

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Jurij ROZMAN

**VPLIV EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV
NA NARAVNO POMLAJEVANJE ZASMREČENIH
PREDALPSKIH JELOVO-BUKOVIH GOZDOV
NA KARBONATNIH SEDIMENTIH**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Jurij ROZMAN

**VPLIV EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV
NA NARAVNO POMLAJEVANJE ZASMREČENIH
PREDALPSKIH JELOVO-BUKOVIH GOZDOV
NA KARBONATNIH SEDIMENTIH**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**INFLUENCE OF ECOLOGICAL FACTORS
ON THE NATURAL REGENERATION OF SECONDARY NORWAY
SPRUCE FORESTS ON A PRE-ALPINE SILVER FIR-BEECH
FOREST SITE ON CARBONATE SEDIMENTS**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2015

Doktorska disertacija je zaključek doktorskega študija gozdarstva in je bila opravljena na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in Oddelku za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije.

Senat Biotehniške fakultete je 11. marca 2010 odobril temo doktorske disertacije in za mentorja imenoval prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Robert Brus, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: višji znan. sod. dr. Igor Dakskobler, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: znan. svet. dr. Primož Simončič, Gozdarski inštitut Slovenije

Datum zagovora: 26. 10. 2015

Podpisni izjavljam, da je doktorska disertacija rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Jurij Rozman

GLAVNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dd
DK GDK 181:231+228.9(043.3)163.6
KG naravno pomlajevanje/smreka/*Picea abies*/vrzel/ekološki dejavniki/svetlobne razmere/ gorski gozd/jelovo–bukov gozd/Jelendol/Krašica
KK
AV ROZMAN, Jurij, mag. gozd.
SA DIACI, Jurij (mentor)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
LI 2015
IN VPLIV EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV NA NARAVNO POMLAJEVANJE ZASMREČENIH PREDALPSKIH JELOVO-BUKOVIH GOZDOV NA KARBONATNIH SEDIMENTIH
TD Doktorska disertacija
OP XII, 167 str., 48 pregl., 51 sl., 15 pril., 134 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Premena čistih smrekovih sestojev je eden poglavitnih gojitvenih izzivov v Evropi. Človek je z gozdno pašo, oglarjenjem in golosečnim sistemom s sadnjo smreke močno spremenil tudi gozdove v Alpah, za katere pogosto mislimo, da so naravni. Naravna obnova zasmrečenih gozdov je marsikje zelo težavna, uspeh obnove pa je ključni element trajnosti gozda in vseh njegovih funkcij. Raziskavo smo izvedli v zasmrečenih predalpskih jelovo-bukovih gozdovih v raziskovalnih območjih Jelendol in Krašica. Meritve so bile izvedene leta 2003 in 2008 na 18 objektih v Jelendolu in leta 1993, 1998 in 2010 na 32 objektih na Krašici. Vpliv ekoloških dejavnikov na uspešnost naravnega pomlajevanja smo proučili s pomočjo linearnih mešanih modelov in posplošenih linearnih mešanih modelov. Na obeh raziskovalnih objektih smo ugotovili sukcesijski razvoj v smeri večjega deleža listavcev, v Jelendolu se poleg smreke v mladju uveljavlja bukev in na Krašici gorski javor. Drevesne vrste imajo različne potrebe po ekoloških dejavnikih, ki se dodatno spreminjajo z višinskim razvojem mladja. Za pomlajevanje bukve je temeljnega pomena bližina semenskih dreves. Najboljša nasemenitev se razvije pod sestojem in v malih vrzelih, vendar je za preživetje zadostnega števila klic potrebna predvsem zadostna količina difuznega sevanja, ki jo dosežemo šele z oblikovanjem srednje velikih vrzelih. V obeh območjih potrebuje mladje za nadaljnjo rast več svetlobe, pri čemer je na nižje ležeči Krašici dovolj že vrzel premera ene drevesne višine, medtem ko mora biti vrzel v Jelendolu večja. Razvoj pomlajevanja v Jelendolu je bistveno počasnejši kot na Krašici. V obeh območjih obnovo značilno zavira velika rastlinojeda divjad.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
DC FDC $181:231+228.9(043.3)=163.6$
CX altimontane forest/natural regeneration/Norway spruce/*Picea abies* Karst./gap/
ecological factors/light climate/Jelendol/Krašica
CC
AU ROZMAN, Jurij
AA DIACI, Jurij (supervisor)
PP SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty
PY 2015
TI INFLUENCE OF ECOLOGICAL FACTORS ON THE NATURAL
REGENERATION OF SECONDARY NORWAY SPRUCE FORESTS ON A
PRE-ALPINE SILVER FIR-BEECH FOREST SITE ON CARBONATE
SEDIMENTS
DT Doctoral Dissertation
NO XII, 167 p., 48 tab., 51 fig., 15 ann., 134 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Conversion of pure Norway spruce stands is one of the principal silvicultural
challenges in Europe. With forest grazing, charcoaling, and clear-cutting for spruce
planting, man has severely altered Alpine forests that we often deem to be natural.
Natural regeneration of forests replaced by spruce is often rendered difficult and the
success of regeneration is the key element of sustainability of the forest and all of
its functions. The study was carried out in subalpine fir-beech forests replaced by
spruce in the study areas Jelendon and Krašica. Measurements were carried out in
2003 and 2008 on 18 plots in Jelendol, and in 1993, 1998 and 2010 on 32 plots in
Krašica. The impact of ecological factors on success of natural regeneration was
studied with linear mixed models and generalised linear mixed models. In both
study areas we established successional development towards a greater share of
broadleaves; spruce and beech are being recruited in Jelendol and spruce and
sycamore maple in Krašica. Tree species have different needs with regard to
ecological factors and the ecological requirements change depending on the height
of regeneration. The presence of seed trees is the key factor for beech regeneration.
Establishment of seedlings is best below closed canopies and in small gaps, but
survival of sufficient number of seedlings requires sufficient amount of diffuse
radiation, which is not available until gaps are medium-sized. In both study areas
regeneration required more light for continued growth; in the lower-altitude
Krašica, gaps the size of one tree height are sufficient, while in Jelendol gaps must
be larger. Development of regeneration is significantly slower in Jelendol. In both
sites regeneration is strongly affected by overbrowsing.

KAZALO VSEBINE

GLAVNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	X
KAZALO PRILOG	XII
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV.....	3
2.1 SVETLOBA.....	3
2.2 TALNA VLAGA	5
2.3 DIVJAD	6
2.4 POMEN DREVESNIH OSTANKOV	7
2.5 NARAVNE MOTNJE	8
2.6 VPLIV PRITALNE VEGETACIJE	8
2.7 SEMENENJE.....	9
2.8 DRUGE RAZISKAVE GORSKIH GOZDOV	9
3 CILJI NALOGE IN RAZISKOVALNE HIPOTEZE.....	11
4 OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA	12
4.1 RAZISKOVALNI OBJEKT JELENDOL	12
4.1.1 Geografski, geološki in vegetacijski opis	12
4.1.2 Podnebje	13
4.1.2.1 Temperaturne razmere	13
4.1.2.2 Padavinske razmere	16
4.1.3 Zgodovina gospodarjenja z gozdovi.....	17
4.1.4 Opis gozda v okolici ploskev	19
4.2 RAZISKOVALNI OBJEKT KRAŠICA	21
4.2.1 Geografski, geološki in vegetacijski opis	21
4.2.2 Podnebje	21
4.2.2.1 Temperaturne razmere	21
4.2.2.2 Padavinske razmere	22
4.2.3 Zgodovina gospodarjenja z gozdovi.....	23
4.2.4 Opis gozda v okolici ploskev	24
5 METODE RAZISKOVANJA.....	26
5.1 RAZISKOVALNI OBJEKT JELENDOL	26
5.1.1 Meritve v Jelendolu leta 2003	27
5.1.1.1 Postavitev ploskev	27
5.1.1.2 Popis ploskev leta 2003	28
5.1.1.3 Meritve svetlobe leta 2003	30
5.1.2 Meritve v Jelendolu leta 2008	32

5.1.2.1	Popis ploskev leta 2008	32
5.1.2.2	Meritve svetlobe leta 2008	32
5.1.2.3	Vsebnost vlage v tleh na globini od 0 do 10 cm.....	32
5.1.2.4	Ugotavljanje kemijskih lastnosti tal	33
5.1.3	Ugotavljanje časa nastanka vrzeli v Jelendolu	33
5.2	RAZISKOVALNI OBJEKT KRAŠICA	34
5.2.1	Meritve na Krašici leta 1993 in 1998	36
5.2.1.1	Postavitev ploskev	36
5.2.1.2	Popis ploskev	36
5.2.2	Meritve na Krašici leta 2010.....	37
5.2.2.1	Postavitev ploskev	37
5.2.2.2	Popis ploskev v malih vrzelih, v vrtačah in pod sklenjenim sestojem	37
5.2.2.3	Popis ploskev v velikih vrzelih.....	38
5.3	OBDELAVE PODATKOV	38
5.3.1	Linearni mešani modeli (LMM) in posplošeni linearni mešani modeli (GLMM)	40
5.3.1.1	Modeli za objekt Jelendol.....	41
5.3.1.2	Modeli za objekt Krašica	43
6	REZULTATI.....	44
6.1	REZULTATI ZA RAZISKOVALNI OBJEKT JELENDOL	44
6.1.1	Nastanek vrzeli.....	44
6.1.2	Predstavitev izbranih ekoloških dejavnikov	46
6.1.2.1	Svetloba	46
6.1.2.2	Vsebnost vlage v tleh.....	56
6.1.2.3	Sestava površja	64
6.1.2.4	Drevesni ostanki	65
6.1.3	Predstavitev vegetacije	66
6.1.3.1	Vpliv ekoloških dejavnikov na zastiranje zeliščne plasti	66
6.1.3.2	Landoltove fitoindikacijske vrednosti	67
6.1.3.3	Ordinacija ploskev v Jelendolu na osnovi popisov vegetacije leta 2008 ..	70
6.1.4	Predstavitev pomlajevanja	72
6.1.4.1	Gostota in vrstna sestava mladja	72
6.1.4.2	Model za smrekove klice (GLMM).....	75
6.1.4.3	Model za smrekove mladice (GLMM).....	77
6.1.4.4	Model za bukove klice (GLMM).....	79
6.1.4.5	Model za bukove mladice (GLMM).....	80
6.1.4.6	Dominantne mladice	81
6.1.4.7	Vpliv prisotnosti bukovih semenjakov na pomlajevanje bukve.....	88
6.1.4.8	Vpliv divjadi na pomlajevanje.....	89
6.1.5	Predstavitev talnih lastnosti in odvisnosti	93
6.1.5.1	Kemijske lastnosti tal	95

6.2	REZULTATI ZA RAZISKOVALNI OBJEKT KRAŠICA	101
6.2.1	Predstavitev izbranih ekoloških dejavnikov	101
6.2.1.1	Svetloba	101
6.2.1.2	Sestava površja	105
6.2.1.3	Zastiranje zelišč in mahov	105
6.2.1.4	Zastiranje grmovnic	109
6.2.2	Predstavitev pomlajevanja	111
6.2.2.1	Gostota in vrstna sestava mladja	111
6.2.2.2	Vpliv velikosti in starosti vrzeli na gostoto mladja	113
6.2.2.3	Zastiranje mladja	115
6.2.2.4	Model za pomlajevanje smreke (LMM)	118
6.2.2.5	Model za pomlajevanje jelke (GLMM)	120
6.2.2.6	Model za pomlajevanje bukve (LMM)	121
6.2.2.7	Vpliv divjadi na pomlajevanje	122
7	RAZPRAVA	126
7.1	JELENDOL	127
7.1.1	Ekološki dejavniki v vrzelih	127
7.1.2	Naravno pomlajevanje	129
7.1.2.1	Pomlajevanje smreke	131
7.1.2.2	Pomlajevanje bukve	132
7.1.2.3	Vpliv divjadi	133
7.2	KRAŠICA	133
7.2.1	Ekološki dejavniki v vrzelih	133
7.2.2	Naravno pomlajevanje	134
7.2.2.1	Vpliv divjadi	137
7.3	POMLAJEVANJE V PRADALPSKIH JELOVO-BUKOVIH GOZDOVIH ...	138
7.3.1	Variabilnost ekoloških dejavnikov	138
7.3.2	Drevesna sestava in sukcesijski razvoj gozda	139
7.3.3	Velikost vrzeli in dolžina pomladitvene dobe	140
7.3.4	Objedanje	141
8	SKLEPI	143
8.1	POTRDITEV HIPOTEZ	143
8.2	NAPAKE V DOSEDANJI GOJITVENI OBRAVNAVI	144
8.3	USMERITVE ZA OBNOVO SESTOJEV	145
8.4	KAJ JE ŠE TREBA RAZISKATI	147
9	POVZETEK (SUMMARY)	148
9.1	POVZETEK	148
9.2	SUMMARY	152
10	VIRI	156
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovni podatki o vrzelih (objektih) v Jelendolu	27
Preglednica 2: Radiacijski parametri	31
Preglednica 3: Osnovni podatki o vrzelih (objektih) na Krašici	35
Preglednica 4: Spremenljivke in njihove oznake, ki smo jih uporabili za GLMM v Jelendolu.....	42
Preglednica 5: Spremenljivke in njihove oznake, ki smo jih uporabili za GLMM na Krašici.....	43
Preglednica 6: Svetlobne razmere na objektih v Jelendolu leta 2003 in 2008 (za 542 ploskev)	47
Preglednica 7: Število ploskev po velikostnih razredih vrzeli in velikostnih razredih DIR leta 2003 in 2008	50
Preglednica 8: Volumska vsebnost vlage v tleh na globini od 0 do 10 cm v poletnem obdobju v Jelendolu.....	56
Preglednica 9: Rezultati LMM za analizo vpliva drugih dejavnikov na vlago 1	59
Preglednica 10: Rezultati LMM za analizo vpliva drugih dejavnikov na vlago 3	59
Preglednica 11: Rezultati Wilcoxonovega testa rangov testiranja razlik v sestavi površja med letom 2003 in 2008 po velikostnih razredih vrzeli in skupaj za celoten objekt Jelendol	65
Preglednica 12: Rezultati LMM za analizo vpliva drugih dejavnikov na zastiranje zeliščne plasti v Jelendolu	66
Preglednica 13: Landoltove fitoindikacijske vrednosti na ploskvah v Jelendolu.....	68
Preglednica 14: Rezultati analize variance za preverjanje značilnosti razlik Landoltovih fitoindikacijskih vrednosti mer različnimi velikostnimi razredi vrzeli v Jelendolu.....	68
Preglednica 15: Gostota mladja po letih, višinskih razredih in drevesni vrsti v Jelendolu.....	73
Preglednica 16: Gostota mladja po letih, višinskih razredih in velikostnem razredu vrzeli v Jelendolu.....	75
Preglednica 17: Osnovne informacije o GLMM za smrekove klice v Jelendolu.....	75
Preglednica 18: Rezultati GLMM za smrekove klice v Jelendolu	76
Preglednica 19: Osnovne informacije o GLMM za smrekove mladice v Jelendolu	77
Preglednica 20: Rezultati GLMM za smrekove mladice v Jelendolu	78
Preglednica 21: Osnovne informacije o GLMM za bukov klice v Jelendolu.....	79
Preglednica 22: Rezultati GLMM za bukov klice v Jelendolu.....	79
Preglednica 23: Osnovne informacije o GLMM za bukov mladice v Jelendolu.....	80
Preglednica 24: Rezultati GLMM za bukov mladice v Jelendolu	80
Preglednica 25: Višina dominantnih mladice (cm) po drevesnih vrstah leta 2003 in 2008 v Jelendolu.....	83

Preglednica 26: Osnovne informacije o LMM za višino dominantnih smrekovih mladit v Jelendolu	83
Preglednica 27: Rezultati LMM za višino dominantnih smrekovih mladit v Jelendolu.....	84
Preglednica 28: Osnovne informacije o LMM za višino dominantnih bukovih mladit v Jelendolu	84
Preglednica 29: Rezultati LMM za višino dominantnih bukovih mladit v Jelendolu	85
Preglednica 30: Višinski prirastek dominantnih mladit (mm) po drevesnih vrstah leta 2003 in 2008 v Jelendolu.....	86
Preglednica 31: Osnovne informacije o LMM za višinski prirastek dominantnih smrekovih mladit v Jelendolu	87
Preglednica 32: Rezultati LMM za višinski prirastek dominantnih smrekovih mladit v Jelendolu.....	87
Preglednica 33: Osnovne informacije o LMM za višinski prirastek dominantnih bukovih mladit v Jelendolu	88
Preglednica 34: Rezultati LMM za višinski prirastek dominantnih bukovih mladit	88
Preglednica 35: Število dominantnih mladit smreke in bukve po višinskih razredih in objedenosti leta 2003 in 2008 v Jelendolu.....	93
Preglednica 36: Pari za primerjavo talnih razmer glede na položaj v vrzeli (zgoraj – spodaj)	97
Preglednica 37: Pari za primerjavo talnih razmer glede na stopnjo pomlajenosti.....	98
Preglednica 38: Povprečne gostote podmladka smreke in bukve (število/ha) na 10 parih ploskev za primerjavo talnih razmer glede na stopnjo pomlajenosti leta 2003 in 2008.....	98
Preglednica 39: Svetlobne razmere leta 1993 in 2010 na Krašici	101
Preglednica 40: Gostota mladja po letih, višinskih razredih in drevesni vrsti na Krašici .	112
Preglednica 41: Osnovne informacije o LMM za pomlajevanje smreke na Krašici	118
Preglednica 42: Rezultati LMM za pomlajevanje smreke na Krašici	118
Preglednica 43: Osnovne informacije o LMM za pomlajevanje smreke brez velikih starih vrzeli na Krašici	119
Preglednica 44: Rezultati LMM za pomlajevanje smreke brez velikih starih vrzeli na Krašici.....	119
Preglednica 45: Osnovne informacije o GLMM za pomlajevanje jelke na Krašici	120
Preglednica 46: Rezultati GLMM za pomlajevanje jelke na Krašici	120
Preglednica 47: Osnovne informacije o LMM za pomlajevanje bukve na Krašici.....	121
Preglednica 48: Rezultati LMM za pomlajevanje bukve na Krašici	121

KAZALO SLIK

Slika 1:	Lokacija raziskovalnih objektov Jelendol in Krašica	12
Slika 2:	Povprečna letna temperatura zraka na Krvavcu.....	14
Slika 3:	Povprečna temperatura po letnih časih (zima, pomlad, poletje, jesen) na Krvavcu in drseče povprečje.....	15
Slika 4:	Letna vsota padavin (mm) v obdobju 1961–2010 za Jelendol	16
Slika 5:	Povprečna količina merjenih padavin po mesecih za obdobje 1961–2010 za Jelendol	17
Slika 6:	Povprečna količina merjenih padavin po mesecih za obdobje 1961–2010 za Gornji Grad	22
Slika 7:	Letna vsota padavin (mm) v obdobju 1961–2010 za Gornji Grad	23
Slika 8:	Postavitev ploskev v vrzeli št. 15.....	28
Slika 9:	Delo na ploskvi s pomočjo kovinskega ogrodja	29
Slika 10:	Shematski prikaz postavitev ploskev v vrzelih na Krašici leta 1993 in 1998.....	36
Slika 11:	Širina branik robnih dreves v vrzelih številka 12, 13 in 15	45
Slika 12:	Frekvenčna porazdelitev direktnega (DIR) in razpršenega (DIF) sevanja leta 2003 in 2008 v Jelendolu	47
Slika 13:	Porazdelitev direktnega (DIR) in razpršenega (DIF) sevanja glede na velikost vrzeli leta 2003 in 2008	49
Slika 14:	Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti DIF (levo) in DIR (desno) (%) leta 2008 v sestoji – objekt številka 1 (zgoraj) in objekt številka 2 (spodaj)	51
Slika 15:	Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti DIF (levo) in DIR (desno) (v %) leta 2008 v mali vrzeli – objekt številka 9 (zgoraj) in objekt številka 11 (spodaj)	52
Slika 16:	Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti DIF (levo) in DIR (desno) (v %) leta 2008 v srednji vrzeli – objekt številka 13 (zgoraj) in objekt številka 14 (spodaj)	53
Slika 17:	Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti DIF (zgoraj) in DIR (spodaj) (v %) leta 2008 v veliki vrzeli – objekt 18.....	55
Slika 18:	Volumska vsebnost vlage v tleh na globini od 0 do 10 cm v odprtem, osrednjem in robnem delu vrzeli v Jelendolu	58
Slika 19:	Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti vlage 1 (levo) in vlage 3 (desno) (v %) v sestoji – objekt številka 1 (zgoraj) in objekt številka 2 (spodaj)	60
Slika 20:	Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti vlage 1 (levo) in vlage 3 (desno) (v %) leta 2008 v mali vrzeli – objekt številka 9 (zgoraj) in objekt številka 11 (spodaj)	61
Slika 21:	Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti vlage 1 (levo) in vlage 3 (desno) (v %) v srednji vrzeli – objekt številka 13 (zgoraj) in objekt številka 14 (spodaj)	62
Slika 22:	Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti vlage 1 (zgoraj), vlage 2 (sredina) in vlage 3 (spodaj) (v %) v veliki vrzeli – objekt 18	63

Slika 23: Sestava površja po velikostnih razredih vrzeli leta 2003 in 2008 v Jelendolu ...	64
Slika 24: Landoltove fitoindikacijske vrednosti glede na velikost vrzeli	69
Slika 25: Ordinacija ploskev v Jelendolu	71
Slika 26: Histogram števila mladice (brez klic) leta 2003 in 2008	74
Slika 27: Drevesna sestava dominantnih mladice po višinskih razredih leta 2003 in 2008 v Jelendolu	81
Slika 28: Gostota bukovega mladja v odvisnosti od oddaljenosti od semenskega drevesa leta 2008 v Jelendolu	89
Slika 29: Objedenost smrekovega mladja po višinskih razredih in letih v Jelendolu	90
Slika 30: Objedenost bukovega mladja po višinskih razredih in letih v Jelendolu	91
Slika 31: Vpliv objedanja na višinski prirastek dominantnih mladice smreke in bukve v Jelendolu	92
Slika 32: Debelina organskih horizontov v odvisnosti od velikosti vrzeli	94
Slika 33: Kemijske lastnosti tal po talnih horizontih pod sestojem in v vrzeli	96
Slika 34: Vpliv deleža C in pH v podhorizontu Of na pomlajevanje smreke	99
Slika 35: Vpliv deleža C v podhorizontih Of in Oh in debeline podhorizonta Ol na pomlajevanje bukve	100
Slika 36: Porazdelitev direktnega (DIR) in razpršenega (DIF) sevanja glede na vrsto vrzeli leta 1993 in 2010 na Krašici	102
Slika 37: Razdelitev ploskev na kategorije ABCD glede na prejeto DIF in DIR na Krašici	104
Slika 38: Sestava površja po vrsti vrzeli leta 2010 na Krašici	105
Slika 39: Povprečno zastiranje 10 najpogostejših vrst zelišč in mahu leta 1993 in 2010 na Krašici	106
Slika 40: Kumulativno zastiranje zelišč in mahov po vrsti vrzeli leta 1993 in 2010 na Krašici	108
Slika 41: Vpliv divjadi na vrstno sestavo zeliščne plasti leta 2010 na Krašici	109
Slika 42: Povprečno zastiranje grmovnic leta 1993 in 2010 na Krašici	110
Slika 43: Povprečno zastiranje grmovnic po vrsti vrzeli leta 1993 in 2010 na Krašici ...	110
Slika 44: Vpliv divjadi na zastiranje in vrstno sestavo grmovnic leta 2010 na Krašici ...	111
Slika 45: Gostota mladja po višinskih razredih in drevesnih vrstah gleda ne vrsto vrzeli leta 2010 na Krašici	114
Slika 46: Zastiranje mladja po višinskih razredih in drevesnih vrstah gleda ne vrsto vrzeli leta 2010 na Krašici	116
Slika 47: Gostota mladja po višinskih razredih na ograjenih in neograjenih vrzelih leta 1993 in 2010 na Krašici	122
Slika 48: Gostota mladja po višinskih razredih in drevesnih vrstah na ograjenih in neograjenih ploskvah leta 2010 na Krašici	123
Slika 49: Zastiranje mladja po drevesnih vrstah na ograjenih in neograjenih ploskvah leta 2010 na Krašici	124
Slika 50: Zastiranje mladja po višinskih razredih na ograjenih in neograjenih ploskvah leta 2010 na Krašici	124
Slika 51: Zastiranje mladja po drevesnih vrstah in višinskih razredih na ograjenih in neograjenih ploskvah leta 2010 na Krašici	125

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Popisni list za ploskev – objekt Jelendol
- Priloga B: Popisni list za ploskev leta 2010 za sestoje, male vrzeli, vrtače – objekt Krašica
- Priloga C: Popisni list za ploskev leta 2010 za velike vrzeli – objekt Krašica
- Priloga D: Direktna (DIR) in razpršena (DIF) svetloba leta 2003 in 2008 in Wilcoxonov test razlik med leti znotraj posamezne vrzeli
- Priloga E: Vrstna sestava zeliščne plasti glede na velikost vrzeli leta 2003 v Jelendolu
- Priloga F: Vrstna sestava zeliščne plasti glede na velikost vrzeli leta 2008 v Jelendolu
- Priloga G: Rezultati GLMM za višinski prirastek dominantnih mladice brez faktorja višine mladice v Jelendolu
- Priloga H: Vrstna sestava vegetacije glede na vrsto vrzeli (VPL) leta 1993 in 2010 na Krašici
- Priloga I: Vrstna sestava zelišč z mahovi na neograjenih in ograjenih objektih leta 1993 in 2010 na Krašici
- Priloga J: Gostota mladja po vrsti vrzeli, drevesni vrsti in višinskem razredu leta 1993 na Krašici
- Priloga K: Gostota mladja po vrsti vrzeli, drevesni vrsti in višinskem razredu leta 1998 na Krašici
- Priloga L: Gostota mladja po vrsti vrzeli, drevesni vrsti in višinskem razredu leta 2010 na Krašici
- Priloga M: Zastiranje mladja po vrsti vrzeli, drevesni vrsti in višinskem razredu leta 2010 na Krašici
- Priloga N: Gostota mladja v ograjenih in neograjenih ploskvah na Krašici
- Priloga O: Gostota mladja po drevesnih vrstah in velikostnem razredu vrzeli v Jelendolu

1 UVOD

V zadnji polovici prejšnjega stoletja je bila premena čistih smrekovih sestojev (*Picea abies* (L.) Karst.) eden glavnih gojitvenih izzivov v Evropi (Zerbe, 2002). Teuffel in sod. (2004) ocenjujejo, da je v Evropi najmanj 6 do 7 milijonov hektarjev čistih smrekovih sestojev zunaj svojih naravnih rastišč, od teh je 4 do 5 milijonov hektarjev osnovanih na rastiščih, kjer bi sicer prevladovali listnati ali mešani iglasto-listnati gozdovi. V Evropi se je ohranil le približno 1 % gozdov brez večjih vplivov človeka, ki jih lahko obravnavamo kot pragozd oziroma naravni gozd (Dudley, 1992). Človek je močno spreminjal tudi nordijske borealne gozdove, rusko tajgo in visokogorske gozdove v Alpah, za katere pogosto mislimo, da so naravni.

Ocene potencialne naravne vegetacije kažejo, da je Slovenija dežela listnatih, predvsem bukovih gozdov (Šerclj, 1996; Marinček in Čarni, 2002). Sedemdeset odstotkov gozdov Slovenije uvrščamo v združbe, kjer je bukev vodilna vrsta, naravna smrekovja poraščajo le slaba 2 % vseh slovenskih gozdov. Vendar se trenutna drevesna sestava gozdov precej razlikuje od ocenjene naravne. Delež smreke v lesni zalogi je 32 % (Podatkovna zbirka ..., 2008), ocena naravnega deleža je približno 8 %.

Za gozdove v slovenskih Alpah velja, da so bili v preteklosti podvrženi močnim antropozoogenim vplivom, kar je povzročilo velike spremembe v strukturi in sestavi vegetacijske odeje (Šerclj, 1996; Belec, 2009). Velike površine gozdov, posebno ob zgornji gozdni meji, so požgali in izkrčili za pašnike. Živina se ni omejila le na pašniške površine, prosto se je pasla v gozdu. Degradacija tal in sestojev, ki jo je povzročila paša v gozdu, je škodovala predvsem listavcem. Zatiranje listavcev, predvsem bukve, je pospešilo zelo intenzivno oglarjenje, ki je trajalo vse do začetka 20. stoletja. Velike površine enodobnih smrekovih gozdov so nastale z golosečnim sistemom gospodarjenja s saditvijo smreke in načrtnim izsekavanjem bukovega mladja. Gozdovi so ohranili svojo kolikor toliko naravno sestavo le na težko dostopnih mestih (Marinček, 1978). Degradacija je bila tako obsežna in dolgotrajna, da je danes marsikje težko razmejiti, do kod se razprostirajo potencialna bukova ali jelovo-bukova rastišča in kje se začno naravna smrekova rastišča.

Gospodarsko in ekološko pomembno skupino gozdov v našem alpskem in predalpskem prostoru predstavljajo jelovo-bukovi gozdovi iz asociacije *Homogyno sylvestris-Fagetum* Marinček et al. 1993, ki zavzemajo nekaj več kot 46 tisoč hektarjev površine. Večinoma gre za večnamenske, gospodarsko visoko vredne gozdove, varovalni gozdovi zavzemajo le manjše površine. Gozdovi so močno zasmrečeni, ohranjenih je 27 %, spremenjenih (spremenjenost naravne drevesne sestave 31 do 70 %) 51 % in močno spremenjenih in izmenjanih (spremenjenost naravne drevesne sestave nad 70 %) 22 % površine gozdov (Podatkovna zbirka ..., 2008). Prevladujejo gozdovi enodobne in velikopovršinsko raznodobne zgradbe. Primerjava modelne in dejanske sestave gozdov po razvojnih fazah

kaže na večji presežek debeljakov ter primanjkljaj mlajših razvojnih faz. S staranjem slabi stabilnost sestojev, vedno bolj so občutljivi na razne motnje, večnamensko delovanje gozda je oslabiljeno.

Glede na takšno stanje bo v bližnji prihodnosti treba intenzivneje pristopiti k posredni premeni teh gozdov, s katero bomo spremenili zgradbo gozda in/ali zmes drevesnih vrst. Pri tem bo odločilnega pomena naravna obnova in poznavanje interakcij ekoloških dejavnikov. Raziskave in izkušnje kažejo, da je naravna obnova teh gozdov ponekod zelo težavna (Horvat-Marolt, 1967, 1984; Diaci, 2002; Diaci in sod., 2005), v gorskem gozdu pa je bolj kot kjerkoli drugje uspeh obnove glavni element trajnosti gozda in vseh njegovih funkcij. Prav tako raziskave visokogorskih gozdov (Brang, 1996; Ott in sod., 1997; Baier in sod., 2007) potrjujejo, da porazdelitev števila mladja ni naključna, ampak da se mladje kopiči na mestih z ugodnimi kombinacijami ekoloških dejavnikov. Če nam torej uspe ugotoviti, katera mikrorastišča oziroma katera kombinacija rastiščnih dejavnikov je najugodnejša za pojav mladja in pojasnimo vzročne zveze, bomo lahko z načrtnim uvajanjem obnove dosegli primerno pomlajenost na kar največjem delu površine.

2 PREGLED OBJAV

Raziskovalci so že zgodaj ugotovili povezavo med ekološkimi dejavniki in uspešnostjo obnove (Watt, 1923; Ricklefs, 1977). Poznavanje in raziskovanje ekologije sestojev, vrzeli in posek je tako postalo temeljnega pomena za razumevanje procesov pomlajevanja in obnove (Bazzaz in Pickett, 1980; Denslow in Spies, 1990; Ammer in sod., 2004). Temeljne ugotovitve zajemajo področja naravnih motenj, velikosti in dinamike vrzeli ter njihove ekologije (na primer Runkle, 1989), področja podnebja gozdnih sestojev in vrzeli (Canham in sod., 1990, 1994) ter vprašanja medsosedskih odnosov (Bazzaz, 1991).

Problem naravnega pomlajevanja gozdov je predmet raziskav tako doma kot drugod po svetu (Puettmann in Ammer, 2007). Številni avtorji so ugotavljali vpliv enega ali več dejavnikov na pomlajevanje in obnovo gozda. Vpliv posameznih dejavnikov se od rastišča do rastišča lahko precej razlikuje, zato je posploševanje ali prenašanje izsledkov od drugod lahko problematično (Ott in sod., 1997; Ammer in sod., 2004).

2.1 SVETLOBA

Sončno sevanje je eden najpomembnejših naravnih virov in ekoloških dejavnikov. Življenje na zemlji se vzdržuje s pretokom energije, ki jo oddaja sonce in vstopa v biosfero. Strnjeni sestoji predstavljajo kompleksen asimilacijski sistem, sestavljen iz različnih plasti listov, ki se delno prekrivajo. Svetloba prihaja v notranjost sestoja na različne načine: kot direktna svetloba skozi vrzeli, kot razpršena svetloba, odbita od listov in tal, ter kot prepuščena svetloba (Larcher, 2003). Jakost in kakovost sevanja uravnava številne fiziološke in vedenjske pojave pri rastlinah in živalih. Poleg tega sončno sevanje neposredno vpliva na nekatere ekološke dejavnike, posredno pa skoraj na vse dejavnike žive in nežive narave (Imbeck in Ott, 1987; Diaci, 1999). Proučevanje svetlobnih razmer tako pomeni eno pomembnejših raziskovalnih področij ekologije gozdov (Brunner, 1994; Lieffers in sod., 1999).

