

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

Zoran PERME

**RAZVOJ MLADJA V VRZELIH PRAGOZDNEGA
REZERVATA RAJHENAVSKI ROG**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

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

Zoran PERME

**RAZVOJ MLADJA V VRZELIH PRAGOZDNEGA REZERVATA
RAJHENAVSKI ROG**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**SEEDLINGS DEVELOPMENT IN GAPS OF VIRGIN FOREST
RAJHENAVSKI ROG**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

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.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 28. 8. 2006 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:

Naloga 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.

Zoran Perme

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 232 (497.4*06 Rajhenav)(043.2)=163.6
KG	Pomlajevanje/vrzeli/pragozdni rezervati/Rajhenavski Rog/ <i>Fagus sylvatica</i> / <i>Abies alba</i>
KK	
AV	PERME, Zoran
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	2008
IN	RAZVOJ MLADJA V VRZELIH PRAGOZDNEGA REZERVATA RAJHENAVSKI ROG
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 44 str., 7 preg., 21 sl., 1 pril., 35 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

Raziskava je potekala na Kočevskem, v pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog, ki je del dinarskega gorstva v južnem delu Slovenije. Leta 2000 so v sklopu raziskovalnega projekta NAT-MAN postavili trajne raziskovalne ploskve v vrzelih Rajhenavskega pragozda. Znotraj vsake vrzeli je bila položena mreža 5x5 m, ki je določila lokacijo vzorčne ploskvice. V letih 2000 in 2005 smo na vsaki ploskvici znotraj šestih vrzeli merili in ocenjevali prekritost in poraščenost tal, pomlajevanje drevesc, objedenost mladja, rast petih dominantnih drevesc na ploskvici in svetlobne razmere. Analiza meritev je pokazala, da se je delež mladja v prekritosti tal povečal. Gostota bukve se je povečala, izboljšala se je tudi kakovost dominantnih bukovih drevesc. Gostota mladja jelke in javorja se je zmanjšala, predvsem pa je zaskrbljujoče, da se mladje jelke in javorja ne pojavlja v višinskih razredih nad 50 cm. V obeh letih snemanj smo ugotovili večje gostote in pokrovnost mladja v robnih delih vrzeli, kar kaže na prilagojenost dominantnih drevesnih vrst na skromne svetlobne razmere.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 232 (497.4*06 Rajhenav)(043.2)=163.6
CX	Regeneration/gaps/virgin forest/ <i>Fagus sylvatica</i> / <i>Abies alba</i>
CC	
AU	PERME, Zoran
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	2008
TI	SEEDLINGS DEVELOPMENT IN GAPS OF VIRGIN FOREST RAJHENAVSKI ROG
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	X, 44 p., 7 tab., 21 fig., 1 anni., 35 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

Research took place in Kočevski Rog, in the virgin forest Rajhenav, which is a part of the Dinaric mountains in the South of Slovenia. In the year 2000 research plots were located in the gaps of Rajhenav virgin forest as a part of the NAT-MAN research project. In each gap a 5x5 m grid was used to define the plot locations. In the years 2000 and 2005 we measured and registered on each plot in six gaps: ground coverage, woody regeneration, browsing impact, growth of 5 dominant beech trees and light conditions. Our analysis showed that the share of woody regeneration in the overall ground coverage increased. Moreover, the density of young beech trees increased and the shape of the dominant trees improved. The density of silver fir and sycamore decreased. The most worrying result was that silver fir and sycamore were not present in the height classes above 50 cm. In both years of measurements a higher density and coverage of regeneration was recorded on gap edges, which indicates the adaptation of dominant tree species to low light levels.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	3
2.1 RAZISKAVE V SLOVENIJI	3
2.2 RAZISKAVE V EVROPI	4
3 NAMEN NALOGE, CILJI, HIPOTEZE	6
4 METODA	7
4.1 OBJEKT RAZISKAVE	7
4.2 METODA	7
4.2.1 Opis vrzeli	7
4.2.2 Opis metode	9
5 REZULTATI	11
5.1 SVETLOBA	11
5.1.1 Direktno in difuzno sevanje svetlobe v vseh vrzelih skupaj	11
5.1.2 Svetloba v velikih in malih vrzelih	12
5.1.3 Direktno in difuzno sončno sevanje v posameznih vrzelih	14
5.2 SPREMEMBE ZASTIRANJA TAL	16
5.3 RAZVOJ POMLAJEVANJA DREVESNIH VRST	18
5.4 OBJEDENOST MLADJA	23
5.4.1 Vse vrzeli skupaj	23
5.4.2 Primerjava velike in male vrzeli	26
5.5 DOMINANTNA DREVESCA BUKOVEGA MLADJA	28
5.5.1 Izmerjene lastnosti dominantnih drevesc v vrzelih v letu 2000 in 2005	28
5.5.2 Spremembe v rastni morfologiji bukovega mladja	30
5.5.3 Primerjava tipov razrasti v velikih in malih vrzelih	31

5.6 VPLIV MIKRORASTIŠČ NA POMLAJEVANJE.....	33
6 DISKUSIJA	35
7 ZAKLJUČEK	38
8 LITERATURA	39
ZAHVALA	43
PRILOGA	44

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled značilnosti proučevanih vrzeli. Združba: <i>Omphalodo-Fagetum</i> , lokacija: Rajhenavski Rog	8
Preglednica 2: Opisna statistika in test značilnosti razlik (Wilcoxon) podatkov glavnih proučevanih dejavnikov zabeleženih leta 2000 in 2005. Glavni dejavniki so: direktno sevanje svetlobe, talna zastrtost (mladja, zeliščne vegetacije, večjih lesnih ostankov, listja, skal in ostalega), deleži drevesnih vrst (bukev, jelka, javor) v mladju ter premer, dolžina, razmerje dolžine (L) in premera ter prirastek izmerjeni na petih dominantnih drevescih na vsaki vzorčni ploskvici.	11
Preglednica 3: Parametri opisne statistike in test razlik za direktno in difuzno sevanje svetlobe po posameznih vrzelih v letu 2000 in 2005	14
Preglednica 4: V tabeli so prikazane gostote bukve, jelke in javorja po vrzelih in v vseh skupaj za leto 2000 in 2005. Eno leto stare klice so bile vključene v analizo.....	18
Preglednica 5: Parametri opisne statistike za dolžino, prirastek višine in premer izmerjenih na petih dominantnih drevesih na vsaki ploskvici leta 2000.	28
Preglednica 6: Parametri opisne statistike za dolžino, prirastek višine in premer izmerjene na petih dominantnih drevesih na vsaki ploskvici v letu 2005.	29
Preglednica 7: Tabela prikazuje povprečne vrednosti in vrednosti P, ki so rezultat Kruskal Wallisovega testa, v različnih razredih (A, B, C, D) prejetega svetlobnega sevanja. Spremenljivke, ki smo jih testirali v letu 2000 in 2005 so bile: jakost difuznega sevanja svetlobe, jakost direktnega sevanja svetlobe, število bukovih drevesc do 20 cm, št. bukovih drevesc nad 20cm, št. jelk pod 20 cm, št. jelk nad 20 cm, št. javorjev pod 20cm, št. javorjev nad 20 cm, delež mladja in delež zeliščne vegetaciji v zastornosti tal.....	34

KAZALO SLIK

Slika 1: Pragozd Rajhenavski Rog - lokacija raziskovalnih ploskev (črne pike ali mali krogci) na sistematični mreži (5x5 m) v vrzeli (rob vrzeli je označen s črto) in v okolici vrzeli pod zastorom (Roženberger 2007, prirejeno po Kolar, 2005).	8
Slika 2: Porazdelitev količine direktnega (DIR) in difuznega sevanja (DIF) svetlobe v vseh vrzelih skupaj za leti 2000 in 2005	12
Slika 3: Porazdelitev količine direktnega (DIR) in difuznega (DIF) sevanja svetlobe v velikih vrzelih skupaj za leti 2000 in 2005	13
Slika 4: Porazdelitev količine direktnega (DIR) in difuznega (DIF) sevanja svetlobe v majhnih vrzelih skupaj za leti 2000 in 2005	13
Slika 5: Spremembe v letih 2000 in 2005 v količini direktnega in difuznega sevanja svetlobe po posameznih vrzelih.	15
Slika 6: Graf prikazuje kolikšen delež tal prekrivajo: skale, listje, nezastrita tla, večji lesni ostanki, zeliščna vegetacija, mladje in ostalo za posamezno vrzel in za vse vrzeli skupaj v obeh letih merjenja.	16
Slika 7: Razvoj talne pokrovnosti (v %) mladja, zeliščne vegetacije, večjih lesnih ostankov, nepokritih tal, listja, skal in ostalega v vseh vrzelih skupaj med letom 2000 in 2005.	17
Slika 8: Graf prikazuje razvoj gostote bukve, jelke in javorja po vrzelih in za vse skupaj med letom 2000 in 2005.	19
Slika 9: Gostote bukve, jelke in javorja po višinskih razredih za vse vrzeli skupaj v letu 2000 in 2005.	19
Slika 10: Graf prikazuje spremembe v gostoti bukve, jelke in javorja po višinskih razredih med letoma 2000 in 2005.....	20
Slika 11: Primerjava gostot bukve, jelke in javorja v letih 2000 in 2005 med velikimi vrzelmi in malimi vrzelmi.....	21
Slika 12: Grafa prikazujeta spremembo gostote javorja, bukve in jelke med letom 2000 in 2005 v velikih in v malih vrzelih.	22
Slika 13: Graf prikazuje delež poškodovanosti bukve, jelke in javorja v vseh vrzelih skupaj, glede na stopnjo poškodovanosti v letih 2000 in 2005.....	23

Slika 14: Deleži treh stopenj poškodovanosti bukve po višinskih razredih v vseh vrzelih skupaj leta 2000 in 2005.	24
Slika 15: Deleži treh stopenj poškodovanosti javorja po višinskih razredih v vseh vrzelih skupaj v letu 2000 in letu 2005.	25
Slika 16: Delež treh stopenj poškodovanosti pri bukvi, jelki in javorju v letih 2000 in 2005 v velikih vrzelih.	26
Slika 17: Delež treh stopenj poškodovanosti pri bukvi, jelki in javorju v letih 2000 in 2005 v malih vrzelih.	27
Slika 18: Porazdelitev (v %) petih različnih tipov rasti (plagiotropna, sabljasta, kriva, kolenčasta in pokončna rast) dominantnih bukovih drevesc v vrzelih v letu 2000 in 2005.	30
Slika 19: Porazdelitev (v %) štirih različnih tipov rasti terminalnega poganjka dominantnih drevesc v vrzelih v letih 2000 in 2005.	31
Slika 20: Primerjava deležev plagiotropne, sabljaste, krive, kolenčaste in pokončne rasti dominantnih bukovih drevesc v malih (MV, N=527) in velikih (VV, N=714) vrzelih v letih 2000 in 2005.	32
Slika 21: Primerjava deležev enoosnih, rogovilastih in metličastih oblik poganjkov dominantnih bukovih dreves v velikih (VV, N=714) in malih vrzelih (MV, N=527) v letu 2000 in 2005.	32

KAZALO PRILOG

Priloga A: Opisna statistika izmerjenih lastnosti dominantnih drevesc v letu 2005....44

1 UVOD

Navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.) je pomembna drevesna vrsta slovenskih in tudi evropskih gozdov. Njen naravni areal pokriva večji del Balkana, srednje in zahodne Evrope, proti vzhodu pa se razprostira do Ukrajine. V večjem ali manjšem deležu je bukev prisotna v 70 % slovenskih gozdov (Beguš, 1999; Brus, 2005). V slovenskih gozdovih in gozdarstvu je pomembna zaradi njenega pozitivnega vpliva na biološko stabilnost gozdnih ekosistemov, dobro se naravno pomlajuje (ohranja genofond), ima pozitivno vlogo pri revitalizaciji degradiranih rastišč in zaradi kakovosti gozdnih lesnih sortimentov doseže veliko ekonomsko vrednost.

Večjo skupino mešanih gozdov v Sloveniji predstavljajo dinarski jelovo-bukovi gozdovi (*Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980), Marinček in sod., 1987), ki zavzemajo 14 % površine slovenskih gozdov (Bončina in sod., 2003). To so gozdovi, ki so pri nas najboljše ohranjeni, tako glede drevesne sestave in strukture, kakor tudi glede živalskega sveta. Kljub dobri ohranjenosti pa ekonomski kazalniki gospodarjenja teh gozdov niso na pričakovani ravni.

V Sloveniji je sonaravno gospodarjenje z gozdovi prisotno že dalj časa. Pri tem načinu gospodarjenja je potrebno veliko izkušenj in znanja, da bi zagotovili naravni pomladek primerne zmesi in kakovosti. Pogosto se zastavlja vprašanje, kako z uravnavanjem svetlobnih razmer zagotoviti primerno gostoto, razrast in uspešen nadaljnji razvoj mladja? Z namenom, da bi odgovorili na to vprašanje, je bilo narejenih že več raziskav o dinamiki naravnega pomlajevanja v pragozdovih. Pomembna pomanjkljivost preteklih raziskav na tem področju je bila nezadovoljiva obravnava svetlobnih razmer v sestojih. Razvoj cenejših in natančnejših metod ocenjevanja sončnega sevanja (uporabljene tudi v tej raziskavi), je omogočil natančnejši opis in boljši vpogled v raznovrstnost mikrorastišč pod zastorom in v vrzelih (Sagheb Thalebi, 1996; Diaci, 1999a; Diaci, 1999b; Diaci in sod., 2000;).

Med leti 2000 in 2003 je Slovenija sodelovala v velikem evropskem raziskovalnem projektu imenovanem NAT-MAN («Nature-based Management of Beech in Europe«, slo.: »Sonaravno gospodarjenje z bukvijo v Evropi«). Ena od nalog sodelujočih v tem

projektu je bila izdelava primerjalnih študij pomlajevanja v vrzelih med gospodarskimi in naravnimi (pragozdovi) bukovimi gozdovi. V sklopu omenjene naloge so bile osnovane tudi trajne raziskovalne ploskve v pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 RAZISKAVE V SLOVENIJI

V Sloveniji je bila leta 2003 izdelana delovna študija za evropski projekt NAT-MAN. Namen študije je bil primerjati dinamiko pomlajevanja drevesnih vrst in vzorcev zeliščne plasti vrzeli v gospodarskem gozdu ter v pragozdu (tudi Rajhenavski Rog) na različnih lokacijah dinarskega gorstva. V gospodarskem gozdu so izmerili višje vrednosti direktne in difuzne svetlobe in več zastiranja pritalne vegetacije (Diaci in Roženberger, 2003). Glavna drevesna vrsta v pomladku je bila bukev. Javor in jelka sta imela zadostno gostoto le v nižjih višinskih razredih, v višjih pa sta manjkala. Objedanje mladja po divjadi je izrazito in vpliva na normalen razvoj javorja in jelke ter zmanjšuje relativno kakovost mladih bukovih drevesc. Glavni dejavnik je jelenjad, katere populacija je v zadnjih desetletjih eksponentno narasla. Jelka in še posebej bukev sta manj poškodovani v pragozdu, javorja pa je kar 80 % resneje poškodovanega (Diaci in Roženberger, 2003). Pomlajevanje javorja in jelke je bilo bolj uspešno na področjih z nižjo stopnjo obeh komponent (direktno, difuzno) sončnega sevanja, medtem ko se je bukev močno pomlajevala v vseh svetlobnih razmerah. Potencialna kakovost bukovega mladja je močno variirala vendar ni bila slaba. Nepravilna razrast bukve je bila največja na področjih, kjer so bile vrednosti direktne in difuzne svetlobe ekstremne.

Glavni drevesni vrsti gozdov dinarskega hribovja, jelka in bukev, skozi čas zamenjujeta dominantno vlogo (Simak, 1951; Gašperšič, 1974; Leibundgut, 1982; Bončina in sod., 2003). Včasih je bilo v teh gozdovih več jelke, v zadnjih desetletjih pa postaja bukev v njih vse bolj razširjena. To je še posebej poudarjeno v Sloveniji (Bončina in sod., 2003). V Rajhenavskem pragozdu je današnji delež jelke v lesni zalogi 57 %, kar je mnogo več kot 100 let nazaj, ko je znašal le 27 % (Bončina in sod., 2003). Leta 1893 je bilo manj dreves jelke (dbh>50cm), vendar pa je bilo trikrat več dreves z manjšimi premeri kot danes, bukev pa je bilo dvakrat več v višjih debelinskih razredih (Bončina in sod., 2003). Vsi kazalniki razvoja sestoja, kot so: porazdelitev premerov jelke v obdobju 40 let, obilno pomlajevanje bukve in slaba kakovost jelke (Bončina, 1999) nakazujejo znatno zmanjšanje deleža jelke v lesni

zalogi v prihodnosti (Bončina in sod., 2003). Nasprotno pa naj bi se delež bukve povečal.

