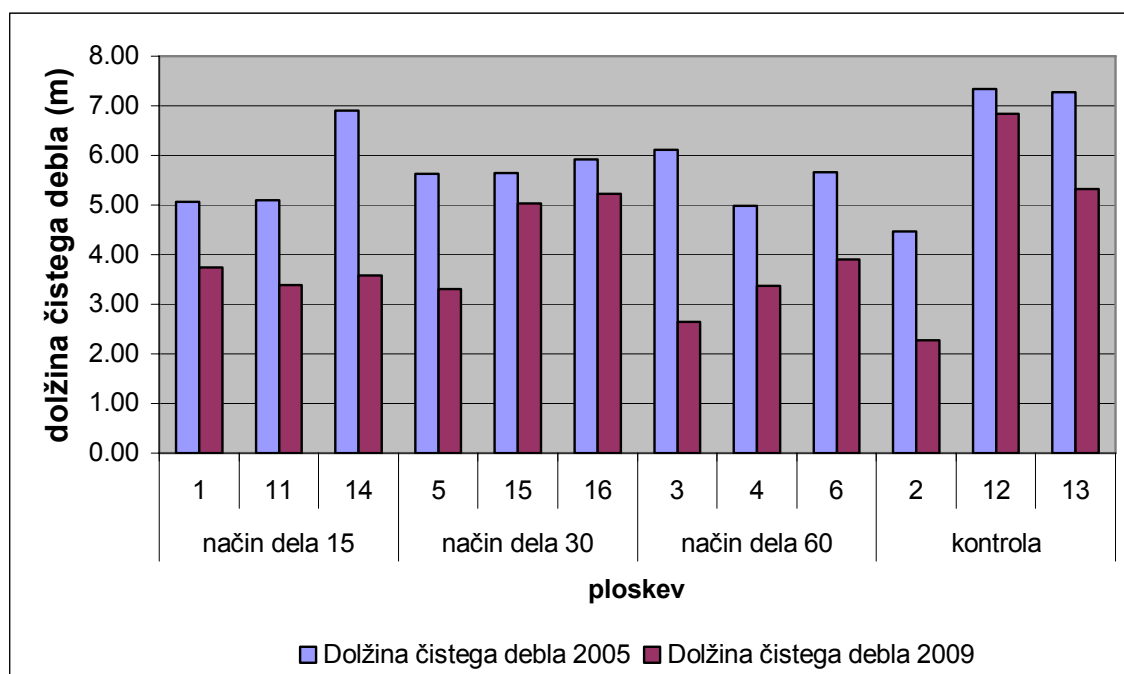
**Preglednica 10: Vitkostno število za Najdebelejših petnajst za iglavce in listavce po načinih dela (2005 in 2009)**

Leto	Način dela	0	15	30	60	Povprečje
2005	Listavci	94,6	99,9	84,5	76,2	87,9
	Iglavci	78,6	97,6	87,7	69,1	81,9
	Razlika	15,9	2,3	-3,2	7,1	6,0
2009	Listavci	83,9	87,3	82,9	72,2	81,1
	Iglavci	76,6	81,0	86,0	72,1	77,4
	Razlika	7,3	6,3	-3,1	0,1	3,7
Razlika med leti	Listavci	-10,6	-12,7	-1,7	-4,1	-6,8
	Iglavci	-2,0	-16,7	-1,7	3,0	-4,5

#### 5.2.4.4 Čisto deblo

*Vsi izbranci*

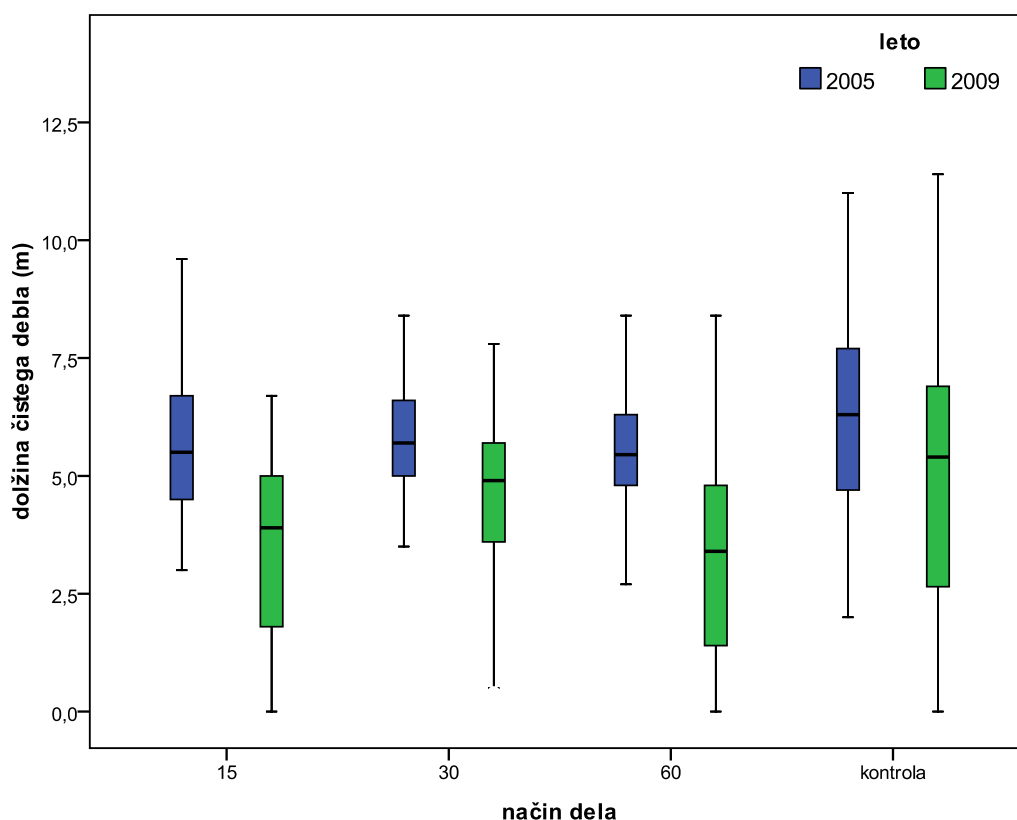
Dolžine čistega debela so bile že pri snovanju močno različne med ploskvami (slika 13). Dolžina se je do druge meritve na vseh ploskvah, brez izjeme, zmanjšala, saj so se na vseh ploskvah na nekaterih izbrancih pojavili epikormski poganjki.



**Slika 13: Povprečne dolžine čistih debel po ploskvah (2005 in 2009)**

Pri dolžini čistega debla smo prav tako odkrili značilne razlike med načini dela že ob snovanju poizkusa, zato smo nameravali uporabiti analizo kovariance. Podatki za čisto deblo niso bili normalno porazdeljeni tako pri prvi kot pri drugi meritvi. Poskušali smo zagotoviti normalnost porazdelitve z različnimi transformacijami, vendar nam ni uspelo, zato smo se odločili za analizo razlik s pomočjo neparametričnega Kruskal-Wallisovega testa, ki je potrdil visoko značilnost razlik med načini dela ( $\chi^2 = 28,742$ ;  $df = 3$ ;  $Sig. = 0,000$ ).

Dolžina čistega debla se je v vseh načinih dela zmanjšala. Največje zmanjšanje beležimo v načinu dela 60 (2,28 m), sledi mu način dela 15 (2,11 m) (slika 14). V načinu dela 30 je bilo zmanjšanje dolžine čistega debla med leti 2005 in 2009 približno enako kot na kontrolnih ploskvah (v prvem primeru 0,12 in drugem 0,19 m)



Slika 14: Dolžina čistega debla po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009)

### *Najdebelejših petnajst*

Za dolžino čistega debla za *Najdebelejših petnajst* izbrancev z neparametričnimi testi nismo odkrili značilnih razlik med načini dela v letu 2005. Pokazalo se je tudi, da so podatki po načinih dela normalno porazdeljeni. Zato smo za analizo značilnosti razlik med dolžinami čistega debla po načinih dela za leto 2009 uporabili analizo variance. Z analizo variance smo potrdili značilnost razlik med dolžinami čistega debla po načinih dela v letu 2009 (preglednica 11). Načina dela 15 in 60 sta se značilno razlikovala od kontrolnega načina, za način dela 30 in kombinacije med načini pa razlik nismo odkrili.

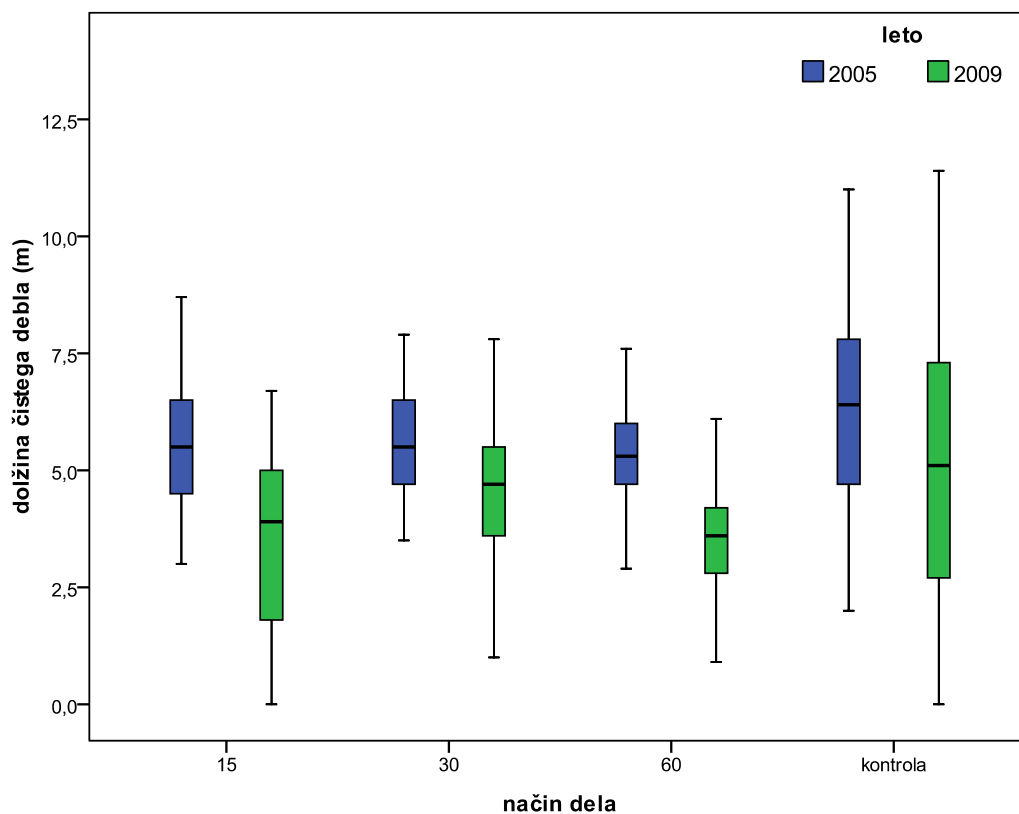
**Preglednica 11: Analiza variance za dolžino čistega debla za *Najdebelejših petnajst* izbrancev po ploskvah (2009)**

Vir variacije	Povprečne vsote kvadratov odstopanj	F-statistika	Značilnost
Prilagojeni model	53,047	4,001	0,009
Konstanta	2918,866	660,383	0,000
<b>Način dela</b>	<b>53,047</b>	<b>4,001</b>	<b>0,009</b>
Napaka	738,133		

$$R^2 = 0,067$$



Dolžine čistega debla so bile v vseh načinih dela leta 2009 manjše kot v letu 2005. Dolžina čistega debla se je najbolj skrajšala v načinu dela 15 (za 2,06 m), v načinu dela 60 in na kontrolnih ploskvah nekoliko manj (za 1,58 oziroma 1,57 m), najmanj pa v načinu dela 30 (1,10 m) (slika 15).