Najnatančnejše informacije o svetlobnih razmerah v gozdovih dobimo z računalniško podprtim sistemom tipal za fotosintetsko uporabno sevanje (Dohrenbusch in sod., 1995), vendar je postavitve sistema, ki bi omogočal sočasne integralne meritve na več mestih in v več sestojnih vrzelih, kot v tipični raziskavi ekologije pomlajevanja gozdov, velik logistični in finančni zalogaj (Diaci in sod., 1999). Avtorji ugotavljajo, da je za gozdoslovne raziskave idealna metoda fotografije hemisfere skupaj z računalniškim ovrednotenjem in referenčnim tipalom za fotosintetsko uporabno sevanje (Diaci in sod., 1999), ki omogoča oceno fotosintetsko uporabnega sevanja z visoko stopnjo zanesljivosti (Rich in sod., 1993). Od utemeljitve proučevanja svetlobnih razmer s fotografijo hemisfere (Anderson, 1964) do danes je prišlo do velikega napredka pri snemanju in iz vrednotenju fotografij, kar je povezano z razvojem računalniške tehnologije in digitalne fotografije.

Sodobni računalniški programi omogočajo hitro in kakovostno oceno številnih parametrov (WinSCANOPY ..., 2003).

Raziskovalci so se že zgodaj zavedeli pomena svetlobnih razmer za naravno obnovo, ugotavljanje svetlobnih razmer je tako navzoče skoraj pri vsaki raziskavi pomlajevanja. V Evropi so večino raziskav izpeljali v gospodarskih gozdovih (pregled v Ott in sod., 1997), kjer je poudarek na proučevanju svetlobnih razmer, kot dejavnika, ki ga z gojenjem gozdov najbolj neposredno uravnavamo (Brang, 1996; Diaci, 2002). Posamezni ekološki dejavniki, ki vplivajo na pomlajevanje, so med sabo povezani in prepleteni v kompleksna razmerja. Raziskovalci poleg vpliva sončnega sevanja ugotavljajo tudi vpliv vegetacije, nadmorske višine, nagiba, ekspozicije, kislости humusa na uspeh pomladitve.

Veliko zanimivih raziskav o pomlajevanju v vrzelih so naredili v Švici. Tako je Brang (1998) v švicarskih Alpah proučeval nasemenitev smreke v majhnih vrzelih. Pomlajevanje je bilo boljše v vrzelih na severnih pobočjih in slabše na južnih. Na južnem pobočju je bilo pomlajevanje v primerjavi z organskimi boljše na mineralnih tleh ter v negativni povezavi z direktnim sončnim sevanjem. Omejujoč dejavnik za pomlajevanje na južnih pobočjih je suša, na severnih pa pomanjkanje direktnega sončnega sevanja in patogene glive.

Hunziker in Brang (2005) sta v zgornjem montanskem pasu švicarskih Alp ugotovila, da je pomlajevanje jelke boljše na mikrorastiščih ob robovih krošenj odraslih dreves, gostota smreke pa je bila v pozitivni povezavi s prisotnostjo mahov. Mladje, ki ni pod zastorom krošenj, raste hitreje kot tisto pod krošnjami, razlog pa je verjetno v slabših svetlobnih in vlažnostnih razmerah pod sestojem. Ugotovila sta tudi, da mikrorastišča, ki so primerna za nasemenitev, niso enaka mikrorastiščem, ki so primerna za nadaljnjo rast mladja.

Brang in sod. (2005) so s terenskim poskusom želeli ugotoviti, kako na rast smrekovega mladja vpliva direktna sončna svetloba v različnem dnevnem času. Po dveh vegetacijskih sezonah so ugotovili, da med sadikami, ki so bile izpostavljene direktni sončni svetlobi dopoldne, opoldne in popoldne ni razlik v biomasi, manjša pa je bila biomasa sadik, ki so prejele le difuzno svetlobo. Ugotovitve kažejo, da za rast smrekovega mladja v subalpskem pasu usmerjenost vrzeli ni pomembna.

Pomlajevanje v vrzelih v švicarskih Alpah so proučevali tudi Streit in sod. (2009). Gostota mladja je bila po pričakovanjih večja v vrzelih kot v strnjenem sestoju. Večjo gostoto mladja so našli v vrzelih s SV-JZ-obliko (popoldansko sonce) in v vrzelih z nižjo nadmorsko višino. Na severnih pobočjih je bilo višje mladje pogostejše na sredini vrzeli, na južnih pobočjih pa ob spodnjem robu vrzeli, ki je običajno manj izpostavljeno direktnemu sončnemu sevanju.

Podobne raziskave v altimontanskih smrekovih gozdovih so izvedli tudi v Sloveniji (Diaci in sod., 2000, 2005; Pisek, 2000; Poljanec, 2000; Rozman 2005). Večina teh raziskav potrjuje, da so število mladja, višina in višinski prirastek ter vitalnost mladja odvisni predvsem od svetlobnih razmer. Raziskovalci v gorskem pasu in na prisojnih legah v altimontanskem pasu ugotavljajo, da je za pomladitev pomembna predvsem zadostna količina difuznega sončnega sevanja. Velike vrednosti direktnega sončnega sevanja so lahko povezane s temperaturnimi ekstremi in izsušitvijo zgornjih plasti humusa, kar v kombinaciji z večjim zastiranjem zeliščne plasti preprečuje uspešno nasemenitev. Na osojnih legah v altimontanskem pasu in v subalpinskem pasu je omejitveni dejavnik pomanjkanje toplote, zato je pomembna zadostna količina direktnega sončnega sevanja. Difuzno sončno sevanje in preskrba z vodo sta manj pomembna.

2.2 TALNA VLAGA

Življenje se je razvilo v vodi in voda ostaja glavni medij, v katerem potekajo biokemijski procesi. Rastline so večinoma grajene iz vode, v povprečju protoplasti vsebujejo med 85 in 90 % vode. Rastline lahko sprejemajo vodo s celotno površino, a največ vode dobijo iz tal. Če rastline nimajo na voljo dovolj vode, to pri njih povzroči sušni stres (Larcher, 2003). Najbolj natančna metoda za ugotavljanje vsebnosti vode v tleh je gravimetrično vzorčenje. V zadnjem času se vedno bolj uveljavljajo nedestruktivne metode merjenja vsebnosti vode v tleh s pomočjo naprave TDR (Time domain reflectometry) (Noborio, 2001).

Primer takšne raziskave so predstavili Schume in sod. (2003), ki so proučevali prostorsko in časovno spreminjanje vlage v tleh v čistem smrekovem sestoju in v mešanem sestoju smreke ter bukve. V primerjavi s čistimi smrekovimi sestoji se v mešanih sestojih smreke in bukve pri smreki zmanjša fina prepletenost koreninskega sistema. Smreka je tako v mešanih sestojih lahko bolj dovzetna za sušo kot v čistih smrekovih sestojih (Schume in sod., 2003). V vrzelih v bukovem gospodarskem gozdu sta porazdelitev vlage v tleh proučevala Rajkai in Gacsi (2004).

V Sloveniji je porazdelitev dežja v sestojni odprtini proučeval Smolej (1978), ki je ugotovil, da lahko količina dežja sredi sestojne odprtine presega količino dežja s primerjalnega mesta na prostem. Vilharjeva (2006) je proučevala značilnosti vodnega cikla v procesu naravnega pomlajevanja v dinarskem jelovo-bukovem gozdu. Primerjala je razmere v pragozdu in gospodarskem gozdu ter prikazala vpliv vrzeli na mikroklimatske razmere ter na posamezne elemente vodne bilance.

2.3 DIVJAD

Povečanje gostote parkljarjev in njihov vpliv na gozdne ekosisteme postaja razširjen problem. O pomembnem vplivu velikih rastlinojedcev na procese v gozdnem ekosistemu ne poročajo le iz evropskih držav (Ammer in sod., 1996; Motta, 1996), težave so zaznali tudi v Novi Zelandiji (Stewart in Burrows, 1989), na Japonskem (Shimoda in sod., 1994) in v Severni Ameriki (Fuller in Gill, 2001; Rooney, 2001; Horsley in sod., 2003). Vzroki za povečanje gostote velike rastlinojede divjadi so spremembe v krajini in družbi, ki so ustvarile ugodne razmere za namnožitev. Med vzroki avtorji omenjajo obsežne spremembe v krajini, tako na kmetijskih površinah kot v gozdovih, kar je povečalo količino razpoložljive hrane, milejše zime in s tem manjšo naravno mortaliteto, iztrebljenje velikih plenilcev, avtoceste, ki so presekale običajne migracijske poti divjadi, zakonodajo, ki ščiti divjad, in vedno manjši interes za lov (Rooney, 2001; Potvin in sod., 2003).

Večina proučevanj o vplivu divjadi v Severni Ameriki zadeva belorepega jelena, ki je dosegel tudi največje gostote in ima lahko škodljive posledice na celotne gozdne ekosisteme. Jelenjad ima značilen vpliv na zmanjšanje pomlajevanja kanadske čuge (*Tsuga canadensis*) in ameriškega kleka (*Thuja occidentalis*) na regionalni ravni (Rooney, 2001). Horsley in sod. (2003) so v Pensilvaniji s poskusom ugotovili linearen trend zmanjševanja vrstne pestrosti s povečanjem gostote belorepe jelenjadi. Ne glede na gozdnogojitveno obravnavo se je z večjo gostoto jelenjadi zmanjšalo obilje robide (*Rubus* spp.), povečalo pa se je zastiranje vrst, ki se jim jelenjad izogiba. O spremembah vegetacije zaradi velike gostote jelenjadi in močnega objedanja so poročali tudi Potvin in sod. (2003). Na otoku, ki so ga proučevali, so ugotovili, da se je od naselitve jelenjadi pred 100 leti delež jelovih sestojev (*Abies balsamea*) znižal s 40 % na 20 %. Pri pomlajevanju smreka (*Picea glauca*) zamenjuje jelko. Ob upoštevanju starostne strukture sedanjih jelovih sestojev ocenjujejo, da bo večina od njih izginila v 40 do 50 letih.

V mešanih gorskih gozdovih v Bavarskih Alpah so Ammer in sod. (1996) ugotovili, da objedanje vpliva na spremembe v sestavi drevesnih vrst, gostoto pomladka, starostno in višinsko strukturo pomladka. Motta (1996) je v gorskih gozdovih zahodnih italijanskih Alp ugotovil, da naj bi bila smrtnost drevesc zaradi objedanja pogosto podcenjena, ker odmrlih primerkov ne opazimo. Do enake ugotovitve je za bukove gozdove prišel Madsen (1995). Prietzel in Ammer (2008) sta ugotovila, da zmanjšanje gostote divjadi vpliva tudi na izboljšano rodovitnost tal.

Probleme pri pomlajevanju altimontanskih gozdov zaradi močne objedenosti mladja navajajo tudi številni slovenski raziskovalci (denimo Accetto, 1986; Diaci, 2002; Bončina in sod., 2003). Bončina in sod. (2003) so kot glavni problem pri pomlajevanju altimontanskih gozdov v Sloveniji navedli objedenost mladja. Ugotovili so, da objedanje vodi v zmanjšano vrstno pestrost in spremenjeno prihodnjo strukturo gozdov. V

sedemdesetih in osemdesetih letih prejšnjega stoletja so v Sloveniji o največjih problemih zaradi divjadi poročali z dinarskega območja. Perko (1977) je s primerjavo razvoja pomladka na ograjenih in neograjenih površinah v jelovih in bukovih gozdov na visokem Krasu ugotovil negativne vplive jelenjadi na naravno obnovo gozdov, zaradi katerih gre razvoj sestojev v smeri poslabševanja življenjskih razmer za gozd in divjad. Veselič (1981) je ugotovil, da preštevilna rastlinojeda divjad onemogoča naravno obnovo jelovo-bukovih gozdov na postojnskem območju.

Eden večjih problemov z divjadjo je tudi v Karavankah. GGE Jelendol je osrednje območje karavanške populacije jelenjadi, zato so tu težave najbolj očitne. Accetto (1986) je v raziskavi o vplivu rastlinojede divjadi na jelendolske gozdove ugotovil, da je bilo najmočnejše objedeno mladje bukve (86 %). Nad kritično mejo objedenosti (35 %) je bilo mladje javorja in smreke na rastišču asociacije *Carici albae-Fagetum* (sedaj *Ostryo-Fagetum*), v višinskem pasu do 1.000 m nadmorske višine ter jelka na rastiščih smreke in v hladnih legah od 1.000 do 1.300 m nadmorske višine. Ugotovil je, da je objedenost drevesnih vrst odvisna od nebesne lege, nadmorske višine, rastišč rastlinskih združb in pokrovnosti drevesne plasti.

2.4 POMEN DREVESNIH OSTANKOV

Številni raziskovalci so potrdili ugoden vpliv drevesnih ostankov na naravno pomlajevanje, ki je tem očitnejši, čim bolj ekstremne so rastiščne razmere. Gensac (1990) je ugotovil, da ekološke razmere na rastišču vplivajo na pomlajevanje na panjih. Zielonka in Piatek (2001) sta v subalpinskih smrekovih gozdovih v Tatrah na Poljskem ugotovila, da je čas, ki je potreben za popolni razkroj lesa, razmeroma dolg in da svež, nerazgrajen les ni primeren substrat za kaljenje in preživetje mladice. Smrekovo mladje se je pojavilo šele na srednje razkrojenem lesu približno 40 let po odmrtnosti drevesa.

Pomen drevesnih ostankov na pomlajevanje so potrdili tudi drugi raziskovalci (Imbeck in Ott, 1987; Pisek, 2000; Poljanec, 2000; Rozman, 2005), vendar je njihov pomen v gospodarskih gozdovih zaradi spravila lesa manjši kot v pragozdovih. Kathke in Bruelheide (2010) sta našli najvišjo gostoto mladja na odmrlih deblih, vendar sta obenem na njih ugotovila tudi največjo mortaliteto mladja. Najboljše preživetje mladja sta našla na običajnih rastiščih, ki niso povezana z nastankom vrzeli, na primer na ohranjenih tleh. Mikrorastišča, povezana z nastankom vrzeli (debla, panji), ugodno vplivajo na pomlajevanje smreke, vendar je njihova dolgoročna vloga pri obnovi zelo precenjena v primerjavi z navadnimi mikrorastišči, še zlasti ker so ta stalna in niso odvisna od motenj.

2.5 NARAVNE MOTNJE

Za sonaravno gojenje gozdov je pomembno poznavanje strukture in načina obnove v pragozdovih. Naravnih gozdov kot referenc naravnih procesov je v Alpah razmeroma malo, raziskave v njih pa nakazujejo pomen naravnih motenj. Splechna in sod. (2005) so v mešanem pragozdu bukve, smreke in jelke ugotovili, da se pogostnost in jakost ujm v času zelo spreminja. Ujme pogostejše povzročijo redčenje sestoja kot večje odprte površine naenkrat. Naslednje ujme lahko povzročijo povečevanje vrzeli ali pa se vrzel postopoma zapolni z lateralnim zapiranjem krošenj ali vzponom podstojnih dreves.

Raziskava, ki so jo v slovenskih Alpah izvedli Firm in sod. (2009), nakazuje, da so bili v ohranjenih, mešanih gorskih gozdovih v Alpah pomembni vetrolomi srednje jakosti. Vetrolomi ustvarijo tudi ugodne razmere za obnovo bolj svetloлюбnih vrst, kot sta macesen in gorski javor.

2.6 VPLIV PRITALNE VEGETACIJE

Na kakovost in količino mladja drevesnih vrst izrazito vplivajo interakcije mladja s pritalno vegetacijo. Številni raziskovalci so potrdili povezavo med svetlobnimi razmerami in zastiranjem zeliščne plasti, kot tudi pomemben vpliv zastiranja in vrstne sestave zelišč na naravno pomlajevanje (denimo Brang, 1996; Diaci, 2002). Vrstna sestava in zastiranje zelišč nista odvisna le od svetlobnih razmer, nanju vplivajo tudi mikrorastišče, kompeticija in starost vrzeli. Tako so na primer Kirchner in sod. (2011) največjo gostoto vrste *Vaccinium myrtillus* našli v srednje starih vrzelih, medtem ko sta vrsti *Calamagrostis villosa* in *Triantalis europaea* najgostejši v najstarejših vrzelih. Zastiranje zelišč je večje na mikrorastiščih, ki niso povezana z nastankom vrzeli.

Močna razrast trav na posekah preprečuje nasemenitev in rast iglavcev. Mladje ogroža konkurenca v tleh in mehanski pritisk odmrlih stebel (Hanssen, 2003). Gost splet korenin na posekah je glavni porabnik hranil in vode (Horvat-Marolt, 1967). Zatravljenost gozdnih tal močno zmanjšuje vrstno sestavo in prisotnost mikoriznih gliv, s čimer je lahko močno zavirna tudi uspešnost preživetja mladja drevesnih vrst (Robič in sod., 1998). Čeprav raziskovalci večinoma poudarjajo vpliv zeliščne plasti na uspešnost pomlajevanja, je jakost vpliva določene zeliščne vrste lahko različna. Nekateri avtorji (denimo Pisek, 2000; Rozman, 2005; Diaci in sod., 2005) so ugotovili šibak negativen vpliv zeliščne plasti, nasprotno pa je Robič (1985) ugotovil, da ne glede na stopnjo zastrtosti tal z drevesnimi krošnjami v sestojih z močno razširjeno vrsto *Calamagrostis villosa* ne smemo pričakovati smrekovih mladice. K neuspešni naravni obnovi lahko pripomore tudi alelopatsko učinkovanje zelišč, denimo iz družine vresovk (Mallik in Pellissier, 2000).

2.7 SEMENENJE

Za uspešno naravno obnovo je temeljnega pomena zadostna produkcija kaljivih semen ciljnih drevesnih vrst. Stiavelli in Tognotti (1987), ki sta raziskovala produkcijo smrekovih semen v italijanskih Alpah med 1.000 in 1.950 m nadmorske višine, sta ugotovila, da se z naraščajočo nadmorsko višino zmanjšujejo dolžina storžev, teža semen in zmožnost kalitve. Avtorja sta sklenila, da je slaba kaljivost semen glavni dejavnik za slabo naravno obnovo smreke na večji nadmorski višini. Horvat-Maroltova (1984) je za smrekove gozdove na Pokljuki na nadmorski višini med 1.150 in 1.350 m ugotovila, da je semenitev smreke dokaj redna. Naravne obnove v altimontanskih smrekovih gozdovih ne omejuje semenitev smreke, razlogi za nizko gostoto mladja so v drugih dejavnikih, denimo bujno razviti zeliščni plasti ali slabi osvetljenosti (Robič, 1985; Horvat-Marolt, 1984).

Pri vrstah z težjim semenom je pomembna tudi zadostna prisotnost semenskih dreves. Shimatani in sod. (2007) so za japonsko bukev (*Fagus crenata*) ugotovili, da je približno polovica semen od matičnih dreves oddaljena 10 do 20 m, približno 80 % pa jih je znotraj radija 30 m. Pri obnovi je sodelovalo tri četrtine prisotnih odraslih dreves, prispevek posameznih dreves je bil zelo različen. Genetske raziskave so pokazale, da je pri proučevanju obnove treba poznati tudi zgodovino sestoja in upoštevati morebitna posekana ali drugače odstranjena semenska drevesa. Tudi Wagner in sod. (2010) za vrste iz rodu bukev (*Fagus*) navajajo, da je disperzija semen do približno 20 m od semenskih dreves. Bukove mladice so občutljive na sušo, so pa v mladosti zelo tolerantne na pomanjkanje svetlobe. Pomemben vpliv na pomlajevanje imajo lahko tudi mali glodalci s predacijo semen (Pellissier in Trosset, 1992; Madsen, 1995; Wagner in sod., 2010).

2.8 DRUGE RAZISKAVE GORSKIH GOZDOV

Ott (1998a) je pisal o razvoju gojenja gorskih gozdov v švicarskih Alpah. Ugotavlja, da se koncepti gojenja gozdov v preteklosti niso veliko razlikovali od gojenja gozdov v nižinskih legah. Razvoj nege gorskih gozdov je šel skozi stoletja trajajoče obdobje prevelikega izkoriščanja in uničevanja gorskih gozdov. Velik vpliv na gozdove je imela intenzivna in razširjena paša govedi, ovac in koz, ki je povzročila, da se je delež primešanih vrst, kot so jelke in listavci, selektivno zmanjšal, marsikje pa so te vrste povsem izginile. Proizvodnja lesa je bila dolgo prednostni cilj tudi v gorskih gozdovih. Prepričanje se je spremenilo v sedemdesetih letih 20. stoletja, ko so v ospredje prišle ugodne okoljske vloge gozda. Sledil je koncept minimalne nege varovalnih gozdov, katere osnovni cilj je zagotavljanje trajne stabilnosti varovalnih sestojev (Ott, 1998b).

Gobl (1996) je raziskoval vpliv paše na mikorizo in razvoj drobnih korenin. Na površinah, kjer je bila prisotna paša, je pogosto našel odmrle mikorizne glive in fine korenine. Stopnja mikorize je zelo odvisna tudi od substrata. S poskusom je ugotovil, da so se korenine

dvoletnih mladice razvile slabo na rastišču z gozdno pašo, srednje dobro okoli dreves in dobro ali zelo dobro na trohnečem lesu.

Bončina in Mikulič (1998) sta analizirala posebnosti strukture gozdov, gojenja, načrtovanja in gospodarjenja v Sloveniji vzdolž gradienta nadmorske višine. Ugotovila sta, da se vzdolž gradienta nadmorske višine rastiščne razmere zaostrojujejo, stopnja gozdnatosti se povečuje do nadmorske višine 1200 m, število evidentiranih drevesnih vrst se opazno zmanjšuje, povečuje se skupni delež iglavcev v lesni zalogi, povečuje se skupni delež prebiralnih sestojev in sestojev v razvojni fazi debeljaka. Ugotavljata, da morajo biti odločitve o ravnanju z gorskimi gozdovi pretehtane ter izbrani ustrezni in med seboj usklajeni gozdnogospodarski ukrepi.

Diaci (1998) je na Dleskovški planoti v Savinjskih Alpah ugotovil, da je aktualna gozdna meja zaradi dolgotrajnega pašništva veliko nižja od naravne – klimaksne. Po prenehanju pašništva se začne progresijski razvoj, v začetnih sukcesijskih stadijih prevladuje macesen, sledi smreka in nato se zopet uveljavijo listavci. V sedmih letih, kolikor je preteklo med dvema meritvama, je prišlo le do majhnih sprememb, kar nakazuje, da so procesi zaraščanja in dinamika različnih sukcesijskih stadijev izrazito dolgotrajni.

Kotar (1998) ugotavlja, da imajo rastišča v altimontanskem in subalpinskem pasu visoko lesno proizvodnjo zmogljivost, ki pa jo lahko dosežemo le v daljših proizvodnih dobah, ob visokih lesnih zalogah in majhni jakosti redčenj. Večina visokogorskih gozdov je nastala v dolgi pomladitvenih dobah, velika raznodobnost znotraj razmeroma enomernih sestojev je eden od pogojev stabilnosti tega gozda.

Horvat-Maroltova (1978) je pri proučevanju kakovosti smrekovega mladja v subalpinskem smrekovem gozdu Julijskih Alp ugotovila, da je naravno mladje veliko boljše kakovosti od zasajenega mladja. Razlog je predvsem v različni začetni zasnovi in mikrorastiščnih razmerah.

3 CILJI NALOGE IN RAZISKOVALNE HIPOTEZE

V nalogi smo si zastavili naslednje cilje:

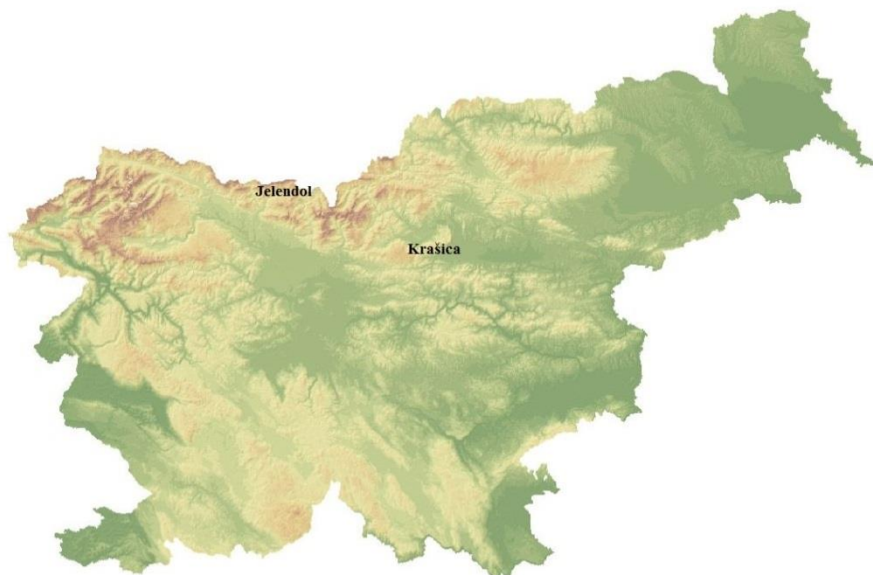
- raziskati ekološke dejavnike v vrzelih, njihovo prostorsko in časovno porazdelitev ter medsebojne vplive
- analizirati naravno pomlajevanje na proučevanih rastiščih in ugotoviti, kateri ekološki dejavniki vplivajo na uspešnost naravnega pomlajevanja
- predlagati napotke za praktično delo s temi gozdovi

Raziskovalne hipoteze:

1. V sestojnih vrzelih obstajajo objektivno prepoznavna mikrorastišča, ki vplivajo na različno uspešnost pomlajevanja drevesnih vrst.
2. Na oblikovanje mikrorastišč vplivajo asimetrija sončnega sevanja (sever–jug in vzhod–zahod) in zeliščna plast ter neodvisno še talne razmere in ostanki odmrlih dreves.
3. Mikrorastišča dobro nakazuje pritalna vegetacija, neposredne meritve ekoloških dejavnikov zato pri praktičnem delu niso potrebne.
4. Potrebne svetlobne razmere za optimalno nasemenitev in razvoj mladja so v praksi precejšene, še posebno neugodno je lahko delovanje direktnega sončnega sevanja.
5. Vrstna sestava in zastiranje zeliščne plasti se tudi ob nespremenjenih svetlobnih razmerah v mikro merilu skozi čas spreminjata, medtem ko v večjem prostorskem merilu ostajata razmeroma konstantna.
6. Med zmesjo odraslih sestojev in mladja so značilne razlike, ki so posledica sukcesijskega razvoja gozda. V bodočem razvoju gozdov bo bukev odigrala pomembnejšo vlogo.
7. Prisotnost bukve v odraslem sestoju značilno vpliva na ekološke, floristične in pomladitvene razmere v gozdu.
8. Na obnovo proučevanih gozdov močno vpliva velika rastlinojeda divjad.

4 OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

Raziskavo smo izvedli v zasmrečenih predalpskih jelovo-bukovih gozdovih na dveh raziskovalnih objektih, in sicer na objektu Jelendol in Krašica (slika 1).



Slika 1: Lokacija raziskovalnih objektov Jelendol in Krašica

Figure 1: Location of the research sites Jelendol and Krašica

4.1 RAZISKOVALNI OBJEKT JELENDOL

4.1.1 Geografski, geološki in vegetacijski opis

Raziskovalni objekt Jelendol leži pod planino Pungrat ($46^{\circ} 25' N$, $14^{\circ} 21' E$) v gozdnogospodarski enoti Jelendol na kranjskem gozdnogospodarskem območju. Območje pripada Tržiškim Alpam, kakor Ilešič (1981) imenuje gorski svet med Begunjščico in zahodnim obrobjem Jezerskega, to je stično območje med Karavankami in Kamniškimi Alpami. Jelendol je zaprta alpska dolina, ki se prek Jelendola, Medvodij in Krnice globoko zajeda v Karavanško pogorje. Obkrožajo jo razmeroma visoke gore: proti severu se dvigajo pobočja Košute z najvišjim vrhom Košutnikovim Turnom (2.136 m), proti vzhodu in jugu dolino omejujejo položni gorski grebeni, iznad katerih se strmo dvigajo vrhovi Plešivca (1.801 m), Pečovnika (1.640 m), Velikega vrha (1.634 m), Stegovnika (1.692 m), Malega Javornika (1.685 m) in Ojstrice (1.667 m). Dolina je relativno zaprta tudi z zahodne smeri, saj se pri naselju Dolina (720 m) reka Tržiška Bistrica obrne proti jugu, kjer se skozi ozko Dolžanovo sotesko spusti proti Čadovljam in Trziču.

V geološkem pogledu je Jelendol zelo pestra enota. Medtem ko v dolini in v višjih legah dobimo pretežno karbonatne kamnine, je v višinskem pasu med 900 in 1.300 m nadmorske višine izredna geološka in petrografska pestrost. Tako v Jelendolu iz obdobja karbona najdemo kremenčeve konglomerate, iz perma so močno zastopani ploščati in laporni apnenci, ploščati dolomiti, grödenski skladi, sivi kremenovi peščenjaki, drobnozrnati konglomerati, debelozrnati kremenovi konglomerati in vijolično rdeči peščeni skrilavci. Iz obdobja triasa so prisotni še mendolski in kasijanski dolomit, sivkasto rjavi drobno ploščati laporji, laporni skrilavci in apnenci, iz jure apnenci ter iz kvartarja ledeniške groblje in manjši obrečni aluviji (Košir in sod., 1968).

Oblikovanost doline in nepropustne kamnine, ki dajejo podlago bogati hidrogrfski mreži, oblikujejo posebne klimatske razmere, ki ustrezajo jelki. Na območju gozdnogospodarske enote Jelendol tako s 63 % prevladujejo rastišča jelke in bukve. Na karbonatni podlagi so to predalpski jelovo-bukovi gozdovi (*Abieti-Fagetum prealpinum* = *Homogyno sylvestris-Fagetum* Marinček et al. 1993). Sestoji te asociacije so členili v šest subasociacij, ki skupaj zavzemajo 39,0 % površine gozdnogospodarske enote. Na silikatni podlagi raste predalpski gozd bukve in jelke z bekicami (*Luzulo-Abieti-Fagetum* = *Luzulo-Fagetum sylvaticae* Meusel 1937 *abietetosum* (Marinček et Dakskobler 1988) Marinček et Zupančič 1995), ki zavzema 23,5 % gozdnogospodarske enote. Precej površine v Jelendolu pripada tudi smrekovim rastiščem; na karbonatni podlagi združbi smreke z golim lepenom (*Adenostylo glabrae-Piceetum* M. Wraber ex Zukrigl 1973 corr. Zupančič 1993 var. geogr. *Cardamine trifolia* Zupančič 1999) (6,8 %) in na silikatni podlagi združbi smreke in trikrpega mahu (*Bazzanio-Piceetum* = *Mastigobryo-Piceetum* (Schmidt et Gaisberg 1936) Br.-Bl. et Sissingh in Br.-Bl. et al. 1939 corr. Zupančič) (8,3 %) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

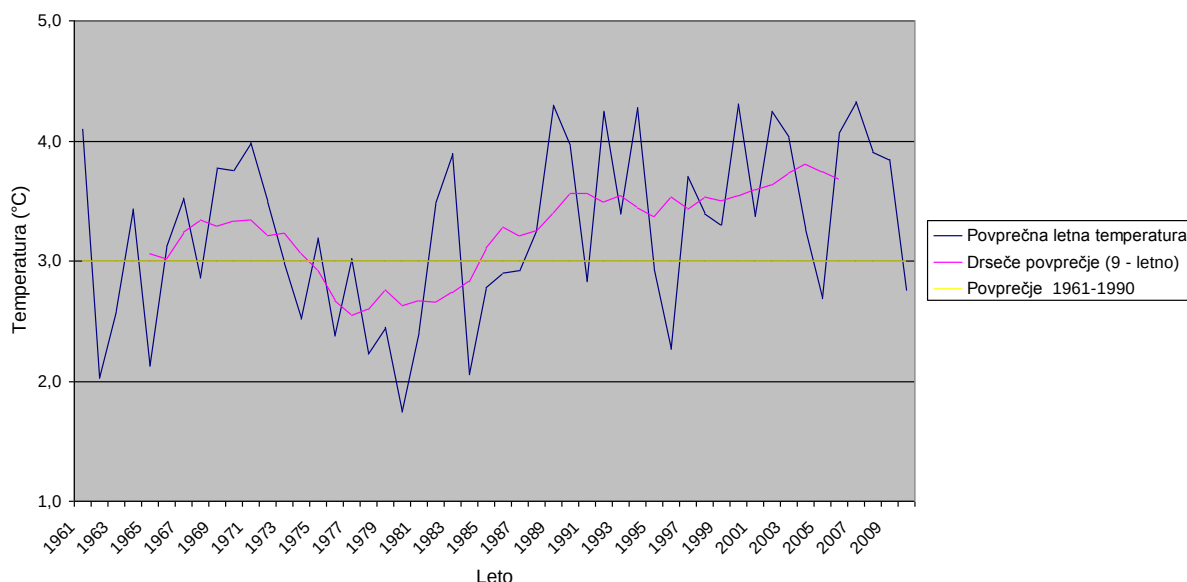
4.1.2 Podnebje

Za prikaz podnebnih razmer obravnavanega območja smo uporabili podatke o temperaturi zraka in količini padavin za obdobje 1961–2010. Uporabili smo sledeče vire: Klimatografija Slovenije: padavine (1995), Klimatografija Slovenije: temperature (1995), spletni arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje z meteorološkimi podatki (Državna meteorološka služba, 2014) in spletno aplikacijo Atlas okolja (2012).