Primerjava pragozdnega rezervata Rajhenavski Rog in zelo podobnega pragozda Čorkova Uvala na Hrvaškem je pokazala, da je v Rajhenavskem Rogu petkrat večja gostota pomlajevanja, kljub temu pa je bila gostota jelke dvakrat večja v Čorkovi Uvali (Roženberger in sod., 2007). Razlog je deloma lahko zaradi večje vrednosti direktnega in difuznega sevanja svetlobe v Rajhenavskem Rogu, najverjetneje pa ima največji vpliv na gostoto jelke gostota rastlinojede divjadi, predvsem jelenjadi, ki je v Rajhenavskem Rogu precej večja (Roženberger in sod., 2007). Na širšem področju Rajhenavskega Roga je gostota jelke tako nizka, da ne zadošča za preraščanje v višje višinske razrede (Perko, 1977; Veselič, 1991; Jarni in sod., 2005).

2.2 RAZISKAVE V EVROPI

V Franciji je bila narejena raziskava (Collet in sod., 2002) kako vpliva odpiranje sklepa krošenj na morfologijo in anatomijo naravno pomlajenega bukovega mladja. Bukovo mladje v vrzelih je imelo večjo višino in prsni premer kakor mladje, ki je raslo pod zastorom. Študija ni pokazala nobene korelacije med starostjo bukove sadike in njeno velikostjo. Stopnja odprtosti sklepa krošenj je imela velik vpliv na rast sadik. Mladje, ki je raslo v vrzeli, je bilo večje in je koncentriralo več biomase v sekundarno rast kot v primarno, če ga primerjamo z mladjem, ki je raslo pod sklenjenim sklepom krošenj. Številne študije so pokazale, da bukove sadike, ki rastejo v razmerah z manjšo stopnjo svetlobnega sevanja, reducirajo rast in izkazujejo manjši premer, višino, manjši koreninski poganjek ter manjše razmerje debeline vej in debla (Suner in Rohrig, 1980; Madsen, 1994; Nicolini in Caraglio, 1994).

Rezultati raziskave v poljskem delu zahodnih Karpatov (Paluch, 2005) nakazujejo, da razporeditev dreves v raznomernih sestojih močno vpliva na zeliščno plast kakor tudi na vrstno sestavo pomladka drevesnih vrst. Ko se pomladek primerno razvije, to je ko preraste talno gozdno vegetacijo, je svetloba ključni dejavnik, ki vpliva na preživetje in rast mladja pod sklenjenim sklepom krošenj (Paluch, 2005). V zaplatah z večjo gostoto odraslih dreves je bila zeliščna plast manj razvita, večkrat so se pojavile rastlinske vrste zmerno vlažnih leg in obilno se je pomlajevala jelka. V vrzelih, kjer je

bil prekinjen sklep krošenj in na delih z relativno majhnimi drevesi, je jelka v pomladku pogosto manjkala.

Na severnem delu Madžarske je raziskava (Galhidy in sod., 2005) bukovih gozdov pokazala, da ima velikost vrzeli velik vpliv na merjene okoljske spremenljivke. Večje vrzeli so imele višjo izmerjeno jakost svetlobe kot manjše, vlažnost tal pa je v manjših vrzelih dosegala podobne maksimalne vrednosti kakor v velikih. V primerjavi z gozdno vegetacijo, ki raste pod sklenjenim sklepom krošenj, mikroklima vrzeli poveča klitje semen in poveča stopnjo rasti zeliščnih in drevesnih vrst (Schaeztl in sod., 1989; Denslow in Spies, 1990; Goldblum, 1997). Nasemenitev in rast različnih drevesnih vrst je v korelaciji z velikostjo vrzeli ter z lego znotraj same vrzeli (Busing and White, 1997; Brokaw in Busing, 2000).

Študija (Mountford in sod., 2006) naravno pomlajenega bukovega mladja v Angliji je pokazala, da se bukev pomlajuje v zaplatah, na osnovanje in rast pa močno vpliva lega mladja znotraj vrzeli. Bukovo seme ne potuje daleč, posledica tega je, da se v vrzelih večjih od 5 m premera, mladje koncentrira na robu vrzeli. Zastor starejših dreves ima velik vpliv tako na stopnjo rasti kot tudi na obliko bukovega mladja, čeprav svetloba znotraj vrzeli korelira z vlažnostjo tal, kar tudi vpliva na rast (Madsen, 1994, 1995; Madsen in Larson, 1997; Hahn, 2000).

Collet in Chenost (2006) sta v študiji naravno pomlajenega bukovega mladja v severovzhodni Franciji potrdila pretekla spoznanja, da na rast mladih drevesc pomembno vpliva začetna velikost mladja (pred odprtjem zastora krošenj), intraspecifično tekmovanje ter sklenjenost sklepa krošenj. Analiza je pokazala, da je imela gostota pomladka močan negativen vpliv na rast premera in veliko manjši vpliv na višinsko rast mladja. PACL (procent of above-canopy-light - delež svetlobe, ki ga krošnje prepustijo) je pozitivno koreliral z višinsko in debelinsko rastjo mladja pred odprtjem zastora. Zakasnele učinke PACL na višinsko rast sta opazila takoj po odprtju zastora, a so izginili po 2 letih. Pri rasti premera zakasnelih učinkov PACL ni bilo opaziti (Collet in Chenost, 2006).

3 NAMEN NALOGE, CILJI, HIPOTEZE

Glavni namen raziskave je dobiti vpogled v dinamiko pomlajevanja jelovo-bukovega gozda v pragozdnem rezervat Rajhenavski Rog. Cilj raziskave je prikazati stanje v vrzelih za leti 2000 in 2005 ter s primerjavo dobiti vpogled v spremembe. Zanimajo nas predvsem odgovori na naslednja vprašanja:

- 1) Kakšne so spremembe v osvetljenosti mladja?
- 2) Kakšna so spremembe gostot jelke in javorja?
- 3) Ali se je spremenila kakovost bukovega mladja?
- 4) Ali se je delež objedanja s strani velikih rastlinojedcev spremenil?
- 5) Kakšen je vpliv svetlobnega sevanja na morfologijo bukovega mladja?

Delovne hipoteze:

- Količina direktnega in difuznega svetlobnega sevanja se je v vrzelih znižala zaradi lateralnega zaraščanja vrzeli.
- Delež jelke in javorja v mladju se je z razvojem mladja zmanjšal, delež bukve pa povečal.
- Delež enoosnih in pokončnih dominantnih bukovih drevesc se je povečal, ker so drevesca višja in prejmejo največ svetlobe.
- Delež poškodovanega mladja se je zaradi velikih rastlinojedcev zmanjšal.

4 METODA

4.1 OBJEKT RAZISKAVE

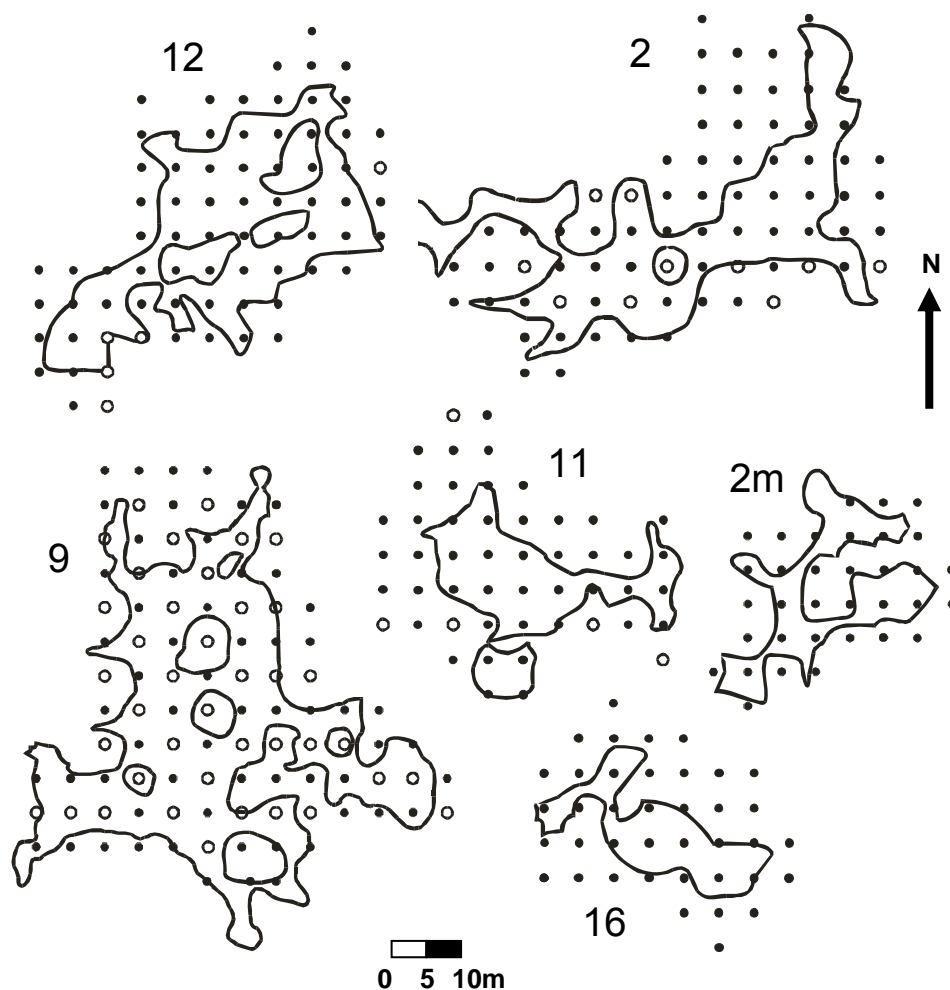
Raziskava je potekala v kočevskem Rogu, v pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog, ki je del dinarskega gorstva v južnem delu Slovenije. Območje prerašča jelovo bukov gozd (*Omphalodo-Fagetum*), ki je tudi najpogostejša in pomembnejša gozdna združba dinarskega gorstva (Roženberger in Diaci, 2003). Poleg jelke (*Abies alba* L.) in bukve (*Fagus sylvatica* L.), ki sta glavni drevesni vrsti, so primešani še gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.) in gorski brest (*Ulmus glabra* L.) ter zelo redko smreka (*Picea abies*) in še nekatere druge drevesne vrste. Nadmorska višina v Rajhenavu se giblje med 850 m n.v. in 920 m n.v. Julijska temperatura znaša okoli 15°C, januarska -1°C, povprečna letna temperatura zadnjih 20 let je 8,8°C (Statistični urad republike Slovenije, 2008). Povprečna količina padavin v bližini raziskovalnih ploskev je bila tako v zadnjih dvajsetih letih 1463 mm (Statistični urad republike Slovenije, 2008). Razporejene so preko celega leta, kar zagotavlja konstantno vlažnost zraka in tal. Omeniti je potrebno tudi, da je v zimskem času velika količina snežnih padavin. Matična kamnina je apnenec, dolomit se pojavi le mestoma ob mejah rezervata. Prevladujejo rjava pokarbonatna tla.

4.2 METODA

4.2.1 Opis vrzeli

Leta 2000 so v sklopu raziskovalnega projekta NAT-MAN postavili trajne raziskovalne ploskve v vrzelih Rajhenavskega pragozda. Velikost vrzeli je bila določena glede na razmerje med premerom vrzeli in višino sestoja. Tako so imele velike vrzeli razmerje 1-1,5, majhne pa 0,5. Vrzeli so se nahajale na približno enaki nadmorski višini in so imele primerljivo kameninsko podlago. Razlike pa so bile v velikostih vrzeli, geometriji, številu raziskovalnih ploskvic znotraj vrzeli ter reliefu in ekspoziciji. Za lažjo predstavo lahko iz spodnje slike (slika 1) dobimo prostorsko predstavo o vrzelih: obliko, usmerjenost, število raziskovalnih ploskvic in njihovo lego znotraj vrzeli. Kot bomo videli v nadaljevanju, ima svetloba zelo velik vpliv na

zaraščanje vrzeli, zato je potrebno imeti o vrzelih čim bolj popolne informacije glede ekspozicije vrzeli, kakor tudi lege posamezne raziskovalne ploskvice znotraj vrzeli.



Slika 1: Pragozd Rajhenavski Rog - lokacija raziskovalnih ploskev (črne pike ali mali krogi) na sistematični mreži (5x5 m) v vrzeli (rob vrzeli je označen s črto) in v okolici vrzeli pod zastorom (Roženberger, 2007, prirejeno po Kolar, 2005).

Preglednica 1: Pregled značilnosti proučevanih vrzeli. Združba: *Omphalodo-Fagetum*, lokacija: Rajhenavski Rog

Vrzel	Nad. višina	Površina (m ²)	Podlaga	Relief	Ekspozicija	Št. razisk. ploskvic
16	860m	245	apnenec	nagnjeno pobočje?	V	39
11	875m	389	apnenec	blago nagnjen	V	50
9	850m	1317	apnenec	dolina 6-10m globoka, obdana iz J in JZ z visoko planoto	Vse	100
12	865m	783	apnenec	planota med dvema dolinama in deloma nagnjena	-	74
2	860m	794	apnenec	S del planota, J del 2 dolini	JZ	74
2M	870m	313	apnenec	nagnjen	JV	34

4.2.2 Opis metode

Znotraj vsake vrzeli je bila položena mreža 5x5 m, ki je določila vzorčno ploskvico. Mreža je bila postavljena tako, da je prva linija sledila južno-severnemu gradientu vrzeli in je sovpadala z središčem vsake vrzeli. Središče vrzeli je približno določeno z centroidom (težišče togega telesa, posebej geometrijsko) njene geometrijske oblike. Vzorčne ploskvice so bile na terenu označene s kovinskimi palicami, ki smo jih lahko poiskali s kovinskim detektorjem. Vzorčna mreža je segala tudi pod krošnje dreves na robu vrzeli, vendar je razširitev asimetrična zaradi porazdelitve direktnega sevanja svetlobe. Tako mreža pokriva večji del površine na severnem robu vrzeli.

Velikost vzorčnih ploskvic je 1,5 x 1,5 m, kar pomeni 2,25 m². Inventuri stanja sta bili izpeljani poleti leta 2000 in 2005 (tudi poleti). Na vsaki ploskvi v vrzelih smo merili in ocenjevali prekritost in poraščenost tal, pomlajevanje drevesc, objedenost mladja, rast petih dominantnih drevesc na ploskvici in kakšne so svetlobne razmere.

Pokrovnost tal smo ocenjevali z deleži, in sicer glede na zastiranje pomladka drevesnih vrst, zeliščne plasti, drevesnih ostankov (veje debla), razgaljenih tal, listja, korenin in drugih značilnosti, če so bile prisotne (drevo, podrto drevo...) . Na koncu ocenjevanja je moral seštevek vseh kategorij znašati 100 %.

Oceniti in izmeriti je bilo potrebno tudi količino, sestavo in kakovost pomlajevanja. Na vsaki ploskvici smo prešteli mladice vsake drevesne vrste, ki so se pojavljale v naslednjih višinskih razredih: klice ter mladje v višinskih razredih do 20 cm, 21-50 cm, 51-90 cm, 91-130 cm, 131-200 cm, 201-300 cm in nad 300 cm. Beležili smo tudi poškodovanost drevesc z intervali: 1) omejena ≤ 10 % poškodovanih poganjkov in nepoškodovan terminalni poganjek, 2) srednje močna = 10-50 % poganjkov poškodovanih ali poškodovan terminalni poganjek, 3) zelo močna ≥ 50 % poganjkov poškodovanih in poškodovan terminalni poganjek.