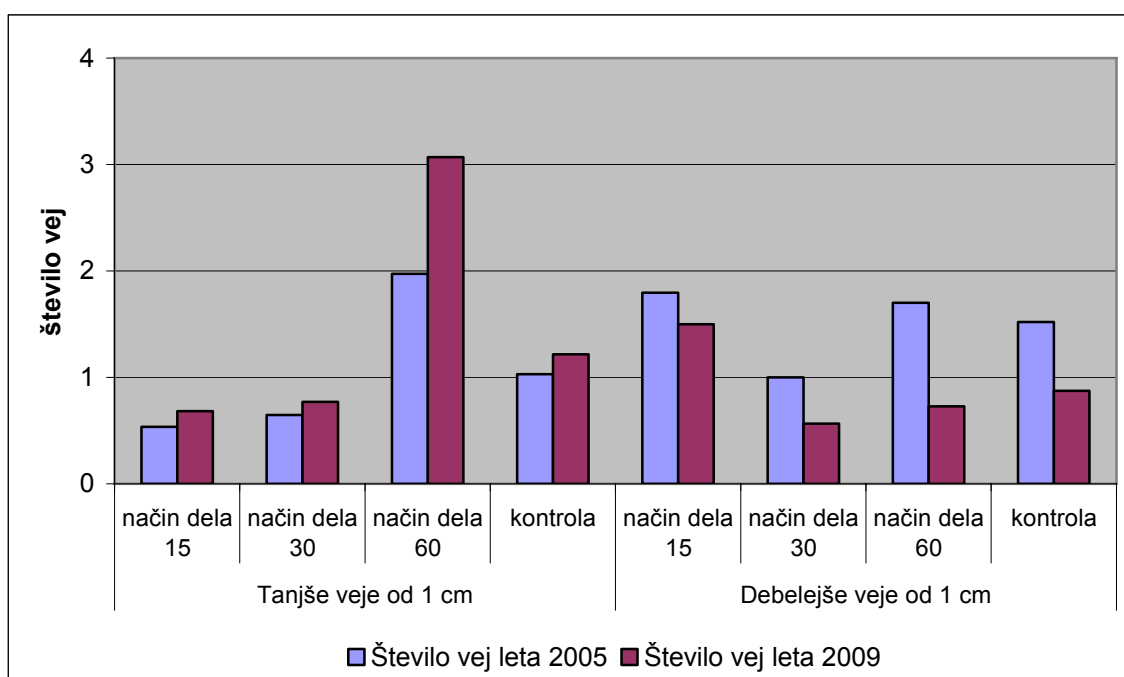


Slika 15: Dolžina čistega debla za Najdebelejših petnajst po načinih dela: mediana in kvartili (2005 in 2009)

#### 5.2.4.5 Veje

##### *Vsi izbranci*

Šteli smo veje na prvih 4 m debla izbrancev, ločeno tanjše in debelejšje od 1 cm. Poleg tega smo za nadaljnje raziskave na enak način šteli tudi veje na drugih 4m debla. Primerjava števila vej na deblih izbrancev med 0 in 4 m je pokazala, da se je, grobo rečeno, v vseh načinih dela število vej, tanjših od 1 cm povečalo, število vej, debelejših od 1 cm pa zmanjšalo (slika 16).



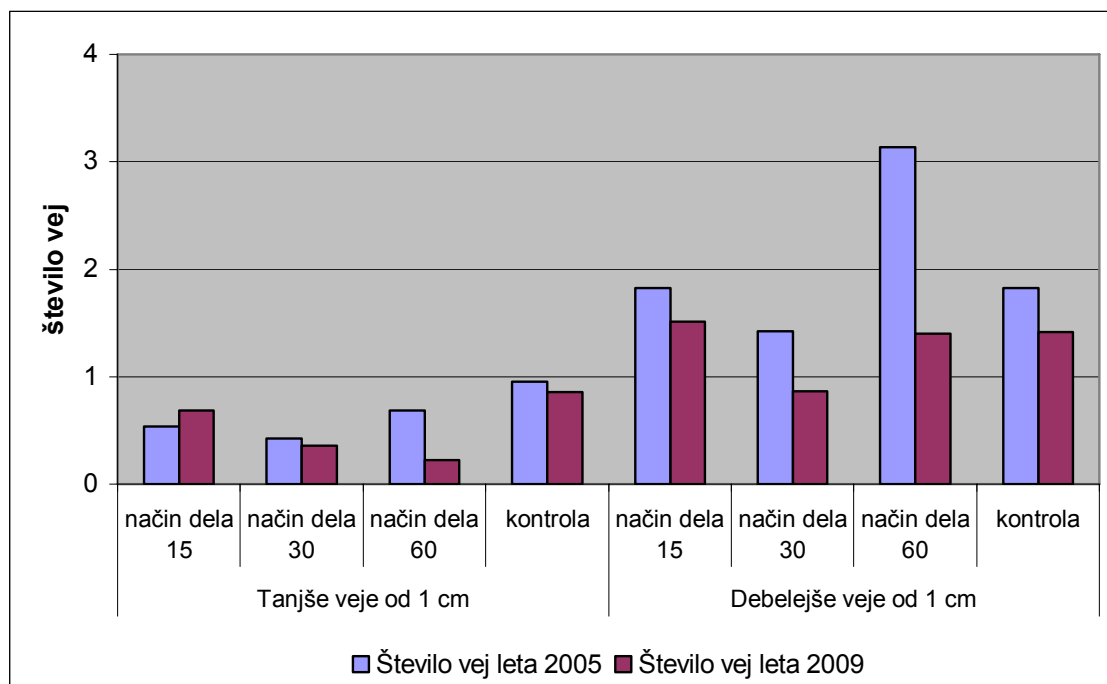
**Slika 16: Povprečno število vej na prvih 4 m debla izbrancev (2005 in 2009)**

Število tanjših vej je bilo že ob snovanju poizkusa največje v načinu dela 60, sedaj pa se je v tem načinu dela število še precej bolj povečalo kot v ostalih načinih dela. V načinih dela 15, 30 in na kontrolnih ploskvah je bilo povečanje majhno in med seboj zelo podobno, je pa bilo pri obeh merjenjih ugotovljeno, da je bilo najmanjše število tankih vej v načinu dela 15, nekoliko večje v načinu dela 30, še večje, pa vendar še skoraj pol manjše kot v načinu dela 60, pa na kontrolnih ploskvah.

Število debelejših vej od 1 cm je bilo ob snovanju poizkusa približno enako v načinu dela 15, 60 in na kontrolnih ploskvah, precej manjše pa v načinu dela 30. Število debelih vej na prvih 4 m debla izbrancev se je v načinu dela 30, 60 in na kontrolnih ploskvah v 4 letih zmanjšalo skoraj za polovico, v načinu dela 15 pa morda le za petino. Tako je bilo leta 2009 najmanjše število debelih vej v načinu dela 30, sledil je način dela 60, nato kontrolne ploskve, skoraj dvakrat večje pa v načinu dela 15.

#### *Najdebelejših petnajst*

Sledila je še analiza za *Najdebelejših petnajst* za število vej na prvih 4 m debla (slika 17).



Slika 17: Povprečno število vej na prvih 4 m debla izbrancev za *Najdebelejših petnajst* (2005 in 2009)

Za *Najdebelejših petnajst* se je izkazalo ravno obratno kot za vse izbrance, število tankih vej se je v večini načinov dela med letoma 2005 in 2009 zmanjšalo (povečalo se je le v načinu dela 15). Največje zmanjšanje se je pojavilo v načinu dela 60. Pri načinu dela 30 je bilo zmanjšanje števila vej majhno, zelo podobno kot na kontrolnih ploskvah.

Število debelih vej se je v vseh načinih dela v proučevanem obdobju zmanjšalo, in sicer najbolj v načinu dela 60, ki je leta 2005 močno izstopal s precej večjim številom vej od ostalih načinov. Ker se je število vej zmanjšalo za več kot polovico, se je način 60 v letu 2009 dokaj izenačil z načinom 15 in kontrolnimi ploskvami, pri katerih se je število vej od leta 2005 zmanjšalo približno za petino. Najmanjšega števila debelih vej na prvih 4 m debela pa je bil tako ob prvi, kot tudi ob drugi meritvi deležen način dela 30. Pri tem načinu je število debelih vej padlo za več kot tretjino, s tem pa se je prednost pred ostalimi načini še bistveno bolj povečala.

#### 5.2.4.6 Epikormski poganjki

##### *Vsi izbranci*

Že po prvem pregledu podatkov iz leta 2005 ter primerjavo med leti se je izkazalo, da se epikormski poganjki niso pojavili po ukrepanju na ploskvah v letu 2005, pač pa so bili prisotni že pred snovanjem poizkusa.

Kot lahko vidimo v preglednici 12, je bilo število dreves z epikormskimi poganjki po posameznih ploskvah skoraj popolnoma enako tako leta 2005 kot tudi 2009.

**Preglednica 12: Število dreves z epikormskimi poganjki po ploskvah (2005 in 2009)**

Številka ploskve	Št. izbrancev 2005	Št. izbrancev 2009
1	1	1
2	4	4
3	11	14
4	4	6
5	2	3
6	5	4
11	0	0
12	0	1
13	2	1
14	0	0
15	1	0
16	1	0
<b>Skupaj</b>	<b>31</b>	<b>34</b>

Tudi vrednosti po načinih dela so bile ob prvi in drugi meritvi med seboj zelo podobne, število izbrancev z epikormskimi poganjki se je nekoliko povečalo le v načinu dela 60 (preglednica 13). Razlike v prisotnosti med načini dela so tako nastale le zaradi različnega števila izbrancev po ploskvah in nakazujejo le to, da so se pri določanju izbrancev drevesom z epikormskimi poganjki na deblu izogibali, v kolikor je bilo mogoče.