4.1.2.1 Temperature razmere

Za prikaz temperaturnih razmer smo uporabili podatke klimatološke postaje Krvavec (46° 18' N, 14° 32' E; 1.740 m nadmorske višine). Postaja sicer leži na nekoliko višji nadmorski višini, ima pa podobno ekspozicijo in je od objektov v Jelendolu oddaljena le nekaj manj kot 20 km zračne razdalje. Z nadmorsko višino temperatura običajno pada. Ker

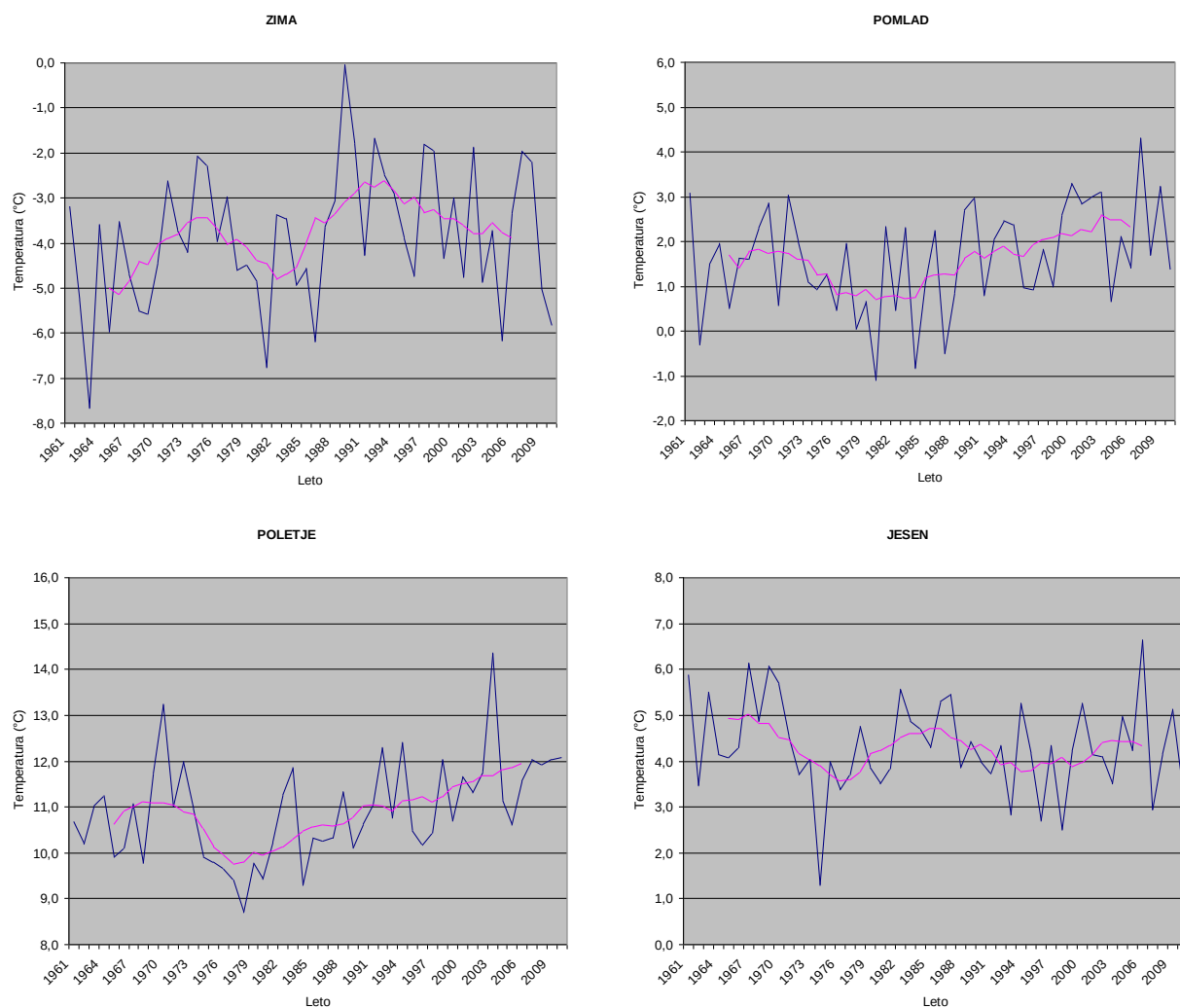
se povprečna letna temperatura na vsakih 1.000 m spusti za 5,3 °C (Podnebne razmere ... , 2006), lahko za objekte v Jelendolu, ki ležijo 260 do 360 m nižje od klimatološke postaje na Krvavcu, pričakujemo od 1,4 do 1,9 °C višje temperature od prikazanih.



Slika 2: Povprečna letna temperatura zraka na Krvavcu

Figure 2: Mean annual air temperature for Krvavec

Povprečna letna temperatura zraka na Krvavcu kaže v zadnjih treh desetletjih jasno izraženo tendenco naraščanja (slika 2). Medtem ko je bila povprečna letna temperatura v obdobju 1961–1990 3,0 °C, je bila v obdobju 1981–1990 3,2 °C, v obdobju 1991–2000 3,5 °C in v obdobju 2001–2010 3,6 °C. K porastu temperature najbolj prispeva dvig povprečne temperature poleti (meseci junij, julij in avgust); ta je bila v zadnjem desetletju za 1,4 °C višja kot v obdobju 1961–1990. Opazen je tudi dvig temperature v pomladanskem času (meseci marec, april in maj), medtem ko jeseni (meseci september, oktober in november) in pozimi (meseci december, januar in februar) v proučevanem obdobju nismo ugotovili značilnega porasta temperature (slika 3).



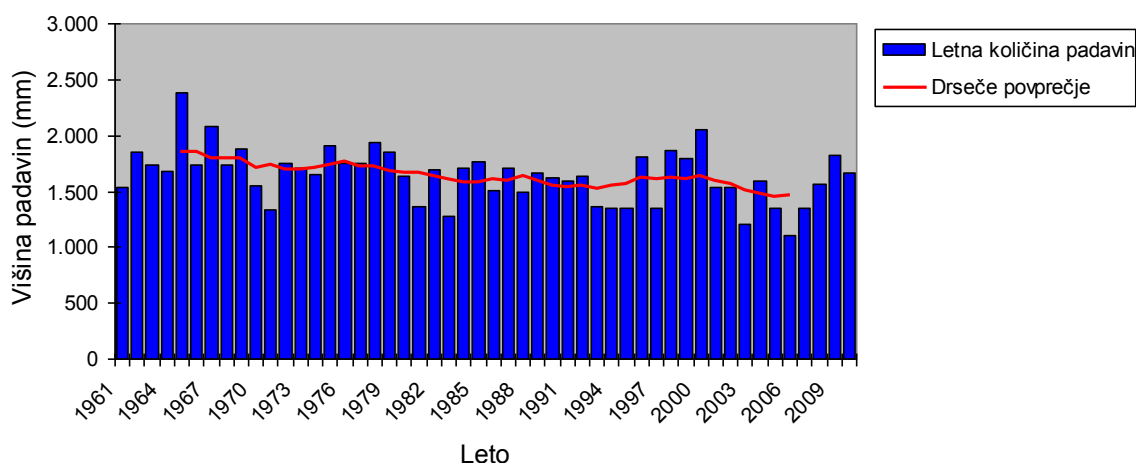
Slika 3: Povprečna temperatura po letnih časih (zima, pomlad, poletje, jesen) na Krvavcu in drseče povprečje
Figure 3: Mean temperature in winter, spring, summer and autumn for Krvavec and moving average

Z uporabo spletne aplikacije Atlas okolja (2012) smo za objekt Jelendol pridobili naslednje podatke o temperaturi zraka:

- povprečna letna temperatura zraka 1971–2000: 2–4 °C;
- absolutna najvišja temperatura zraka s povratno dobo 50 let: 25–32 °C;
- absolutna najnižja temperatura zraka s povratno dobo 50 let: -24–-21 °C;
- povprečna julijska temperatura zraka 1971–2000: 12–14 °C;
- povprečna januarska temperatura zraka 1971–2000: -6–-4 °C.

4.1.2.2 Padavinske razmere

Za prikaz padavinskih razmer smo uporabili podatke padavinske postaje Jelendol (46° 24' N, 14° 21' E; 760 m nadmorske višine). Količina padavin se je iz leta v leto močno spreminjala. V zadnjih 50 letih so zabeležili tako sušna kot tudi izjemno mokra leta. Najmanj padavin je bilo leta 2006, ko je padlo le 1.101 mm, in največ leta 1965, ko so zabeležili 2.383 mm padavin (slika 4). Podobno kot med leti je velika tudi spremenljivost višine padavin istih mesecev v različnih letih. Primer dobro namočenega meseca je oktober leta 1964, ko je padlo 479 mm dežja, primer suhega pa oktober leta 1965, ki je bil brez padavin. V Jelendolu največ padavin pade v poletnih mesecih (junij, julij, avgust) in najmanj v zimskih mesecih (december, januar, februar). Ugotavljamo dva padavinska maksimuma, primarni junija in sekundarni novembra. Padavinski minimum je februarja (slika 5).



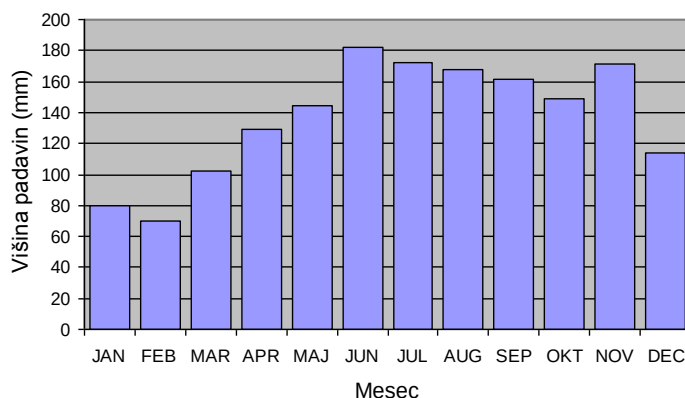
Slika 4: Letna vsota padavin (mm) v obdobju 1961–2010 za Jelendol

Črta predstavlja 9-letno drseče povprečje.

Figure 4 Sum of year rainfall (mm) in period 1961-2010 for Jelendol

The line presents 9-years moving average.

Napovedi globalnih podnebnih sprememb predvidevajo tudi spremembe v količini padavin. Podatki o količini padavin v obdobju od leta 1961 do 2010 se ujemajo z danimi napovedmi. Spremembe so očitne tako po desetletjih kot tudi v posameznih letnih časih. Najmanj padavin smo zabeležili v zadnjem desetletju, povprečno le 1.472 mm, kar je 237 mm manj od letnega povprečja v obdobju 1961–1990, oziroma celo 345 mm manj od povprečja v obdobju 1961–1970. Količina padavin se zmanjšuje v vseh letnih časih razen jeseni.



Slika 5: Povprečna količina merjenih padavin po mesecih za obdobje 1961–2010 za Jelendol

Figure 5: Average monthly rainfall in period 1961-2010 for Jelendol

V hladnejši polovici leta pade tudi sneg. V nadmorski višini, kjer ležijo objekti v Jelendolu, lahko prvič sneži že septembra, zadnjič pa junija. V višinah nad 1.800 m lahko pričakujemo sneženje skozi vse leto (Bernot, 1981).

Pojav megle je v Jelendolu precej pogost, povprečno je bila zabeležena 66-krat na leto. Relativna zračna vlaga je visoka, povprečno nad 85 % in je vse leto precej izenačena (Marinček, 1978).

Za pobočja pod Košuto je značilen močan pobočni veter, tako imenovani karavanški fen.

4.1.3 Zgodovina gospodarjenja z gozdovi

Današnje stanje gozdov in težave, s katerimi se srečujemo pri gospodarjenju z gozdovi zdaj, so v veliki meri rezultat preteklega gospodarjenja. Za pravilno diagnozo stanja in razvojnih procesov, s tem pa tudi za smotno usmerjanje razvoja gozdov v prihodnje, moramo tako spoznati, kako so z gozdovi ravnali v preteklosti, kakšnim vplivom so bili podvrženi ter kdaj in kako so nastali današnji sestoji. Za razumevanje preteklega gospodarjenja je nujno, da ga postavimo v širši družbeno gospodarski okvir.

Gozdovi so imeli poleg vodnih moči Mošenika in Tržiške Bistrice ter poti čez Ljubelj osrednji pomen za razvoj in obstoj industrije ter obrti v tržiškem okraju. Naselje današnjega Tržiča je nastalo v letih med 1261 in 1320, leta 1492 pa je naselje dobilo posebne tržne pravice in svoboščine ter je bilo iz vasi povzdignjeno v trg. Kraj je slovel po odličnih jeklarjih, kovačih, usnjarjih in čevljarjih, ki so svoje izdelke izvažali in prodajali tudi daleč po Italiji ter v rimsko državo (Mohorič, 1965).

Zgodovina Tržiča je tesno povezana z razvojem poti in prometa čez Ljubelj. Listine iz 13. in 14. stoletja potrjujejo, da je že v tistem času čez Ljubelj potekal zelo močan tovorni in potniški promet. Promet se je še povečal, ko je leta 1575 dograjena vozna cesta čez Ljubelj, ki je pospešila tranzitni promet. Smeri prometa so takrat predpisovale deželno knežje naredbe, uporaba drugih poti je bila prepovedana. Na podlagi cesarskega patenta iz leta 1727 je Ljubelj postal del glavne komercialne ceste Dunaj–Trst (Mohorič, 1965).

Dokumenti o lastništvu gozdov segajo v začetek 14. stoletja, ko je jelendolske gozdove posedoval goriški grof Albert III. Leta 1372 je posest prešla v roke Habsburžanom, pod njihovo oblastjo je deželni knez podeljeval posest v fevd. Za fevdalno obdobje so značilni neprestani boji kmetov in fužinarjev proti zemljiškim gospodam in deželnoknežjim oblastem za ohranitev in razširitev pravic za izkoriščanje gozdov. Pravice do gozdnih služnosti v listinah niso bile niti krajevno niti časovno in po obsegu podrobneje določene, kar je vodilo do različnega tolmačenja in neprestanih sporov. Kmetje so iz gozdov dobivali drva, stavbni les in steljo ter v gozdovih pasli živino. Največji koristniki gozdov pa so bili fužinarji, fužinski obrati in kovači, katerih delo je bilo odvisno od dobav oglja, ki so ga deloma pridelovali sami, deloma pa kupovali od kmetov in oglarjev. Kmeti in oglarji so žgali oglje vsak po svoje, ne oziraje se na stanje gozda. Prvi poskus, da bi vzpostavili red v gozdno posestnih in gospodarskih razmerah, je bil leta 1758, ko je bil narejen popis gozdov z namenom, da se uredi preskrba prebivalstva z drvni in omeji pustošenje gozdov. Podrobnejše posledice neurejenih razmer na stanje gozdov opisuje velika gozdna anketa iz leta 1800, v kateri sta izvedenca iz Idrije, ki ju je delegiral višji rudarski urad, našla veliko posekanih površin in mladih gozdov. Poleg tega sta ugotovila nesmotrno gospodarjenje: v gozdovih zrelih za posek je bilo veliko drevja polomljenega od vetra in ostankov debel, ki so jih posekali za skodle in bi se lahko porabili za oglje; največ oglarij je bilo v mladih gozdovih, kjer so sekali drevesa v najboljši rasti, ki povprečno niso imela niti 6 palcev premera; krčenje gozdov ob planinah. Da bi preprečili nadaljnje pustošenje gozdov, sta med drugim predlagala tudi, naj se nastavi izkušen gozdni oskrbnik, ki naj bi dobil tako plačo, da bi lahko shajal z njo in si mu ne bi bilo treba preskrbovati dohodkov na nedovoljen način. Ta naj bi imel nadzor nad vsemi gozdovi in bi oglarjem tudi brezplačno odkazoval drevje za posek (Mohorič, 1965).

Neurejeno gospodarjenje z gozdovi se je nadaljevalo tudi v 17. stoletju. Z ukinitvijo fevdalnega sistema leta 1848, z zakonom o gozdovih leta 1852 in z zakonom o ureditvi in odkupu gozdnih služnosti leta 1853 so bili postavljeni temelji za urejanje gozdnega gospodarstva po načelih trajnosti, a se je zakon v praksi lahko uveljavil šele po odkupu oziroma uspešni ureditvi gozdnih služnosti, kar je v tržiškem okraju trajalo skoraj 30 let. Po tem obdobju so za gozdove sestavljali natančne gospodarske načrte, ugotavljali površino, lesno zalogo in prirastek ter določali letni etat. Tržiške gozdove je medtem od zadnjega fevdalca kupila Kranjska industrijska družba za zagotovitev oglja za svoje plavže

na Javorniku in na Jesenicah. O tem, kako intenzivno je družba izkoriščala gozdove, priča dejstvo, da je v jelendolskih gozdovih zaposlovala 390 oglarjev, medtem ko jih je na šestkrat večji gozdni posesti na Pokljuki, Jelovici, Mežaklji, v Bohinju in na blejskem veleposestvu delalo vsega skupaj le 443 (Mohorič, 1965).

V osemdesetih letih 19. stoletja se je zaradi gospodarske krize, ki je povzročila zaton fužin in starih plavžev na Gorenjskem ter tehnične revolucije v železarstvu, ki se je opirala na kurjavo s premogom in koksom, prenehalo oglarjenje kot glavni način izkoriščanja gozdov. Gospodarjenje z gozdovi je bilo treba preusmeriti na pridobivanje tehničnega lesa in na izvoz. To je zahtevalo znatna finančna sredstva, ki jih Kranjska industrijska družba ni imela, zato je leta 1891 prodala vso tržiško posest berlinskemu finančniku baronu Bornu (Kragl, 1936). S prihodom Borna se je začelo obdobje sistematičnega urejanja gozdnega gospodarjenja, gradnje gozdnih poti, gospodarskih poslopij in naprav za predelavo lesa (Mohorič, 1965). Po drugi svetovni vojni je bila posest nacionalizirana, upravljanje je prevzelo Gozdno gospodarstvo Kranj. Po osamosvojitvi je na podlagi Zakona o Skladu kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije iz leta 1993 upravljavec postal Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije. Na podlagi Zakona o denacionalizaciji iz leta 1991 je bilo posestvo leta 2004 vrnjeno potomcem barona Borna (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

Za gozdove v Jelendolu obstaja bogata tradicija načrtnega gospodarjenja, saj je prvi gozdnogospodarski načrt leta 1885 izdelal Mihael Buberl, načrt iz leta 2010 pa je že deseti po vrsti za primerljiv obseg gozdnogospodarske enote. Skupna lesna zaloga se je v tem obdobju povečala skoraj za trikrat, s 156 na 425 m³/ha. Majhna lesna zaloga leta 1885 priča, da so bili gozdovi v tistem času zelo izsekani, razmerje med iglavci (86,5 %) in listavci (13,5 %) pa o tem, da je bila drevesna sestava že takrat močno spremenjena v korist iglavcev. Razmerje med iglavci in listavci v lesni zalogi se do zdaj ni občutneje spremenilo. Načrti do leta 1952 ugotavljajo 86-odstotni delež iglavcev, načrti med letoma 1958 in 1980 78- in načrti od leta 1990 dalje 80-odstotni delež iglavcev (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010). Čeprav razmerje med iglavci in listavci ostaja skoraj enako, pa je v zadnjih 40 letih prišlo do velikih sprememb v sestavi lesne zaloge po drevesnih vrstah. Najbolj občutno je zmanjšanje deleža jelke, saj se je njena zastopanost s 24 % leta 1968 zmanjšala na vsega 6,9 % leta 2010, medtem ko je delež smreke z 52 % narastel na 71,1 %. Razlogi za zmanjševanje deleža jelke naj bi bili razmeroma veliko površinsko gospodarjenje in velika številčnost divjadi (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

4.1.4 Opis gozda v okolici ploskev

Raziskovalni objekti ležijo pod planino Pungrat, na gladkem do valovitem pobočju v nadmorski višini od 1.380 m do 1.480 m. Po gozdnogospodarski členitvi leži 15 objektov v

odseku 27b, dva (objekt 3 in 17) v odseku 28b in en (objekt 18) na meji med odsekoma 28a in 28b gozdnogospodarske enote Jelendol.

Površina gozda v odseku 27b je 12,05 ha. Po opisih gozda so kartirane sledeče gozdne združbe: *Adenostylo glabrae-Piceetum* 98 %, *Abieti-Fagetum luzuletosum sylvaticae* (= *Homogyno sylvestris-Fagetum*) 2 %. Povprečna lesna zaloga je 571 m³/ha, od tega je smreke 91 %, bukke 8 % in jelke 1 %. Glede na razvojne faze mladovje zavzema 23 %, debeljak 26 % in sestoj v obnovi 51 % površine. Za sestoj v obnovi, kjer je večina srednje velikih vrzeli, je navedena lesna zaloga 584 m³/ha, za debeljak, kjer so male vrzeli in objekti pod sestojem, pa zaloga 1.050 m³/ha. V odseku je na drugi stopnji poudarjena biotopska funkcija. Za spravilo lesa je predviden traktor, površina je za spravilo 100-odstotno odprta z vlakami, povprečna pravilna razdalja je 350 m. Pri usmeritvah za izbiro drevja so navedene robne sečnje, širjenje jeder in ohranjanje vseh listavcev. Možni posek v obdobju 2010 do 2019 je 1.621 m³ iglavcev, posek listavcev ni predviden. Za gojitvena dela je podana usmeritev, naj se vrzeli z bukovim mladjem zaščiti z ograjo. Predvidena je postavitvev 400-metrške ograje za zaščito mladja in postavitev 100 tulcev ali mrež za individualno zaščito (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

Površina gozda v odseku 28b je 12,79 ha. Po opisih gozda so kartirane sledeče gozdne združbe: *Adenostylo glabrae-Piceetum* 88 %, *Abieti-Fagetum luzuletosum sylvaticae* (= *Homogyno sylvestris-Fagetum*) 12 %. Lesna zaloga je 330 m³/ha, od tega je smreke 97 %, macesna 2 % in bukke 1 %. Mladovje in podmladek pokrivata 6,34 ha, v njem sta smreka in bukev. Glede na razvojne faze mladovje zavzema 49 %, drogovnjak 9 % in debeljak 42 % površine. V odseku je na drugi stopnji poudarjena biotopska funkcija. Za spravilo lesa je predviden traktor, površina je za spravilo 100-odstotno odprta z vlakami, povprečna pravilna razdalja je 100 m. Pri usmeritvah za izbiro drevja so navedena redčenja v drogovnjaku, medtem ko naj bi debeljake čim dlje ohranili, zato je v njih predvideno le točkovno sproščanje kakovostnega podmladka. Možni posek je 353 m³ iglavcev, posek listavcev ni predviden. Za gojitvena dela je podana usmeritev, naj se pospešuje bukev in macesen. Predvideno je 0,05 ha sadnje, 0,62 ha nege letvenjaka, 0,41 ha nege drogovnjaka in postavitev 100 tulcev ali mrež za individualno zaščito (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010).

V gozdnogospodarskem načrtu gozdnogospodarske enote Jelendol (2010) so pri opisih gozda gozdne združbe povzeli po Vegetacijski in rastiščni analizi za območje gozdnogospodarske enote Jelendol iz leta 1978 (Marinček, 1978) v kateri je kartirano celotno območje enote Jelendol. Pred tem so gozdne združbe v Jelendolu proučevali že Košir, Zorn in Robič (1968), ki so izdelali elaborat, fitocenološke preglednice, del v površini približno 800 ha pa podrobno skartirali. Na ohranjeni karti je prikazan tudi večji del Gromovega roba, kjer leži večina naših objektov, rastišče pa je opredeljeno kot *Abieti-Fagetum (prealpino-dinaricum) anemonetosum trifoliae*, stadij *Picea-Aposeris* (Košir in

sod., 1968) (= *Homogyno sylvestris-Fagetum*). Domnevo, da so preučeni smrekovi sestoji drugotni, nastali na potencialnih rastiščih altimontanskega (jelovo)-bukovega gozda, potrjujejo tudi rezultati numeričnih primerjav, ki kažejo, da je floristična sestava vrzeli najbolj podobna floristični sestavi zasmrečene oblike predalpskega jelovega bukovja (Rozman, 2007).

Sestoj v okolici vrzeli je star okoli 180 let. Predvidevamo, da je sestoj nastal po golosečnji in da je bil zaradi bližine planinskega pašnika vse do leta 1963, ko so z žično ograjo razmejili gozd in pašne površine, podvržen gozdni paši (Gozdnogospodarski načrt ..., 1991).

4.2 RAZISKOVALNI OBJEKT KRAŠICA

4.2.1 Geografski, geološki in vegetacijski opis

Raziskovalni objekt Krašica (46° 16' N, 14° 57' E) leži na območju gozdnogospodarske enote Nazarje v istoimenskem območju.

Gozdni predel Krašica leži v gorskem vegetacijskem pasu Savinjskih Alp. Dobrovlje (Krašica) je eno največjih kraških območjih zunaj submediteranske in dinarske regije. Matično kamenino sestavlja apnenec triadne starosti, primešana sta še keratofir in andezitni tuf (Gregorič, 1973). Nagib narašča od vznožja proti vrhu Krašice, plato je bolj blagih nagibov in vrtačast. Zaradi pestrega reliefa in neenotne matične podlage se pojavljajo različna gozdna tla, od globokih in rodovitnih rjavih pokarbonatnih tal do plitvih rendzin. Rjava pokarbonatna tla so globoka, rodovitna in stabilna. Rendzine so slabše rodovitne, so bolj sušne in skeletne, v primeru razgalitve tal so zelo občutljive na zakrasedanje. Posebne rastiščne razmere dobimo v vrtačah. Zaradi konkavne oblike reliefa v njih lahko pride do zastajanja hladnega zraka, v vrtačah prihaja tudi do kopičenja erodirane prsti in hranil iz pobočij.

Fitocenološko kartiranje v merilu 1 : 25.000 je bilo izvedeno leta 1962, kjer je bilo celotno raziskovalno območje opredeljeno kot *Abieti-Fagetum dinaricum* – subasociacija *aceretosum* (Wraber, 1963) (= *Homogyno sylvestris-Fagetum*).

4.2.2 Podnebje

4.2.2.1 Temperature razmere

Za objekte na Krašici v bližini ni primerljive meteorološke postaje, saj so v okolici le padavinske postaje, klimatološka postaja Lisca pa je od objektov oddaljena 35 km zračne razdalje in je postavljena na drugačni legi. Za prikaz temperaturnih razmer smo zato

uporabili podatke postaje Gornji Grad (46° 18' N, 14° 50' E; 428 m nadmorske višine) za obdobje 1961–1980. Postaja sicer leži na nekoliko nižji nadmorski višini, zato lahko pri objektih na Krašici pričakujemo od 1,4 do 3,0 °C nižjo povprečno temperaturo zraka.

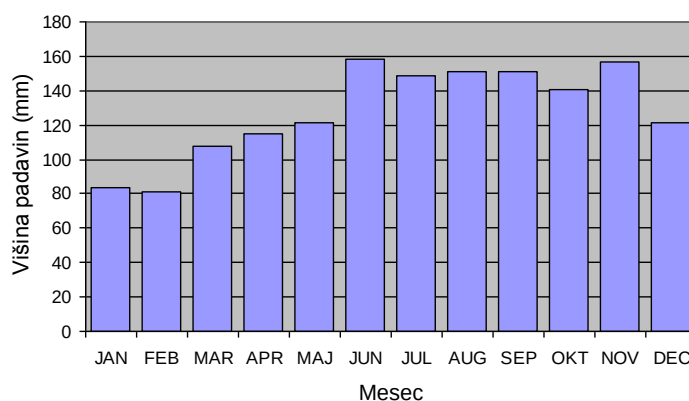
V Gornjem Gradu je bila povprečna letna temperatura zraka v obdobju 1961–1980 8,7 °C. Najtoplejši mesec je bil s 18,3 °C julij in najhladnejši januar, -1,6 °C.

S pomočjo spletne aplikacije Atlas okolja (2012) za Krašico dobimo naslednje podatke o temperaturi zraka:

- povprečna letna temperatura zraka 1971–2000: 6–8 °C;
- absolutna najvišja temperatura zraka s povratno dobo 50 let: 32–34 °C;
- absolutna najnižja temperatura zraka s povratno dobo 50 let: -24–-21 °C;
- povprečna julijska temperatura zraka 1971–2000: 16–18 °C;
- povprečna januarska temperatura zraka 1971–2000: -2–0 °C.

4.2.2.2 Padavinske razmere

Za prikaz padavinskih razmer smo uporabili podatke padavinske postaje Gornji Grad. V zadnjem 50-letnem obdobju je v Gornjem Gradu padlo povprečno 1.537 mm padavin na leto, najmanj 1.160 mm leta 1971 in največ 1.990 mm leta 1965. Največ padavin je v poletnih in jesenskih mesecih, v tem obdobju so padavine po mesecih precej izenačene in so v povprečju med 140 in 160 mm mesečno, z maksimumom junija in novembra. Najmanj padavin pade januarja in februarja (slika 6).

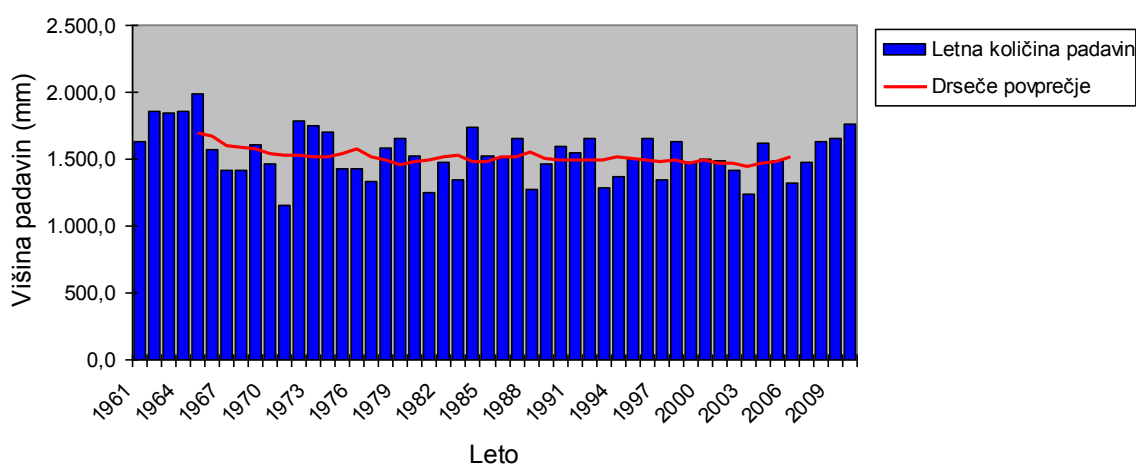


Slika 6: Povprečna količina merjenih padavin po mesecih za obdobje 1961–2010 za Gornji Grad

Figure 6: Average monthly rainfall for period 1961-2010 for Gornji Grad

Čeprav napovedi globalnih podnebnih spremembah predvidevajo tudi spremembe v količini padavin, kar jasno izražajo tudi meritve za Jelendol, pa podatki za Gornji Grad teh sprememb ne nakazujejo, saj letna količina padavin ostaja skoraj na enaki ravni. Nekoliko bolj mokro je bilo le prvo desetletje, med letoma 1961 do 1970, ko je v povprečju padlo

1.665 mm padavin, nato je bila količina padavin v naslednjih desetletjih 1.535 mm, 1.483 mm, 1.495 mm in v zadnjem desetletju 1.508 mm. Leta med 2008 in 2010 so bila celo nadpovprečno mokra (slika 7). Podobno sliko prikazuje tudi sezonska količina padavin, le da so tu večja nihanja. Količina padavin v zimskih in pomladanskih mesecih se je tako v desetletjih od 1961 do 2000 neprestano zmanjševala, v zadnjem desetletju pa ponovno povečala in se skoraj izenačila s povprečjem obdobja 1961–1990. Podobno je z jesenskimi padavinami, kjer se še bolj izrazito menjavajo bolj mokra in bolj suha desetletja.



Slika 7: Letna vsota padavin (mm) v obdobju 1961–2010 za Gornji Grad

Črta predstavlja 9-letno drseče povprečje.

Figure 7: Sum of year rainfall (mm) in period 1961-2010 for Gornji grad

The line presents moving average for 9-years.

4.2.3 Zgodovina gospodarjenja z gozdovi

V povprečnih ekoloških razmerah so tod uspevali bukovi in jelovo bukovi gozdovi. Ker so bili ti gozdovi oddaljeni od večjih lesnopredelovalnih obratov, se je njihovo izkoriščanje začelo razmeroma pozno. Gozdovi tudi niso bili obremenjeni s pašnimi ali drugimi pravicami, zato so v veliki meri ohranili svojo naravno produktivnost (Diaci, 1997). Večje goloseke in umetno obnovo s smreko so začeli konec 19. stoletja. Gospodarjenje se je intenziviralo v začetku 20. stoletja, ko je bila v Nazarju zgrajena industrijska žaga. Kmalu po gradnji žage so bili narejeni gozdnogospodarski načrti, ki jih je izdelal tedanji profesor na dunajski visoki šoli za kulturo tal A. von Guttenberg. Na njegovi zasnovi sloni notranja členitev gozdov še danes. Naslednji načrt je leta 1927 izdelal inž. Levičnik, ki je ravno tako na večini površine načrtoval golosečno gospodarjenje s kratkimi 80- do 100-letnimi obhodnjami. Prebiralno gospodarjenje je predvideval v zaprtih in varovalnih gozdovih, kjer so za običajno prebiranje predvideli posek v višini od 20 % do 30 % od lesne zaloge

(Gozdnogospodarski načrt ..., 2004). Na žalost so bili vsi stari načrti za gospodarjenje z gozdovi med vojno uničeni. Iz poznejših načrtov je razvidno, da je bil delež smreke in jelke na prelomu iz 19. v 20. stoletje še vedno okoli 30 % do 50 % (Gozdnogospodarski načrt ..., 1963).