Za vpogled v kakovost pomlajevanja je bilo potrebno na vsaki ploskvici izbrati pet dominantnih dreves. Predrastkov, mladih drevesc, ki so se razvijala že pred nastankom vrzeli, nismo upoštevali. Leta 2000 so vsakemu dominantnemu drevescu izmerili: celotno dolžina stebela, prirastek najvišjega poganjka v zadnjem letu in

premer malo nad koreničnikom; leta 2005 pa smo poleg omenjenih znakov izmerili še: višino, dolžino prvega stranskega prirastka, dolžino drugega stranskega prirastka, maksimalni premer krošnje, minimalni premer krošnje ter višino začetka krošnje. Skupna presoja omenjenih znakov nam daje dobro oceno bodoče kakovosti dreves po metodologiji, ki jo je predlagal Sagheb-Thalebi (Sagheb-Thalebi, 1996). Za vsako drevo smo zabeležili obliko rastle in obliko terminalnega poganjka (slika 4). Ocenjevali smo samo drevesca, ki niso bila objedena.

Oceno svetlobnih razmer smo izpeljali na sredini iste vzorčne mreže 5x5 m orientirane S - J, s pomočjo hemisferne fotografije (FDIF - difuzno sevanje, FDIR - direktno sevanje) in instrumenta LAI 2000 (DIFN). Za vpogled v svetlobne razmere, v katerih raste mladje, smo svetlobo na vseh ploskvicah merili nad mladjem. Tako je bila leta 2000 posneta v prsni višini na vseh raziskovalnih ploskvah, leta 2005 pa na različnih višinah (1,3 m, 2,5 m, 3,5 m, 4,5 m), ker je bilo mladje višje. Snemanje svetlobnih razmer je potekalo zgodaj zjutraj, pred večerom ali v oblačnem vremenu, zato da smo izločili motnje direktne svetlobe na tipalu. Hemisfera je bila posneta na 85 % ploskvic z objektivom »ribje oko« (Sigma 8 mm F4), nameščenimi na fotoaparatu Nikon (F 50). Fotografije je bilo potrebno digitalizirati in obdelati s programsko opremo Hem-image, s katero smo pridobili podatke o direktnem in difuznem sončnem sevanju. Instrument LAI 2000 smo uporabili za oceno razpršenega sevanja nad vsako vzorčno ploskvico. Oceno sevanja nad krošnjami odraslih dreves smo pridobili na odprtih površinah v bližini raziskovalnih ploskev. Vse meritve smo opravili na tak način, da prisotnost merilca ni vplivala na tipala. Pri obeh meritvah, pod in nad zastorom, smo tipalo usmerili proti severu. Za preračunavanje DIFN smo uporabili podatke, ki so obsegali do 58° zenitnega kota. Razlog je v tem, da koti, ki so nad 58°, zelo malo prispevajo k celotni vrednosti ter, da je bilo relativno malo odprtih površin uporabljenih za izmero svetlobnih razmer nad sklepom krošenj. Tudi meritve z inštrumentom LAI 2000 smo opravili pred sončnim vzhodom ali po sončnem zahodu in v oblačnem vremenu brez direktnega sevanja svetlobe na senzorje (npr. brez direktnega sevanja na krošnje dreves).

5 REZULTATI

Za lažje razumevanje rezultatov in za boljši vpogled v spremembe, ki so nastale med obema meritvama v vseh vrzelih skupaj, preglednica 2 prikazuje glavne izmerjene podatke z nekaj osnovnimi parametri opisne statistike.

Preglednica 2: Opisna statistika in test značilnosti razlik (Wilcoxon) podatkov glavnih proučevanih dejavnikov zabeleženih leta 2000 in 2005. Glavni dejavniki so: direktno sevanje svetlobe, talna zastrtost (mladja, zeliščne vegetacije, večjih lesnih ostankov, listja, skal in ostalega), deleži drevesnih vrst (bukev, jelka, javor) v mladju ter premer, dolžina, razmerje dolžine (L) in premera ter prirastek izmerjeni na petih dominantnih drevescih na vsaki vzorčni ploskvici.

	Št. meritev (N)		Srednja vrednost		Mediana		Minimum		Maksimum		Test razlik
	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	p
Leto	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	p
Direktna (%)	304	304	8,2	8,5	6,0	6,1	0,5	0,0	35,3	37,7	0,3700
Difuzna(%)	304	304	9,9	11,5	8,7	10,1	1,6	1,7	26,5	30,5	0,0000
Pomladek	363	363	41,4	58,7	34,0	65,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0000
Zel.vegetacija	363	363	15,0	14,1	10,0	6,0	0,0	0,0	84,0	99,0	0,0100
Mrtev les	363	363	14,1	7,3	5,0	1,0	0,0	0,0	83,0	91,0	0,0000
Tla	363	363	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	36,0	42,0	0,0200
Listja	363	363	26,5	17,5	23,0	8,0	0,0	0,0	84,0	97,0	0,0000
Skale	363	363	1,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	20,0	0,0000
Ostalo	363	363	1,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	75,0	0,5430
% bu	361	361	72	82	100,0	93,8	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0000
% je	361	361	17	12	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0000
%ja	361	361	11	6	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	87,5	0,0000
N/ha	363	363	62283	67553	48889	48889	0	0	306667	266667	0,0000
Premer	1205	1171	9,2	16,7	8,0	15,0	0,0	0,0	90,0	88,0	0,0000
Dolžina	1209	1171	70,8	160,5	62,0	150,0	0,0	0,0	667,0	620,0	0,0000
L/d razmerje	1204	1171	76	96	75	94	14	8	235	272	0,0000
Prirastek h	1209	1171	12,6	18,5	11,0	18,0	0,0	0,0	56,0	185,0	0,0000

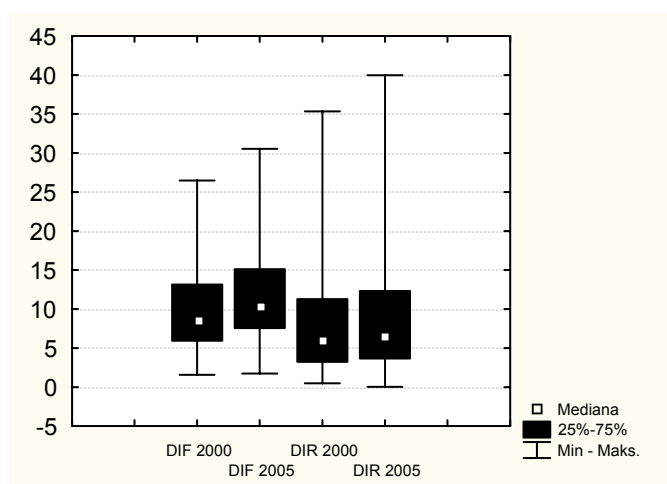
Opomba: Svetloba leta 2000 ni bila izmerjena na vseh raziskovalnih ploskvicah, zato smo pri statistični analizi svetlobe upoštevali število ploskvic, na katerih je bila izmerjena.

5.1 SVETLOBA

5.1.1 Direktno in difuzno sevanje svetlobe v vseh vrzelih skupaj

Preglednica 2 kaže na to, da sta se srednji vrednosti difuznega in direktnega sevanja svetlobe v vseh vrzelih skupaj povečali. Bolj nazorno pa spremembe prikazuje slika 2,

na kateri so prikazane izmerjene vrednosti difuznega in direktnega sevanja za leti 2000 in 2005. V obeh letih meritev je difuzna komponenta sevanja višja kakor direktna. Vrednost mediane direktnega sevanja se je le malo povečala iz 6,00 leta 2000 na 6,42 leta 2005, mediana difuznega sevanja se je povečala malo bolj, in sicer iz 8,71 leta 2000 na 10,41 leta 2005. Iz slike 2 je tudi razvidno, da so bile svetlobne razmere leta 2005 bolj heterogene kot v leta 2000. Glavni rezultat meritev je, da se je količina svetlobe, ki jo prejmejo mlada drevesca, povečala, kar je najverjetneje posledica višje višine merjenja svetlobe v letu 2005.

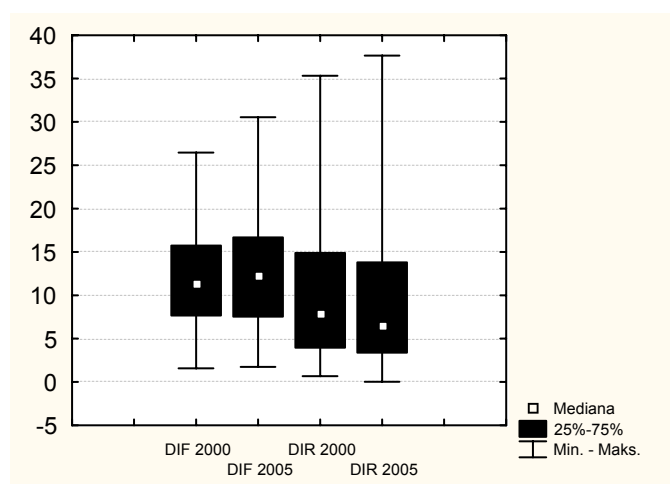


Slika 2: Porazdelitev količine direktnega (DIR) in difuznega sevanja (DIF) svetlobe v vseh vrzelih skupaj za leti 2000 in 2005.

Wilcoxonov neparametrični test dveh odvisnih vzorcev je pokazal, da je difuzno sončno sevanje ($p=0,0000$) leta 2005 značilno različno od difuznega sevanja leta 2000 (preglednica 2). Test direktnega sončnega sevanja ($p=0,3704$) pa je pokazal da direktno sončno sevanje leta 2005 ni značilno različno od direktnega sevanja leta 2000.

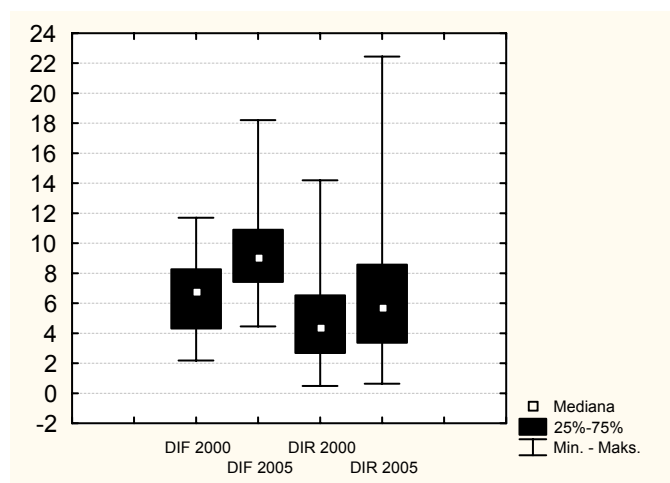
5.1.2 Svetloba v velikih in malih vrzelih

Količina difuznega sončnega sevanja (slika 3) se je v velikih vrzelih nekoliko povečala, medtem ko so pri direktnem sevanju razlike manjše. Wilcoxonov test je pokazal, da v letih 2000 in 2005 razlike direktnega sevanja niso značilne ($p=0,3703$), razlike difuznega ($p=0,0000$) sončnega sevanja pa so značilne.



Slika 3: Porazdelitev količine direktnega (DIR) in difuznega (DIF) sevanja svetlobe v velikih vrzelih skupaj za leti 2000 in 2005.

Direktno in difuzno sončno sevanje (slika 4) v malih vrzelih je bilo leta 2005 precej večje. Wilcoxonov test je pokazal, da so razlike tako direktnega ($p=0,0028$) kakor tudi difuznega ($p=0,0000$) sevanja značilne.



Slika 4: Porazdelitev količine direktnega (DIR) in difuznega (DIF) sevanja svetlobe v majhnih vrzelih skupaj za leti 2000 in 2005.

5.1.3 Direktno in difuzno sončno sevanje v posameznih vrzelih

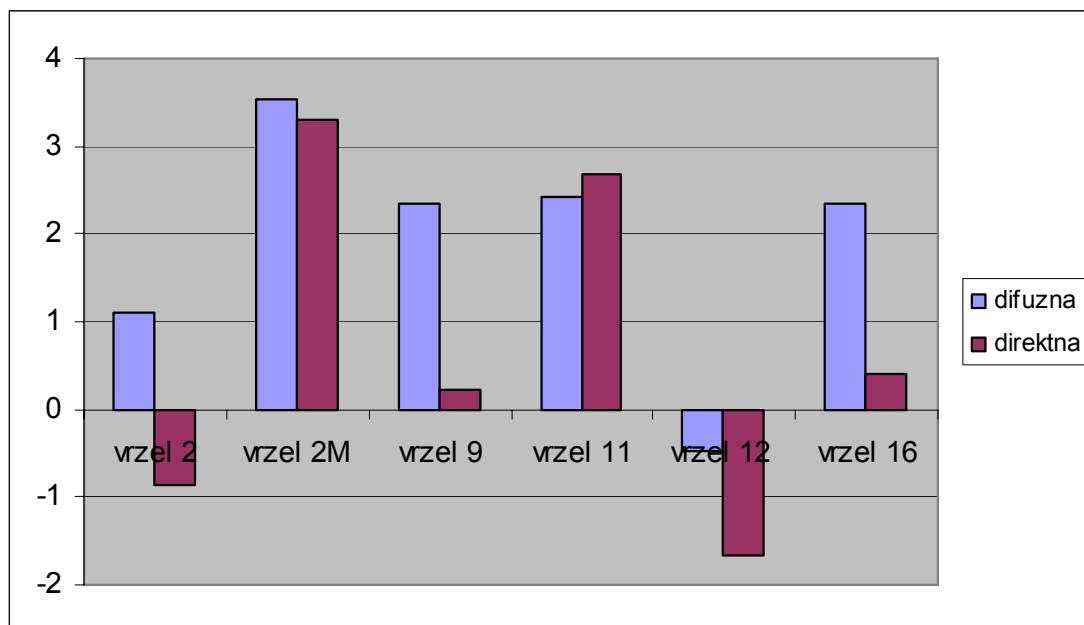
Najvišja srednja vrednost difuznega in direktnega sevanja (preglednica 3) je bila v obeh letih merjenja v vrzeli 9, ki je tudi največja. Test razlik je pokazal, da spremembe (med letom 2000 in 2005) v količini obeh komponent svetlobnega sevanja v velikih vrzelih (2, 9, 12) niso značilne, v majhnih vrzelih (11 in 2M) pa so značilne, le v vrzeli 16 direktna komponenta svetlobnega sevanja ni značilno različna.

Preglednica 3: Parametri opisne statistike in test razlik za direktno in difuzno sevanje svetlobe po posameznih vrzelih v letu 2000 in 2005

Oznaka vrzeli	Svetloba	Leto meritve	Višina snemanja (cm)	N	Srednja vrednost	Mediana	Min.	Maks.	Standardni odklon	Test razlik (p)
2	Difuzna	2000	130	64	11,29	11,21	3,13	21,61	4,88	
		2005	245	74	12,58	12,32	4,83	24,37	4,66	0,2185
	Direktna	2000	130	64	9,16	7,89	0,95	25,64	6,58	
		2005	245	74	8,22	6,07	0,03	25,31	6,73	0,2086
2M	Difuzna	2000	130	34	7,23	7,45	2,90	10,35	1,97	
		2005	240	34	10,77	9,97	4,75	18,21	2,68	0,0000
	Direktna	2000	130	34	5,38	5,36	0,82	14,20	3,06	
		2005	240	34	8,67	6,64	0,64	22,44	6,28	0,0445
9	Difuzna	2000	130	60	13,75	13,04	3,08	26,47	6,45	
		2005	361	100	16,66	16,96	3,23	30,54	7,66	0,0876
	Direktna	2000	130	60	10,93	7,61	0,90	35,33	8,97	
		2005	361	100	12,20	8,01	0,63	39,99	9,84	0,7966
11	Difuzna	2000	130	42	5,51	4,78	2,35	11,70	2,60	
		2005	204	46	8,01	7,54	4,46	15,91	2,77	0,0000
	Direktna	2000	130	42	4,13	3,50	0,50	11,58	2,73	
		2005	204	46	6,71	5,47	1,25	18,91	4,14	0,0000
12	Difuzna	2000	130	69	10,90	10,40	1,58	23,30	5,31	
		2005	166	74	10,23	9,21	1,74	24,85	5,10	0,7445
	Direktna	2000	130	69	10,18	8,23	0,68	26,89	7,41	
		2005	166	74	8,46	6,61	0,26	26,39	6,71	0,2082
16	Difuzna	2000	130	35	6,88	6,66	2,18	10,82	2,25	
		2005	196	35	9,21	8,63	6,31	13,26	1,81	0,0007
	Direktna	2000	130	35	5,35	4,78	0,85	12,13	3,06	
		2005	196	35	5,75	4,75	1,67	19,67	3,88	0,9217

Količina difuznega sončnega sevanja (slika 5) se je v vseh vrzelih povečala, le v vrzeli 12 se je znižala. Direktno sevanje svetlobe se je v vrzelih 2 in 12 zmanjšalo, v vrzelih 9 in 16 se je za malenkost povečalo, v vrzelih 2M in 11 pa se je precej povečalo. Zanimivo je, da so spremembe v majhnih vrzelih večje kljub temu, da je

bila svetloba v velikih vrzelih snemana na višji višini in da smo pričakovali v majhnih vrzelih manjše razlike zaradi višine snemanja, saj naj bi bil v majhnih vrzelih večji negativen vpliv lateralne rasti krošenj na osvetljenost.