**Preglednica 13: Število izbrancev z epikormskimi poganjki po načinih dela (2005 in 2009)**

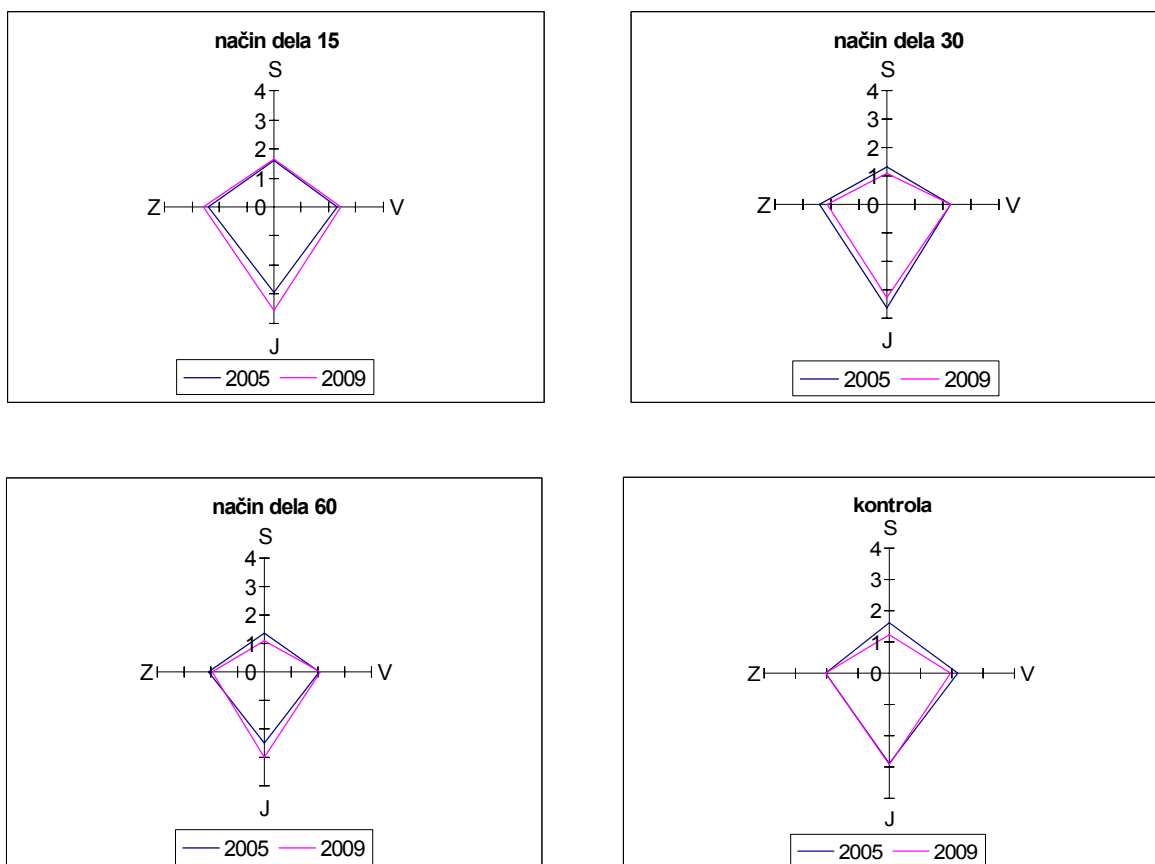
<b>Način dela</b>	<b>Št. izbrancev 2005</b>	<b>Št. izbrancev 2009</b>
<b>0</b>	6	6
<b>15</b>	1	1
<b>30</b>	4	3
<b>60</b>	20	24
<b>Skupaj</b>	31	34

#### 5.2.4.7 Asimetričnost krošnje

##### *Vsi izbranci*

Merili smo dolžino najdaljše veje v vse 4 smeri neba. Iz povprečnih vrednosti po načinih dela smo izdelali skice krošenj ter prikazali primerjavo med prvo in drugo meritvijo.

Na sliki 18 lahko vidimo, da imajo najmanjše krošnje izbranci v načinu dela 60, in sicer nekoliko manjše kot na kontrolnih ploskvah. Največje krošnje imajo izbranci v načinu dela 15, nekje v sredini pa je način dela 30. Krošnje so se v načinu dela 15 od leta 2005 do leta 2009 povečale, v načinu dela 60 ostale približno enako velike, v načinu dela 30 in na kontrolnih ploskvah pa pomanjšale. V načinu dela 15 so se povečale predvsem proti jugu, proti severu so ostale enako velike, v načinu dela 60 so se enako povečale proti jugu, proti severu pa nekoliko pomanjšale. V načinu dela 30 so se pomanjšale z vseh strani, le z vzhoda so ostale približno enako velike. Na kontrolnih ploskvah so se pomanjšale v smeri severa in vzhoda, v smeri juga in zahoda pa ostale enako velike.



Slika 18: Asimetričnost krošenj po načinu dela (m) (2005 in 2009)

#### 5.2.4.8 Volumen krošenj

##### *Vsi izbranci*

Kot lahko vidimo v preglednici 14, so bile krošnje v letu 2005 podobno velike v načinih dela 15, 30 in na kontrolnih ploskvah, mnogo manjše pa v načinu dela 60. Do leta 2009 so se krošnje v načinih dela 15 in 60 močno povečale, v načinu dela 30 in kontrolnem načinu dela pa le malenkost. Poudariti moramo, da je bila jakost redčenja glede na posameznega izbranca za način dela 30 in 60 sicer enaka, glede na celotno ploskev pa je bilo pri načinu dela 60 odstranjenih kar dvakrat toliko konkurentov kot pri načinu 30. Tu izvirajo bistveno boljše svetlobne razmere in manjša konkurenca pri načinu 60, kot pri načinu 30.

**Preglednica 14: Volumen krošenj izbrancev (m<sup>3</sup>) po načinih dela (2005 in 2009)**

	<b>način dela 15</b>	<b>način dela 30</b>	<b>način dela 60</b>	<b>kontrola</b>
<b>2005</b>	50,3	44,1	28,0	44,7
<b>2009</b>	78,3	48,7	44,4	45,0
<b>Razlika</b>	28,0	4,6	16,4	0,2
<b>razlika (%)</b>	55,6	10,4	58,5	0,5

##### *Najdebelejših petnajst*

Krošnje najdebelejših izbrancev na ploskvah so bile večje kot krošnje vseh izbrancev. Izkazalo se je, da je bila povprečna krošnja v letu 2005 v načinu dela 30 nekoliko večja od načina 15, v načinu dela 60 pa celo bistveno večja. Tudi na kontrolnih ploskvah so bile krošnje precej večje od načina 15 (preglednica 15). Do leta 2009 so se krošnje v načinu dela 15 povečale za slabih 56 %, v načinu 30 pa le za slabih 9 %. V načinu dela 60 pa so se krošnje najdebelejših izbrancev, enako kot tudi na kontrolnih ploskvah nekoliko zmanjšale, in sicer v načinu 60 za slabih 15 %, na kontrolnih ploskvah pa za dobrih 11 %. Tako smo v letu 2009 dobili največje krošnje v načinu 15, nekoliko manjše v načinu 60, najmanjše in skoraj enako velike pa v načinu 30 in na kontrolnih ploskvah.

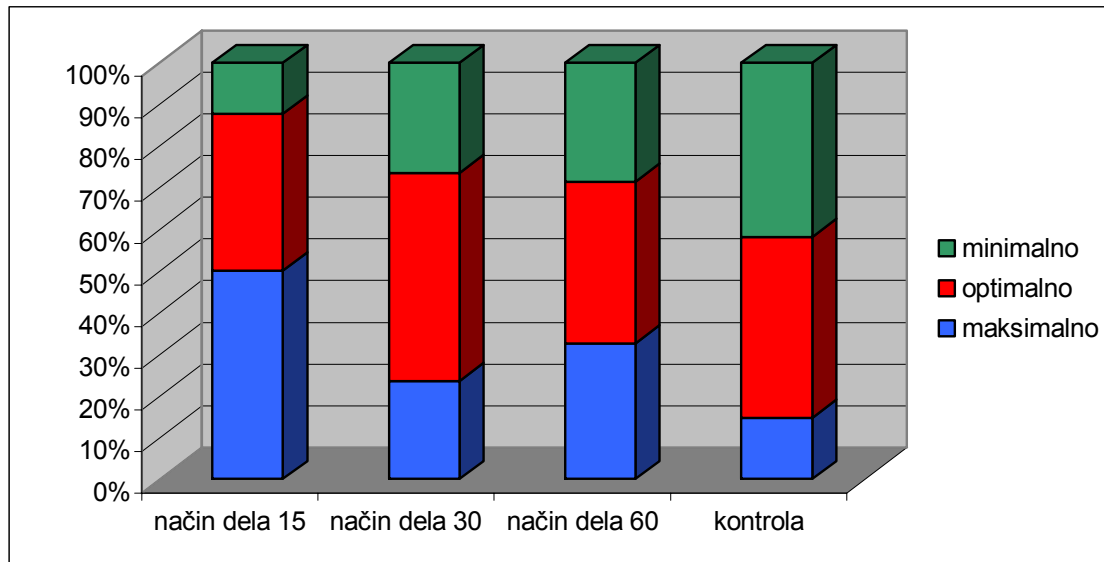
**Preglednica 15: Volumen krošenj izbrancev po načinih dela za Najdebelejših petnajst (m<sup>3</sup>) (2005 in 2009)**

	način dela 15	način dela 30	način dela 60	način dela K
<b>2005</b>	50,3	52,8	73,0	64,9
<b>2009</b>	78,3	57,5	62,1	57,6
<b>razlika</b>	28,0	4,7	-10,9	-7,3
<b>razlika(%)</b>	55,6	8,8	-14,9	-11,2

#### 5.2.4.9 Sproščenost izbrancev

*Vsi izbranci*

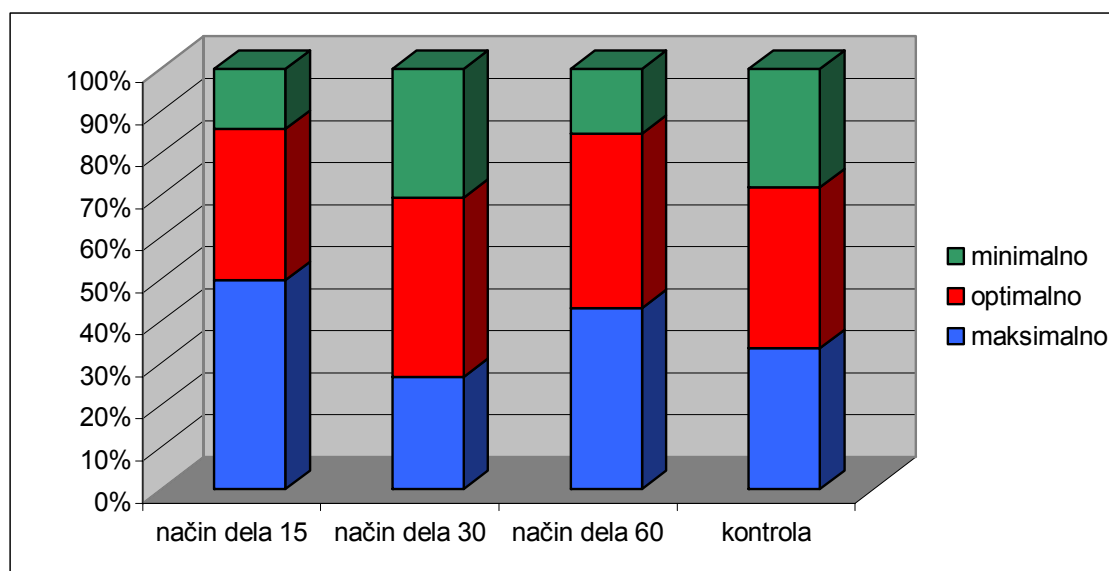
Leta 2005, ko je bil poizkus zasnovan, so bili največje sproščeni deležni izbranci v načinu dela 15, saj je bilo tam izvedeno najmočnejše redčenje. Največ optimalne sproščenosti krošenj je bilo v načinu dela 30. Najbolj utesnjene krošnje so imeli izbranci v kontroli, kjer redčenje ni bilo izvedeno (slika 19). Zaporedje načinov dela na temelju sproščenosti krošenj, dobro odraža jakosti posegov po načinih dela.