Po drugi svetovni vojni so bili gozdovi nacionalizirani in upravljanje je prevzelo Gozdno gospodarstvo Nazarje. V prvem povojnem obdobju so sledile planske sečnje, tako da se je golosečno gospodarjenje in kmečko prebiranje zadržalo do leta 1950, ko je bil golosek z zakonom prepovedan. Na skrajnostnih rastiščih so goloseki vplivali na zakrasevanje, na najboljših rastiščih pa pospešili bujno razrast zeliščne plasti. Za starejše smrekove nasade je bila predpisana kombinacija skupinsko postopnega gospodarjenja in obnavljanje z listavci (Gozdnogospodarski načrt ..., 1963).

Biološka sanacija starih smrekovih gozdov zaradi velike gostote divjadi ni bila uspešna (Prilagoditev in sprememba ..., 1969; Revizijski gozdnogospodarski načrt ..., 1972). Divjad je imela v umetnih smrekovih nasadih na voljo le malo hrane, zato je kljub povečanemu odstrelu populacija srnjadi in jelenjadi ostala previsoka. V starejših smrekovih nasadih je načrt za naslednja leta predvidel le svetlitvena redčenja in po potrebi sanitarno sečnjo (Revizijski gozdnogospodarski načrt ..., 1972; Obnovitveni gozdnogospodarski načrt ..., 1982; Obnovitveni gozdnogospodarski načrt ..., 1993).

Na podlagi Zakonu o denacionalizaciji iz leta 1991 so bili gozdovi vrnjeni nekdanjim lastnikom, nadškofiji Ljubljana.

4.2.4 Opis gozda v okolici ploskev

Raziskovalni objekti ležijo na severnem pobočju Krašice, v nadmorski višini med 700 in 1.000 m. Goloseki naravnih gozdov so bili na območju raziskave izvedeni predvsem ob koncu 19. in začetku 20. stoletja. V skladu s klasično šolo urejanja gozdov so poseke zasadili s smreko. Tako so nastale velike površine mladih smrekovih gozdov, ki jih niso uspeli pravočasno negovati.

Gozdovi se uvrščajo v gospodarski razred zasmrečeni jelovo-bukovi gozdovi na karbonatih – 05200. Objekti ležijo v več odsekih, zato smo za ponazoritev stanja gozdov povzeli podatke o stanju za dani gospodarski razred (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004):

- površina gospodarskega razreda: 547,61 ha:
- gozdne združbe: *Abieti-Fagetum prealpinum* (= *Homogyno sylvestris-Fagetum*) 86,8 %, *Luzulo-Abieti-Fagetum prealpinum* (= *Luzulo-Fagetum sylvaticae* Meusel 1937 *abietetosum* (Marinček et Daksobler, 1988) Marinček et Zupančič, 1995) 5,3 %, *Adenostylo glabrae-Piceetum* 2,8 %, druga rastišča 5,1 %;

- lesna zaloga: 451 m³/ha;
- drevesne vrste (% od lesne zaloge): smreka 79,5 %, bukev 7,8 %, plemeniti listavci 5,7 %, jelka 4,6 %, macesen 1,8 % in druge vrste 0,5 %;
- razvojne faze: mladovje 0,8 %, drogovnjak 21,7 %, debeljak 69,1 %, sestoj v obnovi 2,2 %, raznomerno (ps-šp) 5,4 %, raznomerno (sk-gnz) 0,7 % in grmičev gozd 0,11 %.

V zasmrečenih sestojih je naravna obnova težavna, v podmladku je v primerjavi z ohranjenimi sestoji manjši delež bukve in jelke ter večji delež plemenitih listavcev, na obnovo pomembno vpliva divjad. Za usmerjanje razvoja gozdov danega gospodarskega razreda je v gozdnogospodarskem načrtu gozdnogospodarske enote Nazarje z obdobjem veljavnosti 2003–2012 (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004) podana usmeritev, naj se povsod teži k razgibani strukturi. Obnova naj poteka malopovršinsko, pri uvajanju v obnovo je treba dati prednost debeljakom, kjer se bukev dobro pomlajuje, ter preredčenim starejšim sestojem. Umetno obnovo naj bi usmerili predvsem na površine, ki so močno obremenjene z divjadjo, in na degradirana tla. Sadili naj bi predvsem bukev, jelko, javor in macesen, sajene površine je treba zaščititi pred divjadjo. Za mladovja je dana usmeritev, da naj se v njih izvaja intenzivna nega z namenom povečati delež listavcev, jelke in macesna. Intenzivna nega je predvidena še v mlajših drogovnjakih, nato naj bi se intervali med redčenji podaljševali, z redčenji pa bi prenehali v debeljakih, starih 90 let. V načrtu za obdobje 2003–2012 je bil za gospodarski razred predviden možni posek 42.193 m³ oziroma 17,1 % od lesne zaloge, pri čemer naj bi s 65,1 % prevladovala redčenja, pomladitvenih sečenj naj bi bilo 33,1 %, prebiralne 0,7 % in poseka oslabelega drevja in sanitarnega poseka 1,1 %.

Na območju gozdnega predela Krašica poleg zasmrečenih uspevajo tudi ohranjeni jelovo-bukovi gozdovi, ki so v gozdnogospodarskem načrtu enote Nazarje za obdobje 2003–2012 uvrščeni v gospodarski razred jelovo-bukovi gozdovi na karbonatih – 05100. Povprečna lesna zaloga gozdov v tem gospodarskem razredu je 400 m³/ha, od tega je 55 % smreke, 28 % bukve, 9 % plemenitih listavcev, nekaj manj kot 6 % jelke, 1 % macesna in 1 % drugih vrst. Iz podatkov o drevesni sestavi v zadnjih 30 letih je najbolj očiten padec deleža jelke, ki se je z 19,2 % leta 1983 zmanjšal na vsega 5,6 % leta 2003. Njeno mesto je prevzela predvsem smreka, v manjši meri se je povečal tudi delež bukve in plemenitih listavcev. Naravna obnova v ohranjenih gozdovih poteka brez večjih težav, poleg smreke se zadovoljivo pomlajujejo tudi jelka, bukev in plemeniti listavci. Objedanje divjadi v teh gozdovih nima tako izrazitega vpliva na uspešnost obnove in vrstno sestavo mladja kot v zasmrečenih sestojih.

5 METODE RAZISKOVANJA

Izsledki tujih in domačih raziskav kažejo, da je z analizo razvoja mladja v starih vrzelih, kjer ni bilo naknadnih širitev, mogoče razbrati pomladitvene vzorce in razviti napotke za gojitveno ravnanje v prihodnje (Imbeck in Ott, 1987; Brang, 1996; Diaci in sod., 2005).

Raziskavo smo zastavili kot terenski poskus, kjer so vzorčne enote prve stopnje vrzeli (sestoj), vzorčne enote druge stopnje pa v vrzelih (sestojih) sistematično razporejene ploskvice. Objekti raziskave so deloma v gozdnogospodarski enoti Jelendol (objekt Jelendol) na kranjskem gozdnogospodarskem območju in območju gozdnogospodarske enote Nazarje v istoimenskem območju (objekt Krašica). Metoda zbiranja podatkov se med objektoma razlikuje, zato podajamo opis popisa ploskev za vsak objekt ločeno.

5.1 RAZISKOVALNI OBJEKT JELENDOL

V Jelendolu smo leta 2003 izločili 18 objektov, 15 v različno velikih vrzelih in 3 pod sklenjenim sestojem. Lokacije smo izbrali po enotnih merilih na podlagi rastišča in preteklega gospodarjenja (Rozman, 2007). Za vsak objekt smo določili Gauss-Kruegerjeve koordinate središča objekta, relief, ekspozicijo, nagib, nadmorsko višino, velikost vrzeli ter opisali okoliški sestoj. Izrisali smo tloris vrzeli, lokacijo ploskev in lokacijo bukovih semenjakov. Osnovni podatki o objektih so prikazani v preglednici 1.

Relief, ekspozicijo in nagib smo določili v velikostnem razredu vrzeli. Pri reliefu smo razlikovali: gladko (1), konkavno (2), konveksno (3) in valovito (4). Vrzeli smo za potrebe interpretacije glede na velikost uvrstili v štiri razrede, in sicer: sklenjen sestoj (1), mala vrzel (površina vrzeli do 0,03 ha) (2), srednja vrzel (od 0,03 do 0,20 ha) (3) in velika vrzel (več kot 0,50 ha) (4).

Preglednica 1: Osnovni podatki o vrzelih (objekti) v Jelendolu

Table 1: Basic gap (object) characteristic in Jelendol

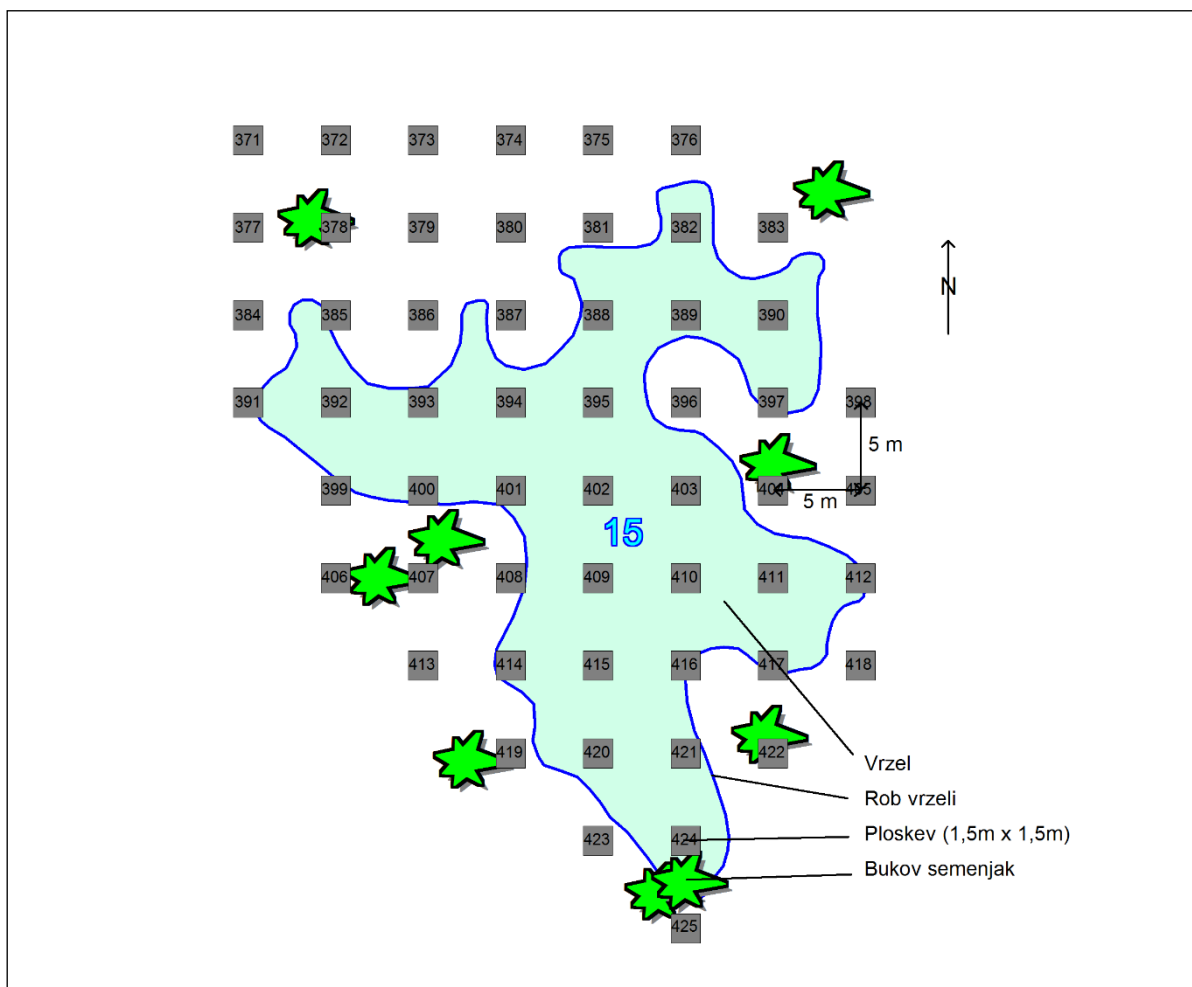
Oznaka vrzeli	Geografska širina (N)	Geografska dolžina (E)	Površina (m ²)	Ekspozicija	Nagib (°)	Nadmorska višina (m)	Število ploskev (N)
1	46° 25' 30,38"	14° 21' 15,41"	sestoj	V	23	1.450	15
2	46° 25' 34,01"	14° 21' 26,61"	sestoj	V	21	1.395	15
3	46° 25' 33,52"	14° 21' 20,39"	sestoj	V	21	1.445	30
4	46° 25' 31,20"	14° 21' 16,57"	30	JV	20	1.450	5
5	46° 25' 30,10"	14° 21' 23,28"	65	V	22	1.405	8
6	46° 25' 29,94"	14° 21' 23,75"	43	V	15	1.400	5
7	46° 25' 31,79"	14° 21' 24,29"	50	JV	17	1.410	9
8	46° 25' 33,01"	14° 21' 23,11"	40	V	19	1.420	5
9	46° 25' 34,47"	14° 21' 23,33"	88	V	24	1.425	11
10	46° 25' 34,15"	14° 21' 24,27"	140	V	23	1.410	14
11	46° 25' 33,17"	14° 21' 21,80"	195	V	16	1.435	26
12	46° 25' 35,27"	14° 21' 20,51"	670	V	18	1.450	57
13	46° 25' 34,30"	14° 21' 20,52"	378	V	16	1.440	41
14	46° 25' 29,28"	14° 21' 21,09"	660	JV	18	1.430	55
15	46° 25' 33,63"	14° 21' 17,48"	549	V	23	1.460	55
16	46° 25' 36,70"	14° 21' 16,98"	1.230	V	14	1.480	84
17	46° 25' 31,93"	14° 21' 31,55"	1.988	JZ	18	1.380	47
18	46° 25' 33,55"	14° 21' 42,78"	6.222	J	26	1.410	60

5.1.1 Meritve v Jelendolu leta 2003

5.1.1.1 Postavitev ploskev

V objektih smo postavili sistematično mrežo ploskev. Ploskve smo postavili tako, da smo najprej določili središče vrzeli oziroma izhodiščno točko v sestoju in v njeni okolici naključno določili središče ploskve. Druge ploskve smo postavili po mreži 5 m krat 5 m v smeri sever–jug in vzhod–zahod. S ploskvami smo prekrili celotno vrzel in še obrobni pas pod krošnjami. Zaradi asimetrije direktnega sončnega sevanja v vrzelih smo na vzhodnem, južnem in zahodnem robu vrzeli ploskve postavili še do 6 metrov, na severni strani pa do 10 metrov od roba vrzeli v sestoj, kar nam prikazuje slika 8. V 18 objektih smo tako postavili 542 ploskev.

Središče vsake ploskve smo označili z markirnim količkom, na katerem smo zapisali zaporedno številko ploskve. Središče ploskev smo tudi trajno označili z žeblijem dolžine 180 milimetrov.



Slika 8: Postavitev ploskev v vrzeli št. 15

Figure 8: Plot arrangement in the gap no. 15

5.1.1.2 Popis ploskev leta 2003

Prvi popis ploskev smo izvedli septembra 2003. Ploskve so kvadratne oblike mer 1,5 m krat 1,5 m, kar predstavlja 2,25 m² površine. Določili in popisali smo jih s pomočjo kovinskega ogrodja, ki smo ga postavili tako, da je bilo njegovo središče (presečišče pomožnih linij) točno na markirnem količku, stranice kvadrata pa obrnjene v smeri sever–jug in vzhod–zahod. Ploskev smo tako enolično in nedvoumno razmejili od okolice. Pomožni liniji, ki sta kvadratno ploskev razdelili na štiri podploskve, so nam bile v veliko pomoč pri štetju mladja in ocenjevanju zastiranja (slika 9).



Slika 9: Delo na ploskvi s pomočjo kovinskega ogrodja

Figure 9: Work on the plot by means of a metal construction

Na vsaki ploskvi smo nato izmerili in določili ter vpisali v popisne liste (priloga A) splošne podatke, podatke o ploskvi, o podmladku in podatke o zeliščnem sloju. Pri splošnih podatkih smo vpisali številko ploskve, številko vrzeli in datum snemanja. Za vsako ploskev smo ugotovili mikorelief (ravno, konkavno, konveksno), ekspozicijo (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) in nagib v stopinjah. Globino tal smo določili s pomočjo kovinske paličice dolžine 60 cm, ki smo jo potisnili v tla pravokotno na površino tal. Merili smo skupno globino tal, vključno z organskimi horizonti do trdne kamnine. Globino smo na vsaki ploskvi merili na treh mestih, in sicer na sredini ploskve, na njenem jugozahodnem in severovzhodnem oglišču. Debelino organskih horizontov smo merili na jugozahodnem in severovzhodnem oglišču ploskve, kjer smo s sekiro naredili gladek profil in izmerili skupno debelino ($O_l + O_f + O_h$) v milimetrih. Na vsaki ploskvi smo določili površino, vrsto (panj in korenine (1), kup vej (2), deblo (3)) ter stopnjo razkroja drevesnih ostankov. Ugotovili smo sestavo površja, pri čemer smo razlikovali mladje, zelišča, lesne ostanke, korenine in panje stoječih dreves, zemljo, kamenje ter neobraslo površino. Pri sestavi površja nismo upoštevali prekrivanja (vsota za ploskev je vedno 100 %). Na vsaki ploskvi smo izpeljali tudi popis zeliščne plasti po vrstah in stopnji zastiranja. Podroben opis dela je podan v Rozman, 2007.

Pri pomladku smo prešteli vse mladice, ločeno po drevesnih vrstah, višinskih razredih in objedenosti po divjadi, posebej za mladje na drevesnih ostankih in drugo mladje. Razlikovali smo naslednje višinske razrede: klice, mladice do 5 cm, 5 do 9 cm, 10 do 19 cm, 20 do 49 cm, 50 do 99 cm in večje od 100 cm. Objedenost smo ugotavljali za mladje, visoko nad 5 cm, pri tem smo razlikovali štiri kategorije: nepoškodovano, poškodovani stranski poganjki, poškodovan vršni poganjek, poškodovana stranski in vršni poganjek. Upoštevali smo samo novejša poškodba – poškodovano v zadnjih treh letih. Pri pomladku smo vpisali še drevesno vrsto dominantnega osebk na ploskvi, njegovo višino v cm, prirastek v zadnjem letu v mm in vitalnost. Če je bil dominantni osebek manjši od 5 cm, ga nismo popisali. Pri vitalnosti smo razlikovali: zelo vitalen (1), srednje vitalen (2) in nevitalen osebek (3). Oceno smo podali na podlagi barve krošenj in osutosti iglic.

5.1.1.3 Meritve svetlobe leta 2003

Svetlobne razmere smo za vse ploskve ugotavljali s pomočjo fotografij nebesnega svoda, ki smo jih posneli med 27. septembrom in 6. oktobrom 2003. Pri tem smo uporabili digitalno kamero znamke Nikon COOLPIX 995 in objektiv znamke ZOOM NIKKOR 8-32 mm NIKON Fisheye Converter FC-E8 0,21x.

Kamero smo namestili na fotografsko stojalo in jo postavili točno nad center ploskvice, 1,3 m od tal. S pomočjo vodne tehtnice smo jo uravnali v vodoraven položaj, preverili, ali svetleča dioda kaže proti severu, nato pa z daljinskim upravljalnikom sprožili posnetek.

Posnetke smo iz vrednotili s programsko opremo WinSCANOPY 2003d (WinSCANOPY ..., 2003). Pri tem smo projekcijo hemisfere, to je površino, ki naj jo program analizira, določili po metodi 'non-interactive' s pomočjo datoteke Lens.cal, v kateri so shranjeni vsi potrebni parametri za kreiranje hemisfere. Vrednosti radiacijskih parametrov, ki smo jih uporabili za izračune, so prikazani v preglednici 2.

Preglednica 2: Radiacijski parametri

Table 2: Radiation parameters

Parameter		Vrednost
Porazdelitev difuznega sevanja	Diffuse radiation distribution	SOC
Začetek vegetacijske dobe	Growing season begin	1.5
Konec vegetacijske dobe	Growing season end	30.9
Izračun položaja sonca vsake	Calculate sun position every	3 min
Časovni pas	Time zone	1
Enote za radiacijo	Radiation units	Joule
Solarna konstanta	Solar constant	1370
Prepustnost atmosfere	Atmospheric transmissivity	0,60
Delež fotosintetsko aktivnega sevanja	Rad to PAR conversion factor	0,51
Delež difuznega sevanja	Diffuse radiation fraction of direct radiation	0,15
Velikost sonca	Sun size	Real size

Klasifikacijo na nebo in krošnje smo opravili v programu WinSCANOPY 2003d, v večini primerov smo uporabili orodje Pixels Classifier (Rozman, 2007). S programom smo izračunali sledeče parametre: odstotek direktnega sončnega sevanja na ploskvah glede na vrednosti nad krošnjami oziroma na prostem (DIR), odstotek difuznega sončnega sevanja na ploskvah glede na vrednosti nad krošnjami oziroma na prostem (DIFF), odstotek skupnega sončnega sevanja na ploskvah glede na vrednosti nad krošnjami oziroma na prostem (TOTAL) in trajanje direktnega sončnega sevanja po mesecih in urah. Iz zadnjega smo izračunali skupno trajanje direktnega sončnega sevanja v urah/leto (DIR_ure). Poleg tega smo za vsako ploskev določili, ali je trajanje direktnega sončnega sevanja daljše dopoldne ali popoldne. Za vsako ploskev smo sešteli trajanje direktnega sončnega sevanja v urah do 12. ure in po 12. uri. Ploskve, kjer je bilo trajanje direktnega sevanja daljše do 12. ure, smo uvrstili v razred dopoldne, druge v razred popoldne.

S programom smo analizirali še dva strukturna elementa krošenj, in sicer fragmentacijo vrzeli (Gap fraction) in odprtost (Openness). Fragmentacija vrzeli pomeni odstotek slikovnih točk, klasificiranih kot nebo v določenem predelu slike. Program omogoča izračun fragmentacije za posamezne dele slike, v nalogi smo uporabili le fragmentacijo za celotno hemisfero. Zaradi nelinearne projekcije leč se fragmentacija slike razlikuje od fragmentacije resničnih krošenj nad objektivom kamere. Z ustreznimi transformacijami program izračuna tudi fragmentacijo resničnih krošenj, ki jo imenujemo odprtost.

5.1.2 Meritve v Jelendolu leta 2008

5.1.2.1 Popis ploskev leta 2008

Spomladi 2008, ko še ni bila razvita zeliščna vegetacija, smo z detektorjem kovin ponovno našli in z markirnimi količki označili vseh 542 ploskev. Septembra 2008 smo po isti metodologiji kot leta 2003 popisali vse ploskve. Pri dominantni mladici na ploskvi smo dodatno zabeležili, ali gre za isti osebek kot leta 2003 ali ne. Na vseh ploskvah smo merili še vsebnost vlage v tleh na globini od 0 do 10 cm, na manjšem vzorcu smo ugotavljali kemijske lastnosti tal, na delu ploskev smo ponovno posneli svetlobne razmere.

5.1.2.2 Meritve svetlobe leta 2008

Svetlobne razmere smo posneli septembra in prvi teden oktobra 2008 na 12 objektih oziroma 279 ploskvah. Na šestih objektih (objekti: 1, 4, 12, 15, 16 in 17) so se svetlobne razmere leta 2008 zaradi vetrolomov in njihove sanacije močneje spremenile. Ker so vetrolomi prizadeli gozdove v poletnem in jesenskem obdobju, so zeliščna plast, talne razmere in mladje odraz svetlobnih razmer pred vetrolomi, zato na teh objektih meritev leta 2008 nismo izvedli in smo za leto 2008 upoštevali meritve iz leta 2003. Pri merjenju svetlobnih razmer smo uporabili enako metodo kot leta 2003.

5.1.2.3 Vsebnost vlage v tleh na globini od 0 do 10 cm

Volumsko vsebnost vlage v tleh smo merili z napravo TRIME-EZ (TRIME-EZ/-EZC/-IT/-ITC, 2006). Na ploskvah kjer ni bilo mladja ali je bilo mladje prisotno na vsej ploskvi, smo meritev izvajali na sredini ploskve, kjer je bilo mladje prisotno le na delu ploskve, smo vlago merili pri dominantni mladici.

Leto 2003, ko smo izvedli prvi popis ploskev v Jelendolu, je bilo izjemno toplo in sušno. V tem letu je padlo le 1.200 mm padavin, kar je le 73 % povprečja v obdobju 1961–2010. Posebno izrazit je bil primanjkljaj padavin v pomladnih in poletnih mesecih, saj je spomladi padlo le 176 mm oziroma 47 % dolgoletnega povprečja, poleti pa 301 mm oziroma 58 % povprečja zadnjih 50 let. Hkrati z majhno količino padavin je bilo leto ekstremno tudi pri temperaturi zraka. Nadpovprečno topla sta bila predvsem pomlad in poletje. Na klimatološki postaji Krvavec je bila povprečna temperatura zraka v poletnih mesecih (junij, julij, avgust) 14,4 °C, kar je najvišja do zdaj izmerjena povprečna vrednost in je za 3,4 °C višja od povprečja zadnjih 50 let. V vegetacijskem obdobju je bilo leto 2003 torej ekstremno toplo in sušno.

Ker meteorološki podatki za objekte v Jelendolu kažejo jasen trend zmanjševanja padavin in dvig povprečnih temperatur zraka v poletnih mesecih, z vse pogostejšimi in izrazitejšimi ekstremi lahko pričakujemo, da bo poletna suša imela vse pomembnejšo vlogo tudi pri

obnovi teh gozdov. Tako smo na vsaki ploskvi meritve talne vlage izvedli v treh časovnih obdobjih, in sicer prvič 16. in 17. julija 2008 (vlaga 1), drugič 11. in 12. oktobra 2008 (vlaga 2) ter tretjič 12. in 13. julija 2010 (vlaga 3), vsakič po obdobju lepega in suhega vremena. Leto 2008 po količini padavin in temperaturi zraka ni pomembno odstopalo od dolgoletnega povprečja, zato izmerjene vrednosti vlage v tem letu lahko smatramo za oceno najnižje vrednosti talne vlage v povprečno mokrih in toplih letih. Vremenske razmere v prvi polovici leta 2010 pa so bile podobne razmeram leta 2003. Leta 2010 je v obdobju od januarja do julija padlo 621 mm padavin ali 71 % povprečja zadnjih 50 let. Izrazito sušen je bil zlasti julij, ko je padlo le 85 mm ali 49 % dolgoletnega povprečja padavin, obenem je bil ta mesec nadpovprečno topel s povprečno temperaturo zraka na klimatološki postaji Krvavec 14,0 °C, kar je 2,3 °C nad dolgoletnim povprečjem. Meritev talne vlage leta 2010, vlaga 3, tako predstavlja dober kazalnik talne vlage v ekstremno vročih in sušnih poletjih.

5.1.2.4 Ugotavljanje kemijskih lastnosti tal

Kemijske lastnosti tal smo ugotavljali na 24 ploskvah, od tega so bile 4 ploskve pod sestojem in 20 v vrzelih. Izmed 542 ploskev smo vzorec izbrali tako, da smo poiskali pare ploskev; dve sosednji ploskvi z veliko razliko v gostoti podmladka, in to v zgornjem in spodnjem delu vrzeli. Na vsaki ploskvi smo julija 2010 vzeli vzorce na štirih mestih, in sicer 75 cm od središča ploskve proti severu, jugu, vzhodu in zahodu. Vzorce smo vzeli tako, da smo na tla pritrdili lesen kvadrat velikosti 25 cm krat 25 cm in na dani površini odstranili vso vegetacijo. Ločeno smo pobrali vzorce za sledeče horizonte oziroma podhorizonte: Ol, Of, Oh in (A) (Urbančič in sod., 2005). Ko smo pobrali vzorce, smo na štirih mestih (S, V, J in Z) izmerili še debelino horizontov oziroma podhorizontov. Analize smo opravili v laboratoriju za gozdno ekologijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije, kjer smo za vsak vzorec določili reakcijo tal (pH tal), vsebnost organskega ogljika (C_{org}), vsebnost dušika (N) in vsebnost karbonatov.

5.1.3 Ugotavljanje časa nastanka vrzeli v Jelendolu

Čas nastanka proučevanih vrzeli v Jelendolu smo poskušali določiti s pomočjo podatkov iz gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarske enote Jelendol in z dendrokronološkimi analizami izvrtkov dreves na robovih vrzeli.

Na širino branik posameznega drevesa pomembno vplivajo tudi ekološke razmere v okolici drevesa. Z nastankom vrzeli se robnim drevesom poveča rastni prostor in osvetljenost krošnje, kar se praviloma odrazi v povečanju širine branik. To značilnost smo izkoristili tudi za kontrolo nastanka vrzeli. V vsaki vrzeli smo poiskali dve ali tri robna drevesa, za katera smo ocenili, da se jim je ob nastanku vrzeli najbolj sprostila krošnja, drevesa,

katerim so se z nastankom vrzeli najbolj izboljšali rastni pogoji, kar naj bi se odrazilo tudi pri širini branik. Običajno so bila to sovladujoča drevesa na severni polovici vrzeli. Na vsakem drevesu smo v prsni višini (1,3 m) odvzeli po en izvrtek. Vzorce smo vzeli s prirastoslovnim svedrom SUUNTO dolžine 400 mm in debeline 5 mm. Za transport smo vzorce shranili v plastične tulce in jih označili z oznako objekta (vrzeli) in zaporedno številko drevesa. Vzorce smo prenesli v laboratorij, jih posušili in nalepili na lesene deščice ter zbrusili na industrijskem tračnem brusilniku. Brušenje smo začeli z brusnim trakom granulacije 180 in končali s 600. Tako pripravljene vzorce smo skenirali z visoko ločljivostjo in shranili v TIFF-formatu. Meritve širine branik smo izvedli v programu WinDENDRO.

5.2 RAZISKOVALNI OBJEKT KRAŠICA

Raziskovalni objekt Krašica zajema 32 raziskovalnih objektov; 12 majhnih vrzeli (površina vrzeli 0,01–0,03 ha), 12 srednjih vrzeli (0,10–0,26 ha), 6 manjših vrzeli v vrtačah in 2 objekta pod sklenjenim sestojem. Polovica vrzeli je bila izsekana v zimi leta 1986–87 (v nadaljevanju: stare vrzeli). V neposredni bližini starih vrzeli so pozimi leta 1992 izsekali drugo polovico (v nadaljevanju: nove vrzeli) kot pare starim. Polovico vrzeli so leta 1993 ogradili. Glede na velikost in starost vrzeli smo objekte razdelili na šest različnih vrst (VPL), in sicer velike stare vrzeli (1), male stare vrzeli (2), velike nove vrzeli (3), male nove vrzeli (4), vrtače (5) in sestoj (6).

Na osnovi fitocenoloških popisov so izločili štiri rastiščne tipe: 1. tip z značilno vrsto *Petasites albus* (tip *Petasites*), 2. tip z značilno vrsto *Festuca sylvatica* (= *F. altissima*) (tip *Festuca*), 3. tip z značilno vrsto *Asperula odorata* (= *Galium odoratum*) (tip *Galium*) in 4. rastišča v vrtačah (Diaci, 1995; Diaci, 1997). Osnovni podatki o objektih so prikazani v preglednici 3.