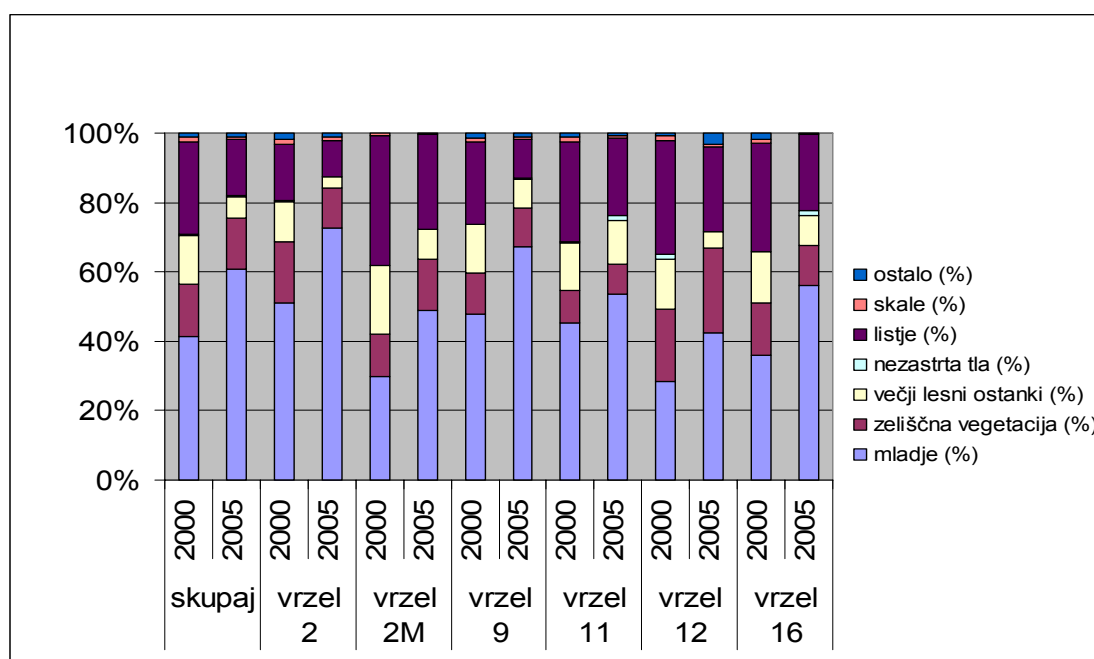
Slika 5: Spremembe v letih 2000 in 2005 v količini direktnega in difuznega sevanja svetlobe po posameznih vrzelih.

5.2 SPREMEMBE ZASTIRANJA TAL

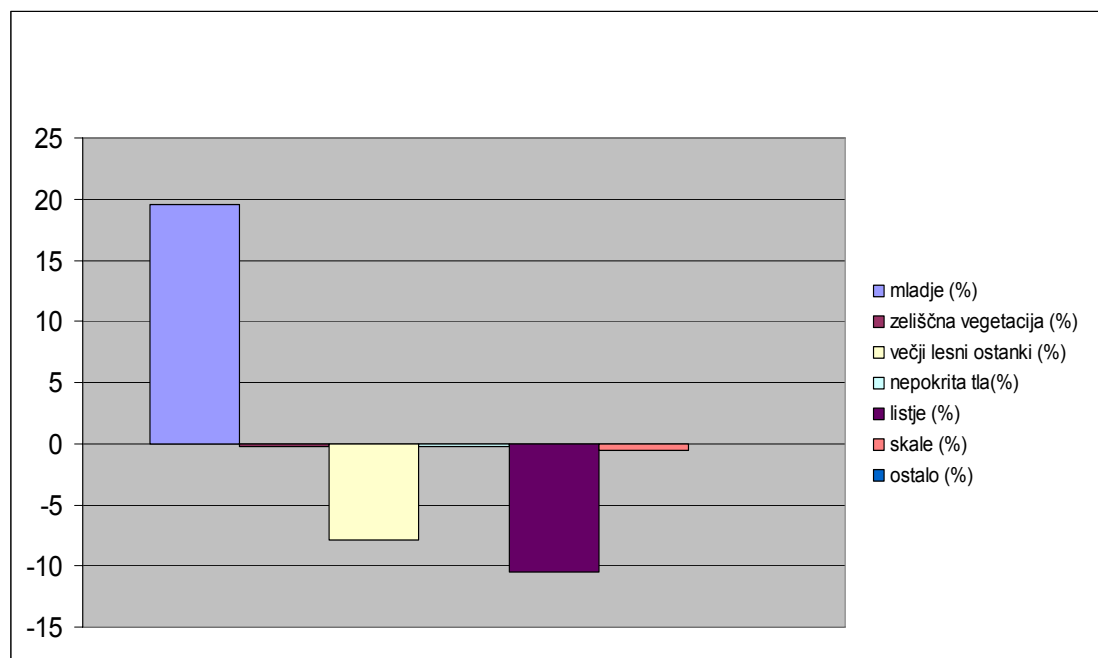
Med letoma 2000 in 2005 se je talna pokrovnost mladja povečala v vseh vrzelih. Največje povečanje (slika 6) je bilo v vrzeli 2, kjer znaša 21 %, najmanjše pa v vrzeli 11, kjer znaša le dobrih 8 %. V vseh vrzelih skupaj se je talna pokrovnost mladja povečala za 19 %. Test je pokazal, da je pokrovnost mladja med leti 2000 in 2005 značilno različna.

Talna pokrovnost zeliščne vegetacije se je najbolj zmanjšala v vrzeli 2 za 6 %, v vrzelih 2M in 12 pa se je povečala, v vrzeli 12 za dobrih 3 %. V vseh vrzelih skupaj pa se je delež zeliščne vegetacije zmanjšal za slab odstotek. Test je pokazal, da je skupno zastiranje pritalne zeliščne vegetacije leta 2005 značilno nižje kot v letu 2000.

Delež prekritosti tal z večjimi lesnimi ostanki se je v vseh vrzelih zmanjšal, in sicer v vseh vrzelih skupaj za 8 %. Razlike med letoma meritev so statistično značilne. Največje zmanjšanje je bilo v vrzeli 2M in sicer za dobrih 11 %, najmanjše pa v vrzeli 9 za 6 %.



Slika 6: Delež prekrivanja tal: skale, listje, nezastrta tla, večji lesni ostanki, zeliščna vegetacija, mladje in ostalo za posamezno vrzel in za vse vrzeli skupaj v obeh letih merjenja.



Slika 7: Razvoj talne pokrovnosti (v %) mladja, zeliščne vegetacije, večjih lesnih ostankov, nepokritih tal, listja, skal in ostalega v vseh vrzelih skupaj med letom 2000 in 2005.

Delež nezastrihtih tal (slika 7) se je v vseh vrzelih skupaj zmanjšal. V vrzelih 11 in 16 pa se je delež povečal. Test je pokazal, da je stanje leta 2005 značilno različno od stanja leta 2000.

Tudi delež prekritosti tal z listjem se je v vseh vrzelih zmanjšal. Največje je bilo zmanjšanje v vrzeli 9 in sicer za 12 %, najmanjše pa v vrzeli 2 za 6 %. V vseh vrzelih skupaj se je delež prekritosti z listjem zmanjšal za dobrih 10 %, razlike med letoma 2005 in 2000 so statistično značilne.

Delež tal prekritih s skalami je leta 2005 manjši v vseh vrzelih. V vseh vrzelih skupaj se je delež zmanjšal za dober odstotek. Test prekritosti tal s skalami v vseh vrzelih skupaj je pokazal, da je stanje leta 2005 značilno različno od stanja v letu 2000.

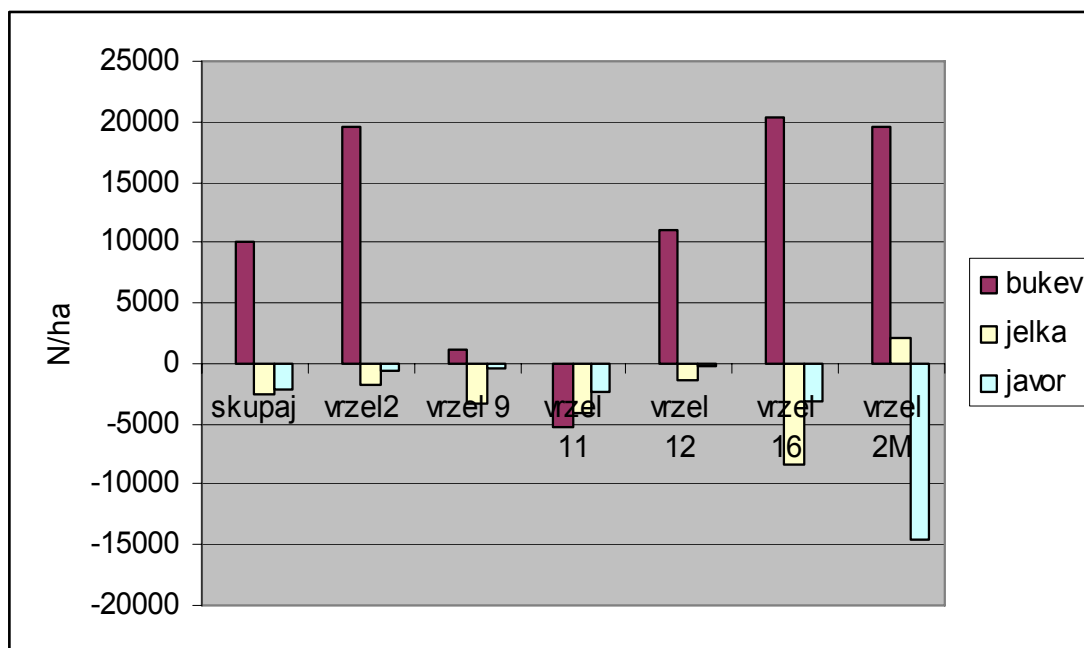
Delež ostalega v prekritosti tal, se je v vseh vrzelih zmanjšal, le v vrzeli 12 se je povečal za 3 %. Test je pokazal, da stanje leta 2005 v vseh vrzelih skupaj ni značilno različno od stanja leta 2000.

5.3 RAZVOJ POMLAJEVANJA DREVESNIH VRST

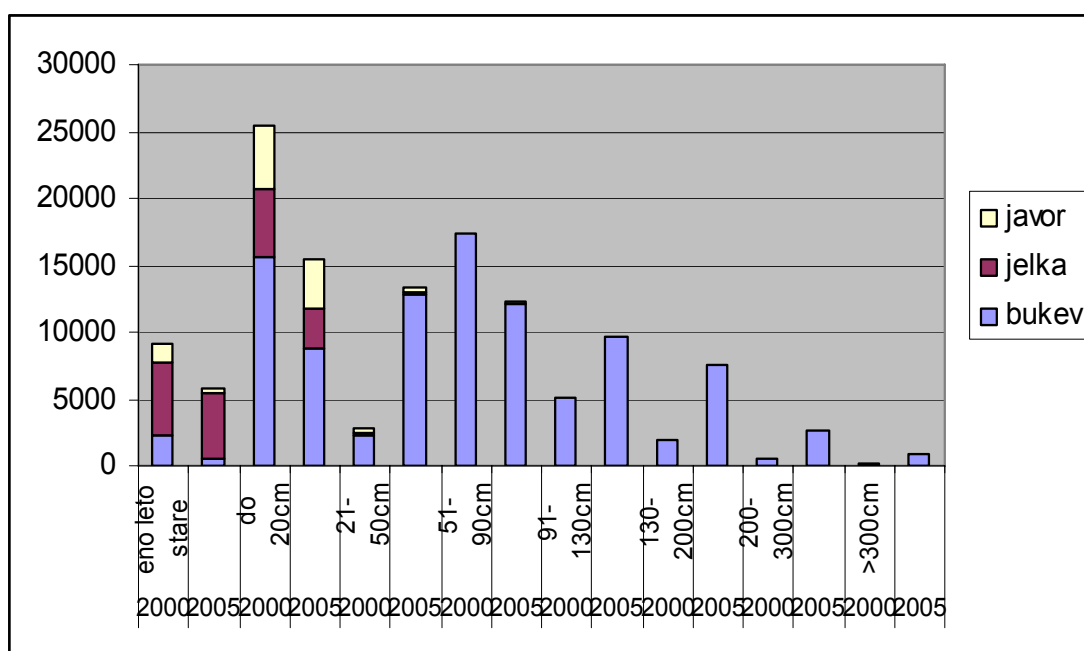
Najvišje gostote (preglednica 4, slika 9) so bile izmerjene v vrzeli 2M in najnižje v vrzeli 9. Največji delež jelke v mladju je v vrzeli 12, največji delež javorja v mladju pa v vrzeli 2M. Iz preglednice 4 je razvidno, da se je gostota mladja v vseh vrzelih skupaj povečala. V posameznih vrzelih se je gostota tudi povečala, le v vrzeli 11 in 9 se je zmanjšala. Deleži bukke, jelke in javorja v skupni gostoti so se spremenili. Bolj nazorno nam te spremembe kaže slika 8. Iz nje se vidi, da se je delež bukke povečal v vseh vrzelih, le v vrzeli 11 se je znižal. Gostota jelke se je v vseh vrzelih zmanjšala, le v vrzeli 2M se je povečala. Gostota javorja se je v vseh vrzelih zmanjšala, največje zmanjšanje je bilo v vrzeli 2M.

Preglednica 4: Gostote bukke, jelke in javorja po vrzelih in v vseh skupaj za leto 2000 in 2005. Eno leto stare klice so bile vključene v analizo.

	Leto	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005
	Dr. vrsta	Bukev	Bukev	Jelka	Jelka	Javor	Javor	Skupaj	Skupaj
skupaj	N/ha	45081	55142	10640	8062	6563	4349	62283	67553
	%	72	82	17	12	11	6	100	100
vrzel 2	N/ha	53453	73093	8048	6186	1562	901	63063	80180
	%	85	91	13	8	2	1	100	100
vrzel 9	N/ha	44667	45778	6889	3511	622	178	52178	49467
	%	86	93	13	7	1	0	100	100
vrzel 11	N/ha	74783	69511	16232	12178	11401	9067	102415	90756
	%	73	77	16	13	11	10	100	100
vrzel 12	N/ha	17778	28829	9790	8408	180	60	27748	37297
	%	64	77	35	23	1	0	100	100
vrzel 16	N/ha	44183	64501	20000	11624	5490	2279	69673	78405
	%	63	82	29	15	8	3	100	100
vrzel 2M	N/ha	49542	69020	12549	14641	43529	28889	105621	112549
	%	47	61	12	13	41	26	100	100



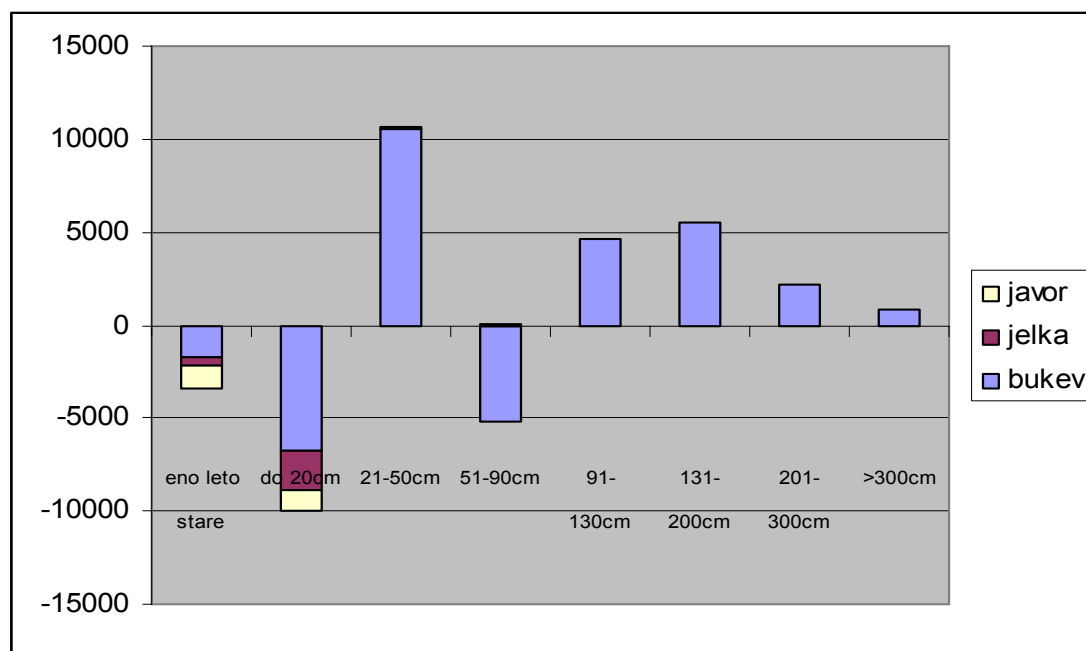
Slika 8: Razvoj gostote bukve, jelke in javorja po vrzelih in za vse skupaj med letom 2000 in 2005.