**Slika 19: Sproščenost izbrancev (2005)**



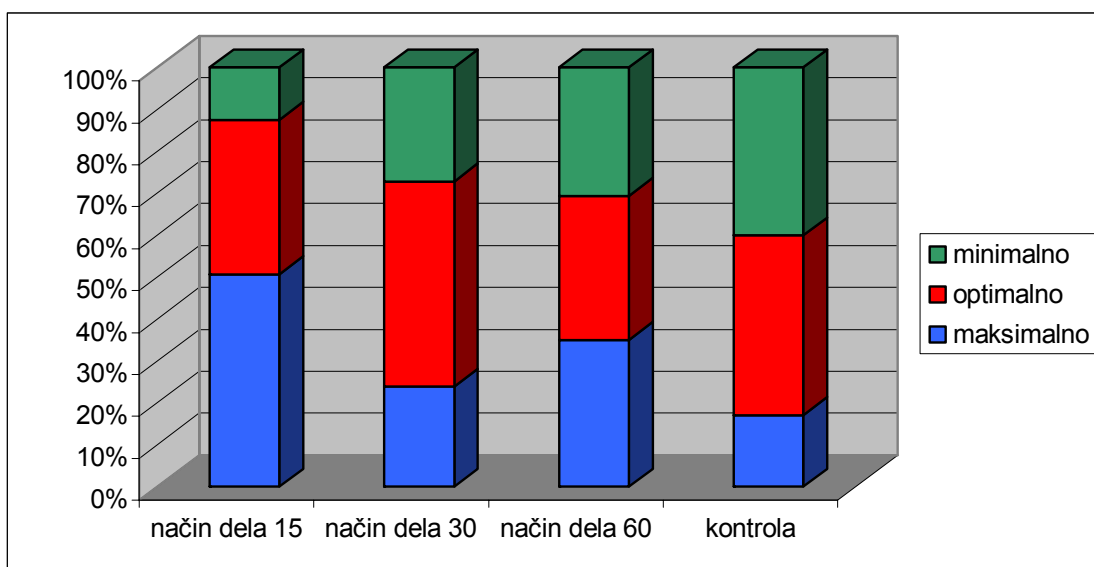
Štiri leta kasneje je sproščenost še vedno največja v načinu dela 15 (slika 20), vendar nekoliko manjša kot ob snovanju poizkusa. Povečala in celo približala načinu dela 15 pa se je sproščenost v načinu dela 60. Na kontrolnih ploskvah se je sproščenost močno povečala, v načinu dela 30 pa se ni bistveno spremenila in zato so izbranci v načinu dela 30 postali najmanj sproščeni, celo manj od izbrancev na kontrolnih ploskvah.



Slika 20 Sproščenost izbrancev (2009)

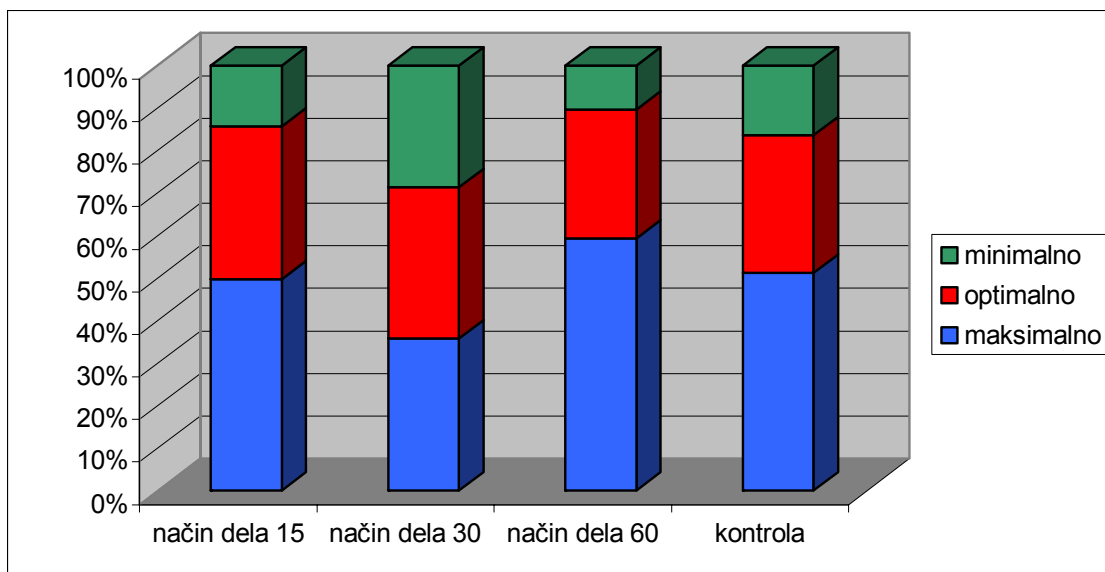
### *Najdebelejših petnajst*

V letu 2005, ko smo poizkus zasnovali, je bila sproščenost *Najdebelejših petnajstih* izbrancev po ploskvah najboljša v načinu dela 15, najslabša pa na kontrolnih ploskvah (slika 21).



Slika 21: Sproščenost izbrancev za Najdebelejših petnajst (2005)

Do leta 2009 je sproščenost v načinu dela 15 ostala skoraj enaka kot pred 4 leti, nekoliko se je izboljšala v načinu dela 30, bistveno boljša pa je postala v načinu dela 60 in na kontrolnih ploskvah (slika 22).



Slika 22: Sproščenost izbrancev za Najdebelejših petnajst (2009)

## 6 DISKUSIJA

V Sloveniji imamo dolgo in močno tradicijo gospodarjenja z gozdovi. Zaradi vse močnejšega razkoraka med stroški dela v gozdu in cene lesnih proizvodov na trgu pa je vedno bolj pomembno skrbno pretehtati vsako vlaganje v gozd, zato bo v prihodnje potrebno načrtovanje gozdne nege čimbolj racionalizirati. Gozdna nega običajno pomeni vlaganje sredstev, ki naj bi se povrnila čez mnogo let. Lastniki se zato za njeno izvedbo težko odločijo, nega pa se v nemalo primerih ne izvede. V prihodnosti velja razmisliti v smeri znižanja stroškov pri izvedbi ter zagotoviti pridobivanje sortimentov višje kakovosti.

V naših krajih je najbolj uveljavljeno t.i. klasično izbiralno redčenje. Glavni problem pri njem predstavlja veliko število izbrancev v mlajših razvojnih fazah, ki jih večino kasneje ne potrebujemo, predstavljajo pa visoke (nepotrebne) stroške. Poleg tega z zgodnjimi in prepogostimi posegi odstranjujemo drevesa, ki bi tudi drugače naravno odmrla. Zgodnja redčenja pa so vsekakor dobra z biološkega vidika, saj okrepijo mlade sestoje. Dejstvo je, da sredstev za intenzivno nego ni dovolj, zato je smiselno vključiti v našo dosedanjo prakso in prilagoditi razmeram tudi nekatera tuja spoznanja, ki temeljijo na racionalizaciji gozdne nege, kot so na primer ta, ki jih preizkušamo in opisujemo v tem delu.

V raziskavi smo preizkusili več različnih načinov gozdne nege v drogovnjakih na Mežakli, ki se od ustaljenega klasičnega načina redčenja razlikujejo predvsem v številu izbrancev in jakosti redčenja. Pri interpretaciji rezultatov moramo biti skrajno previdni, saj o razlikah med različnimi načini del sklepamo na osnovi zelo kratkega obdobja, ko so se razlike šele začele pojavljati, bolj očitne pa bodo postale šele v daljšem obdobju in po morebitnih nadaljnjih ukrepanjih. Vsi nelogični rezultati so verjetno posledica kratkega obdobja in velike naravne variabilnosti. Poleg teh dejavnikov velja omeniti tudi izločitev poškodovanih izbrancev, saj smo bili zaradi neoštevilčenja dreves prisiljeni primerjati srednje vrednosti različnega števila izbrancev.

Pred snovanjem poizkusa na Mežakli so se na velikih površinah, opustošenih v vihnem karavanškem fenu leta 1984, raztezali bukovi letvenjaki, ki so že prehajali v drogovnjake. Potem, ko so bile leta 2005 v teh sestojih izločene raziskovalne ploskve, je bila pred

ukrepanjem na njih izvedena polna premerba z meritvenim pragom 2 cm. Število dreves po posameznih ploskvah pred začetkom poizkusa se je gibalo med dobre 4.000 in slabih 10.000 na hektar. Ugotovljeno je bilo, da je večina dreves v prvi in drugi debelinski stopnji, precejšen delež še v tretji, skoraj zanemarljivo število dreves pa v višjih debelinskih stopnjah. Število dreves v prvi in drugi debelinski stopnji se je med ploskvami ob snovanju poizkusa močno razlikovalo, v tretji in višjih debelinskih stopnjah pa skoraj popolnoma ujemalo. Ker so bili kot izbranci na ploskvah izbrani najkakovostnejši izbranci, za kakovost pa sta zelo pomembna, če ne najpomembnejša, ravno premer in višina drevesa, seveda ob ustreznosti tudi drugih kakovostnih znakov (vejnatost, vitalnost, socialni položaj, drevesna vrsta, oddaljenost od sosednjega izbranca, ...), so bila izbrana predvsem drevesa iz tretje in višjih debelinskih stopenj. V tem pogledu so bile ploskve pri izbiri prihodnjih nosilcev sestoja dokaj homogene.

Drevesna sestava pred odkazilom je bila zaradi naravnega nastanka sestojev na raziskovalnih ploskvah ravno obratna kot na širšem področju Mežakle. Na Mežakli namreč na splošno s skoraj 70 % v lesni zalogi prevladuje smreka, s 26,7 % v lesni zalogi ji sledi bukev (Gozdnogospodarski ..., 2005). Do takega stanja je prišlo zaradi dolgoletnega izsekavanja bukve in drugih listavcev, predvsem za potrebe oglarjenja in fužinarstva. V naravni drevesni sestavi naj bi bilo na Mežakli v skupni lesni zalogi okrog 55 % smreke in 34 % bukve, sledila naj bi macesen in jelka. Na raziskovalnih ploskvah je bilo pred začetkom poizkusa v skupnem številu dreves na ploskvah dobrih 74 % bukve in dobrih 24 % smreke. Vse ostale drevesne vrste so bile v skupnem številu zastopane z manj kot 1 %. Od 1 % do 0,1 % so se zvrstili gorski javor, jerebika, mokovec, breza, vrba in veliki jesen, niti 0,1% v skupnem številu pa niso dosegli macesen, jelka, brest in češnja. Iz omenjenega nabora drevesnih vrst lahko razberemo, da so se poleg bukve in smreke uspele ohraniti predvsem pionirske drevesne vrste, kar je posledica nastanka sestojev. Sestoji so namreč nastali na opustošenih površinah s strani vetroloma. Vsekakor je smiselno zaradi večje mešanosti, biotske raznovrstnosti in živalskega sveta pospeševanje čim več različnih drevesnih vrst.

Ugotovili smo, da se je drevesna sestava v 4 letih med prvo in drugo meritvijo močno spremenila, saj je bilo med izbranci poškodovane več kot polovico smreke, bukeve le nekaj odstotkov, ostalih drevesnih vrst pa snegolom ni prizadel. Razvoj sestojev nakazuje, da bo še močneje prevladala bukev, z manjšim deležem smreke ter s posamično primešanimi plemenitimi listavci, kar niti ni tako presenetljivo, saj se sestoji nahajajo na bukovich rastiščih.