Preglednica 3: Osnovni podatki o vrzelih (objekti) na Krašici

Table 3: Basic gap (object) characteristic in Krašica

NLP	Oznaka objekta	Površina (ha)	Leto poseka	Eksp.	Nagib (%)	Nadmorska višina (m)	RS	VPL	OG	N 1993	N 1998	N 2010
1	VS1	0,140	1988	334	56	675-705	1	1	0	9	9	10
2	VS2	0,260	1988	336	53	820-845	1	1	1	9	9	10
3	VS3	0,100	1988	24	40	910-930	2	1	1	9	9	13
4	VS4	0,165	1987	310	28	970-980	3	1	0	9	9	7
5	VS5	0,155	1987	8	43	990-1010	3	1	1	9	9	11
6	VS6	0,230	1987	51	45	950-980	3	1	0	9	9	9
7	MS1	0,012	1988	336	42	760-765	1	2	1	9	9	10
8	MS2	0,009	1988	334	52	730-735	1	2	0	9	9	13
9	MS3	0,003	1988	20	37	890-895	2	2	0	9	9	22
10	MS4	0,012	1987	7	39	940-945	3	2	0	9	9	13
11	MS5	0,007	1987	13	37	1000-1005	3	2	1	9	9	17
12	MS6	0,015	1985	22	26	945-950	3	2	1	9	9	28
13	VN1	0,155	1993	334	51	685-705	1	3	0	9	9	9
14	VN2	0,143	1993	335	54	730-750	1	3	1	9	9	9
15	VN3	0,186	1993	22	52	835-855	3	3	0	9	9	11
16	VN4	0,134	1993	34	39	915-945	2	3	1	9	9	23
17	VN5	0,132	1993	22	44	965-985	3	3	1	9	9	8
18	VN6	0,102	1993	14	43	955-975	3	3	0	9	9	9
19	MN1	0,013	1993	334	51	740-745	1	4	1	9	9	20
20	MN2	0,015	1993	336	46	730-735	1	4	0	9	9	13
21	MN3	0,012	1993	15	39	850-855	2	4	0	9	9	25
22	MN4	0,008	1993	7	32	945-950	3	4	0	9	9	13
23	MN5	0,017	1993	12	33	1000-1005	3	4	1	9	9	13
24	MN6	0,011	1993	45	34	950-955	3	4	1	9	9	21
25	V1	0,009	1993	-	29	750-765	4	5	1	9	9	17
26	V2	0,064	1993	-	34	755-785	4	5	0	9	9	23
27	V3	0,012	1993	-	32	770-795	4	5	1	9	9	23
28	V4	0,006	1993	-	41	840-850	4	5	0	9	9	29
29	V5	0,012	1993	-	41	875-885	4	5	1	9	9	27
30	V6	0,007	1993	-	48	925-940	4	5	0	9	9	26
31	S1	sestoj	1993	334	42	740-745	5	6	0	6	6	5
32	S2	sestoj	1993	332	54	790-795	5	6	0	6	6	10

NLP: enovita oznaka objekta

RS: rastiščni tip

VPL: vrsta vrzeli: 1 – velika stara, 2 – mala stara, 3 – velika nova, 4 – mala nova, 5 – vrtača, 6 – sestoj

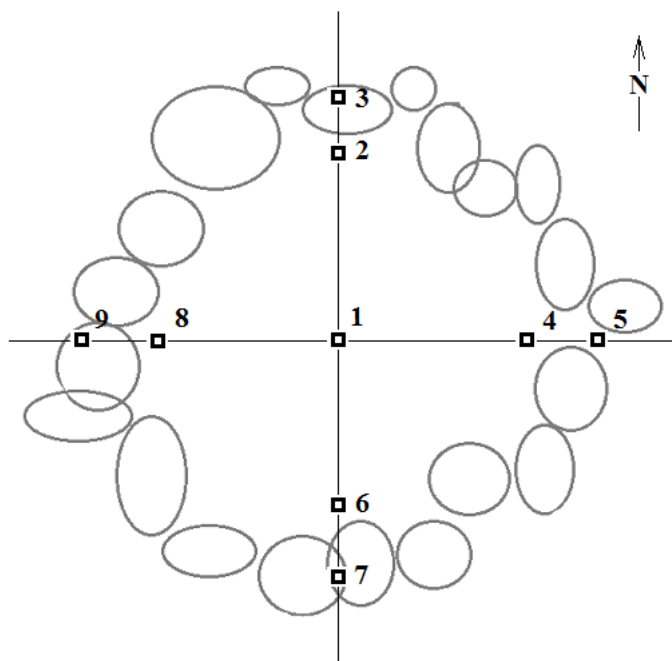
OG: zaščita pred divjadjo: 0 – neograjeno, 1 – ograjeno

N: število ploskev

5.2.1 Meritve na Krašici leta 1993 in 1998

5.2.1.1 Postavitev ploskev

Pri popisih leta 1993 in 1998 so v vsaki vrzeli postavili devet raziskovalnih ploskev velikosti 0,1 m² v petih ponovitvah, in sicer na sredini vrzeli in na štirih straneh neba, vsakokrat pred robom vrzeli in pod zastorom (SPL) (slika 10). Pod sklenjenim sestojem so ploskve le na rastiščnem tipu *Petasites*, na vsakem objektu so postavili šest raziskovalnih ploskev. Na vseh štirih rastiščnih tipih je bilo postavljenih skupno 282 ploskev.



Slika 10: Shematski prikaz postavitve ploskev v vrzelih na Krašici leta 1993 in 1998

(1 – središče vrzeli, 2 – S-vrzel, 3 – S pod zastorom, 4 – V-vrzel, 5 – V pod zastorom, 6 – J-vrzel, 7 – J pod zastorom, 8 – Z-vrzel, 9 – Z pod zastorom)

Figure 10: Location of plots in gaps in Krašica in 1993 and 1998

(1 – Centre of the gap; 2 – N gap; 3 – N canopy; 4 – E gap; 5 – E canopy; 6 – S gap; 7 – S canopy; 8 – W gap; 9 – W canopy)

5.2.1.2 Popis ploskev

Jeseni leta 1993 in 1998 so na vseh raziskovalnih ploskvah prešteli ves pomladek, ločeno po drevesnih vrstah in višinskih razredih. Razlikovali so naslednje višinske razrede: klice, mladje do 20 cm višine in mladje višine 20 do 130 cm. Leta 1993 so na vsaki ploskvi ugotovili skupno zastiranje zeliščne plasti, število vrst, dominantno višino pritalne vegetacije in zastiranje mahov. Izmerili so nagib in debelino Ol, Of, Oh in Ah horizonta (Diaci, 1997).

Jeseni leta 2003 so na vseh ploskvah ocenili tudi relativno difuzno sevanje v odstotku in potencialno direktno sevanje v urah/leto po mesecih od maja do oktobra. Svetlobne razmere so ugotavljali s pomočjo horizontoskopa, nameščenega na fotografski stativ, na višini 80 cm od tal (Diaci, 2002).

5.2.2 Meritve na Krašici leta 2010

5.2.2.1 Postavitev ploskev

Poleti 2010 smo s pomočjo karte poiskali lokacije raziskovalnih objektov in lokacijo ploskvic iz leta 1993 in 1998, pri tem smo si pomagali z detektorjem kovin. V malih vrzelih in v vrtačah smo poleg ploskev iz leta 1993 v glavnih smereh neba postavili dodatne ploskve na razdalji 2 m. Skupno smo postavili 497 ploskev.

5.2.2.2 Popis ploskev v malih vrzelih, v vrtačah in pod sklenjenim sestojem

V malih vrzelih, v vrtačah in pod sklenjenim sestojem smo postavili 368 ploskvic velikosti 1 m krat 1 m. Za vsako ploskev smo poleg splošnih podatkov o ploskvi na popisne liste (priloga B) zapisali podatke o zastiranju površja, pomlajevanju in zastiranju vegetacije.

Zastiranje oziroma sestavo površja smo ocenjevali v odstotku brez upoštevanja prekrivanja (vsota za ploskev je vedno 100 %). Razlikovali smo zelišča, mladje, skale, velike lesne ostanke, korenine in panje stoječih dreves ter drugo. Pri zeliščih smo izmerili še povprečno višino dominantnega zeliščnega sloja.

Pri popisu podmladka smo prešteli vse mladice, ločeno po drevesnih vrstah, višinskih razredih in objedenosti po divjadi. Razlikovali smo naslednje višinske razrede: klice, mladice do 20 cm, 20 do 49 cm, 50 do 129 cm in nad 130 cm. Glede na stopnjo poškodovanosti po divjadi smo razlikovali tri kategorije, in sicer: 1. osebek ima nepoškodovan glavni poganjek in manj kot 10 % poškodovanih stranskih poganjkov, 2. osebek ima poškodovan glavni poganjek in 10 do 50 % stranskih poganjkov in 3. osebek ima poškodovan glavni poganjek in več kot 50 % stranskih poganjkov. Izmerili smo še višino in višinske prirastke zadnjih treh let največ trem dominantnim mladnicam vsake drevesne vrste na ploskvi.

Na vsaki ploskvici smo naredili popis zeliščne plasti po vrstah, stopnji zastiranja in višinskem razredu. Pri zastiranju smo upoštevali tudi prekrivanje, zato je tu možna več kot 100-odstotna zastrtost. Za vse vrste ki so se pojavile, smo ocenili eno od sledečih vrednosti zastiranja: 0,1 %, 0,5 %, 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %, 100 %. Vegetacijo smo razdelili v tri višinske razrede, in sicer do 20 cm, med 20 in 129 cm in nad 130 cm.

5.2.2.3 Popis ploskev v velikih vrzelih

V velikih vrzelih razen v VS3 in VN4 smo na mestu ploskev iz leta 1993 postavili večje, 5 m krat 5 m velike raziskovalne ploskve. V vrzelih, kjer je bila razdalja med tako postavljenimi ploskvami večja od 20 m, smo postavili dodatne ploskve. Skupno smo postavili 93 ploskev velikosti 5 m krat 5 m. Popise v vrzelih VS3 in VN4 je leta 2009 opravil Kelenc (2010) po metodologiji za male vrzeli. V VS3 je postavil 13 in v VN4 23 ploskev, skupno 36 ploskev.

Znotraj teh ploskev smo na spodnjem levem oziroma spodnjem desnem vogalu izločili še 1 m² veliko ploskvico. Spremembo v metodi z levega na desni vogal smo naredili med terenskim delom, ko se je izkazalo, da je vegetacija na spodnjem desnem vogalu manj poškodovana zaradi predhodnega iskanja in postavljanja ploskev. Na vsaki ploskvi smo nato izmerili in določili podatke, ki smo jih vpisali na popisne liste (priloga C).

Na ploskvicah velikosti 1 m krat 1 m smo ugotovili zastiranje oziroma sestavo površja, na isti način kot pri popisu v malih vrzelih, v vrtačah in pod sklenjenim sestojem. Ocenili smo zastiranje do šestih najpogostejših zelišč na ploskvici ne glede na višino zelišča in zastiranje lesnatih rastlin do 20 cm višine.

Na večjih ploskvah 5 m krat 5 m smo zbirali podatke za mladje nad 20 cm višine. Ocenili smo zastiranje lesnih rastlin, ločeno po drevesnih oziroma grmovnih vrstah in višinskih razredih, pri čemer smo ločili tri višinske razrede: od 20 do 129 cm, 130 do 300 cm in nad 300 cm. Po drevesnih vrstah in danih višinskih razredih smo ugotovili še število mladja glede na stopnjo objedenosti po divjadi in gojitveni uporabnosti. Pri gojitveni uporabnosti smo ločili: a) uporabna drevesa, so vsa vsaj zadovoljivo zdrava in kakovostna ter b) neuporabna drevesa, ki zaradi poškodovanosti, slabe vitalnosti itd. ne morejo predstavljati nosilcev funkcij v sestoju.

5.3 OBDELAVE PODATKOV

Za vnos in obdelavo podatkov smo uporabili programa Microsoft Excel 2010 in IBM SPSS Statistics 20 (IBM SPSS ..., 2011). Fotografije nebesnega svoda smo izvednotili v programu WinScanopy (WinSCANOPY ..., 2003), nastanek vrzeli pa smo ugotovili s pomočjo izvrtkov, ki smo jih obdelali s programom WinDENDRO (WinDENDRO ..., 2005). Kartne prikaze in prostorske analize smo izpeljali s programi MapInfo Professional 10.0 (MapInfo ..., 2009) in Surfer 8 (Surfer 8 ..., 2002).

Pri predstavitvi vegetacije smo merjene in ocenjene ekološke dejavnike ter podatke o številu mladja primerjali z vrednostmi fitoindikacije po Landoltu (Landolt in sod., 2010).

Uporabili smo metodo glavnih koordinat (principal coordinate analysis – PCoA). Mera različnosti, ki smo jo uporabili, je Bray-Curtisova (Bray-Curtis dissimilarity):

$$d[jk] = (\text{sum abs}(x[ij] - x[ik]))/(\text{sum}(x[ij] + x[ik])) \quad \dots(1)$$

Razdalje so izračunane na matriki popisov, kjer so pokrovne vrednosti van der Maarellove (Maarel, 1979) transformirane vrednosti Braun-Blanquetovih (1951) ocen pokrovnosti:

- 1 – r (redko);
- 2 – + (< 1 %);
- 3 – 1 (< 10 %);
- 5 – 2 (10–25 %);
- 7 – 3 (25–50 %);
- 8 – 4 (50–75 %);
- 9 – 5 (75–100 %).

Za ugotavljanje statističnih razlik znakov z nenormalno porazdelitvijo (DIR, DIF, vlaga v tleh, višina in višinski prirastek dominantnih mladice) med tremi ali več populacijami (velikost vrzeli, drevesna vrsta) smo uporabili neparametrični Kruskal-Wallisov test. Za posteriorno analizo pri ugotavljanju razlik med posameznimi pari smo uporabili parne primerjave. Razlike ekoloških dejavnikov med letom 2003 in 2008 v Jelendolu (odvisni vzorci) smo preverili z Wilcoxonovim testom rangov, razlike med dvema neodvisnima vzorcema pa z Mann-Whitney U-testom (denimo razlike v vlagi glede na položaj v vrzeli). Korelacijo med dvema spremenljivkama smo ugotavljali z Spermanovo korelacijo rangov. Za ugotavljanje statističnih razlik znakov z normalno porazdelitvijo (denimo Landoltove fitoindikacijske vrednosti) ali porazdelitvijo, ki je blizu normalne, smo uporabili analizo variance, za posteriorno analizo pa Tukeyjeve resnične značilne razlike (Tukey HSD).

Za prikaz prostorske porazdelitve svetlobe in volumnske vsebnosti vlage v tleh v posameznih vrzelih smo uporabili objektivno prostorsko interpolacijo, imenovano splošni kriging (Nielson in Wendroth, 2003). Uporabili smo program Surfer 8.

Položaj ploskve v vrzeli, ali je v osrednjem, sproščenem delu vrzeli ali v robnem delu pod krošnjami dreves, smo določili na osnovi prekrivanja grafičnega sloja ploskev in tlorisa vrzeli. Za analizo smo uporabili program MapInfo Professional 10.0.

Potencialni prirastek smrekovih in bukovih dominantnih mladice v Jelendolu smo izračunali kot aritmetično sredino tekočega višinskega prirastka vseh dominantnih mladice, izmerjenih leta 2003 in 2008, ki leta meritve niso imele objedenega vršnega poganjka. Za smreko smo imeli 264 meritev in za bukev 250. Dejanski prirastek smo izračunali kot aritmetično

sredino razlik višine dominantnih mladice smreke in buke za osebk, ki so bili isti leta 2003 in 2008. Takih dominantnih smrek je bilo 99 in 100 bukev.

V Jelendolu smo kot čisti smrekov sestoj oziroma vrzel (v nadaljevanju čisti) obravnavali dele sestojev, kjer je smreka v lesni zalogi zavzemala vsaj 98 % lesne zaloge. Kot sestoj oziroma vrzel, kjer je primešana bukev (v nadaljevanju: mešan), smo izbrali sestoj oziroma vrzel, kjer je v lesni zalogi smreka zavzemala med 85 % in 88 % ter bukev med 12 % in 15 %.

5.3.1 Linearni mešani modeli (LMM) in posplošeni linearni mešani modeli (GLMM)

Ovisnost pomlajevanja, talne vlage in pritalne vegetacije od drugih ekoloških dejavnikov smo analizirali s pomočjo linearnih mešanih modelov (Linear mixed models, v nadaljevanju: LMM). LMM smo uporabili tudi za prikaz odvisnosti pomlajevanja za tiste znake, ki smo jih z logaritmiranjem uspeli vsaj približno normalizirati (višina in višinski prirastek dominantnih mladice). Mešane modele smo uporabili zaradi strukture poskusa. V naši raziskavi so podatki hierarhično strukturirani, kjer so ploskve vgnezdene v vrzeli oziroma objekte, zato smo uporabili mešane modele, ki upoštevajo prostorsko odvisnost med podatki v vrzeli oziroma objektu.

Podatke, ki jih nismo uspeli normalizirati ali kjer LMM-modeli niso konvergirali, smo pretvorili v binarno obliko in uporabili posplošene linearne mešane modele (Generalized linear mixed models, v nadaljevanju: GLMM). Beseda posplošeni se nanaša na nenormalno porazdelitev odvisne spremenljivke, beseda mešani pa na slučajne faktorje (random effects) poleg običajnih fiksnih faktorjev (fixed effects) v regresijski analizi. GLMM tako združujejo lastnosti dveh statističnih orodij, ki se široko uporabljajo v ekoloških študijah, linearne mešane modele in posplošene linearne modele (Bolker in sod., 2009). Modele smo izračunali v programskem paketu IBM SPSS Statistics 20, modul Generalized Linear Mixed Models (GENLINMIXED).

Preden smo začeli modelirati, smo preverili multikolinearnost in izločili vse spremenljivke z VIF (variance inflation factor), večjim od 5 (Zuur in sod., 2009). VIF-vrednosti smo izračunali v programu SPSS tako, da smo v modulu linearna regresija izbrali možnost Collinearity diagnostics. Za ugotovitev nabora neodvisnih spremenljivk smo vsakič izločili eno spremenljivko, ponovno izračunali VIF-vrednosti in ponavljali postopek izločanja, dokler niso bile vse vrednosti VIF manjše od 5. Tako smo za analize v Jelendolu izločili sledeče spremenljivke: TOTAL, DIR_ure, Gap fraction, Openness in zastiranje zelišč, DIR pa smo iz zvezne spremenljivke pretvorili v kategorialno s tremi stopnjami (malo, srednje, veliko). Med spremenljivkami, ki smo jih merili na Krašici, multikolinearnosti nismo ugotovili.

Modeliranje smo začeli tako, da smo najprej določili strukturo podatkov. Ploskve so vgnezdene v vrzelih, s tem so vrzeli določene kot slučajni dejavnik. Začeli smo z najbolj kompleksnim modelom, v katerega smo vključili vse ekološke spremenljivke, in nato postopno izločevali neznailne in manj pomembne spremenljivke (Bolker in sod., 2009; Zuur in sod., 2009). Vsakokrat smo izločili eno najmanj značilno spremenljivko in ponovno izračunali model. Hkrati smo primerjali AIC- in BIC-vrednosti, značilnost celotnega modela in točnost napovedi. Postopek smo nadaljevali, dokler niso ostale le značilne spremenljivke. Izjema je bila leto, ki smo jo v modele o pomlajevanju vključili tudi, če ni bila značilna. Med značilnimi spremenljivkami smo preverili vrednosti koeficientov in v primeru, da so bili določeni koeficienti blizu nič, izračunali dodatne modele brez teh spremenljivk. Izbrali smo model z najnižjimi vrednostmi AIC in BIC. Validacijo (diagnostiko) modelov smo opravili s serijo grafičnih metod, s katerimi smo ocenili, kako dobro se model prilagaja podatkom (Faraway, 2006; Zuur in sod., 2009; Robinson in Hamann, 2011). Sledil je popravek in ponovni izračun modelov, njihova validacija in izbor končnega modela. V nalogi prikazujemo le končne modele.

5.3.1.1 Modeli za objekt Jelendol

Ker se je število mladja na ploskvah v Jelendolu leta 2003 porazdeljevalo po negativni binomski porazdelitvi, smo poskusili narediti GLMM z negativno binomsko regresijo, ki uporablja negativno binomsko porazdelitev odvisne spremenljivke in logaritemsko povezavo. Ker modeli z negativno binomsko regresijo niso konvergirali, smo podatke o mladju pretvorili v binarno obliko in naredili GLMM z binarno logistično regresijo, ki uporablja binomsko porazdelitev odvisne spremenljivke in logit povezavo. Zaradi pričakovanih razlik v ekoloških zahtevah smo naredili ločene modele za smreko in bukev. Poskušali smo narediti model tudi za pomlajevanje jerebice. Model je bil statistično značilen, a ni dobro identificiral pomlajenih ploskev, zato ga v nalogi ne prikazujemo.

Pri LMM za prikaz odvisnosti talne vlage in pritalne vegetacije smo pri vlagi uporabili logaritemsko transformirane podatke ($T(Y) = \ln(Y)$), pri pritalni vegetaciji pa arcus sinus transformirane ($T(Y) = 2 \cdot \arcsin(\sqrt{Y})$). Uporabili smo linearni model, ki predpostavlja, da je verjetnostna porazdelitev odvisne spremenljivke normalna, in linearno povezavo (identity link). LMM za vlago smo naredili le na podlagi podatkov popisa leta 2008. Linearen model smo uporabili tudi za prikaz odvisnosti višine in višinskega prirastka dominantnih mladice od ekoloških dejavnikov v Jelendolu. Višino in višinski prirastek smo logaritemsko transformirali (višina dominantne mladice: $T(Y) = \ln(Y)$, višinski prirastek dominantne mladice: $T(Y) = \ln(Y + 1)$). Za GLMM za število mladja v Jelendolu smo uporabili spremenljivke, prikazane v preglednici 4. Pri LMM za prikaz odvisnosti talne vlage smo uporabili iste spremenljivke kot za pomlajevanje, razen meritev talne vlage in Landoltovih vrednosti za vlažnost tal. V modelih za višino dominantnih mladice smo poleg spremenljivk v preglednici 4 uporabili še vitalnost dominantne mladice

(vitalnost: zelo vitalna (1), srednje vitalna (2), nevitalna (3)), pri modelih za višinski prirastek dominantne mladice pa vitalnost in logaritemsko transformirane podatke za višino dominantne mladice ($\ln_{\text{višina}}$).

Preglednica 4: Spremenljivke in njihove oznake, ki smo jih uporabili za GLMM v Jelendolu

Table 4: The variables and their labels, used for GLMM in Jelendol

Spremenljivka	Oznaka
Razdalja do najbližjega bukovega semenjaka (m)	Razdalja_bu
Mikrorelief: ravno (1), konkavno (2), konveksno (3)	Relief
Nagib ploskve (°)	Nagib
Globina tal (cm)	Globina_tal
Debelina organskih horizontov (mm)	Humus
Delež površine pokrite s kamenjem in skalami	Kamnitost
Delež površine pokrite z odmrlim lesom	MI_pov
Vrsta drevesnih ostankov: panj in korenine (1), kup vej (2), deblo (3)	MI_vrsta
Stopnja razkroja drevesnih ostankov: ocena od trdega (1) do povsem razpadlega (6)	MI_razpad
Zastiranje zelišč (%) – transformacija: $T(Y) = 2 * \text{ARCSIN } \sqrt{Y}$	Asin_zelišča
Zastiranje mahov (%) – transformacija: $T(Y) = 2 * \text{ARCSIN } \sqrt{Y}$	Asin_mah
Difuzno sončno sevanje (%) - transformacija: $T(Y) = \text{LN}(Y)$	Ln_DIF
Direktno sončno sevanje: dopoldne, popoldne	DIR_dop_pop
Direktno sončno sevanje: malo, srednje, veliko	DIR_msv
Vsebnost vlage v tleh 16. in 17. julija 2008 – transformacija: $T(Y) = \text{LN}(Y)$	Ln_vlaga1
Vsebnost vlage v tleh 11. in 12. oktobra 2008 – transformacija: $T(Y) = \text{LN}(Y)$	Ln_vlaga2
Vsebnost vlage v tleh 12. in 13. julija 2010 – transformacija: $T(Y) = \text{LN}(Y)$	Ln_vlaga3
Landoltove fitoindikacijske vrednosti za svetlobo	Lan_L
Landoltove fitoindikacijske vrednosti za temperaturo	Lan_T
Landoltove fitoindikacijske vrednosti za kontinentalnost	Lan_C
Landoltove fitoindikacijske vrednosti za vlažnost tal	Lan_M
Landoltove fitoindikacijske vrednosti za reakcijo tal	Lan_R
Landoltove fitoindikacijske vrednosti za količino dušika	Lan_N
Landoltove fitoindikacijske vrednosti za humus	Lan_H
Landoltove fitoindikacijske vrednosti za zračnost tal	Lan_A
Leto meritve	Leto

5.3.1.2 Modeli za objekt Krašica

Na objektih na Krašici je mladje leta 2010 doseglo zelo različno višino. Ker se gostota mladja z višino in razslojevanjem praviloma zmanjšuje, smo za oceno in primerjavo uspešnosti pomlajevanja oblikovali modele za napovedovanje zastiranje mladja. Uporabili smo le podatke o zastiranju mladja leta 2010, modele pa smo naredili ločeno za smreko, jelko, bukev.

Za prikaz pomlajevanja smreke in bukve smo uporabili LMM in linearno povezavo (identity link). Podatke o zastiranju smo logaritemsko transformirali ($T(Y) = \ln(Y + 1)$). Ker je bila smreka v velikih starih vrzelih sajena in gre tako za primer umetne obnove, smo za smreko naredili dva modela, enega za vse objekte in drugega za objekte brez velikih starih vrzeli. Poskušali smo narediti tudi model le za velike stare vrzeli, kjer smo preverili vse kombinacije faktorjev, a noben od modelov ni konvergiral, zato jih v nalogi ne prikazujemo.

Podoben model smo poskušali narediti tudi za zastiranje jelke. Vendar modeli niso konvergirali, zato smo podatke o zastiranju jelke pretvorili v binarno obliko in naredili GLMM z binarno logistično regresijo, ki uporablja binomsko porazdelitev odvisne spremenljivke in logit povezavo. Modeli za gorski javor niso konvergirali, zato jih v nalogi ne prikazujemo.

Pri modeliranju pomlajevanja na Krašici smo uporabili spremenljivke, prikazane v preglednici 5.

Preglednica 5: Spremenljivke in njihove oznake, ki smo jih uporabili za GLMM na Krašici
Table 5: The variables and their labels, used for GLMM in Krašica

Spremenljivka	Oznaka
Velikost in starost vrzeli: velika stara (1), mala stara (2), velika nova (3), mala nova (4), vrtača (5), sestoj (6)	VPL
Položaj v vrzeli: središče vrzeli (1), S-vrzel (2), S pod zastorom (3), V-vrzel (4), V pod zastorom (5), J-vrzel (6), J pod zastorom (7), Z-vrzel (8), Z pod zastorom (9), sestoj (14)	SPL
Zaščita pred divjadjo: neograjeno (0), ograjeno (1)	OG
Nagib ploskve (v %)	Nagib
Difuzno sončno sevanje (v %) – transformacija: $T(Y) = \ln(Y)$	Ln_DIF
Difuzno sončno sevanje (v %) – transformacija: $T(Y) = \ln(Y)$	Ln_DIR
Kategorija svetlobe glede na prejeto DIF in DIR	ABCD

6 REZULTATI

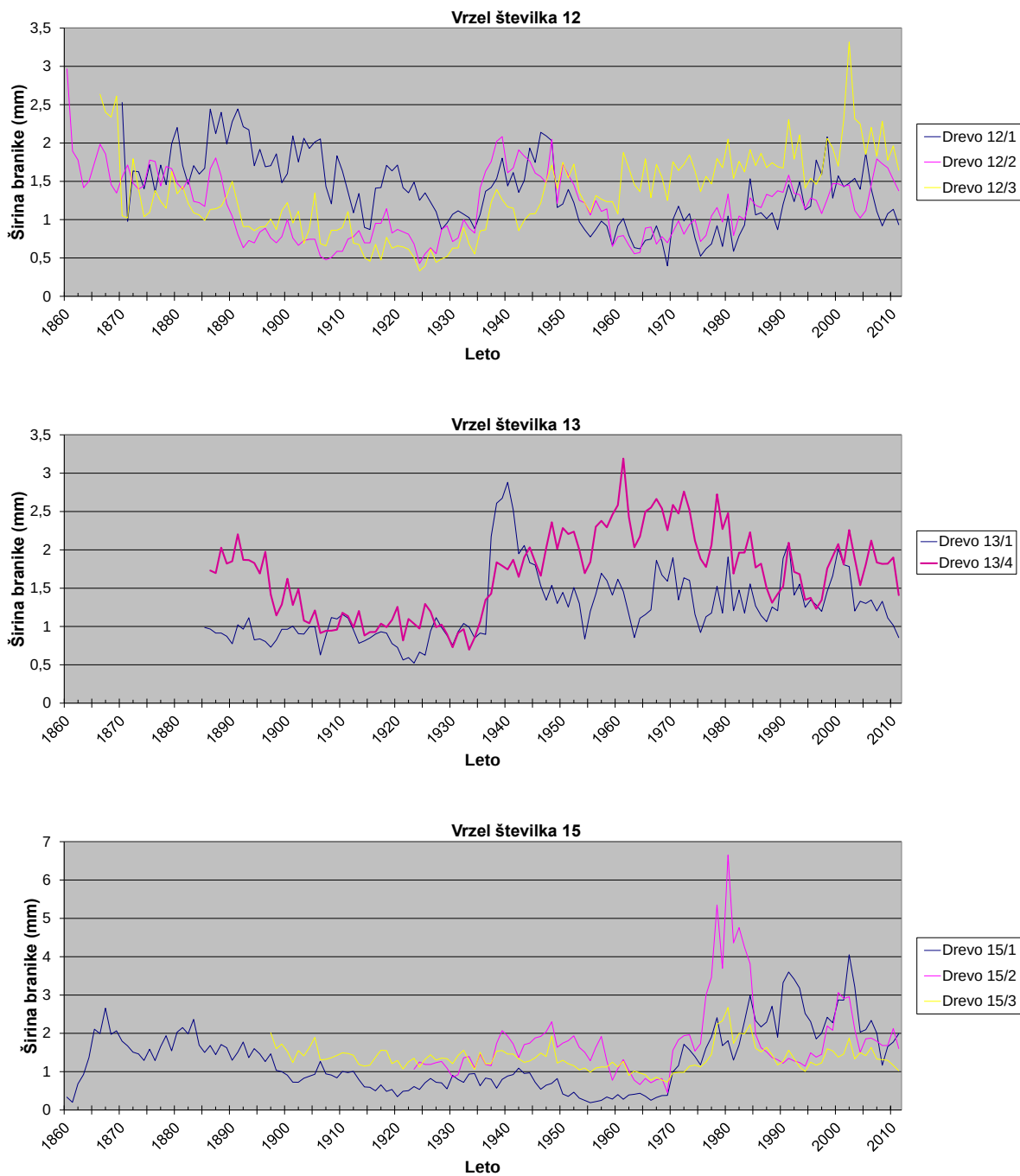
6.1 REZULTATI ZA RAZISKOVALNI OBJEKT JELENDOL

6.1.1 Nastanek vrzeli

Iz gozdnogospodarskih načrtov je razvidno, da so s proučevanimi gozdovi ves čas aktivno gospodarili, poleg tega so gozdove pogosto prizadele ujme, posebno vetrolomi. V vsakem desetletju je bilo v teh gozdovih izvedenega dovolj poseka, da bi z njim lahko naredili proučevane vrzeli. Vendar se podatki o poseku nanašajo na celotne odseke in niso natančneje prostorsko določeni, zato iz njih ni mogoče razbrati časa nastanka vrzel. Prav tako časa nastanka vrzeli nismo uspeli ugotoviti iz tekstnih delov načrtov.

Čas nastanka vrzeli smo tako lahko določili le s pomočjo dendrokronoloških analiz. Izvrtki pri približno polovici dreves nakazujejo izrazito povečanje širine branik leta 1925, povečevanje širine branik je trajalo pri nekaterih drevesih, denimo drevo 1 v vrzeli 5, 5 zaporednih let (verižni indeks večji od 1), vendar povečanja širine branik v tem obdobju ne izkazujejo vsa merjena drevesa v dani vrzeli. V vrzeli št. 12 se je širina branik povečevala pri drevesu 2 in 3, ne pa tudi pri drevesu 1 (razmerje širine branike med letom 1929 in 1924 je pri drevesu 1 znašalo 76 %, pri drevesu 2 215 % in pri drevesu 3 157 %). Podoben rezultat smo dobili v vrzeli 13, kjer se je širina branik pri drevesu 1 povečevala, pri drevesu 4 pa zmanjševala (razmerje 1929/1924 pri drevesu 1 je 133 %, pri drevesu 4 pa 92 %). Ker je v tem obdobju s povečanimi debelinskimi prirastki reagiralo tako veliko število dreves, ne pa vsa v posameznih vrzelih, predvidevamo, da je šlo za intenzivno redčenje, niso pa še nastale vrzeli v današnjih okvirih.

Drugo močnejše povečevanje širine branik, ki ga jasno nakazuje večina dreves, se je začelo leta 1935. Večina dreves izkazuje verižne indekse nad 1 za naslednjih štiri ali pet let, največji verižni indeks pa smo zabeležili pri drevesu 1 v vrzeli 13, in sicer 2,42. Razmerje širine branike med letom 1939, ko je bil verižni indeks pri večini dreves še vedno nad 1, in letom 1934, pred povečevanjem, je pri drevesu 1 v vrzeli 5 doseglo 436 % in pri drevesu 1 v vrzeli 13 314 %. Izrazito povečanje debelinskih prirastkov v tem obdobju kažejo vsa drevesa v posameznih vrzelih, denimo v vrzeli 12 je razmerje širine branik med letoma 1939 in 1934 znašalo pri drevesu 1 204 %, pri drevesu 2 253 % in pri drevesu 3 228 %. V vrzeli 13 pri drevesu 1 304 % in drevesu 4 219 %; v vrzeli 14 pri drevesu 1 120 % in drevesu 2 244 %. Povečanje širine branik za izbrane vrzeli je lepo vidno tudi iz slike 11. Reakcija robnih dreves v določenih vrzelih je po letu 1934 tako izrazita in prisotna pri vseh drevesih dane vrzeli, da lahko to leto smatramo kot leto nastanka večine vrzeli na naših raziskovalnih objektih v Jelendolu. Ob času prvega popisa ploskev leta 2003 je bila torej večina vrzeli stara okrog 70 let.