Slika 9: Gostote bukve, jelke in javorja po višinskih razredih za vse vrzeli skupaj v letu 2000 in 2005.

Iz slike 9 je razvidno, da sta jelka in javor prisotna v nižjih višinskih razredih tako v letu 2000 kakor tudi leta 2005. Javor se pojavlja do višinskega razreda od 51-90 cm,

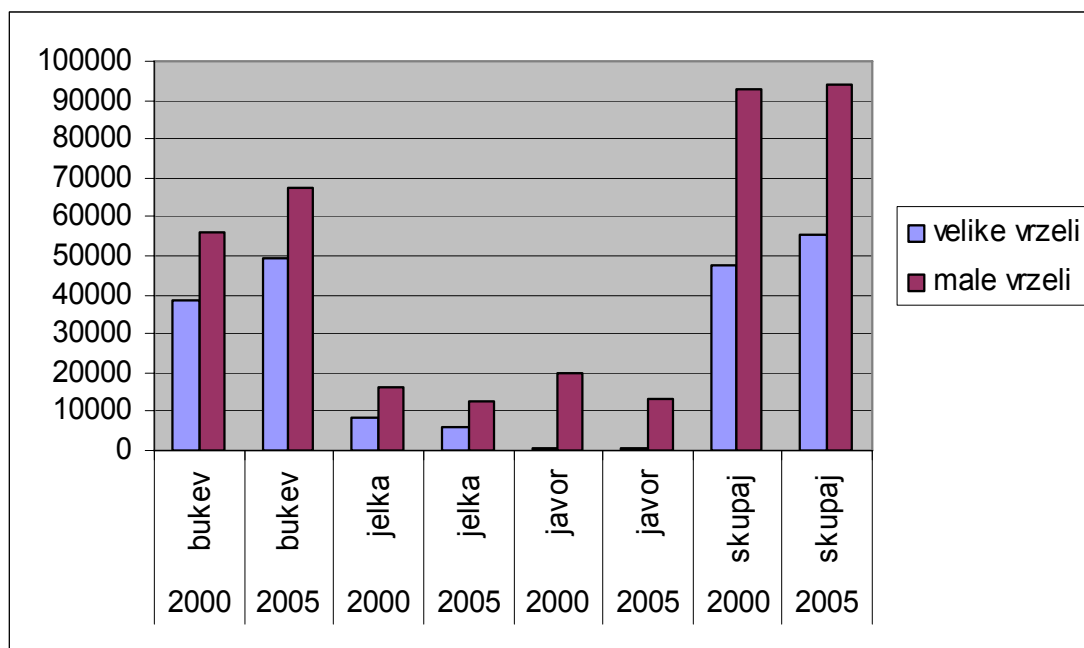
jelka pa le do višine 50 cm. V nižjih višinskih razredih je bila gostota večja leta 2000, v višjih razredih pa je gostota višja leta 2005.



Slika 10: Spremembe v gostoti bukve, jelke in javorja po višinskih razredih med letoma 2000 in 2005.

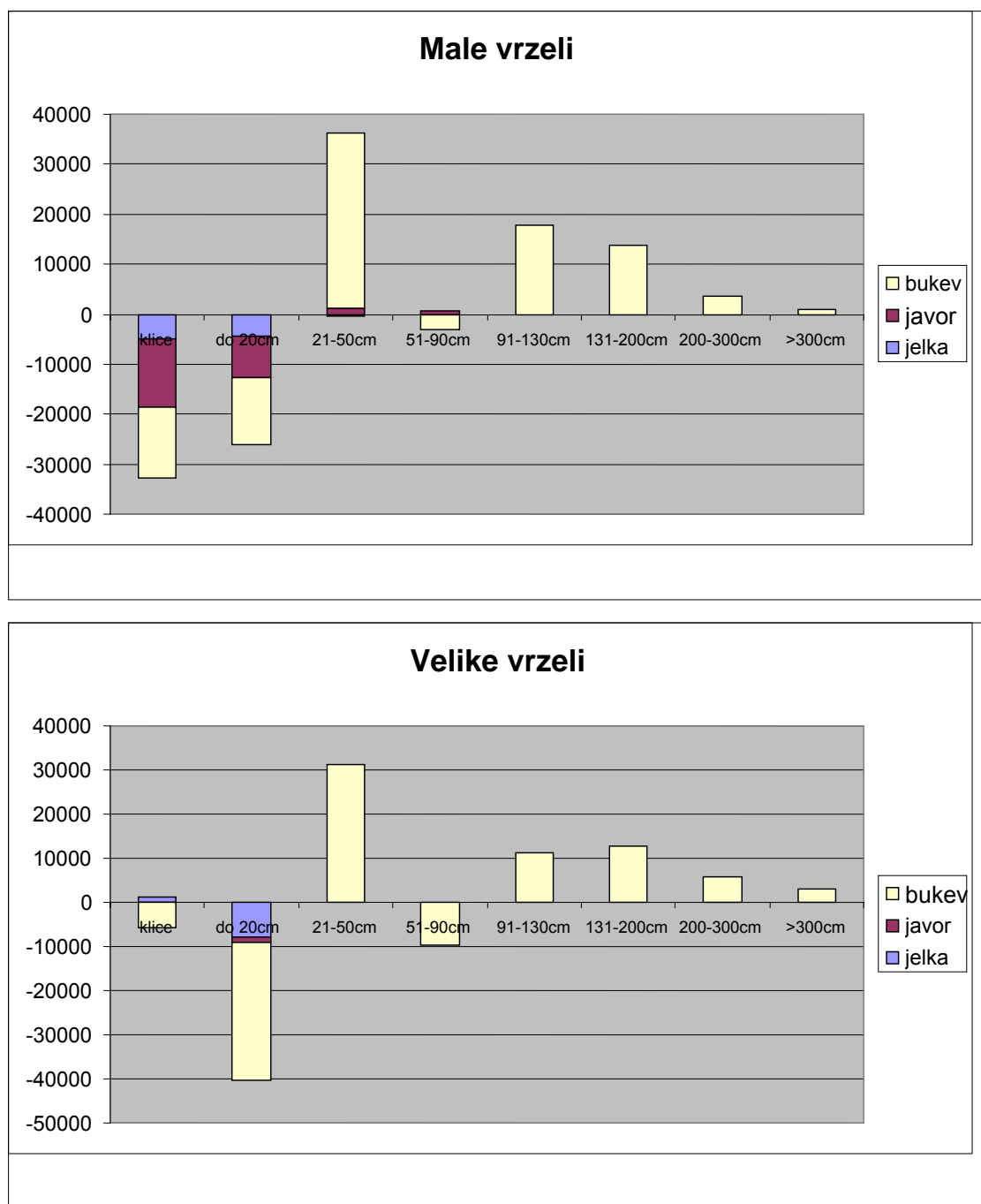
V vseh vrzelih skupaj (slika 10) se je gostota bukve, jelke in javorja zmanjšala do višinskega razreda 21–50 cm. V tem razredu se je povečala gostota bukve, nato pa se je v naslednjem razredu znižala. V višjih višinskih razredih se je gostota bukve povsod povečala.

Izmerjene gostote mladja so bile v obeh letih meritev višje v majhnih vrzelih. Razlog je predvsem v tem, da ima vrzel 12, ki je velika vrzel, zelo nizko gostoto in vrzel 11, ki je majhna, zelo visoko gostoto. Med ostalimi vrzelmi so razlike manjše (preglednica 4). Zanimivo je, da je kljub višjim skupnim gostotam v majhnih vrzelih, v njih višja gostota javorja. Gostota bukve se je tako v velikih kakor v majhnih vrzelih povišala, medtem ko se je gostota jelke in javorja znižala.



Slika 11: Primerjava gostot bukve, jelke in javorja v letih 2000 in 2005 med velikimi vrzelmi in malimi vrzelmi.

Iz slike 12 je razvidno da so se gostote mladja do višinskega razreda 21-50 cm zmanjšale tako v majhnih kot tudi v velikih vrzelih. V razredu od 21-50 cm so se gostote mladja povečale (predvsem bukve) in povečanje je bilo večje v majhnih vrzelih. V naslednjem višinskem razredu 51-90 cm pa se je gostota mladja zmanjšala, bolj v velikih vrzelih. V višjih višinskih razredih se je gostota bukve povsod povišala.

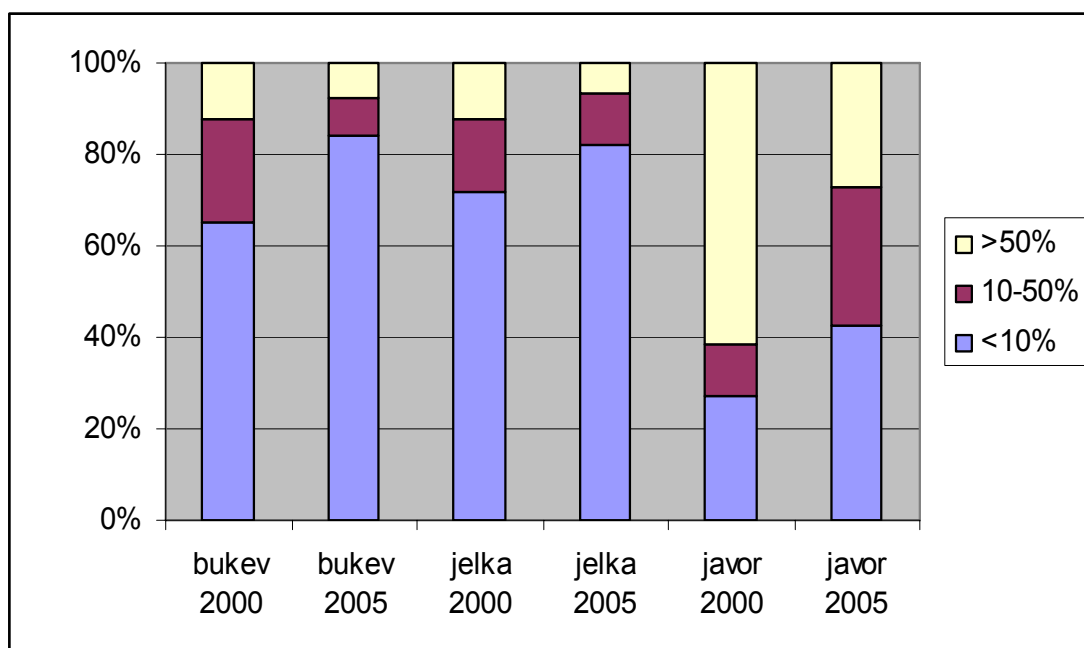


Slika 12: Sprememba gostote javorja, bukve in jelke med letom 2000 in 2005 v velikih in v malih vrzelih.

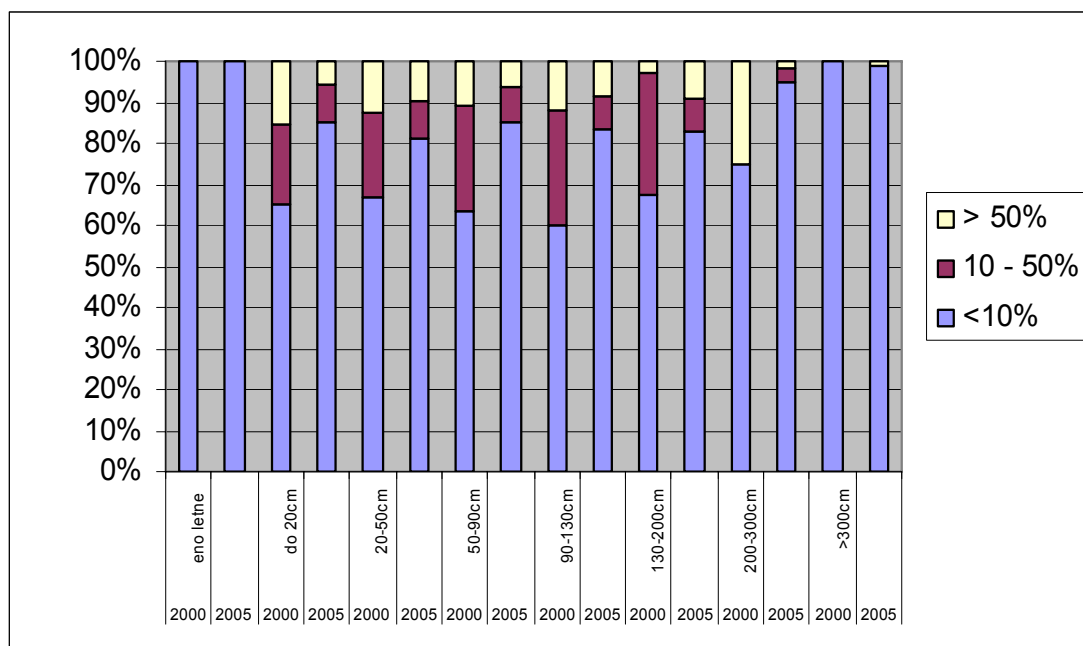
5.4 OBJEDENOST MLADJA

5.4.1 Vse vrzeli skupaj

Stopnja poškodovanosti bukve, jelke in javorja se je v letu 2005 zmanjšala (glej slika 13). Največja poškodovanost je pri javorju, leta 2000 je bilo kar dobrih 60 % javorja poškodovanega več kot 50 %.



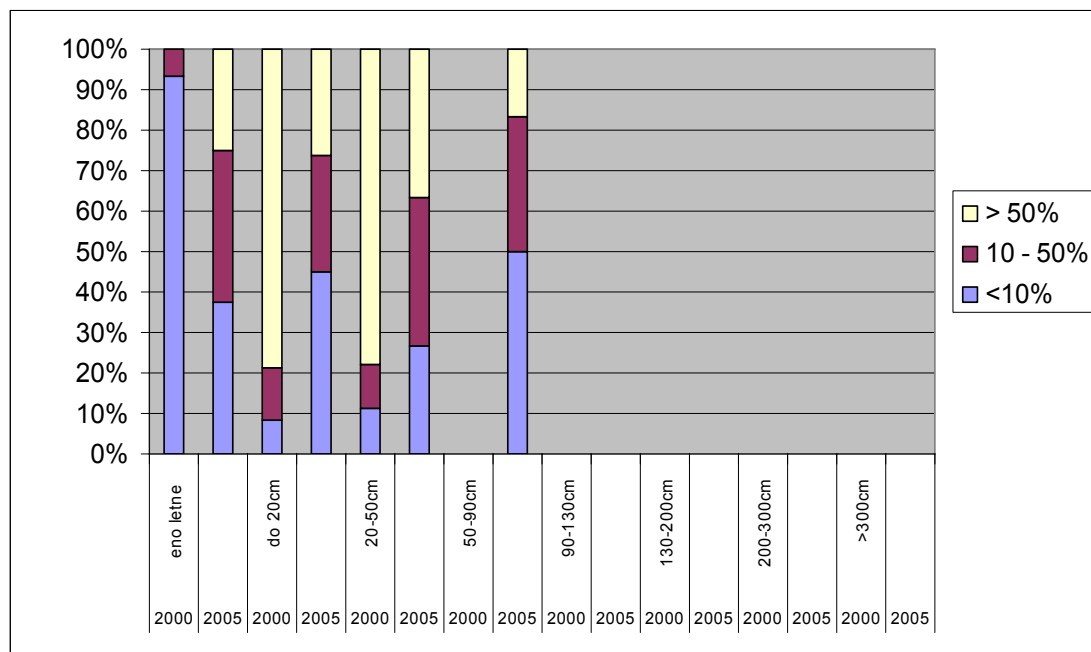
Slika 13: Delež poškodovanosti bukve, jelke in javorja v vseh vrzelih skupaj, glede na stopnjo poškodovanosti v letih 2000 in 2005.