Glede na način dela, ki je bil naključno določen posameznim ploskvam, je bilo po ploskvah v letu 2005 izbranih določeno število izbrancev in opravljeno predvideno redčenje, ki je bolj ali manj sprostilo izbrana drevesa. Skupaj je bilo za izbrance določenih 412 dreves.

V skupnem številu izbrancev je s 78,6 % prevladovala bukev, sledila ji je smreka (17,2 %), slabše zastopan je bil še gorski javor (3,2 %), le po 0,2 % pa sta zasedala veliki jesen in mokovec. Odstotki števila po drevesnih vrstah kažejo, da je bila bukev nekoliko bolj zaželena pri izbiri kot smreka, za zelo zaželenega pa se je izkazal gorski javor. Če pomislimo, da je bila težnja pri izbiri verjetno znižati odstotek bukeve, ne pa ga povišati, lahko sklepamo, da verjetno v večini primerov sploh ni bilo mogoče izbrati druge drevesne vrste kot bukev, morda zaradi pomanjkanja drugih drevesnih vrst v bližini, ali njihove slabe kakovosti.

Ob vetroloemu konec junija 2007 in večkratnih snegolomih med leti 2005 in 2009 je bilo poškodovanih okrog 15 % izbranih dreves. Največ poškodovanih dreves je bilo v načinu dela 15 (okrog 22 %), verjetno zaradi močnejšega redčenja kot v ostalih načinih dela. Nato poškodovanost pada z intenziteto redčenja v posameznem načinu dela. V načinu dela 60, ki po intenziteti redčenja sledi načinu 15, je poškodovanost še vedno precej velika, na to sledi način 30. Snegolom je ploskve prizadel skoraj takoj po redčenju, zato se izbranci še niso uspeli okrepiti ter so bili na močno redčenih ploskvah še posebej ogroženi. Kot smo lahko pričakovali, je bilo najmanj poškodovanih dreves zaradi snegoloma v naravi prepuščenih sestojih (kontrolne ploskve) (okrog 12 %), kjer redčenja nismo izvedli. Zanimivo je, da je število poškodovanih izbrancev v načinu dela 30 za kar nekaj odstotkov manjše od načina dela 60, čeprav sta bila deležna enako intenzivnega redčenja glede na posameznega

izbranca, vendar je bilo redčenje glede na ploskev v načinu dela 60 dvakrat večje kot v načinu 30.

Močno poškodovana je bila smreka in šibko bukev, ostale drevesne vrste so ostale nepoškodovane. Rezultat je za nadaljnje raziskave skrajno neugoden, saj smo izgubili več kot polovico druge najbolj zastopane drevesne vrste na ploskvah in istočasno močno prevladujočo vrsto na širšem območju. Prav tako je tolikšna izguba smreke zaskrbljujoča tudi na splošno, za nadaljnji razvoj sestojev. Če bi namreč tudi v prihodnje prihajalo do tako velikega izpada omenjene drevesne vrste, bi jo v zelo kratkem času popolnoma izgubili, sestoji pa bi prešli v praktično čiste sestoje bukve. Vendar stanje ni tako skrb vzbujujoče, saj je do tolikšne izgube prišlo takoj po redčenju, ko se drevesa še niso uspela okrepiti in si povečati stojnosti. Predvidevamo, da bo sledilo manj poškodb, saj se bo izbrancem zaradi sprostitve leta 2005 v nekaj letih močno povečala stojnost in zmanjšalo vitkostno število. Podatki za vitkostno število kažejo, da so bili sestoji v letu 2009 že mnogo manj ogroženi kot leta 2005. Vsekakor pa se zavedamo, da je smreka veliko bolj ogrožena od snegolomov in vetrolomov kot bukev in to utegne biti na Mežakli večer problem.

Statistična analiza *Najdebelejših petnajst* za premer izbrancev je pokazala, da so značilne razlike med načinoma dela 15 in 60, kontrolnim načinom in načinom 15 ter med načinoma 30 in 60. Najnižje vrednosti premerov v načinu dela 15, sledita načina dela 30 in 60, najvišje vrednosti pri naravi prepuščenim ploskvam si verjetno lahko razložimo s težnjo po čim boljšem prostorskem razporedu izbrancev. Predvidevamo, da je bilo v letu 2005, zaradi teženj po čim boljši razporeditvi, v načinu dela 15 izpuščenih veliko dreves, ki so imela večje premere, ampak so se nahajala preblizu sosednjemu izbrancu. Seveda so enake težnje obstajale tudi v ostalih načinih dela, vendar je bila izbira lažja, saj so izbirali večje število izbrancev na enaki površini. Poleg tega, ob naši sedanji izbiri najmočnejših petnajstih izbrancev po posameznih ploskvah, nismo mogli zagotoviti prostorskega reda, ker je bila izbira izvedena zgolj v bazi podatkov, ne pa tudi na terenu. Na terenu zaradi neoštevilčenih izbrancev izbira niti ne bi bila možna. Za potrebe nadaljnjih raziskav bi bilo iz tega in tudi mnogih drugih vidikov koristno, če bi se v bodoče izbranci oštevilčili. Na ta način bi lahko spremljali posamezno drevo in ne zgolj ploskve kot celoto. Vsekakor pa se

je ob naših predpostavkah izkazalo, da smo tudi za najdebelejših petnajst dreves po ploskvah ugotovili podobna dejstva, kot smo jih pri analizi vseh izbrancev. Daleč največje debelinske prirastke smo odkrili v načinu dela 15. V kontrolnem načinu dela so bili prirastki daleč najmanjši. Pri analizi *Vsi izbranci* smo potrdili le razlike med načinoma 15 in 60 (v načinu dela 60 je bilo izbranih kar štirikrat več dreves ter odstranjenih dvakrat več konkurentov) ter med načinom dela 60 in kontrolnimi ploskvami (način 60 je bil deležen dvakrat močnejšega redčenja kot načina 15 in 30), ostale kombinacije pa se niso značilno razlikovale. Upravičeno lahko sklepamo, da močnejša sprostitev izbrancev bolj poveča prsne premere, v kolikor pa v sestojih ne izvajamo redčenj, pa kot rezultat dobimo najnižje vrednosti premerov, saj drevesa zaradi konkurence bolj priraščajo v višino.

Pri analizi višin se je izkazalo, da so višine po ploskvah dokaj podobne tako v letu 2005 (razpon povprečnih višin od 10 do 17,5 m) kot tudi v letu 2009 (od dobrih 10 do 15,5 m). Zmanjšanje povprečne višine lahko razložimo s poškodovanimi osebki, ki smo jih izločili iz raziskave. Glede na to, da je bila poškodovana predvsem smreka, ki je že v osnovi višja od bukovih izbrancev (leta 2005 za cca. 0,95 m), poleg tega pa snegolom bolj poškoduje drevesa zgornjega sloja kot drevesa nižjih slojev, je kljub prirastku ostalih dreves možno precejšnje znižanje povprečnih višin na močnejše prizadetih ploskvah. Statistična analiza višin za najdebelejših petnajst izbrancev po posameznih ploskvah je pokazala, da so bile v letu 2005 višine petnajstih dominantnih izbrancev za načine dela 15, 30 in 60 zelo podobne, medtem ko so bile višine v kontrolnem načinu dela veliko večje. Verjetno je to zopet posledica izbire najdebelejših petnajst dreves po ploskvah (ki so največkrat hkrati tudi najvišja), ki pa niso prostorsko enakomerno razporejene. V letu 2009 še vedno izstopa le kontrolni način, čeprav so višine pri tem načinu malenkostno padle. Tudi LSD analiza je pokazala, da med posameznimi načini dela ne obstajajo značilne razlike, se pa vsi trije načini ukrepanja značilno razlikujejo od kontrolnega načina, ki ni bil deležen redčenj. Statistična analiza *Vsi izbranci* pa je pokazala, da obstajajo značilne razlike v višini izbrancev med kontrolnim načinom in načinoma dela 30 in 60, ter med načinoma 15 in 60.

Če primerjamo višino drevesa z njegovim prsnim premerom, dobimo t.i. vitkostno število ( $h/d$ ), ki je dober kazalec oblike drevesa in njegove mehanske stojnosti. Raziskave na vetrolomih so pokazale, da je ogroženo predvsem drevje s faktorjem  $h/d$  večje od 80

(Hočevar, 2001). Tako ob prvi kot ob drugi meritvi za *Najdebelejših petnajst* imajo listavci precej višje vitkostno število (leta 2005 listavci 87,9 ter iglavci 81,9; leta 2009 listavci 81,1 ter iglavci 77,4), kot vemo, pa so zaradi svoje oblike bolj ogroženi iglavci, zato omenjeno dejstvo ni bilo ključnega pomena. Povprečno vitkostno število je bilo leta 2005, tako za listavce kot za iglavce, večje od 80, zato so bili sestoji močno ogroženi in posledično tudi poškodovani. V vseh načinih dela se je faktor h/d od leta 2005 do leta 2009 znižal (razen za iglavce v načinu 60), povprečno za 6,8 za listavce in 4,5 za iglavce. To smo deloma povzročili z izvedbo redčenj, večji delež pa se nanaša na poškodovanost najbolj ogroženih izbrancev v letu 2005 in posledično izločitev iz raziskave. Največje znižanje (za skupno 14,7) ter s tem povzročena najboljša stojnost izbrancev je bilo v načinu dela 15, zaradi povečane debelinske rasti in največje poškodovanosti. Stojnost se je močno izboljšala tudi na kontrolnih ploskvah (za skupno 6,3). V analizi za vse izbrance smo na račun tanjših izbrancev z dolgimi debli ugotovili višje vrednosti vitkostnega števila, je bilo pa tudi izboljšanje po ukrepanju močnejše, zato tudi za vse izbrance v prihodnosti ne pričakujemo več težav s stojnostjo.

Dolžine čistega debla so na vseh ploskvah padle, večinoma na račun novih sekundarnih vejic na deblu, deloma tudi zaradi odstranitve nekaterih poškodovanih izbrancev z veliko dolžino čistega debla. Pri analizi *Najdebelejših petnajst* za dolžino čistega debla so bili načini dela med seboj v letu 2005 dokaj izenačeni, izstopal je le kontrolni, kjer so bile dolžine čistega debla nekoliko večje. Dolžina čistega debla je v vseh načinih dela do leta 2009 padla, najmanj v načinu dela 30, v ostalih načinih dela pa nekoliko bolj. Padeč dolžin čistega debla na kontrolnih ploskvah lahko razložimo s pojavom epikormskih poganjkov tudi na teh ploskvah in na račun poškodovanih izbrancev, ki smo jih izločili iz raziskave ter so morda imeli daljša čista debla. Statistična analiza je potrdila le značilne razlike med kontrolnim načinom do načinov dela 15 in 60.

Zanimalo nas je tudi, kako različni načini dela po ploskvah vplivajo na čiščenje vej v spodnjem delu debel izbrancev. Kot smo lahko nekako pričakovali, se je število tanjših vejic od 1 cm povečalo le v načinu dela 15, v ostalih načinih pa zmanjšalo. Izstopa način 60, v katerem se je število vejic zmanjšalo za 67,3 %. Podobno oziroma še močnejše zmanjšanje bi pričakovali na kontrolnih ploskvah, vendar je bilo pomanjšanje tam skoraj



neznatno (10,7 %). V načinu dela 30 se je število vejic zmanjšalo za 15,8 %, v načinu dela 15 pa zaradi močnega redčenja in posledično večje količine svetlobe povečalo za 28,6 %. Pri analizi za vse izbrance nas je presenetilo spoznanje, da se je število tanjših vejic od 1 cm v vseh načinih dela povečalo. V načinu dela 60 smo prav tako zabeležili tudi najvišje povečanje vejic (za 55,5 %), v načinu dela 15 za 27,8 %, v načinu dela 30 za 19,1 %, v kontrolnem načinu pa 18,1%. Precejšnje povečanje števila drobnih vejic v načinu dela 15 lahko razložimo z močnim redčenjem, ki se mu je pridružila še naravna poškodovanost, kar je povzročilo izbruh epikormskih poganjkov na deblih izbrancev. Podobne vzroke bi verjetno lahko navedli tudi za način dela 60, saj je bila skupna jakost redčenja dvakrat večja kot pri načinu 15.