Slika 11: Širina branik robnih dreves v vrzelih številka 12, 13 in 15

Figure 11: The width of annual rings for edge trees in gaps number 12, 13 and 15

Najmlajša je vrzel 15. V tej vrzeli vsa tri drevesa, na katerih smo vzeli izvrtke, kažejo močno povečanje širine branik leta 1970 (verižni indeks: drevo 1 261 %, drevo 2 341 %, drevo 3 132 %) in konstantno povečevanje širine v naslednjih nekaj letih, kar je razvidno tudi iz slike 11. Vrzel 15 je tako nastala kakšno leto pred letom 1970 in je bila v času drugega popisa mladja leta 2008 stara okrog 40 let.

6.1.2 Predstavitev izbranih ekoloških dejavnikov

6.1.2.1 Svetloba

Sončno sevanje je eden najpomembnejših naravnih virov in ekoloških dejavnikov, ki poleg tega neposredno vpliva tudi na številne druge ekološke dejavnike, zato je poznavanje svetlobnih razmer nujno za razumevanje in vrednotenje rezultatov o pomlajevanju, pritalni vegetaciji in talnih lastnostih.

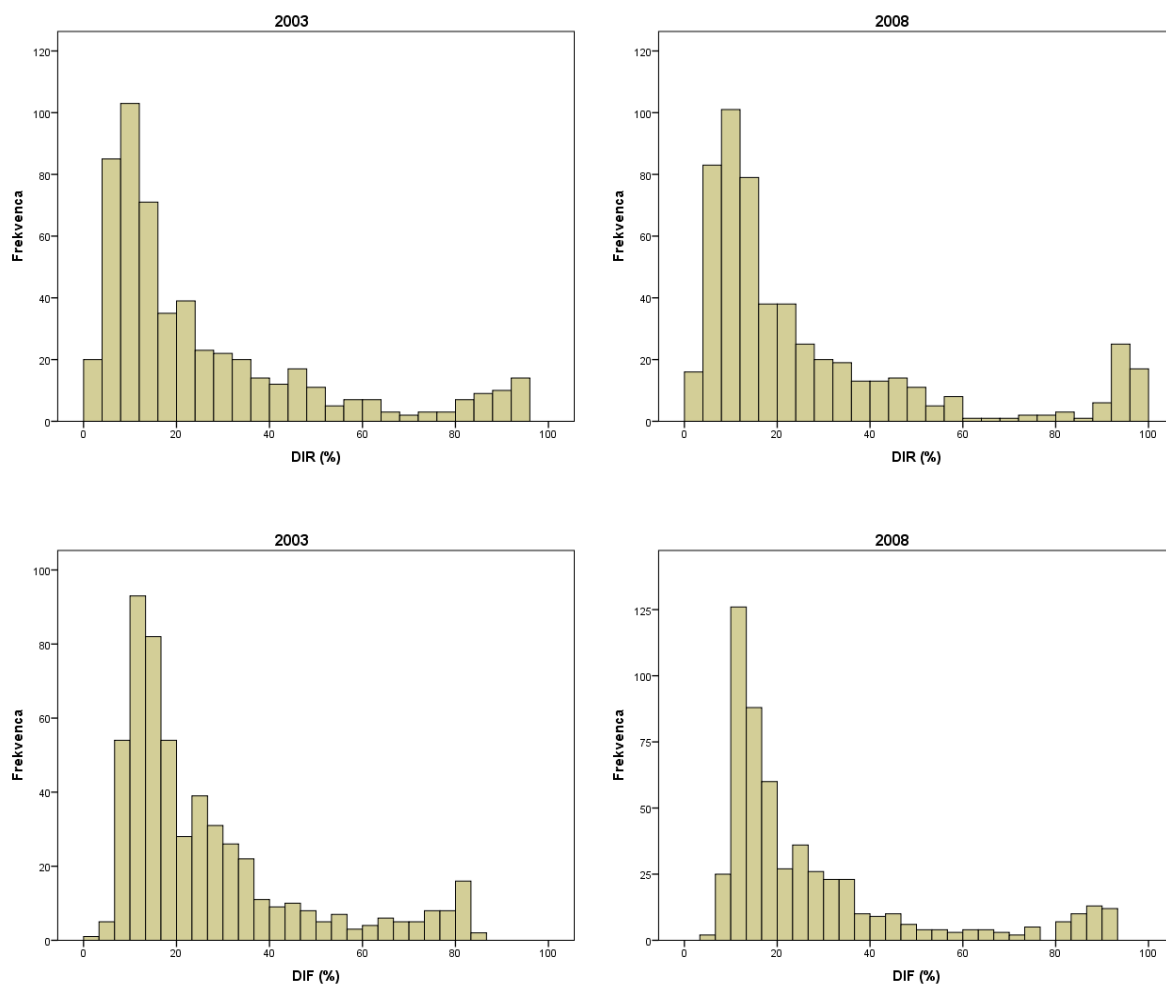
Gledano objekte v Jelendolu kot celoto, se svetlobne razmere v obdobju od leta 2003 do 2008, če ne upoštevamo vetroloma v drugi polovici leta 2008, niso bistveno spremenile. To je razvidno tako iz preglednice 6, kjer so podane nekatere številčne vrednosti direktnega (DIR), difuznega (DIF) in skupnega (TOTAL) svetlobnega sevanja v letih 2003 in 2008, kot iz slike 12, kjer so prikazane frekvenčne porazdelitve sevanja na ploskvah. V primerjavi z letom 2003 so se aritmetične sredine leta 2008 nekoliko povečale, a je razlog v povečanju maksimalnih vrednosti, predvsem v vrzeli 18. To potrjujejo tudi mediane, ki so ostale skoraj enake.

V drugi polovici leta 2008 je del gozdov na območju raziskave prizadel vetrolom, še močnejši vetrolom je sledil v zimi 2012/13 in tretji novembra 2013. V nasprotju s posamičnim odmiranjem dreves, kot smo ga zaznali v obdobju od leta 2003 do sredine leta 2008 v okolici posameznih objektov in ki ni imelo značilnega vpliva na svetlobne razmere, so ti vetrolomi prizadeli gozdove velikopovršinsko, nastale so večje odprte površine, po svetlobnih razmerah primerljive z objektom 18. Naravni razvoj sestojev gre torej v smeri občasnih večjih vetrolomov, v smeri hitrih, nenadnih povečevanj svetlobnih razmer.

Preglednica 6: Svetlobne razmere na objektih v Jelendolu leta 2003 in 2008 (za 542 ploskev)

Table 6: Light conditions on objects in Jelendol in year 2003 and 2008 (for 542 plots)

	Leto	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Mediana	Spodnji kvartil	Zgornji kvartil	Minimum	Maksimum
DIR	2003	25,56	24,03	15,56	8,90	33,40	1,75	95,99
	2008	26,65	26,06	15,64	9,12	33,64	1,75	97,70
DIF	2003	26,54	19,66	18,94	12,73	32,42	3,33	83,91
	2008	27,47	21,92	18,37	12,93	32,30	6,07	92,17
TOTAL	2003	25,69	23,28	16,04	9,62	33,52	2,63	93,98
	2008	26,76	25,35	16,12	10,01	33,31	3,04	96,97



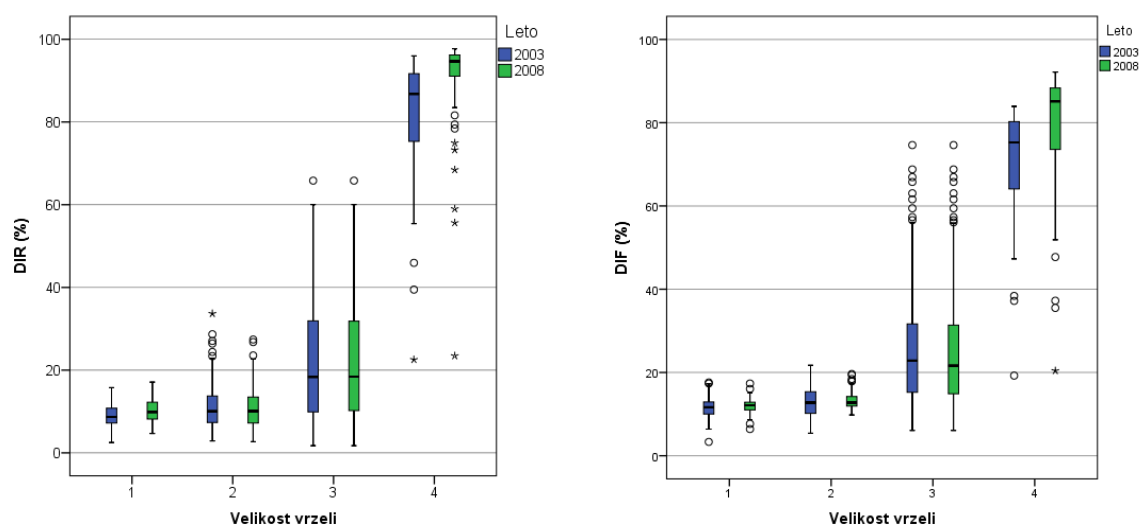
Slika 12: Frekvenčna porazdelitev direktnega (DIR) in razpršenega (DIF) sevanja leta 2003 in 2008 v Jelendolu

Figure 12: Frequency distribution of direct (DIR) and diffuse (DIF) radiation in year 2003 and 2008 in Jelendol

Iz frekvenčnih porazdelitev na sliki 12 je razvidno, da so porazdelitve izrazito desno asimetrične, da je bilo največ ploskev postavljenih v razmerah z nizkimi vrednostmi sevanja. Vrednosti DIF do 10 % je imelo leta 2003 11 % in leta 2008 9 % ploskev, medtem ko je imelo vrednosti DIR do 10 % leta 2003 31 % ter leta 2008 29 % ploskev. Pri vrednosti DIR in DIF 50 % pa sta relativni kumulativni frekvenci skoraj enaki, 86 % pri DIR in 87 % pri DIF.

Ugotovili smo, da so svetlobne razmere zelo odvisne od velikostnega razreda vrzeli, kar prikazuje slika 13. Razlike so značilne za DIR in DIF tako leta 2003 kot leta 2008 (DIR 2003: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 3, N = 542) = 212,113$; $p = 0,000$; DIR 2008: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 3, N = 542) = 209,503$; $p = 0,000$; DIF 2003: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 3, N = 542) = 263,767$; $p = 0,000$; DIF 2008: Kruskal-Wallis testi: $H(d.f. = 3, N = 542) = 276,155$; $p = 0,000$). V obeh letih smo najnižje vrednosti DIR in DIF ocenili v sestoju in v malih vrzelih, nekoliko večje v srednjih in največje v veliki vrzeli. S parnimi primerjavami razlik v sevanju med sestojem in malo vrzeljo nismo potrdili ($p = 0,935$; $p = 1,000$; $p = 0,962$; $p = 0,741$), medtem ko so ostale razlike med srednjimi vrednostmi visoko značilne (povsod $p = 0,000$). Iz slike 13 razberemo tudi, da variabilnost sevanja narašča z velikostjo vrzeli. Tako smo manjšo variabilnost sevanja ugotovili pod sklenjenim sestojem in v majhnih vrzelih, večjo pa v srednje velikih in veliki vrzeli. To je v skladu s pričakovanji, saj se vrednosti sevanja v vrzeli z velikostjo vrzeli povečujejo, zaradi načina vzorčenja, kjer smo v vrzelih postavili ploskve tudi v robnem pasu pod krošnjami, pa smo na teh ploskvah dobili vrednosti na ravni ploskev v sestoju.

Raziskali smo še spremembe v DIR in DIF med letom 2003 in 2008 po posameznih vrzelih oziroma objektih. Od 12 objektov, v katerih smo svetlobne razmere merili v obeh letih, smo ugotovili značilne razlike le v treh objektih, in sicer v objektih št. 3, 14 in 18. V objektu št. 3, kjer so se posušile tri smreke (vzrok mraznica), se je od leta 2003 do leta 2008 mediana pri DIR povečala s 7,49 % na 10,90 %, sprememba pri DIF ni bila značilna. V vrzeli št. 14, kjer v okolici nismo zaznali sprememb, se je zmanjšala vrednost DIF. Do opaznega povečanja DIR in DIF je prišlo v veliki vrzeli, objekt 18, kjer so leta 2006 posekali robna drevesa na zahodnem robu vrzeli. Čeprav so od leta 2003 do 2008 propadla posamezna drevesa tudi ob robu objektov 2, 10, 11 in 13, v teh objektih nismo ugotovili značilnih razlik v količini DIR in DIF (priloga D).



Slika 13: Porazdelitev direktnega (DIR) in razpršenega (DIF) sevanja glede na velikost vrzeli leta 2003 in 2008

Mediane (sredinske črte), srednji kvartilni interval (pravokotniki), vrednosti do 1,5 dolžine kvartilnega intervala (črte z ročaji) in ekstremne vrednosti (krogci – vrednosti med 1,5 in 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala; zvezdice – vrednosti nad 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala).

Figure 13: Direct (DIR) and diffuse (DIF) radiation distribution according to the gap area in year 2003 and 2008. Median values (central line), interquartile range (box) and extreme values (circles- cases with values between 1.5 and 3 lengths of interquartile range; stars-cases with values above 3 lengths of interquartile range)

Ugotavljanje svetlobnih razmer s pomočjo fotografij nebesnega svoda in iz vrednotenja v programskem orodju WinSCANOPY omogočata oceno vrste parametrov, a smo med nekaterimi zaradi metodoloških razlogov in podobnih reliefnih razmer (ekspozicija, nagib) na proučevanih objektih ugotovili močno korelacijo. Tako je na primer Spearmanov koeficient korelacije ranga med DIR in DIF znašal 0,760 ($p = 0,000$) med DIF in Openness 0,981 ($p = 0,000$) med DIR in TOTAL 0,996 ($p = 0,000$) in med Openness in Gap fraction celo 0,999 ($p = 0,000$).

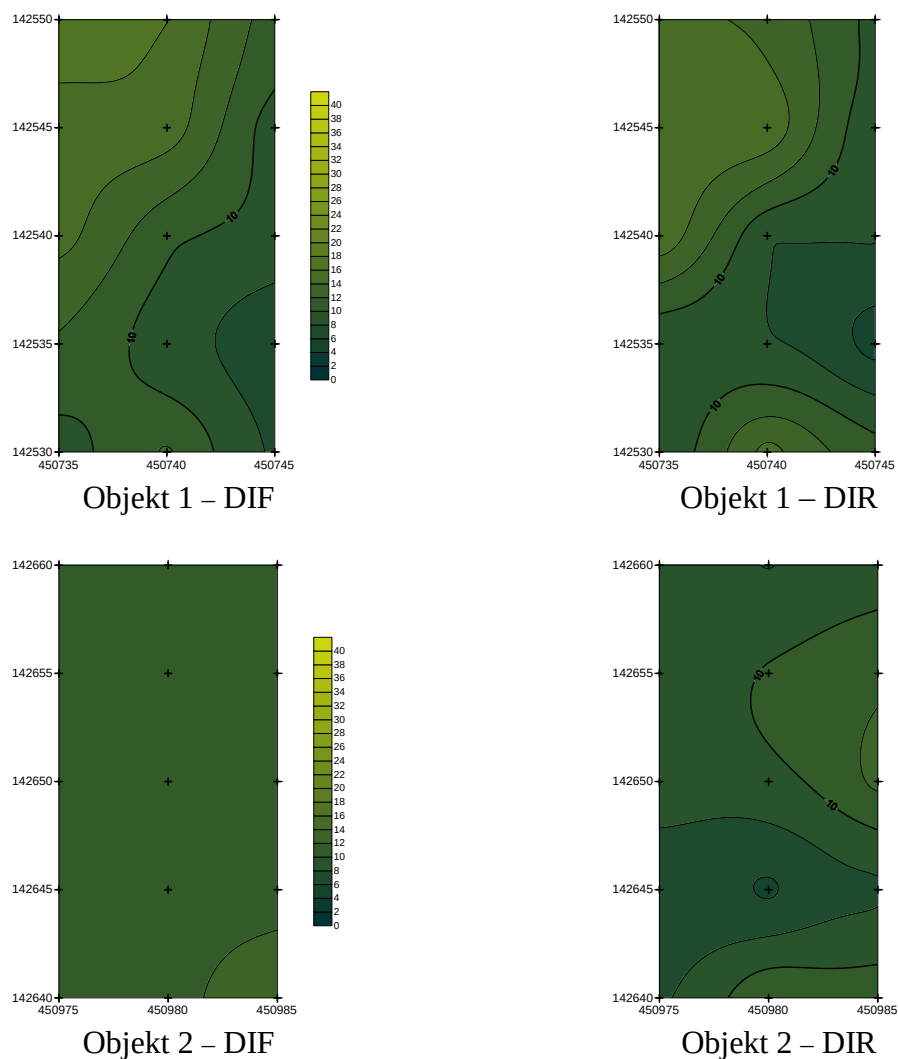
Zaradi odvisnosti med spremenljivkami smo ploskve glede DIR za vsako leto posebej razdelili na tri enako velike skupine. Število ploskev glede na velikostni razred vrzeli in kategorijo DIR prikazuje preglednica 7.

Preglednica 7: Število ploskev po velikostnih razredih vrzeli in velikostnih razredih DIR leta 2003 in 2008
Table 7: Number of plots by size classes of gaps and size classes DIR in 2003 and 2008

Leto	2003					2008				
Velikost vrzeli	1	2	3	4	Skupaj	1	2	3	4	Skupaj
DIR – malo	44	44	92	0	180	37	50	93	0	180
DIR – srednje	16	35	128	1	180	23	31	125	1	180
DIR – veliko	0	4	119	59	182	0	2	121	59	182
skupaj	60	83	339	60	542	60	83	339	60	542

V sestoju in v malih vrzelih prevladuje ploskve v kategoriji z malo DIR, medtem ko so v veliki vrzeli vse razen ene ploskve uvrščene v kategorijo veliko DIR. V srednjih vrzelih so dokaj enakomerno zastopane ploskve z vsemi kategorijami DIR, kar omogoča dobro razlikovanje mikrorastišč.

V sestojnih vrzelih nastanejo posebna mikrorastišča, oblikovanje teh pa nazorno prikazujejo svetlobne razmere, zato bomo na nekaj primerih prikazali prostorsko porazdelitev DIR in DIF v sestoju in različno velikih vrzelih. Ker se svetlobne razmere med letom 2003 in 2008 v večini vrzeli niso značilno spremenile in zaradi primerjave s prostorsko porazdelitvijo talne vlage, ki smo jo merili leta 2008 in 2010, prikazujemo rezultate meritev svetlobnih razmer leta 2008.



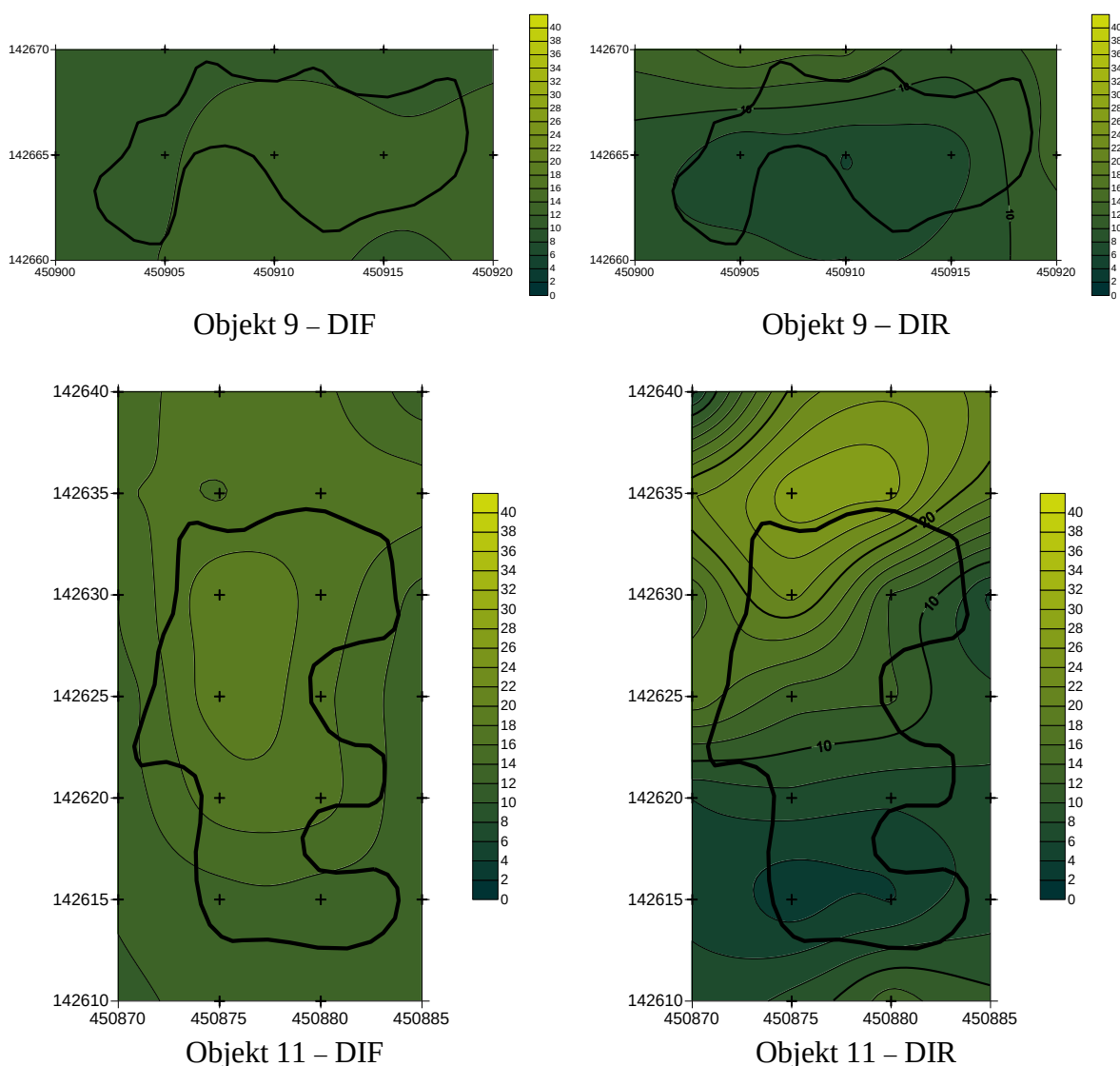
Slika 14: Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti DIF (levo) in DIR (desno) (%) leta 2008 v sestoji – objekt številka 1 (zgoraj) in objekt številka 2 (spodaj)

Križci označujejo točke merjenja (mreža 5 m × 5 m), poudarjena črta pa rob vrzeli oziroma krošnje dreves v vrzeli. Številke na osi x in y predstavljajo Gauss-Krugerjeve koordinate.

Figure 14: Spatial distribution of interpolated values of DIF (left) and DIR (right) (%) in year 2008 in closed stand - object number 1 (top) and object number 2 (bottom)

Points of measurements are marked with crosses (5 m × 5 m grid) and the edge of the gap and crowns of trees inside the gap with bold lines. Numbers on both axes represent the Gauss-Kruger coordinate.

Pod sklenjenim sestojem smo izmerili majhne vrednosti DIR in DIF. V objektu 1 so v primerjavi z objektom 2 svetlobne razmere nekoliko bolj variabilne. V objektu 2 smo pri DIF ugotovili izredno enotne razmere (slika 14).



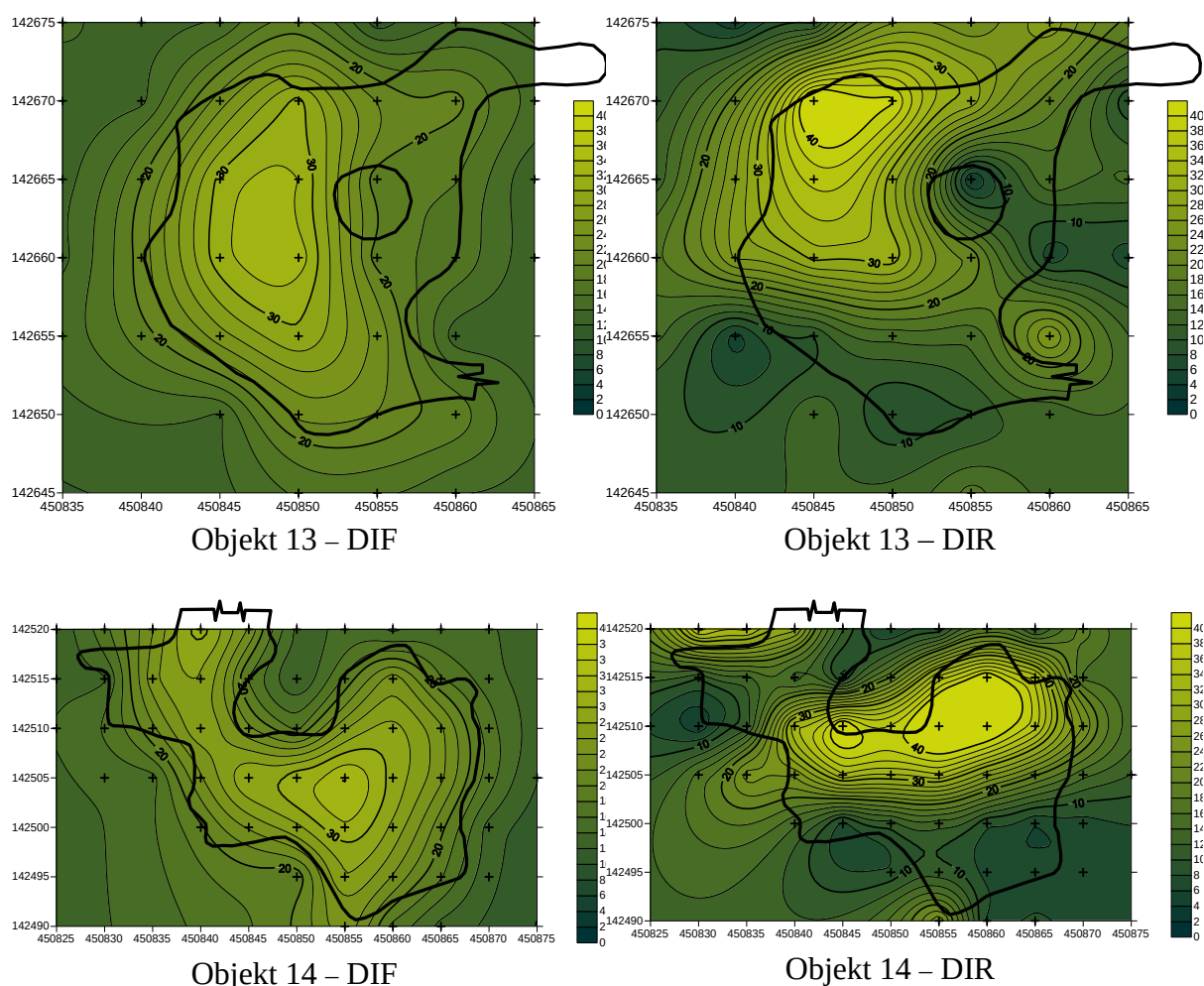
Slika 15: Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti DIF (levo) in DIR (desno) (v %) leta 2008 v mali vrzeli – objekt številka 9 (zgoraj) in objekt številka 11 (spodaj)

Križci označujejo točke merjenja (mreža 5 m × 5 m), poudarjena črta pa rob vrzeli oziroma krošnje dreves v vrzeli. Številke na osi x in y predstavljajo Gauss-Krugerjeve koordinate.

Figure 15: Spatial distribution of interpolated values of DIF (left) and DIR (right) (%) in year 2008 in small gap – object number 9 (top) and object number 11 (bottom)

Points of measurements are marked with crosses (5 m × 5 m grid) and the edge of the gap and crowns of trees inside the gap with bold lines. Numbers on both axes represent the Gauss-Kruger coordinate.

V večini majhnih vrzeli so svetlobne razmere nizke, primerljive s svetlobnimi razmerami pod sestojem, kar je dobro razvidno iz slike 15 za objekt 9. Opazno povečanje DIF in DIR smo ugotovili le v vrzelih 10 in 11, ki sta po površini največji vrzeli v skupini majhnih vrzeli. V objektu 11 vrednosti DIF naraščajo od roba proti sredini vrzeli, medtem ko pri DIR že opazimo asimetrijo, saj so največje vrednosti pomaknjene na severni del vrzeli in pod zastor na severni strani (slika 15).



Slika 16: Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti DIF (levo) in DIR (desno) (v %) leta 2008 v srednji vrzeli – objekt številka 13 (zgoraj) in objekt številka 14 (spodaj)

Križci označujejo točke merjenja (mreža 5 m × 5 m), poudarjena črta pa rob vrzeli oziroma krošnje dreves v vrzeli. Številke na osi x in y predstavljajo Gauss-Krugerjeve koordinate.

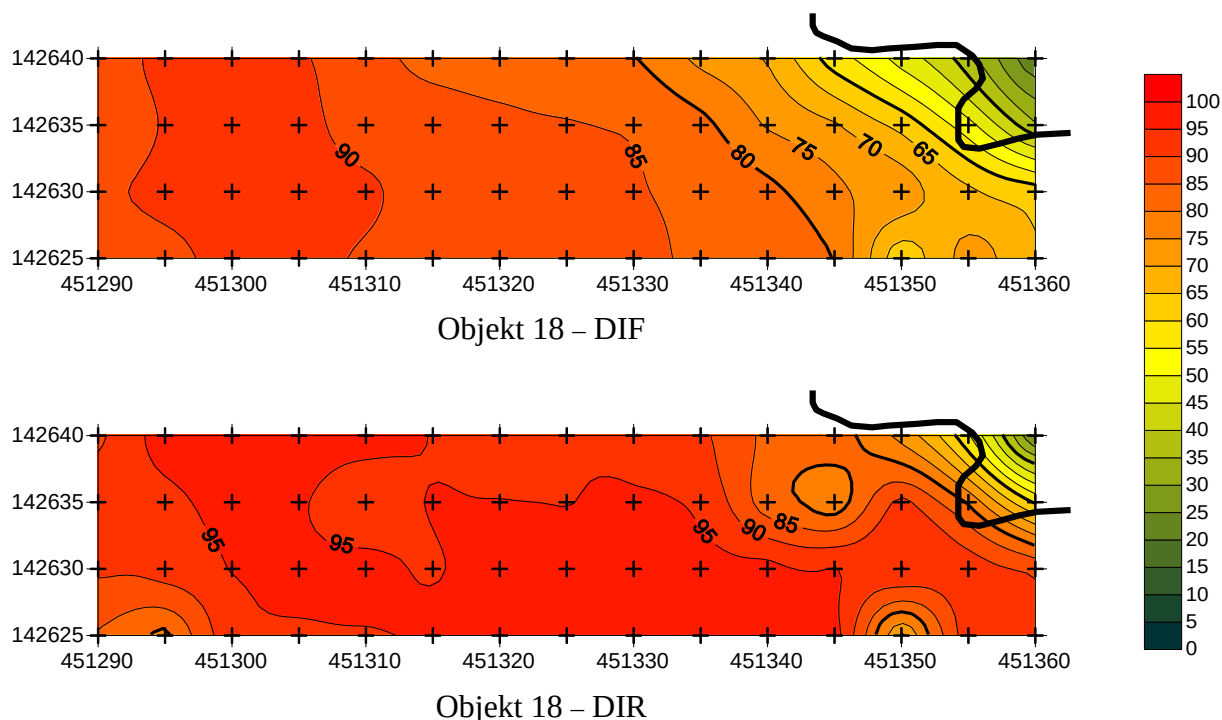
Figure 16: Spatial distribution of interpolated values of DIF (left) and DIR (right) (%) in year 2008 in medium gap – object number 13 (top) and object number 14 (bottom)

Points of measurements are marked with crosses (5 m × 5 m grid) and the edge of the gap and crowns of trees inside the gap with bold lines. Numbers on both axes represent the Gauss-Kruger coordinate.

V primerjavi s svetlobnim sevanjem pod sestojem in v večini malih vrzeli smo v srednje velikih vrzelih poleg značilno povečanih srednjih vrednosti svetlobnega sevanja našli tudi značilno prostorsko porazdelitev sevanja. Iz slike 16 je lepo razvidna tudi razlika v porazdelitvi DIF in DIR. Medtem ko je porazdelitev DIF v vrzeli dokaj simetrična, dobro definirana z robom vrzeli, pa je pri DIR jasno izražena asimetrija, ko severni deli vrzeli dobijo veliko več sevanja kot južni. Jakost DIF se povečuje od roba proti sredini vrzeli, kjer je difuzno sevanje najmočnejše. Povečano DIF v primerjavi z vrednostmi pod sestojem smo dobili tudi na robu vrzeli in pod krošnjami v obrobem pasu vrzeli.

Maksimalne vrednosti DIR smo ugotovili na odprtem severnem robu vrzeli, medtem ko so bile vrednosti na južnem delu vrzeli nizke, podobne razmeram pod zastorom.

Na sliki je nakazano tudi, da oblika vrzeli veliko bolj vpliva na DIR kot na DIF. V objektu oziroma vrzeli številka 13, kjer so v vrzeli pustili eno odraslo smreko, smo na ploskvi pod krošnjo tega drevesa izmerili zelo majhne vrednosti DIR, podobne kot pod sestojem, medtem ko se vrednosti DIF v primerjavi s sosednjimi ploskvami niso opazno zmanjšale. Podobno je tudi na objektu 14, kjer je ozek prehod v severozahodni del vrzeli privedel do opaznega zmanjšanja DIR v vrzeli severno od ožine, medtem ko so vrednosti DIF še vedno ostale visoke.



Slika 17: Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti DIF (zgoraj) in DIR (spodaj) (v %) leta 2008 v veliki vrzeli – objekt 18

Križci označujejo točke merjenja (mreža 5 m × 5 m), poudarjena črta pa rob vrzeli oziroma krošnje dreves v vrzeli. Številke na osi x in y predstavljajo Gauss-Krugerjeve koordinate.