Slika 14: Deleži treh stopenj poškodovanosti bukve po višinskih razredih v vseh vrzelih skupaj leta 2000 in 2005.

Poškodovanost bukve ni velika (slika 14) in je v letu 2005 manjša kot v letu 2000. Poškodbe so predvsem v višinskih razredih od 20 cm do razreda 201-300 cm.

Poškodovanost jelke je precejšnja v obeh letih, saj se jelka ne pojavlja v višinskih razredih nad 50 cm. V višinskem razredu od 21 do 50 cm je bila v letu 2000 le ena jelka, v letu 2005 pa le tri. Klic jelke pa je več, kar nakazuje, da je jelke dovolj, le da ji divjad z objedanjem preprečuje preraščanje v višje višinske razrede.

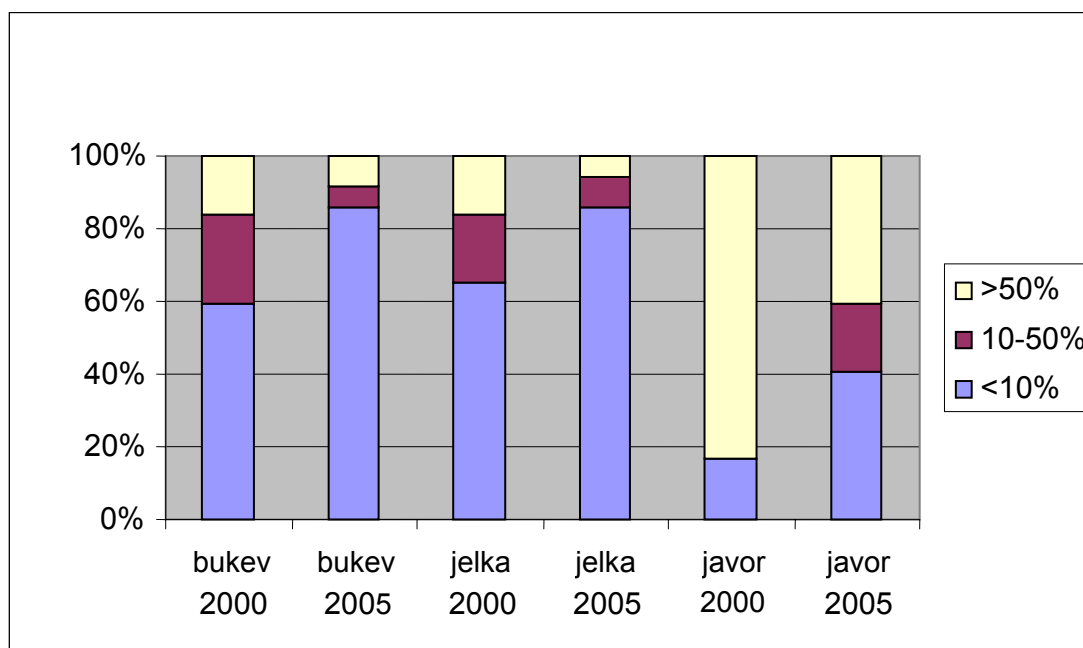


Slika 15: Deleži treh stopenj poškodovanosti javorja po višinskih razredih v vseh vrzelih skupaj v letu 2000 in letu 2005.

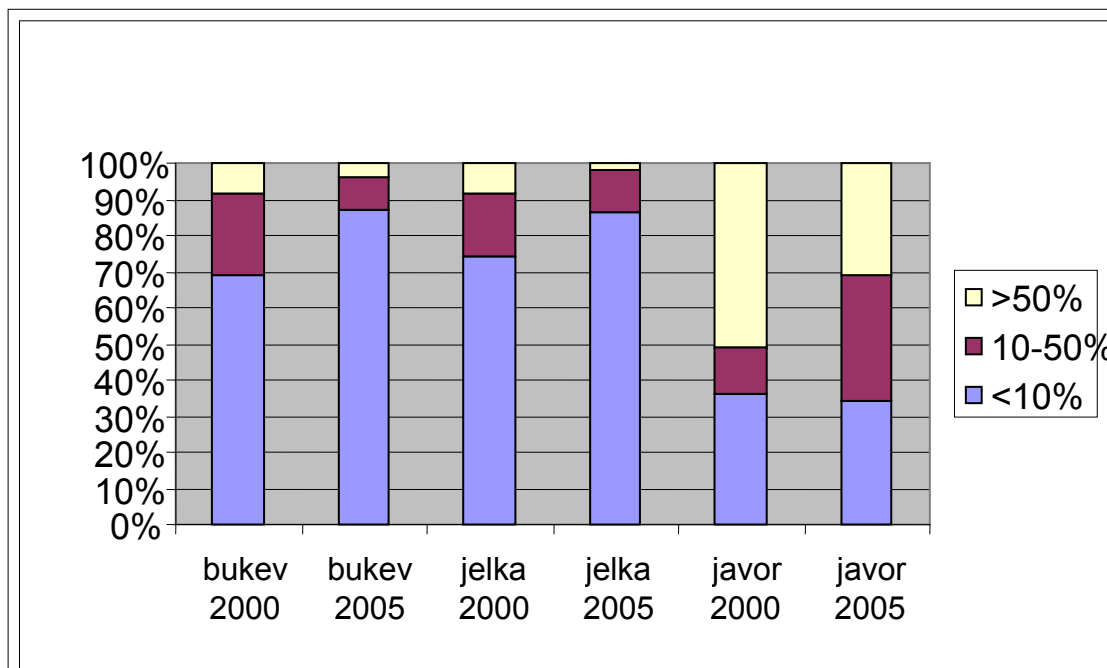
Stopnja poškodovanosti je bila najvišja pri javorju (slika 15) v letu 2000 v višinskih razredih do 20 cm in od 20 do 50 cm. V letu 2005 se je stanje izboljšalo, saj smo zabeležili le manjši delež javorja z več kot 50 % poškodovanostjo.

5.4.2 Primerjava velike in male vrzeli

Iz slik 16 in 17 se vidi, da se je poškodovanost mladja zmanjšala. Stopnja poškodovanosti je pri vseh treh drevesnih vrstah v velikih vrzelih v letu 2005 nižja. Bukev in jelka sta podobno poškodovani, bolj pa je poškodovan javor, ki ga je bilo v letu 2000 dobrih 80 % močnejše poškodovanega (nad 50 % poškodovanost). Bukovega mladja je bilo v letu 2000 v velikih vrzelih le slaba 2 % višjega od 2 m, v letu 2005 pa slabih 10 %.



Slika 16: Struktura poškodovanosti mladja bukve, jelke in javorja v letih 2000 in 2005 v velikih vrzelih.



Slika 17: Struktura poškodovanosti mladja bukve, jelke in javorja v letih 2000 in 2005 v malih vrzelih.

V malih vrzelih je stopnja poškodovanosti nižja v primerjavi z velikimi vrzelmi. Tudi v malih vrzelih je poškodovanost bukve in jelke podobna, najbolj pa je poškodovan javor. Pri vseh treh drevesnih vrstah pa je bilo stanje v letu 2005 boljše od stanja v letu 2000. V malih vrzelih je bilo leta 2000 le 0,3 % bukovega mladja višjega od 2 m v letu 2005 pa skoraj 3 %.

5.5 DOMINANTNA DREVESCA BUKOVEGA MLADJA

5.5.1 Izmerjene lastnosti dominantnih drevesc v vrzelih v letu 2000 in 2005

Iz preglednice 5 je razvidno, da so v letu 2000 najvišje povprečne vrednosti dolžine, višine in prirastka v vrzeli 9. Najnižje povprečne vrednosti pa so bile izmerjene v vrzelih 2M in 12. Višje povprečne vrednosti merjenih parametrov so v večjih vrzelih.

Preglednica 5: Parametri opisne statistike za dolžino, prirastek višine in premer leta 2000.

2000	(mm)	N	Povp.	M	Vsota	Min.	Maks.	Interv.	Std.odk.
Skupaj	dolžina	1815	70,8	62,0	128437,0	0,0	667,0	667,0	61,00
	prir. H	1815	12,6	11,0	22934,0	0,0	56,0	56,0	10,17
	premer	1814	9,2	8,0	16675,0	0,0	90,0	90,0	7,28
Vrzel 2	dolžina	370	81,1	82,0	30020,0	0,0	320,0	320,0	53,02
	prir. H	370	16,8	18,0	6214,0	0,0	44,0	44,0	10,54
	premer	370	10,0	10,0	3696,0	0,0	38,0	38,0	6,29
Vrzel 2M	dolžina	170	46,2	41,5	7858,0	0,0	168,0	168,0	34,04
	prir. H	170	10,2	8,5	1731,0	0,0	30,0	30,0	8,05
	premer	170	6,3	6,0	1068,0	0,0	20,0	20,0	4,34
Vrzel 9	dolžina	500	94,6	82,0	47276,0	0,0	395,0	395,0	72,63
	prir. H	500	15,7	15,0	7831,0	0,0	56,0	56,0	11,42
	premer	499	12,0	11,0	6002,0	0,0	49,0	49,0	8,31
Vrzel 11	dolžina	230	70,7	61,0	16251,0	0,0	470,0	470,0	57,98
	prir. H	230	11,6	11,0	2675,0	0,0	39,0	39,0	8,36
	premer	230	8,4	7,0	1940,0	0,0	27,0	27,0	5,78
Vrzel 12	dolžina	370	42,4	29,0	15680,0	0,0	667,0	667,0	53,80
	prir. H	370	6,5	4,0	2405,0	0,0	35,0	35,0	6,93
	premer	370	6,9	5,0	2535,0	0,0	90,0	90,0	8,13
Vrzel 16	dolžina	175	64,9	55,0	11352,0	0,0	206,0	206,0	42,65
	prir. H	175	11,9	11,0	2078,0	0,0	36,0	36,0	7,80
	premer	175	8,2	7,0	1434,0	0,0	23,0	23,0	4,68

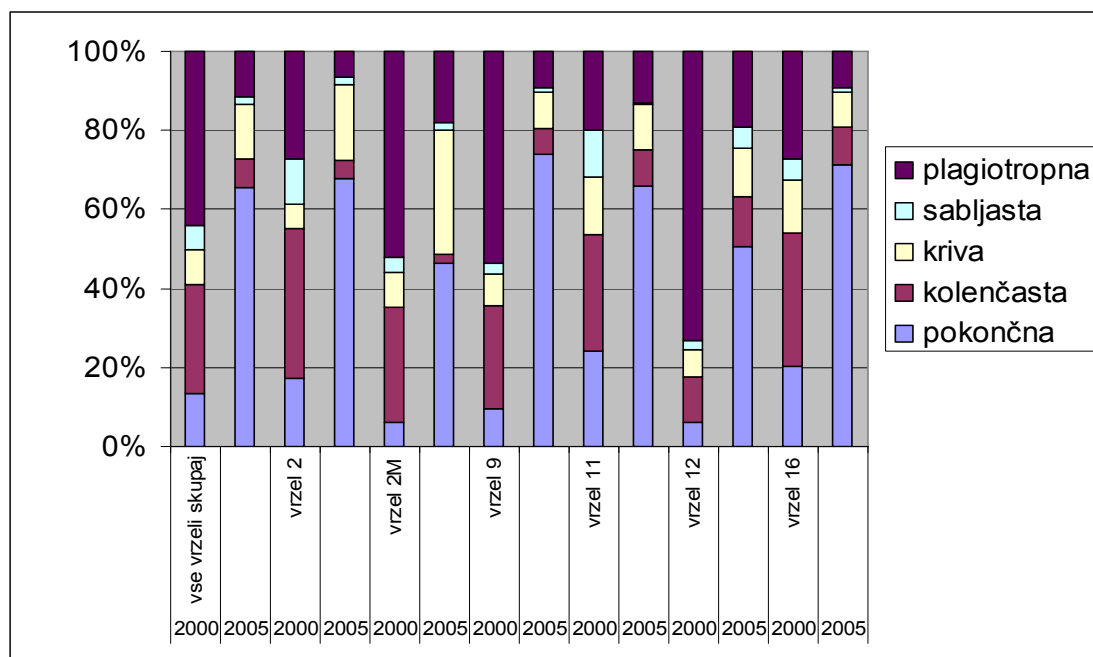
Preglednica 6 prikazuje, da so prav tako kot v letu 2000 tudi v letu 2005 najvišje povprečne vrednosti merjenih parametrov v vrzeli 9. V velikih vrzelih so vrednosti višje kot v malih. Pričakovano so v letu 2005 povprečne vrednost dolžine, premera in prirastka višje kot v letu 2000.

Preglednica 6: Parametri opisne statistike za dolžino, prirastek višine in premer v letu 2005.

2005	(mm)	N	Povp.	M	Vsota	Min.	Maks.	Interv.	Std.odk.
Skupaj	dolžina	1209	159,5	149,0	192882,0	0,0	620,0	620,0	94,02
	prir. H	1209	18,4	17,5	22234,1	0,0	185,0	185,0	11,29
	premer	1205	16,6	15,0	19972,0	0,0	88,0	88,0	9,36
Vrzel 2	dolžina	249	193,8	188,0	48260,0	10,0	500,0	490,0	73,57
	prir. H	249	22,1	22,0	5501,5	0,5	43,0	42,5	8,44
	premer	249	18,5	18,0	4598,5	2,0	53,0	51,0	7,86
Vrzel 2M	dolžina	121	126,2	126,0	15275,0	20,0	290,0	270,0	62,91
	prir. H	121	15,6	16,0	1891,5	1,0	36,0	35,0	7,13
	premer	121	12,6	12,0	1522,0	3,0	31,0	28,0	5,40
Vrzel 9	dolžina	317	195,4	170,0	61927,0	0,0	620,0	620,0	116,12
	prir. H	317	23,0	22,0	7293,5	0,0	185,0	185,0	14,72
	premer	317	20,1	18,0	6375,0	0,0	88,0	88,0	11,70
Vrzel 11	dolžina	201	131,4	117,0	26406,0	11,0	540,0	529,0	90,39
	prir. H	201	13,3	13,0	2669,6	0,5	115,0	114,5	10,48
	premer	199	13,6	11,0	2700,0	2,0	58,0	56,0	8,28
Vrzel 12	dolžina	150	125,9	114,5	18889,0	11,0	356,0	345,0	76,38
	prir. H	150	16,2	15,3	2427,5	1,0	38,0	37,0	8,78
	premer	150	14,6	12,0	2184,5	2,0	49,0	47,0	8,63
Vrzel 16	dolžina	171	129,4	120,0	22125,0	25,0	370,0	345,0	67,73
	prir. H	171	14,3	13,0	2450,5	0,0	38,0	38,0	7,04
	premer	169	15,3	14,0	2592,0	5,0	53,0	48,0	7,46

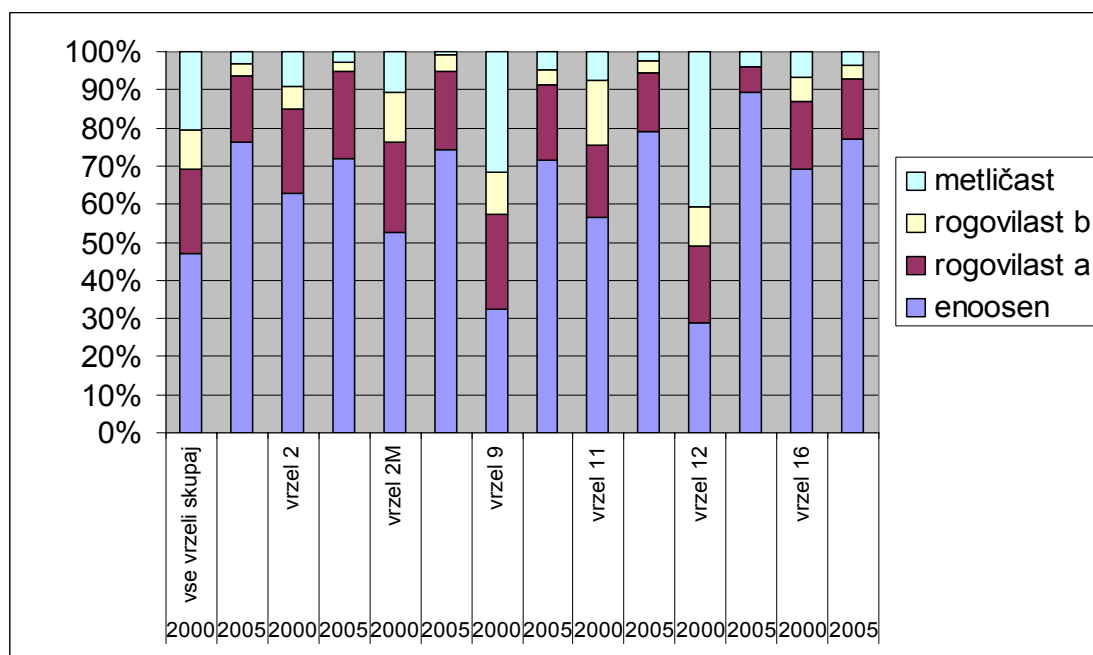
5.5.2 Spremembe v rastni morfologiji bukovega mladja

Oblika rasti dominantnih drevesc se je izboljšala (glej sliko 18). V letu 2000 sta prevladovali plagiotropna in kolenčasta rast, pokončno je raslo le slabih 15 % dominantnih drevesc. V letu 2005 pa je pokončna rast zabeležena na več kot 60 % dominantnih drevesc.