Število debelejših vej od 1 cm na prvih 4 m debla izbrancev se je v vseh načinih dela zmanjšalo zaradi naravnega odmiranja vej. Pri analizi *Najdebelejših petnajst* je leta 2005 z nekoliko večjim številom vej izstopal način dela 60. Do leta 2009 se je število vej najbolj zmanjšalo v načinu dela 60 (za kar 55,3 %), najmanj debelih vej pa se je očistilo v načinu dela 15, in sicer le 16,9 %. Tako slabo čiščenje vej je posledica močnega redčenja in zaradi tega dotoka velike količine svetlobe vse do spodnjega dela sestoja, kar povzroči ohranitev vej v spodnjem delu dlje časa, krajše čisto deblo ter končno večje število grč in s tem manjšo vrednost sortimentov. V tem primeru se je močno redčenje v načinu dela 15 izkazalo za slabo, normalno redčenje v načinih dela 30 in 60 pa kot odlično. Podobne rezultate smo dobili tudi pri analizi *Vsi izbranci*.

Pokazalo se je, da epikormski poganjki niso izbruhnili po ukrepanju, kot smo sprva domnevali, temveč so bili prisotni v skoraj popolnoma enaki meri že tudi ob prvi meritvi. Zanimivo je dejstvo, da imamo podobno kot na kontrolnih ploskvah zelo malo dreves s sekundarnimi poganjki tudi v načinih dela 15 in 30, mnogo več pa v načinu dela 60. To se verjetno nanaša na število izbrancev po ploskvah, saj so očitno povsod prisotna drevesa s sekundarnimi poganjki, le da smo se jim na ostalih ploskvah lahko izognili, na ploskvah z največjo gostoto izbrancev pa to očitno ni bilo mogoče. Ugotovili smo torej, da za izbruh epikormskih poganjkov ni bilo krivo redčenje, temveč drugi dejavniki.

Izkazalo se je, da so povprečne krošnje izbrancev simetrične v smeri vzhod – zahod, asimetrične pa v smeri sever – jug. Proti jugu so povprečno 2 krat daljše kot proti severu in sicer zaradi ekspozicije in nagnjenosti terena. Najmanjše krošnje so imeli leta 2005 izbranci iz načina dela 60, celo manjše od izbrancev na kontrolnih ploskvah. Največje krošnje so imeli izbranci v načinu dela 15, saj smo zaradi tako nizkega števila izbrancev lahko izbrali le najboljša in hkrati v večini primerov tudi največja drevesa. Do leta 2009 se je tloris krošenj v načinu dela 15 povečal, saj so bili izbranci deležni močnega redčenja oziroma popolne sprostitve. V načinu dela 60 so krošnje ostale skoraj enako velike, v načinu dela 30 ter na kontrolnih ploskvah pa so se krošnje zaradi konkurence in odmiranja vej pomanjšale. Krošnje so se v različnih načinih dela spreminjale različno v različnih smereh neba, predvidevamo tudi, da povprečne vrednosti sprememb niso dober kazalec, ker se je krošnja verjetno pri individualnem osebku spreminjala povsem različno, glede na mikrorastiščne pogoje.

Volumen krošenj se je pri analizi *Najdebelejših petnajst* najbolj povečal v načinu dela 15 (za kar 55,6 %), saj je bil le-ta način deležen močnega redčenja. Veliko slabše, pa vseeno kot dober način za povečanje volumna krošenj se je izkazal tudi način 30, zelo slabo, celo slabše kot kontrolne ploskve pa se je izkazal način 60. Kakorkoli pa so imeli najdebelejši izbranci v načinu dela 60 ob snovanju daleč največje krošnje in se tudi v letu 2009 še vedno po velikosti ostale takoj za načinom dela 15. Precej drugačne rezultate smo dobili z analizo za *Vse izbrance*, kjer se je v načinih dela 15 in 60 volumen krošenj povečal za kar 55,6 oziroma 58,5 %, v načinu dela 30 pa le za 10,4 %. V načinu dela 15 so se krošnje povečale na račun močnega redčenja, za način dela 60 pa lahko sklepamo da deloma na račun močnejše jakosti redčenja na celotnih ploskvah kot v načinu dela 30, deloma pa zaradi manjših krošenj ob snovanju poizkusa in morda zaradi tega hitrejši rasti (ki so jo bili ostali načini dela verjetno deležni že pred letom 2005).

Tudi za sproščenost smo naredili dve ločeni analizi. Pri analizi *Najdebelejših petnajst* se je izkazalo, da je bila sproščenost izbrancev leta 2005 pričakovano daleč največja v načinu dela 15, saj smo le v tem načinu dela izvedli močno redčenje. Prav tako se je potrdilo predvidevanje, da bodo najmanj sproščene krošnje izbrancev v kontrolnem načinu dela, kjer nismo izvajali nikakršnih ukrepov in je konkurenca med drevesi največja. V

naslednjih 4 letih pa sproščenost v načinu dela 15 ni ostala največja, saj je vodilno vlogo prevzel način dela 60, kjer se je sproščenost najbolj močno povečala. Tako dobrega odziva na normalno redčenje v načinu 60 nismo pričakovali, se je pa to verjetno zgodilo zaradi velikega števila izbrancev, posledično pa tudi konkurentov, ki so bili odstranjeni. Zanimivo je, da se je na kontrolnih ploskvah sproščenost samodejno močno povečala, verjetno na račun vseh poškodovanih dreves (tako izbrancev kot tudi ostalih). V načinu dela 30 je sproščenost ostala skoraj enaka kot pred 4 leti ter zato zaradi povečanja v ostalih načinih dela, padla na zadnje mesto, sproščenost je bila v načinu dela 30 celo manjša kot v naravi prepuščenih sestojih. Očitno je bila za povečanje sproščenosti kombinacija izbire 30 izbrancev na 9-arski z zmernim redčenjem neugodna (jakost redčenja na ploskvi je bila premajhna), na ploskvah s 60 izbranci pa veliko boljše (jakost redčenja glede na posameznega izbranca je bila sicer enaka kot pri načinu dela 30, glede na celotno ploskev pa je bila zaradi dvakrat večjega števila izbrancev tudi jakost redčenja dvakrat večja). Enake rezultate je dala tudi analiza *Vsi izbranci*.

Ko povzamemo vse ugotovitve, ugotovimo, da je za posamezen parameter, ki smo ga merili pri izbrancih, določen način dela bolj ugoden, nek drugi pa nanj vpliva negativno. Zaradi močnega redčenja, na primer, smo v načinu dela 15 zabeležili največje povečanje premera ter zato hkrati najmanjši prirastek v višino (zaradi izločitve poškodovanih dreves je bil celo negativen). S tem smo potrdili prvi dve delovni hipotezi. Podobno se je izkazalo v raziskavi Triplata (2010) in Orešnika (2009). Ker si želimo tako višinskega kot tudi debelinskega prirastka, je verjetno najboljši predlog avtorjev švicarskega modela (Schuetz, 2005, Ammann, 2005a) in raziskovalcev v Sloveniji (npr. Bončina in sod. 2007, Roženberger in sod., 2008a in 2008b), da najprej pospešujemo rast v višino, kasneje pa močno sprostimo krošnjo in zagotovimo še močan debelinski prirastek. Zato bi bilo verjetno boljše začeti s načinom dela 30 ali 60, kasneje pa preiti na gostoto, ki jo predvideva način dela 15. Problem pri takšnem načinu lahko povzroča stojnost, saj imamo nekje na sredini obdobja rasti drevesa z zelo velikim vitkostnim številom. Običajno pa so ključni pri presoji stroški, ki so potrebni za ukrepanje v sestoji z določenim načinom dela. Čeprav določene raziskave o minimalni negi niso potrdile značilnega prihranka pri gozdni negi (Krajčič in Kolar, 2000; Orešnik, 2009), še vedno velja prepričanje, da manjše število izbrancev pomeni nižje stroške pri redčenju, poleg tega pa so stroški nižji še zaradi manj

pogostega ukrepanja (Mlinšek, 1983; Krajčič in Kolar, 2000; Amman, 2005a; Bončina in sod., 2007). Kot smo torej ugotovili, se v primeru pomanjkanja sredstev bolj splača izbrati manjše število izbrancev in jih primerno sprostiti, kot obratno. Poleg višine in prsnega premera so za kakovost pomembni tudi ostali parametri. Za čisto deblo smo ugotovili, da so najboljši rezultati pri načinu dela 30. Potrdili smo tudi predvidevanje, da močnejše redčenje pomeni večje število epikormskih poganjkov na deblih izbrancev, kjer se je način dela 15 izkazal za najslabšega. Tudi za naravno čiščenje debelejših vej, se je najbolj izkazal način dela z najgostejšo mrežo izbrancev (60), najslabše pa način dela 15. V našem primeru nismo potrdili hipoteze, da se naravi prepuščeni sestoji najboljše očistijo vej v spodnjem delu debla, saj se je nekoliko bolje od kontrolnega načina dela izkazal način dela 30, način dela 60 pa celo mnogo bolje. Dokler torej ne dosežemo želene dolžine čistega debla, moramo imeti v sestojih dovolj veliko gostoto za naravno čiščenje vej, šele nato pa lahko preidemo v način z močnim redčenjem, kot ga predvideva način dela 15. Ker se naslednje ukrepanje odmakne nekoliko bolj v prihodnost, ko so sestoji že starejši, tudi lažje izberemo redko mrežo najboljših izbrancev in s tem prihranimo določena sredstva. Če so krošnje izbrancev majhne, jih lahko najbolj povečamo z uvedbo načina dela 15, kot dober pa se je izkazal tudi način dela 30. Način dela 60 se je izkazal celo slabše kot kontrolni. Samodejno so se po ukrepanju v naslednjih 4 letih krošnje še dodatno sprostile v načinu dela 60, dobro tudi v kontrolnem načinu dela. V načinu dela 15 in načinu dela 30 so ostali izbranci enako sproščeni, kot smo jih sprostiti ob ukrepanju v letu 2005. Potrdimo lahko hipotezo o ohranitvi najboljše sproščenosti v načinu dela 15 tudi po 4 letih, vendar trend nakazuje, da lahko v kratkem času pričakujemo spremembe.