Figure 17: Spatial distribution of interpolated values of DIF (up) and DIR (down) (%) in year 2008 in large gap – object 18

Points of measurements are marked with crosses (5 m × 5 m grid) and the edge of the gap and crowns of trees inside the gap with bold lines. Numbers on both axes represent the Gauss-Kruger coordinate.

V veliki vrzeli smo ugotovili visoke vrednosti DIF in DIR. Letu 2008 je mediana v veliki vrzeli pri DIF znašala 85,1 %, minimum 20,4 % in maksimum 92,2 %. Še višje vrednosti je dosegla DIR, kjer je mediana znašala 94,7 %, minimum 23,5 % in maksimum 97,7 %. Tako velika maksimalna vrednost kaže, da so ploskve v objektu 18 postavljene v zares ekstremnih svetlobnih razmerah, kar je pogojeno z velikostjo vrzeli, njeno popolno odprtostjo proti jugu in zahodu ter relativno odprtostjo tudi proti vzhodu in severu ter odprto lego v pokrajini. Minimalne vrednosti obeh komponent sevanja smo izmerili pod krošnjami v severovzhodnem delu objekta, kar je razvidno tudi iz slike 17. Iz slike je razvidno tudi, da so bile vrednosti sevanja na robu vrzeli pri DIF okrog 60 % in pri DIR 80 %, kar je več od maksimalnih vrednosti v večini srednje velikih vrzeli.

6.1.2.2 Vsebnost vlage v tleh

Na obravnavanih objektih ni podtalnice ali površinskih vodotokov, zato so padavine edini vir vlage v tleh. Čeprav smo vse tri meritve izvedli v sušnem poletnem oziroma meritev 2 v jesenskem času, so med meritvami velike razlike v volumski vsebnosti vlage v tleh na globini od 0 do 10 cm, kjer z izjemno nizkimi vrednostmi izstopa meritev 3. Meritve vlage so tudi v medsebojni korelaciji, Spearmanov koeficient korelacije med vlago 1 in vlago 2 je 0,847 ($p = 0,000$), med vlago 1 in vlago 3 0,569 ($p = 0,000$) ter med vlago 2 in vlago 3 0,595 ($p = 0,000$). Relativno nizek koeficient korelacije med vlago 1 in vlago 3 ter med vlago 2 in vlago 3 dokazuje, da se prostorska porazdelitev vlage v sestoju v različnih časovnih obdobjih in različnih vremenskih razmerah spreminja. Meritvi vlage 1 in 2 lahko obravnavamo kot kazalnika vlažnostnih razmer v običajno mokrih poletjih, medtem ko meritev 3 predstavlja vlažnostne razmere v skrajno sušnih poletjih.

Iz preglednice 8 je razvidno, da so znotraj enega merjenja vlage med ploskvami velike razlike. Največji variacijski razmak smo ugotovili pri drugi meritvi vlage 11. in 12. oktobra 2008 z minimumom 3,7 %, ki smo ga izmerili na ploskvi 380, in maksimumom 88,7 % na ploskvi 311. Ploskev 380 se nahaja pod košato smreko v vrzeli 15 z debelo plastjo slabo razkrojenih smrekovih iglic in plitkim mineralnim delom tal, ploskev 311 pa leži v osrednjem delu vrzeli 17 na izrazito konkavni mikrolegi. Kot zanimivost lahko izpostavimo minimalno in maksimalno izmerjeno vlago 3. Minimalno, 1,6 %, smo izmerili na ploskvi 300 in maksimalno na ploskvi 311. Obe ploskvi sta v vrzeli 17 in sta med sabo oddaljeni le 21 m. Ploskev 300 je na zahodnem robu vrzeli, pod krošnjo smreke, neposredno ob deblu, s konveksnim mikroreliefom, podobno kot na ploskvi 380 je bilo tudi na tej ploskvi debela plast slabo razkrojenih smrekovih iglic in le centimeter debela plast mineralnega dela tal. Ploskev 311 leži v osrednjem delu vrzeli, v kotanji z globokimi tlemi.

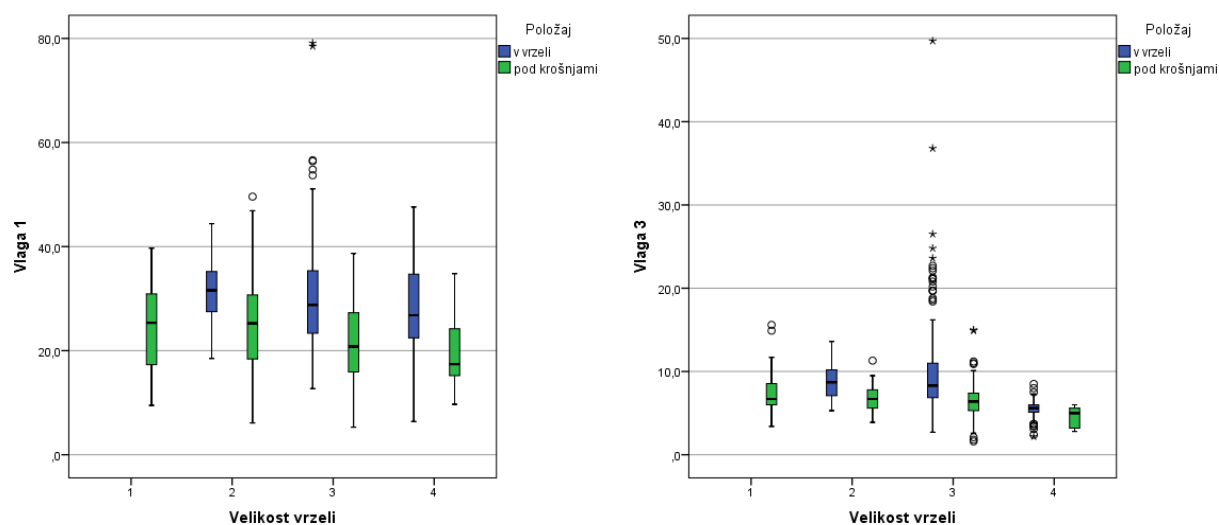
Preglednica 8: Volumska vsebnost vlage v tleh na globini od 0 do 10 cm v poletnem obdobju v Jelendolu
Table 8: Soil moisture content at 0 – 10 cm in summer time in Jelendol

	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Mediana	Spodnji kvartil	Zgornji kvartil	Minimum	Maksimum
Vlaga 1	25,8	9,9	25,5	19,1	31,6	5,3	79,1
Vlaga 2	23,1	9,4	22,8	16,7	28,1	3,7	88,7
Vlaga 3	7,7	4,1	6,9	5,7	8,3	1,6	49,7

Bolj kot razlike med posameznimi meritvami so za pomlajevanje zanimive razlike med posameznimi stratumi ploskev znotraj ene meritve, saj te nakazujejo na različne vlažnostne pogoje za rast in razvoj mladja v različnih sestojnih in vremenskih razmerah. Analizirali smo odvisnost vlage od velikosti vrzeli, položaja ploskev v vrzeli (znotraj vrzeli, pod krošnjami dreves na robu vrzeli) in mikroreliefu.

Ugotovili smo, da vlaga 1 in vlaga 2 v različno velikih vrzelih nista značilno različni (vlaga 1: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d. f. = 3, N = 542) = 4,180$; $p = 0,243$; vlaga 2: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d. f. = 3, N = 542) = 7,114$; $p = 0,068$), značilne razlike smo ugotovili pri vlagi 3 (Kruskal-Wallisov test $H(3, N = 542) = 56,202$; $p = 0,000$). Pri vlagi 3 smo značilno manjšo vlažnost ugotovili v veliki vrzeli (značilne so vse parne primerjave: sestoj – velika vrzel, mala vrzel – velika vrzel, srednja vrzel – velika vrzel: $p = 0,000$), medtem ko razlik med sestojem, malimi in srednjimi vrzelmi nismo potrdili. Pri vlagi 3 je mediana v sestoju znašala 6,7 % (min. 3,4 %, maks. 15,6 %), v malih vrzelih 7,2 % (min. 3,9 %, maks. 13,6 %), v srednjih 7,1 % (min. 1,6 %, maks. 49,7 %) in v veliki 5,6 % (min. 2,2 %, maks. 8,5 %).

Na volumsko vsebnost vlage v tleh ima velik vpliv položaj ploskve v vrzeli, ali se nahaja v osrednjem, sproščenem delu vrzeli ali v robnem delu pod krošnjami dreves. Pri vseh treh meritvah vlage smo ugotovili značilno večjo vsebnost vlage na ploskvah v osrednjem delu vrzeli in manjšo pod krošnjami dreves na robu vrzeli (vlaga 1, vlaga 2, vlaga 3: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,000$), kar nazorno prikazuje tudi slika 18. Razlike med osrednjim in robnim delom vrzeli smo testirali še ločeno po velikostnih razredih vrzeli. Pod sestojem so vse vrzeli pod krošnjami, zato tu primerjava ni mogoča. V malih in srednje velikih vrzelih so bile razlike med osrednjim in robnim delom pri vseh treh meritvah visoko značilne (povsod Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,000$). Slika 18 nakazuje, da so razlike med osrednjim in robnim delom vrzeli tudi v veliki vrzeli, a razlike niso statistično značilne (vlaga 1: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,123$; vlaga 2: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,052$ in vlaga 3: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,187$). V veliki vrzeli je od skupno 60 ploskev pod krošnjami dreves na robu vrzeli le pet ploskev, kar je verjetno glavni razlog, da razlike niso statistično značilne.



Slika 18: Volumska vsebnost vlage v tleh na globini od 0 do 10 cm v odprtem, osrednjem in robnem delu vrzeli v Jelendolu

Mediane (sredinske črte), srednji kvartilni interval (pravokotniki), vrednosti do 1,5 dolžine kvartilnega intervala (črte z ročaji) in ekstremne vrednosti (krogci – vrednosti med 1,5 in 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala; zvezdice – vrednosti nad 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala).

Figure 18: Soil moisture content at 0 to 10 cm depth in open, central and under the canopy at the edge of the gap in Jelendol

Median values (central line), interquartile range (box) and extreme values (circles- cases with values between 1.5 and 3 lengths of interquartile range; stars-cases with values above 3 lengths of interquartile range).

Posamezni dejavniki, ki vplivajo na vsebnost vlage v tleh, so med sabo prepleteni in soodvisni, zato smo njihov vzajemni vpliv na vlago 1 in vlago 3 analizirali še s pomočjo LMM, kar prikazujeta preglednici 9 in 10. V običajnih sušnih razmerah, ki jih predstavlja meritev vlage 1, lahko pričakujemo, da bo vsebnost vlage v tleh manjša na konveksnem mikoreliefu, na ploskvah z večjim Landoltovim R ter večja vlažnost na ploskvah z večjim zastiranjem zelišč, večjo DIF in večjim Landoltovim N. V ekstremnih sušnih razmerah bo manjša talna vlažnost v bližini bukovih semenjakov, na konveksnem mikoreliefu in na ploskvah z večjim Landoltovim A ter večja vlažnost na konkavnih mikroleгах ter na ploskvah z večjim zastiranjem zelišč, večjim DIF in večjim Landoltovim N.

Preglednica 9: Rezultati LMM za analizo vpliva drugih dejavnikov na vlago 1

Table 9: Results of LMM used to analyse the influence of other factors on the moisture 1

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	2,237	0,283	7,916	0,000	1,682	2,792
Relief=3	-0,157	0,049	-3,215	0,001	-0,252	-0,061
Relief=2	0,013	0,051	0,255	0,799	-0,086	0,112
Relief=1	0,000 ^a					
Asin_zelišča	0,108	0,033	3,330	0,001	0,044	0,172
Ln_DIF	0,225	0,051	4,442	0,000	0,126	0,325
Lan_R	-0,213	0,073	-2,916	0,004	-0,356	-0,069
Lan_N	0,305	0,120	2,528	0,012	0,068	0,541

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

Preglednica 10: Rezultati LMM za analizo vpliva drugih dejavnikov na vlago 3

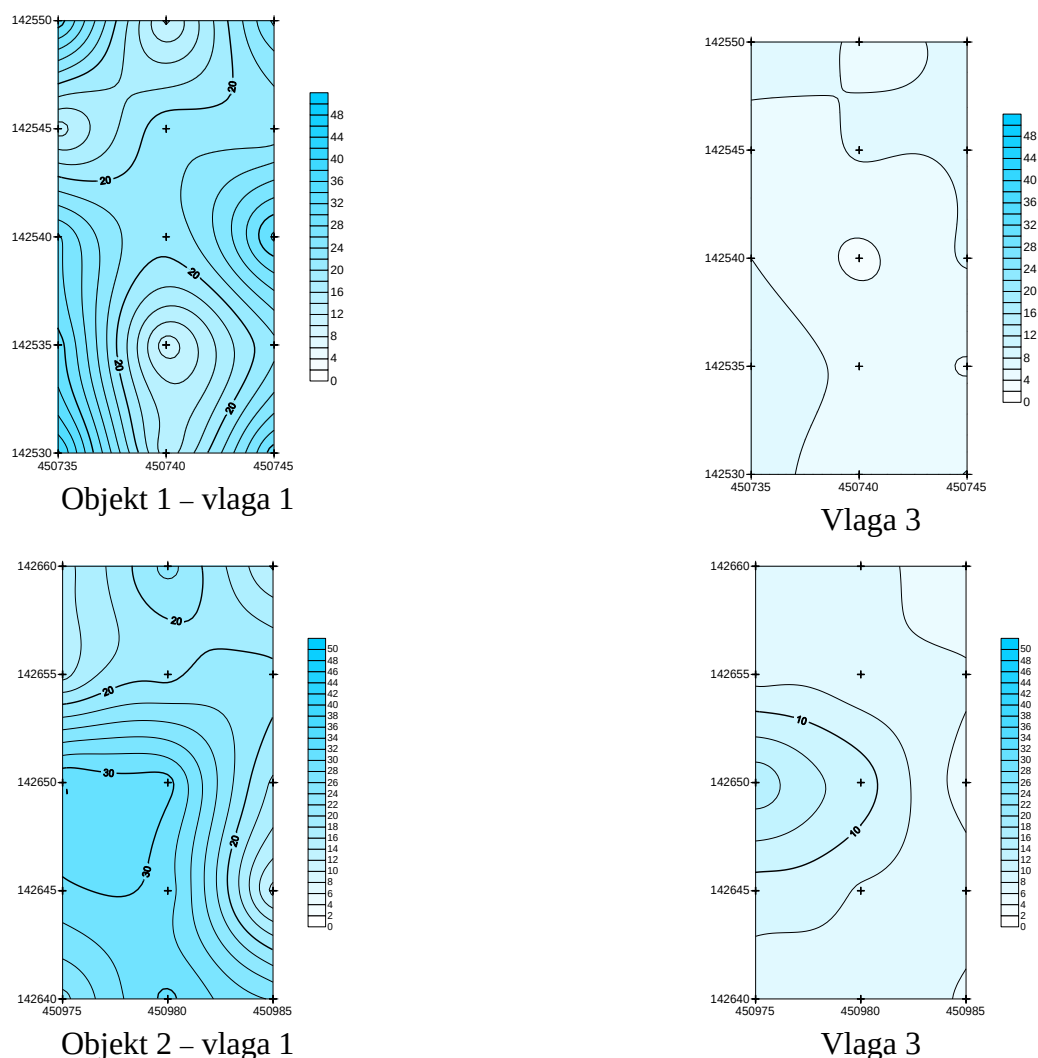
Table 10: Results of LMM used to analyse the influence of other factors on the moisture 3

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	1,035	0,300	3,455	0,001	0,446	1,623
Razdalja_bu	-0,005	0,001	-4,040	0,000	-0,007	-0,003
Relief=3	-0,100	0,041	-2,412	0,016	-0,181	-0,019
Relief=2	0,091	0,043	2,104	0,036	0,006	0,176
Relief=1	0,000 ^a					
Asin_zelišča	0,141	0,029	4,908	0,000	0,084	0,197
Ln_DIF	0,223	0,044	5,061	0,000	0,137	0,310
Lan_N	0,265	0,089	2,985	0,003	0,091	0,440
Lan_A	-0,200	0,067	-2,998	0,003	-0,331	-0,069

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

Prostorsko porazdelitev vlage v tleh najbolj nazorno prikažemo s slikami. Na slikah 19, 20, 21 in 22 je prikazana porazdelitev vlage 1 in vlage 3 v različno velikih vrzelih. V vseh primerih je lepo vidna razlika med vlago 1, kjer so bile tla na ploskvah relativno vlažna, in vlago 3, ko so razmere v tleh bistveno bolj sušne. V malih vrzelih (slika 20) je že dobro opazna večja vsebnost vlage v tleh v sredini vrzeli kot pod zastorom. Ta razlika je bolj izrazita pri vlagi 3, torej pri ekstremni suši, in pri vrzeli 11, ki je večja od vrzeli 9. Še bolj izrazita razlika med osrednjim in robnim delom vrzeli se pokaže v srednje velikih vrzelih (slika 21). V veliki vrzeli, kjer smo z vzorčenjem zajeli le manjši del roba vrzeli, razlika med osrednjim in robnim delom ni izražena. Iz slike 22 je razvidno, da je bila prostorska porazdelitev vlage 1 in 2 zelo podobna in da že na majhni razdalji dobimo velike razlike v

vsebnosti talne vlage. Te razlike so v ekstremni suši pri meritvi 3 izginile, saj smo na vseh ploskvah izmerili zelo nizke vrednosti.

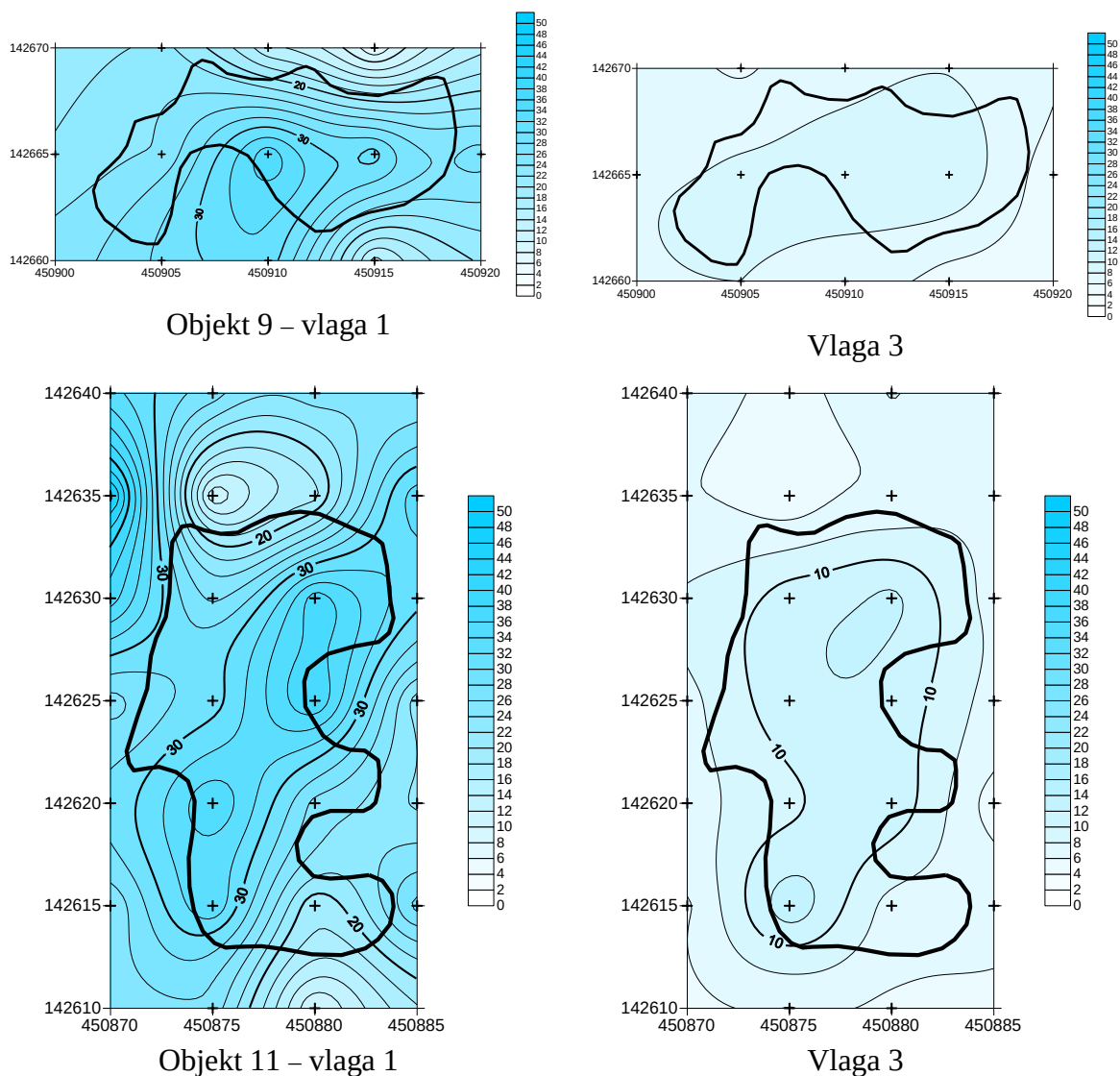


Slika 19: Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti vlage 1 (levo) in vlage 3 (desno) (v %) v sestoji – objekt številka 1 (zgoraj) in objekt številka 2 (spodaj)

Križci označujejo točke merjenja (mreža 5 m × 5 m), poudarjena črta pa rob vrzeli oziroma krošnje dreves v vrzeli. Številke na osi x in y predstavljajo Gauss-Krugerjeve koordinate.

Figure 19: Spatial distribution of interpolated values of moisture 1 (left) and moisture 3 (right) (%) in closed stand - object number 1 (top) and object number 2 (bottom)

Points of measurements are marked with crosses (5 m × 5 m grid) and the edge of the gap and crowns of trees inside the gap with bold lines. Numbers on both axes represent the Gauss-Kruger coordinate.

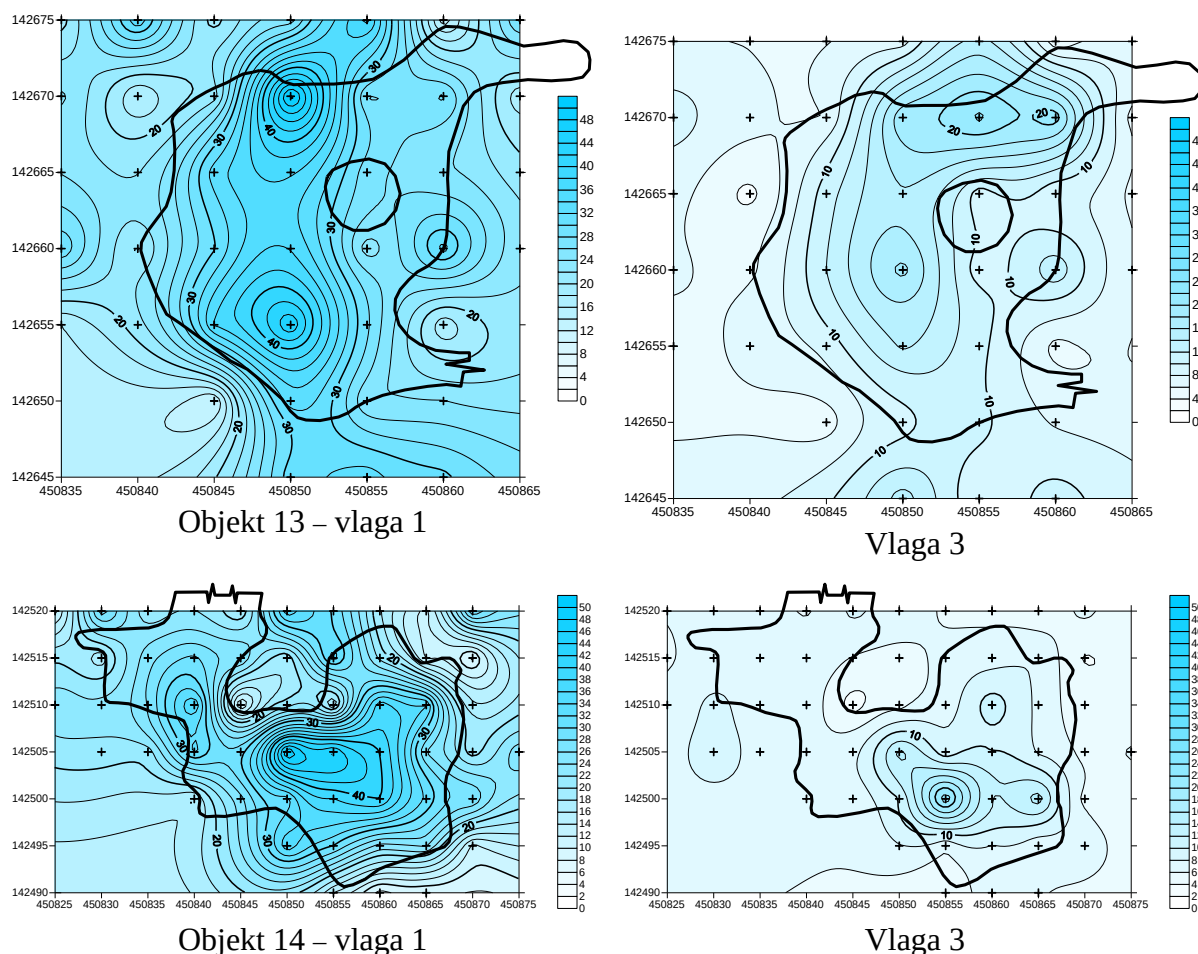


Slika 20: Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti vlage 1 (levo) in vlage 3 (desno) (v %) leta 2008 v mali vrzeli – objekt številka 9 (zgoraj) in objekt številka 11 (spodaj)

Križci označujejo točke merjenja (mreža 5 m × 5 m), poudarjena črta pa rob vrzeli oziroma krošnje dreves v vrzeli. Številke na osi x in y predstavljajo Gauss-Krugerjeve koordinate.

Figure 20: Spatial distribution of interpolated values of moisture 1 (left) and moisture 3 (right) (%) in small gap – object number 9 (top) and object number 11 (bottom)

Points of measurements are marked with crosses (5 m × 5 m grid) and the edge of the gap and crowns of trees inside the gap with bold lines. Numbers on both axes represent the Gauss-Kruger coordinate.

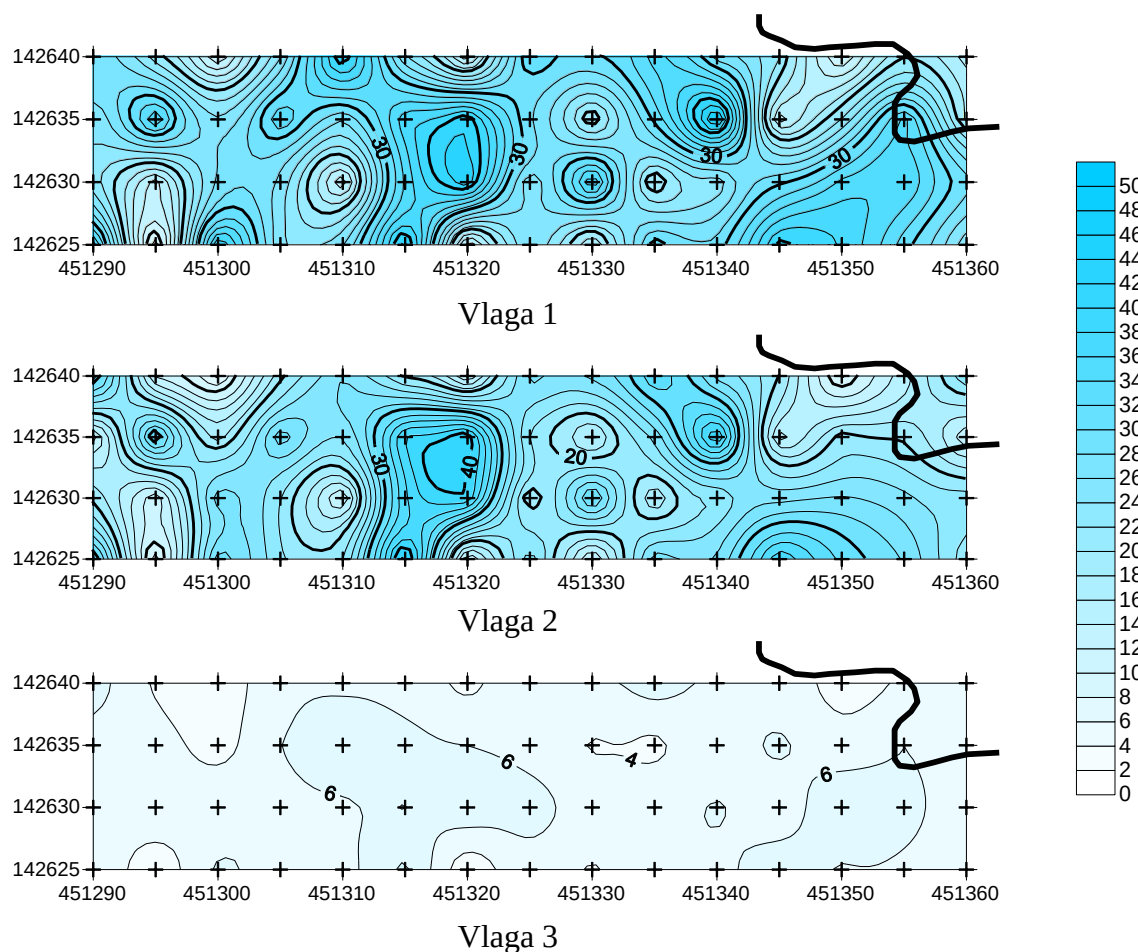


Slika 21: Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti vlage 1 (levo) in vlage 3 (desno) (v %) v srednji vrzeli – objekt številka 13 (zgoraj) in objekt številka 14 (spodaj)

Križci označujejo točke merjenja (mreža 5 m × 5 m), poudarjena črta pa rob vrzeli oziroma krošnje dreves v vrzeli. Številke na osi x in y predstavljajo Gauss-Krugerjeve koordinate.

Figure 21: Spatial distribution of interpolated values of moisture 1 (left) and moisture 3 (right) (%) in medium gap – object number 13 (top) and object number 14 (bottom)

Points of measurements are marked with crosses (5 m × 5 m grid) and the edge of the gap and crowns of trees inside the gap with bold lines. Numbers on both axes represent the Gauss-Kruger coordinate.



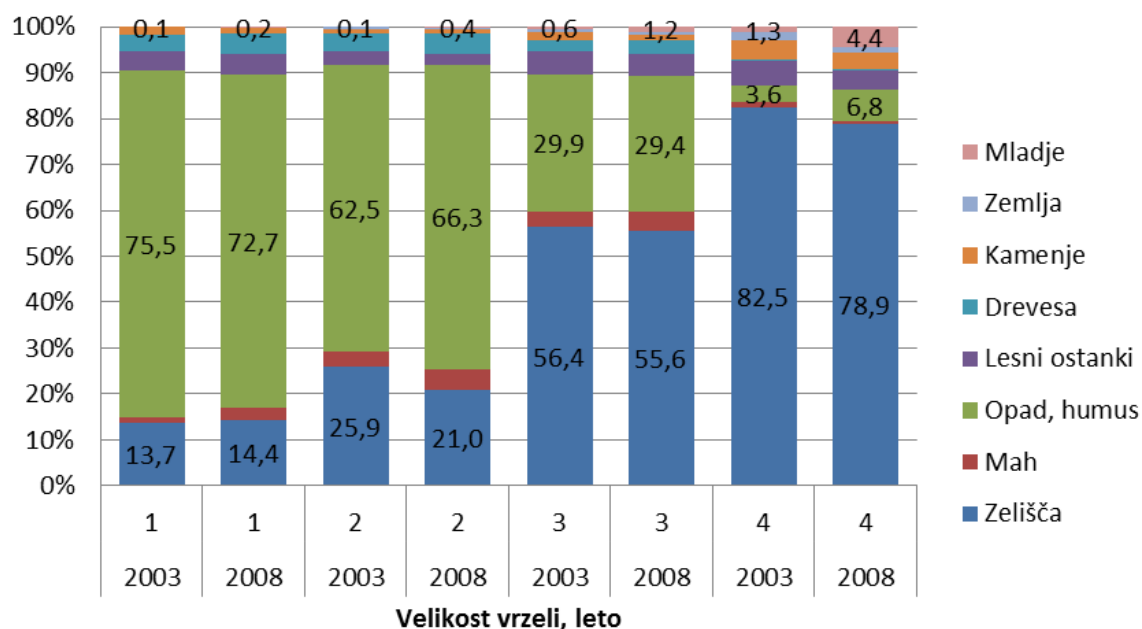
Slika 22: Prostorska razporeditev interpoliranih vrednosti vlage 1 (zgoraj), vlage 2 (sredina) in vlage 3 (spodaj) (v %) v veliki vrzeli – objekt 18

Križci označujejo točke merjenja (mreža $5\text{ m} \times 5\text{ m}$), poudarjena črta pa rob vrzeli oziroma krošnje dreves v vrzeli. Številke na osi x in y predstavljajo Gauss-Krugerjeve koordinate.

Figure 22: Spatial distribution of interpolated values of moisture 1 (up), moisture 2 (middle) and moisture 3 (down) (%) in large gap – object 18

Points of measurements are marked with crosses ($5\text{ m} \times 5\text{ m}$ grid) and the edge of the gap and crowns of trees inside the gap with bold lines. Numbers on both axes represent the Gauss-Kruger coordinate.