Slika 18: Porazdelitev (v %) petih različnih tipov rasti dominantnih bukovih drevesc v vrzelih v letu 2000 in 2005.

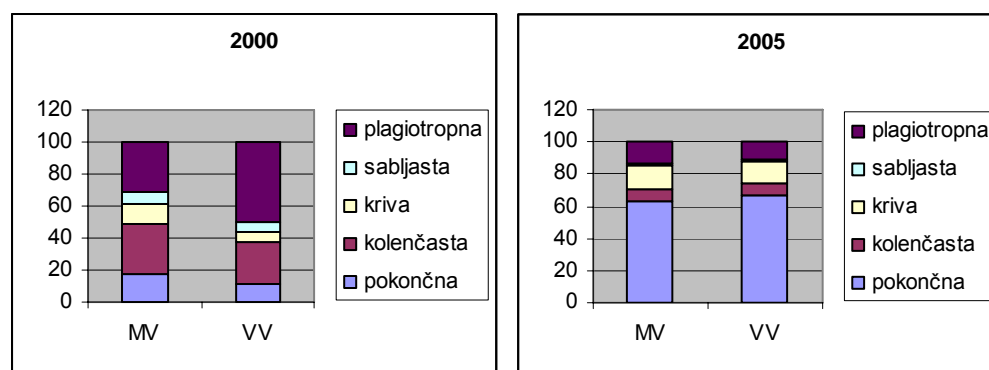
Kakovost dominantnih drevesc se je v splošnem izboljšala. V letu 2005 je bil večji delež (nad 70 %) drevesc (glej sliko 19), ki imajo enoosni terminalni poganjek. Delež drevesc z rogovilastim glavnim poganjkom z majhnim kotom se ni bistveno spremenil. Delež drevesc z rogovilasto rastjo terminalnega poganjka z večjim kotom (< 5 % v letu 2005) in drevesc z metličastim terminalnim poganjkom (< 5 % v letu 2005) pa se je precej zmanjšal.



Slika 19: Porazdelitev (v %) štirih različnih tipov rasti terminalnega poganjka dominantnih drevesc v vrzelih v letih 2000 in 2005.

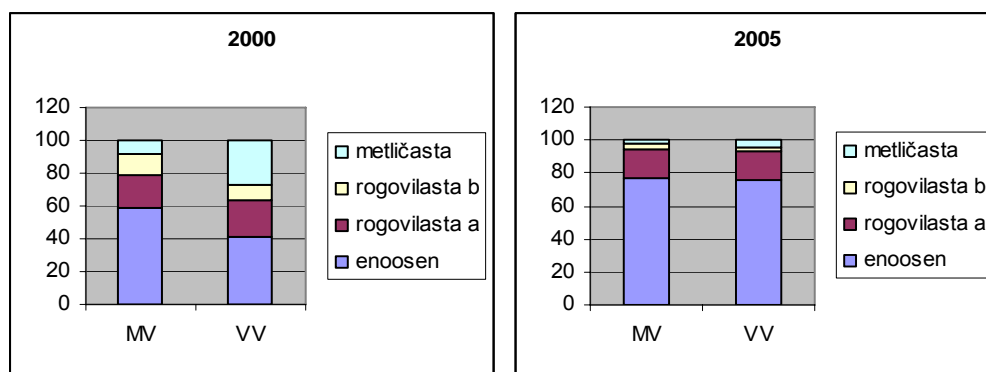
5.5.3 Primerjava tipov razrasti v velikih in malih vrzelih

Razlike različnih tipov razrasti dominantnih bukovih drevesc v velikih in malih vrzelih so bolj opazne v letu 2000, v letu 2005 so razlike manjše (glej slika 20). V velikih vrzelih (nad 50 %) je bil v letu 2000 večji delež plagiotropnih oblik drevesc kot v majhnih vrzelih (le dobrih 30 %) in manjši delež enoosnih (velike vrzeli cca. 10 %, male vrzeli cca. 20 %). Deleži sabljaste, krive in kolenčaste rasti v letu 2000 pa so bili v približno enakih deležih, le krive rasti je nekaj več v majhnih vrzelih. V letu 2005 pa so deleži tipov razrasti drevesc v malih in velikih vrzelih zelo podobni, v obeh je dobrih 60 % pokončnih drevesc in slabih 15 % plagiotropnih.



Slika 20: Primerjava deležev plagiotropne, sabljaste, krive, kolenčaste in pokončne rasti dominantnih bukovich dreves v malih (MV, N=527) in velikih (VV, N=714) vrzelih v letih 2000 in 2005

Prav tako so razlike v velikih in malih vrzelih v deležih različnih oblik glavnega poganjka na dominantnih drevescih večje v letu 2000 kot v letu 2005. V malih vrzelih je bil v letu 2000 skoraj 60 % delež pokončne rasti glavnega poganjka, v velikih vrzelih pa dobrih 40 %. Delež metličaste rasti (glej sliko 21) v tem letu pa je bil v velikih vrzelih skoraj 30 % v majhnih vrzelih pa le dobrih 10 %. V letu 2005 pa so deleži v velikih in malih vrzelih približno enaki, le delež metličaste rasti glavnega poganjka je v velikih vrzelih večji.



Slika 21: Primerjava deležev enoosnih, rogovilastih in metličastih oblik poganjkov dominantnih bukovich dreves v velikih (VV, N=714) in malih vrzelih (MV, N=527) v letu 2000 in 2005

5.6 VPLIV MIKRORASTIŠČ NA POMLAJEVANJE

Primerjava mikrorastišč nakazuje razlike v osnovanju mladja (preglednica 7). Nasemenitev bukve (do 20 cm), v obeh letih meritev, je uspešnejša na robu vrzeli, kjer je manj difuzne svetlobe. Na teh mestih je manj padavin, večja konkurenca korenin starejših dreves, manj pritalne vegetacije in manj že razvitega mladja. Mladja jelke je na mikrorastiščih, kjer je veliko direktnega svetlobnega sevanja, manj kot na mikrorastiščih C in D (to je vidno predvsem v letu 2000), v letu 2005 pa je zanimivo največ jelke do 20 cm na mikrorastiščih A. Videti je, da na pojavnost jelke bolj kot ekološki dejavniki vpliva objedanje divjadi. Tudi nasemenitev javorja je bila v obeh letih najuspešnejša izven vrzeli (v letu 2000 na mikrorastiščih D in v letu 2005 na mikrorastiščih C). To deloma nakazuje, da je javor na začetku sencovzdržna vrsta (in to le krajše obdobje), kasneje pa potrebuje več svetlobe.

Pri mladju, višjem od 20 cm, pri nobeni vrsti nismo zabeležili značilnih razlik glede mikrorastišč. Verjetno je to posledica sorazmerno skromnih svetlobnih razmer v vseh velikostnih razredih vrzeli. Kljub temu pa je največje zastiranje mladja vseh drevesnih vrst na mikrorastiščih z najmanj direktne in difuzne svetlobe (mikrorastišče C). Največje zastiranje zeliščne vegetacije je na mikrorastiščih A. Ta mikrorastišča prejmejo celotno količino padavin in manj direktnega sončnega sevanja, kar vpliva na vlažnost tal in zračno temperaturo. To je razlog, da so mikrorastišča A relativno bolj vlažna od mikrorastišč B, poleg tega ja v njih manjša konkurenca korenin starejših dreves v tleh.

Preglednica 7: Povprečne vrednosti in vrednosti p, ki so rezultat Kruskal Wallisovega testa, v različnih razredih (A, B, C, D) prejetega svetlobnega sevanja. Spremenljivke, ki smo jih testirali v letu 2000 in 2005, so bile: jakost difuznega sevanja svetlobe, jakost direktnega sevanja svetlobe, število bukovih drevesc do 20 cm, št. bukovih drevesc nad 20cm, št. jelk pod 20 cm, št. jelk nad 20 cm, št. javorjev pod 20cm, št. javorjev nad 20 cm, delež mladja in delež zeliščne vegetaciji v zastornosti tal.

	A	B	C	D	p
Leto 2000					
N	71	114	115	71	
Difuzna svetloba	15,27	17,72	7,03	8,13	0,0000
Direktna svetloba	3,69	16,91	3,39	10,47	0,0000
Bukev do 20 cm	0,79	1,13	2,96	2,99	0,0000
Bukev nad 20cm	9,27	11,95	8,57	11,59	0,4835
Jelka do 20cm	0,43	0,47	1,06	1,25	0,0000
Jelka nad 20 cm	0,01	0,02	0,00	0,00	0,1069
Javor do 20 cm	0,12	0,51	1,74	2,93	0,0000
Javor nad 20 cm	0,06	0,11	0,18	0,13	0,3604
Pomladek dr. vrst	39,81	39,77	40,57	40,23	0,0000
Zeliščna plast	15,14	15,12	14,96	15,03	0,0000
Leto 2005					
N	56	96	96	56	
Difuzna svetloba	12,48	15,11	5,31	6,42	0,0000
Direktna svetloba	3,26	15,29	3,27	9,36	0,0000
Bukev do 20 cm	3,02	2,56	6,31	4,94	0,0000
Bukev nad 20 cm	6,05	6,81	5,38	6,89	0,1478
Jelka do 20 cm	3,44	1,44	3,09	2,55	0,0000
Jelka nad 20 cm	0,02	0,00	0,00	0,07	0,3768
Javor do 20 cm	0,66	0,64	3,19	1,43	0,0000
Javor nad 20 cm	0,09	0,03	0,10	0,09	0,5471
Pomladek dr. vrst	58,79	58,58	59,23	58,78	0,0000
Zeliščna plast	14,09	13,95	13,99	14,04	0,0000

6 DISKUSIJA

V dinarskem jelovo–bukovem pragozdu so na vsej površini in nenehno v času prisotne majhne motnje, ki imajo za posledico nastanek relativno majhnih vrzeli (Diaci in sod., 2000). Predvsem kombinacija napada gliv in insektov ter manjših ujm (veter, sneg, žled) povzroči prevrnitev ali zlom enega ali skupine dreves. Bukev je drevesna vrsta, ki tudi v starosti močno reagira na manjše motnje (večje sončno sevanje) z lateralno rastjo in na ta način zapira nastalo vrzel. Ravno zaradi tega je bilo pričakovati, da bosta komponenti svetlobnega sevanja v letu 2005 nižji kot v letu 2000, vendar sta bili višji. Glavni razlog za to je bila višina snemanja v letu 2005 (povprečna višina snemanja je bila 235 cm), zato je svetloba izmerjena na povprečno višjih višinah kot v letu 2000 (povprečna višina 130 cm). Pričakovano so bile izmerjene vrednosti direktnega in difuznega sevanja v obeh letih merjenja višje v velikih vrzelih. V majhnih vrzelih je kljub temu, da med obema meritvama ni bilo večje ujme, izrazito povečanje svetlobnega sevanja verjetno posledica tega, da je bilo zapiranje vrzeli z lateralno rastjo robnih dreves manjše kakor odpiranje vrzeli z prelomi in zlomi robnih dreves. Velik delež jelke v lesni zalogi v Rajhenavskem Rogu (57 % - Bončina in sod., 2003) je verjetno vzrok, da se vrzeli s strani ne zaraščajo hitreje z lateralno rastjo. V velikih vrzelih pa povečanje svetlobnega sevanja ni tako izrazito, kar je verjetno posledica tega, da prelomi in zlomi robnih dreves v velikih vrzelih manj (kot v majhnih vrzelih) prispevajo k relativnemu povečanju povprečnega svetlobnega sevanja in, da je razlog za povečanje predvsem višja višina snemanja svetlobe v letu 2005. Tako kot je pokazala študija na Madžarskem (Galhidy in sod., 2005), je razvidno iz slik 3 in 4, da je v velikih vrzelih večja jakost sončnega sevanja kakor v majhnih.

Delež mladja v pokritosti tal se je pričakovano povečal. Povečanje je zelo verjetno posledica tega, da je mladje preraslo lesne ostanke, del zeliščne plasti, del opada in del skal. Zanimivo pa je, da se zastiranje zeliščne vegetacije ni bistveno spremenilo, kar je mogoče pojasniti s tem, da je verjetno del tal, ki ga je pri prejšnji inventarizaciji prekrival opad, prerasla zeliščna vegetacija.

Zanimivo je, da se je gostota mladja povečala. Gostota mladja se je povečala na račun bukovega mladja, saj se je gostota mladja jelke in javorja zmanjšala. To pomeni, da je bilo pomlajevanje v zaplatah, kjer ga v letu 2000 ni bilo, večje, kakor je bilo zmanjšanje gostote zaradi konkurence v že obstoječem mladju in, da se pomlajevanje še ni zaključilo. V malih vrzelih so bile izmerjene višje gostote kot v velikih. Razlog je v tem, da male vrzeli nastanejo postopoma in zaradi bližine semenskih dreves, se mladje osnuje na celotni površini vrzeli. Pri večjih vrzelih pa so semenska drevesa bolj oddaljena in zato v njih nastanejo zaplate, ki jih preraščajo zeliščne vrste. V teh zaplatah pa so razmere za pomlajevanje drevesnih vrst otežene zaradi močne konkurence zeliščne plasti. Javor in jelka sta prisotna le v nižjih višinskih razredih. Njuna gostota se je v primerjavi z letom 2000 zmanjšala. Gostota jelke in javorja v višinskih razredih nad 20 cm je zelo nizka, medtem ko ju v razredih nad 50 cm praktično ni. Nizko gostoto jelke in javorja v višjih višinskih razredih v Rajhenavskem Rogu v svojih študijah omenjajo tudi drugi avtorji (Diaci in Roženberger, 2003; Bončina, 2003; Roženberger in sod., 2007). Pri jelki je razlog najverjetneje objedanje divjadi, saj se jelka pojavlja v primernih gostotah le do višinskega razreda do 50 cm. To nakazujejo tudi spremembe v vrzeli 2M (slika 4 in preglednica 3), kjer se je gostota jelke povečala, kar je verjetno posledica tega, da je gostota mladja v tej vrzeli precej visoka in otežuje gibanje divjadi. Kljub temu pa tudi tu ni bilo jelke v višjih višinskih razredih. Zmanjšanje gostote javorja je najverjetneje posledica objedanja divjadi, precej visoke gostote javorja v letu 2000 in dejstva, da je javor v mladosti le krajši čas sencozdržna drevesna vrsta, kasneje pa potrebuje veliko svetlobe. Bukev, ki je bolj konkurenčna, preraste javor, ki zaradi slabih svetlobnih razmer pod bukvijo propade. To nakazujejo spremembe gostot v vrzeli 2M (slika 4 in preglednica 3), kjer se je gostota javorja precej zmanjšala.

Razlog, da je bila relativna poškodovanost bukovega mladja v letu 2005 manjša, je verjetno deloma v tem, da se je gostota bukovega mladja povečala, predvsem pa v tem, da je mladje zraslo in postalo za divjad težje dosegljivo. Jelka in javor pa imata v letu 2005 nižji delež poškodovanosti najverjetneje zaradi nižje gostote, kar je verjetno tudi posledica tega, da je delež poškodovanega mladja jelke in javorja iz leta 2000 propadel. Možno pa je tudi, da se je v tem obdobju zmanjšala populacija divjadi in posledično s tem tudi poškodbe mladja. Višji delež objedenosti v velikih vrzelih je

verjetno posledica tega, da so v majhnih vrzelih gostote mladja večje in zato za divjad manj vabljive.