Glede na posamezne načine dela lahko zaključimo, da je način dela 15 ugoden, če želimo povečati premer debla izbrancev (skladno z Orešnik, 2009) in volumen krošenj (enako sta ugotovila Bončina (1994) in Triplat (2010)) ali pa zagotoviti boljšo stojnost (zmanjšati vitkostno število). Kot sta ugotovila že Krajčič in Kolar (2000), močno ukrepanje povzroči debelovejnatost, kar se je izkazalo tudi v našem primeru pri načinu z močnim ukrepanjem. Način 30 se je izkazal najboljše pri čistem deblu in najmanjšem številu tankih vej na prvih 4 m debla. V kolikor potrebujemo večje krošnje, boljše čiščenje debelih vej ali pa izboljšanje sproščenosti, se bomo odločili za način dela 60. Če pa sestoj prepustimo

naravnemu razvoju, bo to najboljše vplivalo na višinsko rast (kar nasprotuje raziskavam Celič, 2002, Orešnik, 2010 in Triplat, 2010) in majhno število tankih vejic.

Morda smo imeli nekoliko smole pri naključni dodelitvi načinov dela ploskvam in je bil način dela 30 deležen najslabših začetnih pogojev ter se je zato izkazal zelo slabo. Na podlagi analize, ki je bila opravljena v okviru te diplomske naloge, bi lahko zaključili, da dobimo najboljše rezultate, če tudi v nadaljnje ukrepamo na način, kot ga predvideva način dela 60, v kolikor pa nam sredstva, ki jih imamo na razpolago, tega ne dopuščajo, pa se lahko odločimo za način dela 15, pri katerem si tudi podaljšamo obdobje do naslednjega ukrepa in zmanjšamo število skupnih potrebnih ukrepanj, slabše pa pri ukrepanju v smislu, kot ga predvideva način dela 30. Način dela 30 je stroškovno verjetno blizu načinu dela 15, saj da kombinacija redčenj in števila izbrancev približno enako število konkurentov, ki jih je potrebno odstraniti. Čeprav se je način dela 30 pri nekaj parametrih izkazal slabo, pa se je dobro izkazal pri zmanjšanju h/d razmerja in povečanju krošenj. Omenjena parametra sta na območju Mežakle še toliko bolj pomembna, saj so ujme stalno prisotne. Zaradi pomika naslednjih ukrepanj v prihodnost ali možnost izpustitve enega izmed naslednjih redčenj, je bolj verjetno, da bomo ob naslednjem oziroma zgodnejšem ukrepanju že presegli prag rentabilnosti ter se nam bo redčenje izplačalo že samo po sebi, ne le na dolgi rok. Učinki vseh načinov dela le 4 leta po ukrepanju še niso povsem opazni, večje razlike med načini dela pa se bodo verjetno še pokazale v prihodnje, zato je smiselno, da se na ploskvah nadaljuje z nadaljnjimi raziskavami.

## 7 POVZETEK

V okviru diplomske naloge smo opravili drugo meritev na trajnih raziskovalnih ploskvah na Mežakli. Z analizo dobljenih podatkov smo želeli ugotoviti razlike v kakovostnih znakih med izbranci in odziv na različne gozdnogojitvene ukrepe. Ločili smo 3 različne načine dela ter kontrolne ploskve, na katerih ni bilo izvedenih nikakršnih ukrepanj (način dela 0). Prvi način je zajemal klasično izbiralno redčenje z normalno jakostjo odkazila (način dela 60), drugi izbiralno redčenje s 50 % manjšo gostoto izbrancev z normalno jakostjo odkazila (način dela 30), tretji pa izbiralno redčenje s 75 % manjšo gostoto izbrancev z močno jakostjo odkazila (način dela 15). Zanimalo nas je, ali lahko prihranimo vložena sredstva z manjšo jakostjo ukrepanja in izbiro manjšega števila izbrancev in hkrati dosežemo boljšo kakovost, kot pri običajnem načinu redčenj.

Ploskve velikosti 30 x 30 m so bile postavljene leta 2005, nahajajo se na Mežakli, na nadmorski višini okrog 1000 m. Proučevali smo bukove sestoje na bukovih rastiščih v razvojni fazi drogovnjaka, ki so nastali na opustošenih površinah po vetrolomu leta 1984. Na ploskvah je tako ob prvi, kot tudi ob drugi premerbi prevladovala bukev, sledila ji je smreka, delež ostalih drevesnih vrst pa je bil minimalen.

Izbrance, ki so bili določeni v letu 2005, smo leta 2009 ponovno izmerili in jim določili potrebne parametre. Vsakemu izmed njih smo določili drevesno vrsto, izmerili premer, višino in dolžino čistega debla. Prešteli smo ločeno tanjše in debelejše veje od 1 cm na prvih in drugih 4 m debla izbrancev. Izbrancem smo določili tudi asimetričnost krošenj v glavnih 4 smereh neba ter jim ocenili sproščenost.

Podatke smo obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel 2003 ter programa SPSS 17.0. Za usmeritev pri določenih korakih analize smo si pomagali s programom Statistica 7. Preglednice in slike smo izdelali v programih Microsoft Word 2003, Microsoft Excel 2003 ter SPSS 17.0. Za vse statistične analize smo uporabili SPSS 17.0. Da bi izničili vpliv različnega števila izbrancev po ploskvah, smo se odločili, da smo poleg osnovne analize, pri kateri smo upoštevali podatke za vse izbrance, naredili še analizo za enotno število izbrancev po ploskvah, in sicer najdebelejših petnajst izbrancev.

Ujme so v proučevanem obdobju poškodovale kar nekaj izbrancev. Izgubili smo kar 59 % izbrancev smreke in 8 % izbrancev bukve. Novih izbrancev v okviru te raziskave nismo določali.

Ugotovili smo, da smo zaradi močnega redčenja v načinu dela 15 zabeležili največje povečanje premera in najmanjši prirastek v višino. Za čisto deblo se je izkazalo, da so najboljši rezultati pri načinu dela 30. Močnejše redčenje pomeni večje število epikormskih poganjkov na deblih izbrancev, saj se je način dela 15 izkazal za najslabšega. Tudi za naravno čiščenje debelejših vej se je najbolj izkazal način dela z najgostejšo mrežo izbrancev (60), najslabše pa način dela 15. Za čiščenje vej se je bolje od kontrolnega načina dela izkazal način dela 30, način dela 60 pa celo mnogo bolje, kar je nekoliko presenetljivo. Če so krošnje izbrancev majhne, jih lahko najbolj povečamo z uvedbo načina dela 15, kot dober pa se je izkazal tudi način dela 30. Način dela 60 se je izkazal celo slabše kot kontrolni. Samodejno so se po ukrepanju v naslednjih 4 letih krošnje še dodatno sprostile v načinu dela 60, dobro tudi v kontrolnem načinu dela. V načinu dela 15 in načinu dela 30 so ostali izbranci enako sproščeni, kot smo jih sprostili ob ukrepanju v letu 2005.

Način dela 15 se je izkazal kot ugoden, če želimo povečati premer debla izbrancev in volumen krošenj ali pa zagotoviti boljšo stojnost (zmanjšati vitkostno število). Močno ukrepanje je povzročilo debelovejnatost. Način 30 se je izkazal najboljše pri dolžini čistega debla in najmanjšem številu tankih vej na prvih 4 m debla. V kolikor je zeleno boljše čiščenje debelih vej, predlagamo način dela 60. Če pa sestoje prepustimo naravnemu razvoju, bo to najboljše vplivalo na višinsko rast in majhno število tankih vejic.

Na podlagi analize, ki je bila opravljena v okviru te diplomske naloge, bi lahko zaključili, da dobimo najboljše rezultate, če tudi v nadaljnje izvajamo klasično izbiralno redčenje, ki je najbolj v uporabi. V kolikor nam sredstva tega ne dopuščajo, se lahko odločimo za način dela 15, pri katerem si tudi podaljšamo obdobje do naslednjega ukrepa in zmanjšamo število skupnih potrebnih ukrepanj, slabše rezultate pa dobimo pri ukrepanju v smislu, kot ga predvideva način dela 30. Način dela 30 je stroškovno verjetno blizu načinu dela 15, saj da kombinacija redčenj in števila izbrancev približno enako število konkurentov, ki jih je

potrebno odstraniti, zato se verjetno tudi čas izvedbe ne more bistveno razlikovati. Čeprav se je način dela 30 pri nekaj parametrih izkazal slabo, pa se je dobro izkazal pri zmanjšanju h/d razmerja in povečanju krošenj. Omenjena parametra sta na območju Mežakle še toliko bolj pomembna, saj so ujme stalno prisotne. Zaradi pomika naslednjih ukrepanj v prihodnost ali možnost izpustitve enega izmed naslednjih redčenj, je bolj verjetno, da bomo ob naslednjem oziroma zgodnejšem ukrepanju že presegli prag rentabilnosti ter se nam bo redčenje izplačalo že samo po sebi in ne bo predstavljalo le vložka sredstev. Kakorkoli pa tudi način dela 60, ki predstavlja klasično izbiralno redčenje, ki je najpogostejše v dosedanji praksi, daje dobre rezultate in ne predstavlja bistveno večjih vložkov, kot jih zahtevajo novi načini redčenj, ki smo jih preizkušali. Učinki vseh načinov dela le 4 leta po ukrepanju še niso povsem opazni, večje razlike med načini dela pa se bodo verjetno še pokazale v prihodnje, zato je smiselno, da se na ploskvah nadaljuje z raziskavami in s tem pridobi še uporabnejše rezultate.



## VIRI

ARSO. 2010

[http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather\\_events/karavanski-fen\\_12-14okt09.pdf](http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/karavanski-fen_12-14okt09.pdf)

(8. 12. 2010)

Atlas okolja. 2010

[http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)

(15. 12. 2010)

Ammann P. 2005a. Biologische Ratonalisierung: Teil 1: Einleitung und ökonomische Grundlagen. Wald und Holz, 86, 1: 42-45

Ammann P. 2005b. Biologische Ratonalisierung: Teil 3: Biologische Rationalisierung bei Esche, Bergahorn und Buche. Wald und Holz, 86: 29-33

Bončina A. 1994. Vpliv redčenj na razvoj bukovih sestojev na Somovi gori 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 Slovenija: Annals of forest science, 64, 1: 47-57

Celič K. 2002. Učinek redčenj v bukovih sestojih na Brezovi Rebri. Gozdarski vestnik, 60, 2: 59-76

Cimperšek M. 2002. Z drugačnimi negovalnimi modeli, do boljšega lesa. Gozdarski vestnik, 60, 5-6: 246-258

Diaci J. 1996. Nega gozdov in kakovost v prihodnosti. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, 2: 121-131

Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 275-280

Ferlin F. 2002a. Ali potrebujemo drugačne, tuje negovalne modele za pridobivanje boljše kakovosti (bukovega) lesa? *Gozdarski vestnik*, 60, 7/9: 407-411

Ferlin F. 2002b. Učinek redčenj v bukovih sestojih na Brezovi Rebri. *Gozdarski vestnik*, 60, 3: 163-164

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Mežakla za leto 1975 - 1984. 1975. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, Krajevna enota Pokljuka.

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Mežakla za leto 1995 - 2004. 1995. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, Krajevna enota Pokljuka.

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Mežakla za leto 2005 - 2014. 2005. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, Krajevna enota Pokljuka.

Hočevar M. 2001. Dendrometrija – gozdna inventura. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 215 str.

Kotar M. (priređitelj) 1977. Statistične metode: izbrana poglavja za študij gozdarstva. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 508 str.

Kotar M. 1997. Donos gozda v povezavi z nego gozda. Ali moramo načela nege gozda spremeniti? *Gozdarski vestnik*, 55, 3: 130-163

Kotar M. (priređitelj). 2003. *Gozdarski priročnik*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 str.

Krajčič D. 1999. Obseg bioloških vlaganj v Sloveniji. Zbornik lesarstva in gozdarstva, 59: 33-54

Krajčič D., Kolar I., 2000. Vpliv spremenjenega načina nege letvenjaka na zmanjševanje stroškov: Gozdarski vestnik, 58, 2: 75-84

Laibundgut H. 1993. Nega gozda. Kotar M. (prevajalec). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 191 str.

Orešnik J. 2009. Primerjava različnih načinov redčenj na raziskovalnih ploskvah v lučki beli: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 44 str.

Roženberger D., Ficko A., Diaci J. 2008a. Sodobno gojenje bukovih gozdov. Zbornik gozdarstva in lesarstva 87: 77-87

Roženberger D., Ficko A., Diaci J. 2008b. Sodobna izhodišča nege bukovih gozdov V: Bukovi gozdovi: ekologija in gospodarjenje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 33-35

Schütz J. P. 2005. Opportunities and strategies of biological rationalisation of forest tending within nature-based management = Priložnosti in strategije biološkega izpojonjevanja nege gozdov v okviru sonaravnega gospodarjenja V: Prihodnost gospodarjenja z gozdovi v Srednji Evropi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 9

Triplat M. 2010. Primerjava različnih načinov redčenja v bukovih drogovnjakih: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 49 str.

Wikipedia. 2011

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Gozd>

(12. 2. 2011)

Zaključno poročilo o rezultatih opravljene raziskovalnega dela na projektu v okviru ciljnega raziskovalnega programa (CRP) »Konkurenčnost Slovenije 2001 – 2006«: projekt: Razvoj in preverjanje alternativnih modelov nege gozdov ob upoštevanju sodobnih tehnologij pridobivanja lesa. 2006. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 8-19

## **ZAHVALA**

Na koncu bi se želel zahvaliti vsem, ki so pripomogli k dokončanju študija in nastanku diplomske naloge.

Najprej bi se rad zahvalil mentorju prof. dr. Juriju Diaciju za strokovno usmerjanje in vso nudeno pomoč v celotnem obdobju nastajanja diplomske naloge. Nato se želim zahvaliti mag. Dušanu Roženbergerju za vse nasvete pri izdelavi naloge ter pomoč pri obdelovanju podatkov, recenzentu prof. dr. Andreju Bončini za opravljeno recenzijo ter mag. Maji Božič za končni pregled naloge.

Hvala tudi Tomažu Adamiču za pomoč pri terenskem delu, Janji Lukanc iz KE Pokljuka za vpogled v starejše GG načrte in Beti Črnač za lektoriranje besedila.

Posebno zahvalo namenjam svoji družini, ker so me v času šolanja in študija neprestano spodbujali, mi pomagali in mi nudili tako moralno kot finančno podporo. Hvala tudi moji puncu Barbari za pomoč in podporo pri izdelavi diplomske naloge ter vsem sorodnikom in prijateljem, ki so me pri študiju spodbujali ter mi nudili dobro družbo in razvedrilo v prostem času.

Delo posvečam staršem: mami kot nagrado za ogromno vloženega truda in vse spodbudne besede ter kot zahvalo očetu, ki mu žal ni bilo dano, da bi dočakal zaključek študija in se veselil z nami.

Najlepša hvala vsem!!

## **PRILOGE**

**Priloga A: Aritmetične sredine in standardna napaka za posamezne parametre po ploskvah ter po načinih dela (2005)**

2005	Številka ploskve	Premer debla		Višina drevesa		Dolžina čistega debla		Žive veje 0- 4m				Asimetričnost krošnje								Sproščenost nosilcev							
		(cm)	SE	(m)	SE	(m)	SE	<1 cm		>1 cm		S		J		V		Z		MAX		OPT		MIN			
								(št.)	SE	(št.)	SE	(m)	SE	(m)	SE	(m)	SE	(m)	SE	(m)	SE	%	SE	%	SE	%	SE
način dela 15	1	14,31	1,04	13,56	0,57	5,06	0,33	1,2	0,65	1,4	0,72	1,7	0,30	3,1	0,41	2,6	0,29	2,8	0,38	55,0	7,36	31,3	6,65	13,7	3,258		
	11	12,17	0,88	11,45	0,45	5,09	0,24	0,4	0,60	2,9	0,45	1,5	0,18	2,7	0,40	2,4	0,30	2,0	0,31	41,0	5,61	47,3	4,72	11,7	3,96		
	14	13,11	1,13	14,38	0,79	6,90	0,54	0,0	0,42	1,1	0,00	1,7	0,25	3,1	0,24	2,0	0,40	2,4	0,22	54,4	1,89	34,4	6,29	11,3	7,18		
	povpr.	13,20		13,13		5,68		0,5		1,8		1,6		2,9		2,3		2,4		50,1		37,7		12,2			
način dela 30	5	12,45	0,83	11,53	0,35	5,64	0,18	1,0	0,30	1,7	0,51	1,3	0,19	2,8	0,25	2,4	0,25	2,1	0,25	17,5	4,11	54,7	3,60	27,8	3,60		
	15	12,11	1,33	11,82	0,51	5,64	0,38	0,3	0,00	0,5	0,10	1,6	0,28	4,8	0,33	2,6	0,23	3,0	0,31	24,5	3,44	49,0	5,58	26,6	4,83		
	16	12,20	0,63	12,14	0,64	5,91	0,35	0,6	0,56	0,8	1,00	1,1	0,18	3,2	0,24	1,8	0,20	2,2	0,20	28,7	5,37	46,2	3,73	25,2	4,86		
	povpr.	12,25		11,83		5,73		0,6		1,0		1,3		3,6		2,3		2,4		23,6		49,9		26,5			
način dela 60	3	11,49	0,41	11,61	0,15	6,11	0,16	3,0	0,78	1,1	0,28	1,4	0,11	2,7	0,15	2,2	0,12	2,0	0,11	23,3	2,51	43,3	2,77	33,5	3,04		
	4	12,25	0,55	10,83	0,24	4,98	0,20	0,9	0,50	2,5	0,37	1,4	0,16	2,4	0,17	2,0	0,16	2,2	0,15	33,8	3,37	38,1	2,67	28,1	3,15		
	6	10,45	0,53	11,10	0,24	5,66	0,19	2,0	0,37	1,6	0,35	1,3	0,14	2,3	0,17	1,8	0,15	2,2	0,14	41,0	3,45	34,8	3,40	24,2	3,05		
	povpr.	11,39		11,18		5,58		2,0		1,7		1,4		2,5		2,0		2,1		32,7		38,7		28,6			
kontrola	2	9,92	0,54	10,07	0,45	4,47	0,26	2,4	0,52	2,7	0,78	0,8	0,20	2,7	0,21	1,7	0,21	2,2	0,16	21,3	5,16	45,5	3,89	33,2	3,52		
	12	15,21	0,91	13,73	0,43	7,35	0,30	0,2	1,45	0,4	0,78	2,0	0,19	2,1	0,23	2,5	0,18	1,1	0,21	9,8	3,47	46,8	3,06	43,4	2,30		
	13	15,82	0,80	17,51	0,34	7,27	0,43	0,5	0,10	1,5	0,47	2,1	0,15	3,9	0,20	2,5	0,18	2,9	0,17	12,9	4,29	38,0	3,44	49,1	3,53		
	povpr.	13,65		13,77		6,36		1,0		1,5		1,6		2,9		2,2		2,1		14,7		43,4		41,9			

**Priloga B: Aritmetične sredine in standardna napaka za posamezne parametre po ploskvah ter po načinih dela (2009)**

2009	Številka ploskve	Premer debla		Višina drevesa		Dolžina čistega debla		Žive veje 0- 4 m				Asimetričnost krošnje								Sproščenost nosilcev					
		(cm)	SE	(m)	SE	(m)	SE	<1 cm		>1 cm		S		J		V		Z		MAX		OPT		MIN	
								(št.)	SE	(št.)	SE	(m)	SE	(m)	SE	(m)	SE	(m)	SE	%	SE	%	SE	%	SE
način dela 15	1	16,71	1,21	13,42	0,46	3,75	0,55	1,17	1,08	1,58	0,71	1,75	0,32	3,42	0,36	2,42	0,31	2,71	0,37	75,83	6,90	20,83	5,83	3,33	1,88
	11	13,47	0,98	12,11	0,30	3,39	0,67	0,33	0,23	2,00	0,77	1,54	0,23	3,17	0,27	2,42	0,42	2,33	0,28	38,33	9,91	50,83	8,74	10,83	7,33
	14	15,30	1,11	13,88	0,47	3,58	0,54	0,55	0,46	0,91	0,64	1,58	0,34	4,04	0,50	2,50	0,39	2,75	0,50	35,00	9,29	36,25	8,49	28,75	6,55
	povpr.	15,16		13,13		3,57		0,68		1,50		1,63		3,54		2,44		2,60		49,72		35,97		14,31	
način dela 30	5	14,12	0,72	12,05	0,32	3,31	0,36	2,19	1,32	0,77	0,31	1,08	0,14	3,02	0,17	2,06	0,16	2,25	0,19	24,04	5,21	39,62	4,84	36,35	4,39
	15	13,80	0,76	12,64	0,42	5,04	0,30	0,00	0,00	0,44	0,15	1,12	0,21	3,58	0,26	2,44	0,29	2,16	0,30	26,40	6,28	40,00	5,40	33,60	5,44
	16	13,70	0,60	13,22	0,27	5,23	0,30	0,11	0,08	0,48	0,41	1,06	0,05	3,22	0,20	2,26	0,19	2,00	0,21	29,63	6,58	48,33	1,57	22,04	4,65
	povpr.	13,87		12,63		4,53		0,77		0,56		1,08		3,27		2,25		2,14		26,69		42,65		30,66	
način dela 60	3	12,89	0,45	11,90	0,17	2,65	0,32	4,62	0,94	0,75	0,18	1,12	0,12	3,25	0,14	2,03	0,13	2,09	0,11	23,75	3,40	56,15	3,75	20,10	2,66
	4	14,02	0,70	11,63	0,27	3,37	0,29	2,28	1,10	0,74	0,17	1,43	0,16	2,69	0,16	2,18	0,12	1,94	0,12	44,90	5,63	39,20	4,63	15,90	3,53
	6	11,87	0,70	12,04	0,29	3,90	0,30	2,31	0,98	0,69	0,21	0,68	0,10	3,07	0,18	2,08	0,17	1,87	0,16	60,89	5,10	29,43	4,00	10,34	3,06
	povpr.	12,93		11,85		3,30		3,07		0,73		1,07		3,00		2,10		1,96		43,18		41,60		15,45	
kontrola	2	11,10	0,37	10,33	0,27	2,27	0,31	3,04	1,27	2,20	0,56	1,13	0,15	2,69	0,12	2,13	0,17	1,63	0,12	49,07	5,67	37,78	5,52	13,15	2,91
	12	16,53	1,27	14,70	0,59	6,84	0,38	0,33	0,33	0,00	0,00	0,87	0,15	2,48	0,19	1,81	0,15	1,85	0,18	39,63	7,87	37,41	5,81	22,96	5,87
	13	17,29	0,97	15,32	0,35	5,32	0,45	0,27	0,24	0,42	0,23	1,74	0,22	3,56	0,22	1,92	0,15	2,59	0,23	11,97	3,83	39,55	4,92	48,48	5,04
	povpr.	14,97		13,45		4,81		1,22		0,87		1,25		2,91		1,96		2,02		33,56		38,24		28,20	