Potencialna kakovost dominantnega bukovega mladja se je izboljšala. Razlog je najverjetneje v močni konkurenci, kjer lahko preživijo le vitalni osebki. Pri enaki dolžini je pokončno enoosno mladje višje od plagiotropnega, kar pomeni da do pokončnega mladja pride več svetlobe, s tem se poveča njihova rast in njihov prirastek je tako večji kot pri plagiotropnem mladju. Razlog, da so razlike med velikimi in majhnimi vrzelmi večje v letu 2000 kot v letu 2005 je najverjetneje v tem, da je bilo v letu 2000 v velikih vrzelih več svetlobe, ki je prispela do mladja kot v majhnih vrzelih, v letu 2005 pa so svetlobne razmere v velikih in majhnih vrzelih zelo podobne. Kot ugotavljajo pretekle študije (Collet, 2001; Mountford in sod., 2006), študija kaže na to, da ima količina svetlobe, ki prispe do mladja, velik vpliv na rast in razvoj mladih drevesc. Kjer je več svetlobnega sevanja je večja rast v višino in v debelino (preglednici 5 in 6).

Odzivi mladja na kombinacije svetlobnih razmer so značilni samo do višine 20 cm, vendar kažejo na preferiranje manj osvetljenih delov vrzeli (gostota bukve in javorja ter skupno zastiranje mladja). Odziv jelke je verjetno zabrisan zaradi vpliva velikih rastlinojedcev (Roženberger in sod., 2007). Pri mladju višjem od 20 cm nismo ugotovili značilnih razlik, kar je presenetljivo, saj smo pričakovali ugodnejši razvoj mladja v odprtih, bolj osvetljenih delih vrzeli.

7 ZAKLJUČEK

Raziskava vrzeli v pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog kaže na to, da je pomlajevanje v vrzelih dolgotrajen proces, saj se je gostota mladja med letoma meritev povečala (mladje bukve). Pomlajevanje bukve ni problematično, saj se bukev pomlajuje obilno v različnih svetlobnih razmerah in tudi kakovost dominantnih bukovih dreves se je med leti 2000 in 2005 izboljšala. Večji problemi so pri pomlajevanju jelke in javorja, ki ju v višinskih razredih nad 50 cm praktično ne najdemo. To pa nakazuje, da v nastajajočem sestoju ne bo jelke in drugih primešanih vrst. Zelo verjetno bo nastal čisti bukov sestoj. Razlog, da je tako nizka gostota javorja in jelke je najverjetneje preštevilčna populacija rastlinojede divjadi na tem območju, deloma pa verjetno na to vpliva tudi izmenjujoča dominanca bukve in jelke v daljših obdobjih (Bončina in sod., 2003). Napotek za gospodarjenje v podobnih gospodarskih gozdovih bi bil, da je potrebno za uspešno naravno pomlajevanje zmanjšati število rastlinojede divjadi in več pozornosti pri negi posvetiti jelki in javorju. Predvsem je dobro upoštevati, da je javor le krajši čas v svoji mladosti sencovzdržen kasneje pa je svetloljuben in, če ne dobi dovolj svetlobe propade. Jelka pa je bolj sencovzdržna drevesna vrsta in ji ustrezajo mikrorastišča z manjšo količino direktnega svetlobnega sevanja. Na splošno pa raziskava potrjuje, da so ključne drevesne vrste prilagojene na pomlajevanje v zelo skromnih svetlobnih razmerah. Tudi za gospodarski gozd je takšen način pomlajevanja zanimiv, saj ima mnoge prednosti tako z vidika gostote kot tudi kakovosti (razrasti) mladja.

8 LITERATURA

- Beguš J. 1999.** Program razvoja gozdov v Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 58 str.
- Brokaw N., Busing R.T. 2000.** Niche versus chance and tree diversity in forest gaps. *Trends in ecology and evolution*, 15: 183-188.
- Brus R. 2005.** Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire – Biotehniška fakulteta: 408 str.
- Busing R.T., White P.S. 1997.** Species diversity and smallscale disturbance in an old-growth temperate forest: a consideration of gap-partitioning concepts. *Oikos*, 78: 562-568.
- Bončina A., Gašperšič F., Diaci J. 2003.** Long-term changes in tree species composition in the Dinaric mountain forests of Slovenia. *The Forestry Chronicle*, 79, 227-232.
- Bončina, A., 1999.** Stand dynamics of the virgin forest Rajhenavski Rog (Slovenia) during the past century. V: *Virgin forests and forest reserves in Central and East European countries: history, present status and future development*. Diaci J. (ur). Ljubljana, BF, Department of Forestry: 95-110 str.
- Collet C., Lanter O., Pardos M. 2002.** Effects of canopy opening on the morphology and anatomy of naturally regenerated beech seedlings. *Trees*, 16, 291-298.
- Collet C., Chenost, C. 2006.** Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions. *Forestry*, 79, 489-502.
- Denslow J.S., Spies T. 1990.** Canopy gaps in forest ecosystems: an introduction. *Canadian journal of forest research*, 20: 615 -619
- Diaci J. 1999a.** Meritve sončnega sevanja v gozdu – I. presoja metode in instrumentov: *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 58: 105-138.
- Diaci J. 1999b.** Meritva sončnega sevanja v gozdu – II. Metode na osnovi projekcij hemisphere neba in krošenj. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 60: 177-200.
- Diaci J., Kolar U. 2000.** Usmerjanje objektivna “ribje oko” za fotografiranje hemisphere. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 61: 5-25.

Diaci J., Kutnar L., Rupel M., Smolej I., Kraigher H. 2000. Interactions of Ecological Factors and Natural Regeneratio in an Altimontane Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Stsnd. Phytion (Austria) Special issue, 40: 17-26.

Galhidy L. in sod. 2006. Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understorey vegetation of a Hungarian beech forest. *Plant Ecology*, 183, 133-145.

Gašperšič F. 1974. Zakonitosti naravnega pomlajevanja jelovo-bukovih gozdov na visokem krasu Snežniško-Javorniškega masiva. Ljubljana: 139 str.

Goldblum D. 1997. The effect of treefall gaps on understory vegetation in New York state. *Journal of vegetation science*, 8: 125-132.

Hahn K. 2000. Development of natural regeneration and flora in gaps in three deciduous forests in Denmark: M.Sc. thesis. Copenhagen, The Royal Veterinary and Agricultural University, Unit of Forestry

Jarni K., Robič D., Bončina A. 2005. Analysis of the influence of ungulates on the regeneration of Dinaric fir-beech forests in the research site Trnovec in the Kočevje forest management region. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*. 74, 141-164.

Kolar U. 2005. Skice vseh vrzeli z lokacijami raziskovalnih ploskev. Rezultat projekta NAT-MAN, digitalni vir.

Leibundgut H. 1982. Europäische Walder der Bergstufe. Bern, Haupt.

Madsen P. 1994. Growth and survival of *Fagus sylvatica* (L.) seedlings in relation to light intensity and soil water content. *Scandinavian journal of forest research*, 9: 316-322.

Madsen P. 1995. Effects of seedbed type on wintering beech nuts (*Fagus sylvatica* L.) and deer impact on sprouting seedlings in natural regeneration. *Forest ecology and management*, 73: 37-43.

Madsen P., Larsen J.B. 1997. Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) with respect to canopy density, soil moisture and soil carbon content. *Forest ecology and management*, 97: 95-105.

Mountford E., Savill P.S., Bebber D.P. 2006. Pattern of regeneration and ground vegetation associated with canopy gaps in a managed beechwood in southern England. *Forestry*, 79: 389-408.

Marinček L. 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem. Ljubljana, Delavska enotnost: 153 str.

Nicolini E., Caraglio Y. 1994. L' influence de divers caracteres architecturaux sur l'apparition de la fourche chez *Fagus sylvatica*, en fonction de l'absence ou de la presence d'un couvert. Canadian journal of botany, 72: 1723-1734.

Schaetzl R.J., Burns S. F., Johnson D.L., Small T.W. 1989. Tree uprooting: review of impacts on forest ecology. Vegetatio, 79: 165-176.

Paluch J. 2005. The influence of the spatial pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (*Abies alba Mill.*) regeneration in uneven-aged forests. Forest Ecology and Management, 205, 283-298.

Perko F. 1977. The influence on of game on the regeneration of High Carst Fir-Beech forest. Gozdarski vestnik 35: 191-204.

Puncer I. 1980. Dinarski jelovo-bokovi gozdovi na Kočevskem, 1 edition. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana.

Sagheb Thalebi K. 1996. Quantitative und qualitative Merkmale von Buchenjungwuechsen (*Fagus sylvatica L.*) unter dem Einflussdes Lichtes und anderer Standortsfaktoren. Beiheft zur Schweizeris fur Fortwesen 78: 219 str.

Simak M. 1951. Untersuchungen ueber den natuerlichen Baumartenwechsel in der schweizerischen Planterwalder. Mitteilungen Eidgenössischen Anstalt Forstliche Versuchswesen, 27: 406-468.

Roženbergar D., Diaci J. 2003. Comparative Studies of Gap-phase Regeneration in Managed and Natural Beech Forests in Different Parts of Europe: Slovenia. NAT-MAN Working Report, 38.

Roženbergar D., Mikac S., Anić I., Diaci J. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. Forestry, 80, 4: 431-443. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpm037>.

Roženbergar D. 2007. Vpliv svetlobe na razrast bukovega mladovja v gospodarskem gozdu in pragozdu na dinarskih jelovo-bukovih rastiščih Kočevskega Roga: magistrska naloga (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.

Skupne letne in mesečne padavine po meteoroloških postajah. 2008. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije

http://www.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0156102S&ti=Skupne+letne+in+mese%20ne+padavine+po+meteorolo%20skih+postajah%2C+Slovenija&path=../Database/Okolje/01_ozemlje_podnebje/10_01561_podnebni_kazalniki/&lang=2 (2.7. 2008)

Suner A., Rohrig E. 1980. Die Entwicklung des Buchennaturverjüngung in Abhängigkeit von der Auflichtung des Altbestandes. Forstarchiv, 51: 145-149.

Veselič 1991. Na Postojnskem preštevilna rastlinojeda divjad še naprej hudo ogroža gozdno mladje. Gozdarski vestnik, 49, 147-157.

ZAHVALA

Zahvalil bi se mag. Dušanu Roženbergerju za koristne nasvete pri statistični analizi podatkov. Prav tako pa bi se zahvalil mentorju prof. dr. Juriju Diaciju in recenzentu prof. dr. Andreju Bončini za vse konstruktivne pripombe.

PRILOGA

Priloga A: Opisna statistika izmerjenih lastnosti dominantnih drevesc v letu 2005.

	2005	N	Povprečje	Mediana	Vsota	Min.	Maks.	Interval	st. odk.
vse vrzeli skupaj	višina	1209	143,9	130,0	173948,0	0,0	620,0	620,0	92,35
	strdol1	1205	13,8	13,0	16576,9	0,0	50,0	50,0	9,56
	strprir1	1205	13,4	12,0	16199,8	0,0	50,0	50,0	9,56
	strdol2	1202	13,3	12,0	15943,4	0,0	52,0	52,0	9,92
	strprir2	1204	12,7	11,0	15315,0	0,0	50,0	50,0	9,70
	krosn+L937max	1209	94,7	90,0	114441,0	0,0	380,0	380,0	51,83
	krosnmin	1209	67,9	60,0	82088,0	0,0	320,0	320,0	40,63
	krosndol	1206	32,4	20,0	39016,5	0,0	245,0	245,0	30,30
vrzel 2	višina	249	175,6	175,0	43733,0	12,0	430,0	418,0	73,49
	strdol1	248	17,8	18,0	4405,7	0,5	41,0	40,5	8,67
	strprir1	248	17,6	18,0	4354,0	0,5	41,0	40,5	8,64
	strdol2	247	17,3	18,5	4279,0	0,5	45,0	44,5	9,07
	strprir2	247	16,9	18,0	4183,5	0,5	43,0	42,5	8,83
	krosn+L937max	249	111,4	100,0	27737,0	8,0	380,0	372,0	48,51
	krosnmin	249	81,1	70,0	20186,0	8,0	280,0	272,0	38,03
	krosndol	247	35,7	29,0	8809,0	1,0	113,0	112,0	22,89
vrzel 2M	višina	121	106,8	105,0	12927,0	16,0	270,0	254,0	61,70
	strdol1	121	12,1	11,0	1461,0	0,5	32,0	31,5	7,57
	strprir1	121	12,0	11,0	1449,5	0,5	32,0	31,5	7,63
	strdol2	121	11,1	10,0	1345,0	0,5	28,0	27,5	7,13
	strprir2	121	10,6	10,0	1277,0	0,5	28,0	27,5	7,14
	krosn+L937max	121	76,8	70,0	9296,0	14,0	210,0	196,0	36,48
	krosnmin	121	53,5	50,0	6473,0	10,0	140,0	130,0	23,87
	krosndol	121	20,7	15,0	2502,0	5,0	64,0	59,0	13,57
vrzel 9	višina	317	182,6	160,0	57878,0	0,0	620,0	620,0	115,68
	strdol1	317	16,6	16,0	5256,5	0,0	50,0	50,0	11,53
	strprir1	317	16,1	16,0	5115,5	0,0	50,0	50,0	11,51
	strdol2	316	16,9	16,0	5334,0	0,0	52,0	52,0	11,83
	strprir2	317	16,2	15,0	5150,5	0,0	50,0	50,0	11,60
	krosn+L937max	317	110,0	100,0	34856,0	0,0	350,0	350,0	61,68
	krosnmin	317	79,0	70,0	25053,0	0,0	320,0	320,0	49,48

vrzel 11	krosndol	317	49,9	37,0	15808,0	0,0	245,0	245,0	43,08
	višina	201	115,0	95,0	23107,0	10,0	450,0	440,0	83,77
	strdol1	201	9,2	8,0	1857,0	0,0	38,0	38,0	7,22
	strprir1	201	8,6	7,0	1736,1	0,0	36,0	36,0	7,24
	strdol2	200	8,2	6,0	1642,5	0,0	39,0	39,0	7,67
	strprir2	201	7,4	5,0	1480,6	0,0	33,0	33,0	7,02
	krosn+L937max	201	79,3	70,0	15940,0	10,0	300,0	290,0	47,01
	krosnmin	201	57,0	50,0	11464,0	5,0	250,0	245,0	37,41
	krosndol	201	28,7	18,0	5770,0	3,0	142,0	139,0	25,23
vrzel 12	višina	150	110,9	95,0	16633,0	10,0	320,0	310,0	72,54
	strdol1	147	12,1	11,0	1784,7	0,2	38,0	37,8	8,62
	strprir1	147	12,1	11,0	1781,7	0,2	38,0	37,8	8,58
	strdol2	147	11,4	10,0	1676,9	0,2	37,5	37,3	9,01
	strprir2	147	11,1	9,0	1628,9	0,2	36,5	36,3	8,86
	krosn+L937max	150	84,7	80,0	12702,0	5,0	240,0	235,0	46,31
	krosnmin	150	62,1	55,0	9312,0	5,0	230,0	225,0	36,53
	krosndol	149	19,2	15,0	2856,5	4,0	100,0	96,0	13,88
vrzel 16	višina	171	115,0	106,0	19670,0	20,0	360,0	340,0	65,30
	strdol1	171	10,6	10,0	1812,0	0,0	35,0	35,0	7,03
	strprir1	171	10,3	10,0	1763,0	0,0	35,0	35,0	6,93
	strdol2	171	9,7	9,0	1666,0	0,0	34,0	34,0	6,67
	strprir2	171	9,3	9,0	1594,5	0,0	34,0	34,0	6,44
	krosn+L937max	171	81,3	70,0	13910,0	20,0	210,0	190,0	39,35
	krosnmin	171	56,1	50,0	9600,0	10,0	200,0	190,0	30,20
	krosndol	171	19,1	15,0	3271,0	4,0	87,0	83,0	15,03

V letu 2005 smo poleg premera, dolžine in prirastka na dominantnih bukovih drevescih merili še: višino, dolžino prvega stranskega poganjka, dolžina prirastka prvega stranskega poganjka, dolžina drugega stranskega poganjka, dolžina prirastka drugega stranskega poganjka, maksimalna širina krošnje, minimalna širina krošnje in višina do krošnje.