6.1.2.3 Sestava površja



Slika 23: Sestava površja po velikostnih razredih vrzeli leta 2003 in 2008 v Jelendolu

Figure 23: Surface composition by gap area classes in 2003 and 2008 in Jelendol

Sestava površja se v proučevanem obdobju ni bistveno spremenila, kar nazorno prikazuje slika 23. Tako leta 2003 kot letu 2008 so približno polovico površine prekrivala zelišča, sledil je opad s 37 %, vse druge kategorije skupaj so leta 2003 zavzele 13,1 %, leta 2008 pa 14,3 % površine. Najbolj očitno je, da z velikostjo vrzeli narašča zastiranje zelišč in pada delež opada. Zastiranje mahov je bilo največje v malih in srednje velikih vrzelih ter najmanjše v veliki vrzeli. Drevesni ostanki so bili dokaj enakomerno prisotni v vseh vrzelih. Večje so zopet razlike pri koreninah in panjih stoječih dreves, ki jih je bilo največ v sklenjenem sestoju in v malih vrzelih, najmanj pa v veliki vrzeli.

Kljub razmeroma majhnim spremembam v sestavi površja med letom 2003 in 2008 je večina razlik statistično značilnih, tako na ravni velikostnega razreda vrzeli kot za celoten objekt. Tako smo leta 2008 ugotovili statistično značilno večje zastiranje mladja v vseh velikostnih razredih vrzeli in skupno, večje zastiranje mahu in dreves v vseh razredih razen v veliki vrzeli in večjo pokrovnost opada in humusa v malih in veliki vrzeli. Nasprotno smo ugotovili manjše zastiranje zeliščne plasti v malih in veliki vrzeli ter skupno, drevesnih ostankov v veliki vrzeli, zemlje v srednjih vrzelih in skupno, kamenja v sestoju, srednjih vrzelih in skupno ter opada in humusa pod sestojem (preglednica 11).

Preglednica 11: Rezultati Wilcoxonovega testa rangov testiranja razlik v sestavi površja med letom 2003 in 2008 po velikostnih razredih vrzeli in skupaj za celoten objekt Jelendol

Table 11: The results of the Wilcoxon signed ranks test for differences in the composition of the surface between 2003 and 2008, by gap area classes and for gaps along the entire object Jelendol

Velikost vrzeli	1		2		3		4		Skupaj	
Statistika	Z	Asimp. znač. (2-str.)	Z	Asimp. znač. (2-str.)	Z	Asimp. znač. (2-str.)	Z	Asimp. znač. (2-str.)	Z	Asimp. znač. (2-str.)
Mladje	-2,271 ^a	0,023	-2,969 ^a	0,003	-7,933 ^a	0,000	-4,290 ^a	0,000	-9,690 ^b	0,000
Zelišča	-0,497 ^a	0,619	-5,075 ^b	0,000	-0,574 ^b	0,566	-2,815 ^b	0,005	-3,082 ^a	0,002
Mah	-3,446 ^a	0,001	-3,287 ^a	0,001	-4,909 ^a	0,000	-0,121 ^b	0,904	-6,387 ^b	0,000
Drevesni ost.	-1,072 ^a	0,284	-0,389 ^b	0,697	-1,066 ^b	0,287	-2,131 ^b	0,033	-1,530 ^a	0,126
Drevesa	-3,224 ^a	0,001	-3,778 ^a	0,000	-5,851 ^a	0,000	0,000 ^c	1,000	-7,400 ^b	0,000
Zemlja	-1,000 ^a	0,317	-0,184 ^b	0,854	-2,336 ^b	0,019	-1,283 ^b	0,199	-2,580 ^a	0,010
Kamenje	-3,066 ^b	0,002	-1,767 ^b	0,077	-6,349 ^b	0,000	-1,847 ^b	0,065	-7,028 ^a	0,000
Opad, humus	-2,585 ^b	0,010	-3,683 ^a	0,000	-1,470 ^b	0,141	-2,887 ^a	0,004	-0,168 ^b	0,866

^a. Temelji na negativnih rangih.

^b. Temelji na pozitivnih rangih.

^c. Vsota negativnih in pozitivnih rangov je enaka.

6.1.2.4 Drevesni ostanki

Drevesni ostanki so leta 2003 zavzemali 4,5 % in leta 2008 4,4 % površine (od vsote 100), razlika med leti pa ni statistično značilna (Wilcoxonov test parov, $p = 0,271$). Če upoštevamo tudi z zelišči zastrte lesne ostanke, so ti leta 2003 prekrivali 4,7 % in leta 2008 4,9 % površine, tudi ta razlika ni statistično značilna (Wilcoxonov test parov, $p = 0,256$).

Čeprav spremembe v površini drevesnih ostankov med leti niso značilne, pa je leta 2008 značilno večje število ploskev z drevesnimi ostanki; teh je bilo leta 2003 258 ali 47,6 % vseh ploskev in leta 2008 285 ali 52,6 % vseh ploskev. Ko primerjamo še vrsto drevesnih ostankov, ugotovimo, da razlika izhaja iz vej, saj so bili leta 2003 panji in korenine na 106 ploskvah in leta 2008 na 109 ploskvah, veje so bile leta 2003 na 107 in leta 2008 na 132 ploskvah ter debla leta 2003 na 45 in 2008 na 44 ploskvah. Na vseh ploskvah, na katerih smo leta 2003 našli panje in korenine posekanih dreves, smo jih našli tudi leta 2008. Panji in odmrle korenine so torej stalna prostorska kategorija, podobno lahko ugotovimo za večja odmrle debla. Drugače je z odmrliimi vejami, ki so v prostoru manj stabilne. Kupi vejevja s staranjem in razpadanjem zmanjšujejo svojo pokrovnost, manjši kupi in posamezne veje se pod vplivom gravitacije, snega, vetra in živali premikajo v nižje ležeče dele.

6.1.3 Predstavitev vegetacije

6.1.3.1 Vpliv ekoloških dejavnikov na zastiranje zeliščne plasti

Vpliv drugih ekoloških dejavnikov na zastiranje zeliščne plasti smo proučili s pomočjo LMM (preglednica 12). Med merjenimi ekološkimi dejavniki smo ugotovili, da sta imela najmočnejši vpliv na zastiranje zelišč difuzna svetloba (DIF) in vlaga v sušnih razmerah (vlaga 3); z naraščanjem difuzne svetlobe in talne vlage je naraščalo tudi zastiranje zeliščne plasti. Zastiranje zeliščne plasti pa se je zmanjševalo z večjo površinsko kamnitostjo, površino odmrlih drevesnih ostankov in globino tal. Poleg merjenih ekoloških dejavnikov smo ugotovili, da zastiranje zelišč dobro nakazujejo skoraj vsi indicirani ekološki dejavniki. Zastiranje zelišč se povečuje z večjo indicirano svetlobo, temperaturo, kontinentalnostjo in vlažnostjo, zmanjšuje pa se z večjimi Landoltovimi vrednostmi za dušik, humus in zračnost. Od indiciranih ekoloških dejavnikov v model ni vključena, ni značilna le reakcija tal.

Preglednica 12: Rezultati LMM za analizo vpliva drugih dejavnikov na zastiranje zeliščne plasti v Jelendolu
Table 12: Results of LMM used to analyse the influence of other factors on the moisture on the cover of herbs layer in Jelendol

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	Sig	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	-7,759	1,120	-6,930	0,000	-9,956	-5,563
Globina_tal	-0,006	0,002	-3,940	0,000	-0,010	-0,003
Kamnitost	-0,026	0,003	-9,561	0,000	-0,032	-0,021
MI_pov	-0,013	0,001	-10,333	0,000	-0,016	-0,011
Ln_DIF	0,573	0,036	15,798	0,000	0,502	0,644
Ln_vlaga3	0,199	0,035	5,615	0,000	0,130	0,269
Lan_L	0,919	0,087	10,575	0,000	0,749	1,090
Lan_T	0,778	0,118	6,567	0,000	0,545	1,010
Lan_C	0,267	0,126	2,116	0,035	0,019	0,514
Lan_M	1,524	0,151	10,118	0,000	1,228	1,819
Lan_N	-0,364	0,080	-4,565	0,000	-0,520	-0,208
Lan_H	-0,142	0,067	-2,124	0,034	-0,272	-0,011
Lan_A	-0,412	0,065	-6,363	0,000	-0,540	-0,285
Leto=2008	-0,068	0,024	-2,833	0,005	-0,114	-0,021
Leto=2003	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

V zeliščni plasti smo leta 2003 našli 133 različnih vrst, pri čemur smo mahove šteli kot eno vrsto, leta 2008 pa 136 vrst. Vrstna sestava se je med letom 2003 in 2008 tudi nekoliko spremenila, nekatere vrste, ki smo jih našli na objektih leta 2003, leta 2008 nismo našli, pojavile pa so se nekatere nove vrste. Skupno smo leta 2003 in 2008 našli 145 različnih vrst. V obeh letih smo največ vrst našli v srednjih vrzelih, 119 leta 2003 in 120 leta 2008, sledi velika vrzel z 91 vrstami leta 2003 in 95 leta 2008, male vrzeli s 70 leta 2003 in 69 leta 2008, najmanj različnih vrst pa smo našli pod sestojem, in sicer 41 leta 2003 in 46 leta 2008.

Tako leta 2003 kot 2008 je bila vrstna sestava zeliščne plasti zelo odvisna od velikosti vrzeli, kar je podrobno prikazano v prilogah E in F. Pod sklenjenim sestojem je leta 2003 močno prevladoval črni teloh (*Helleborus niger*), ki je zavzemal kar 39,2 % v zastiranju, z 9,2 % mu je sledila navadna zajčja deteljica (*Oxalis acetosella*). Z večanjem vrzeli se je delež črnega teloha opazno zmanjševal, v malih vrzelih je zavzemal 33,9 %, v srednjih 19,7 % in v veliki le še 15,2 %, povečeval pa se je delež trav, predvsem gozdne šašuljice (*Calamagrostis arundinacea*), ki je pod sestojem predstavljala le 2,3 %, v malih vrzelih 4,1 %, v srednjih 16,7 % in v veliki že 25,7 %. Tudi leta 2008 je pod sestojem in v malih vrzelih največ površine zastiral črni teloh, v večjih pa je prevladovala gozdna šašuljica. Ob primerjavi podatkov o vrstni sestavi lahko ugotovimo, da je v petih letih prišlo tudi do pomembnih sprememb v vrstni sestavi. V vseh velikostnih razredih vrzeli je opazno močno povečanje deleža gozdne šašuljice, zmanjšal pa se je delež črnega teloha.

6.1.3.2 Landoltove fitoindikacijske vrednosti

Povprečne Landoltove vrednosti za svetlobo kažejo na senčne do polsenčne razmere. Povprečna Landoltova vrednost za temperaturo je značilna za montanski pas. Povprečna temperatura zraka v vegetacijski sezoni, ki jo nakazuje vegetacije, je tako nekoliko višja, kot bi na nadmorsko višino objektov lahko pričakovali, kar je verjetno vpliv prisojne ekspozicije. Glede na oceno kontinentalnosti rastišče sodi k suboceanskemu do subkontinentalnemu s srednje visoko relativno zračno vlago, srednje velikimi dnevnimi in letnimi temperaturnimi nihanji in srednjimi zimskimi temperaturami. Prevladujejo vrste, ki kažejo na srednje vlažno rastišče, blago kislo reakcijo in srednje do slabše rodovitna tla. Zračnost tal je nekoliko slabša, Landoltove vrednosti za humus kažejo na bogato vsebnost humusa, ki se pojavlja tudi v obliki surovega humusa (preglednica 13).

Preglednica 13: Landoltove fitoindikacijske vrednosti na ploskvah v Jelendolu

Table 13: Landolt fitoindication values on plots in Jelendol

	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Mediana	Spodnji kvartil	Zgornji kvartil	Minimum	Maksimum
Lan_L	2,39	0,23	2,38	2,24	2,53	1,56	3,38
Lan_T	2,93	0,13	2,94	2,85	3,02	2,47	3,32
Lan_C	2,88	0,15	2,88	2,79	2,97	2,37	3,39
Lan_M	3,06	0,13	3,06	2,97	3,16	2,73	3,60
Lan_R	2,99	0,30	3,00	2,80	3,19	1,86	3,93
Lan_N	2,65	0,20	2,63	2,51	2,77	2,17	3,54
Lan_H	3,91	0,30	3,92	3,72	4,10	2,91	5,00
Lan_A	2,52	0,25	2,55	2,36	2,70	1,42	3,17

Povprečne Landoltove vrednosti torej dobro opišejo rastiščne razmere na objektih v Jelendolu, zato smo želeli preveriti še, kako se vegetacija in s tem Landoltove vrednosti odzivajo na gozdnogojitveno ukrepanje v obliki odpiranja različno velikih vrzeli. Čeprav so razlike med aritmetičnimi sredinami v različno velikih vrzelih le malo razlikujejo, so razlike vendarle za vse Landoltove vrednosti statistično značilne (preglednica 14).

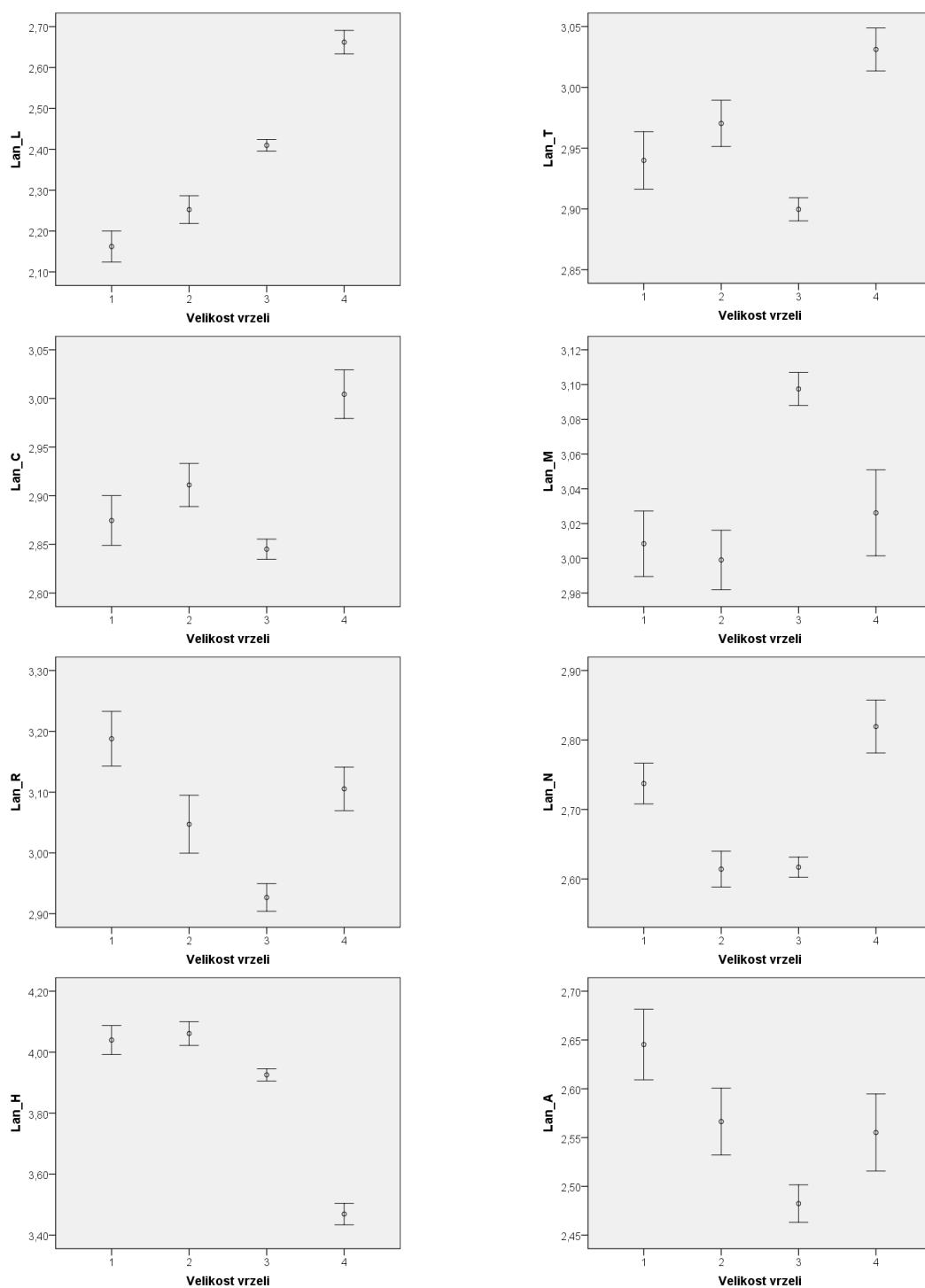
Preglednica 14: Rezultati analize variance za preverjanje značilnosti razlik Landoltovih fitoindikacijskih vrednosti mer različnimi velikostnimi razredi vrzeli v Jelendolu

Pri posteriorni analizi (Tukey HSD) so navedeni pari, kjer so bile razlike statistično značilne.

Table 14: Results of analysis of variance used to test differences in Landolt fitoindication values among different size classes gaps in Jelendol

In the posterior analysis (Tukey HSD) are listed couples, where the differences were statistically significant.

	F	p	Posteriorna analiza
Lan_L	162,747	0,000	1-2; 1-3; 1-4; 2-3; 2-4; 3-4
Lan_T	46,824	0,000	1-4; 2-3; 2-4; 3-4
Lan_C	48,698	0,000	1-4; 2-3; 2-4; 3-4
Lan_M	44,132	0,000	1-3; 2-3; 3-4
Lan_R	38,514	0,000	1-2; 1-3; 2-3; 3-4
Lan_N	49,878	0,000	1-2; 1-3; 1-4; 2-4; 3-4
Lan_H	148,188	0,000	1-3; 1-4; 2-3; 2-4; 3-4
Lan_A	19,252	0,000	1-2; 1-3; 1-4; 2-3; 3-4



Slika 24: Landoltove fitoindikacijske vrednosti glede na velikost vrzeli
Aritmetične sredine (krogi) in 95-odstotni interval zaupanja (črte z ročaji).
Figure 24: Landolt fitoindication values depending on the size of the gaps
Mean values (circles) and 95 % confidence interval (line).

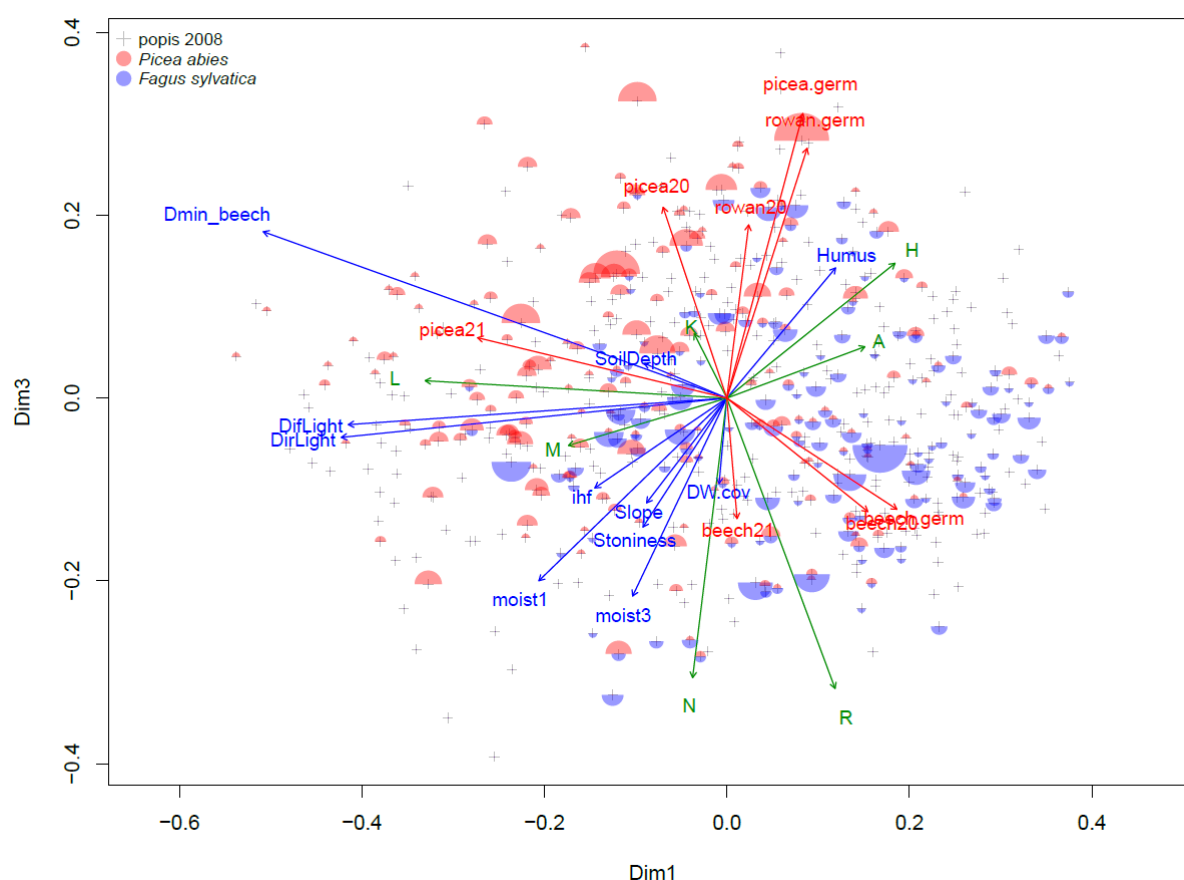
Z velikostjo vrzeli Landoltove vrednosti za svetlobo konstantno naraščajo. Landoltove vrednosti za temperaturo so pričakovano najvišje v veliki vrzeli, najnižje pa so vrednosti v srednje velikih vrzelih, kot bi v teh vrzelih občasno nastale lokalne mraziščne razmere. Razlika med sestojem in srednjimi vrzelmi ni značilna. Podoben potek kot pri temperaturi smo ugotovili tudi pri kontinentalnosti, kjer so najbolj kontinentalne razmere v veliki vrzeli. Najvišja indicirana talna vlaga je v srednje velikih vrzelih. Vegetacija nakazuje, da so vlažnostne razmere pod sestojem, v malih in v veliki vrzeli zelo izenačene. Najbolj kislila se nakazujejo v srednje velikih vrzelih. Vsebnost dušika v tleh je največja v veliki vrzeli, nekoliko manjša pod sestojem in najmanjša v malih in srednje velikih vrzelih. Večje razlike, podobno kot pri svetlobi, smo ugotovili tudi pri humusu. Največje vrednosti za humus smo ugotovili pod sklenjenim sestojem in v malih vrzelih, nekoliko manjše v srednjih vrzelih in najmanjše v veliki vrzeli. Najboljša zračnost je nakazana pod sestojem, slabša v malih in v veliki vrzeli in najslabša v srednje velikih vrzelih (slika 24).

6.1.3.3 Ordinacija ploskev v Jelendolu na osnovi popisov vegetacije leta 2008

Razmerja med fitoindikacijskimi vrednostmi po Landoltu, merjenimi ekološkimi dejavniki in pomlajevanjem so nazorno prikazana na sliki 25. Iz slike lahko razderemo, da se smer in dolžina puščic za merjene ekološke dejavnike dobro ujema z Landoltovimi fitoindikacijskimi vrednostmi. To je posebej izrazito za svetlobo in humus, medtem ko se smeri pri vlagi nekoliko razlikujejo. Puščica za vlago 3 kaže najbolj navzdol, nekoliko v levo za vlago 1 in še bolj levo za Landoltovo vlažnost (M). To odstopanje je lahko posledica tega, da merjene vlage predstavljajo ekstremne sušne razmere, medtem ko zeliščna vegetacija bolj odraža povprečne vlažnostne razmere v celotni vegetacijski dobi. Glede na dobro ujemanje merjenih in induciranih ekoloških dejavnikov lahko sklepamo, da vegetacija dobro nakazuje ekološke razmere na rastišču, ponuja pa vpogled tudi v talne dejavnike, kot sta reakcija tal in vsebnost dušika, katerih merjenje je časovno in finančno zahtevnejše.

S pomočjo obarvanih polkrogov je nakazana razdelitev ploskev glede na pomlajevanje smreke ali buke. Rdeči polkrogi, ki prikazujejo pomlajevanje smreke, so večji in pogostejši v zgornjem in levem delu slike, torej pri manjših vrednostih na prvi osi in večjih na tretji osi. Nasprotno so pogostejši modri polkrogi, ki predstavljajo bukev v spodnji in desni polovici slike. Glede na smer delovanja ekoloških dejavnikov je nakazano boljše pomlajevanje smreke na tleh z nižjo reakcijo tal (R), z manj dušika (N) in večjo kontinentalnostjo (K). Boljše pomlajevanje smreke, predvsem višja gostota klic in nižjega mladja, je tudi na ploskvah z večjimi sušnimi ekstremitetami (moist3). Pri buki je nakazano, da ima največji vpliv bližina semenskih dreves (Dmin_beech), bolj bazična tla (R) in manjša kontinentalnost (K).

Na sliki 25 je nakazano tudi spreminjanje ekoloških zahtev drevesnih vrst v odvisnosti od višine mladja, kot tudi razlike med glavnima drevesnima vrstama v mladju, smreko in bukvi. Tako na primer smreka za kalitev (*picea.germ*) ne potrebuje veliko svetlobe (*DifLight*, *DirLight*, *L*). Puščica za smrekovo mladje, visoko do 20 cm (*picea20*), je že usmerjena nekoliko bližje svetlobi, puščica za smrekovo mladje nad 20 cm višine (*picea21*) je že skoraj povsem v smeri večje svetlobe. Pri bukvi je nakazana večja sencovzdržnost. Kot med puščicami za svetlobo in puščicama za bukove klice (*beech.germ*) in bukove mladice do 20 cm višine (*beech20*) je podoben kotu med svetlobo in smrekovimi klicami, kot med svetlobo in bukovimi mladnicami, visokimi nad 20 cm (*beech21*), pa podoben kotu med svetlobo in smreko do 20 cm.



Slika 25: Ordinacija ploskev v Jelendolu

Sivi križci predstavljajo lokacije popisov (ploskvice 1,5 m × 1,5 m) na 1. in 3. osi PCO-analize. Rdeči polkrogi so kvadratni koreni števila pomlajene smreke (brez klic) in modri kvadratni koreni števila pomlajene bukve (brez klic). Kjer ni pomlajenih teh dveh vrst, so le križci. Puščice predstavljajo značilno naraščanje dejavnika v smeri puščice, rdeče za podmladek, modre za merjene ekološke dejavnike in zelene za Landoltove fitoindikacijske vrednosti.

Figure 25: Ordination plots in Jelendol

Grey crosses represent the location of plots on the 1st and 3rd axis PCO analysis. Red semicircle are square root of the number spruce sampling and a blue square root of the number beech sampling. Where is no regeneration of these two three species are only crosses. Arrows represent a direction and power of significant factors, red for regeneration, blue for measurement of ecological factors and green for Landolt fitoindication values.

6.1.4 Predstavitev pomlajevanja

6.1.4.1 Gostota in vrstna sestava mladja

Na 542 ploskvicah velikosti 1,5 m krat 1,5 m smo leta 2003 našli 2.294 klic in mladice, kar v povprečju pomeni štiri osebkke na ploskev oziroma 18.811 osebkov na hektar, leta 2008 pa 4.312 klic in mladice, kar pomeni povprečno osem na ploskev oziroma 35.359 osebkov na hektar. To bi bila v povprečju kar zadovoljiva podlaga za osnivanje novega sestoja, če bi šlo za višje mladje. Kot pa je razvidno iz preglednice 15, je v tej številki največ klic in mladice do 10 cm višine. Mladice, visokih 20 cm in več, je bilo leta 2003 le 1.140 osebkov na hektar, leta 2008 se je to število povečalo na 2.157 osebkov na hektar. Gostota klic je zelo odvisna od semenjenja, zato se tudi gostote klic med posameznimi leti močno razlikujejo. Leta 2007 je bil močan semenski obrod bukve, kar se je leta 2008 odrazilo v veliki gostoti bukovih klic. Kljub majhnemu deležu bukve v lesni zalogi odraslega sestoja smo pri popisu leta 2008 na 542 ploskvah našli 1.523 bukovih klic oziroma v povprečju 12.489 bukovih klic na hektar.

Iz preglednice je razvidno tudi, da se je gostota mladja leta 2008 zmanjšala v višinskem razredu do 10 cm, medtem ko se je v višjih višinskih razredih povečala, kar kaže na uspešno preraščanje mladja v višje višinske razrede. Pri višini mladja so opazne razlike med drevesnimi vrstami. Najvišje je smrekovo mladje, kjer je leta 2008 nekaj osebkov že preraslo višino 1 metra, močno se je povečalo število smreke tudi v višinskem razredu 50–99 cm. Rahlo povečanje gostote smrekovega mladja smo ugotovili tudi v razredu 20–49 cm in 10–19 cm, medtem ko se je gostota mladja v razredu do 10 cm višine znižala. Pri bukvi se je v primerjavi z letom 2003 leta 2008 gostota mladja odstotkovno najbolj povečala v razredu 20–49 cm, za 206 %.

Preglednica 15: Gostota mladja po letih, višinskih razredih in drevesni vrsti v Jelendolu

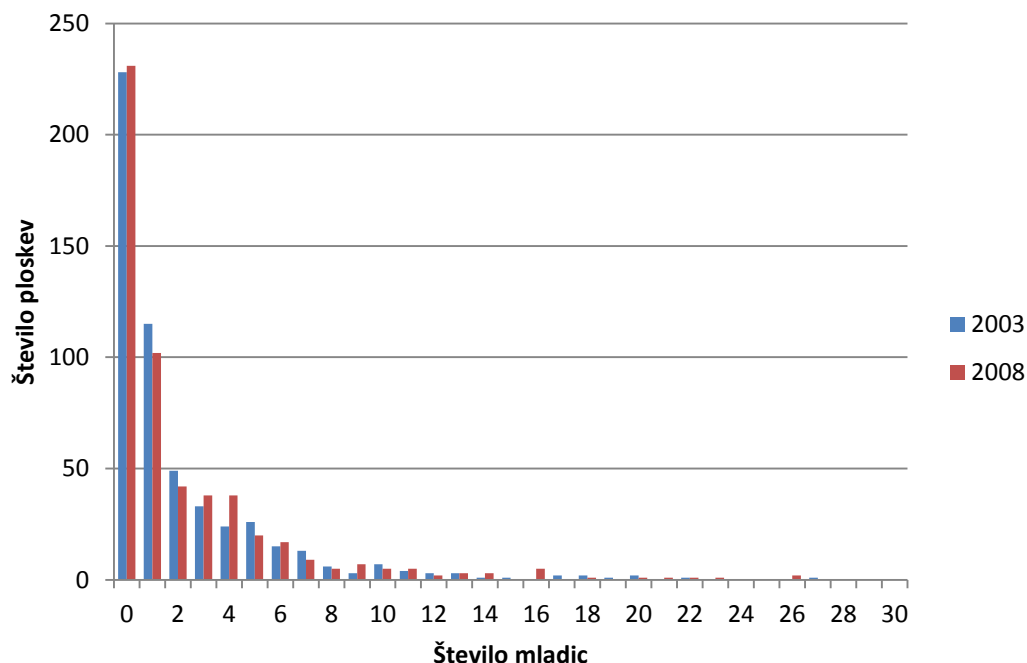
Table 15: The density of seedlings by the years, height classes and tree species in Jelendol

Leto	Drevesna vrsta	Višinski razred						Skupaj
		Klice	< 10 cm	10–19 cm	20–49 cm	50–99 cm	100+ cm	
2003	smreka	6.322	4.461	1.033	549	82	0	12.448
	jelka	180	90	25	0	0	0	295
	bukev	1.542	1.230	2.017	426	66	0	5.281
	jerebika	435	180	33	0	0	0	648
	dr. listavci	8	57	57	16	0	0	139
	skupaj	8.487	6.019	3.165	992	148	0	18.811
2008	smreka	10.906	3.657	1.230	722	312	74	16.900
	jelka	49	49	25	8	0	0	131
	bukev	12.489	1.378	2.558	877	98	0	17.401
	jerebika	467	221	82	16	0	0	787
	dr. listavci	8	33	49	49	0	0	139
	skupaj	23.920	5.338	3.944	1.673	410	74	35.359

Iz preglednice 15 je razvidna tudi drevesna sestava mladja. V mladju (vključno s klicami) je leta 2003 s 66,2 % prevladuje smreka, z 28,1 % ji je sledila bukev, jerebika je bilo 3,4 %, jelke 1,6 % in drugih vrst 0,7 %. Leta 2008 se je močno povečal delež bukve, ki je znašal 49,2 %, smreke je bilo 47,8 %. V primerjavi z drevesno sestavo odraslega sestoja v okolici vrzeli, kjer je smreke med 83 % in 100 %, povprečno 94 %, bukve povprečno le 5 % in jelke le 1 %, je to velika sprememba v korist bukve. Nekoliko drugačno sliko dobimo, če pogledamo drevesno sestavo po višinskih razredih. Največji delež je imela bukev v višinskem razredu 10–19 cm, kjer je leta 2003 zavzemala 64 % in leta 2008 65 %, v višjih višinskih razredih pa je bil njen delež vedno manjši. Ko primerjamo drevesno sestavo po višinskih razredih med letom 2003 in 2008, ugotovimo, da se je leta 2008 delež bukve povečal v višinskih razredih do 49 cm, medtem ko se je njen delež v višinskem razredu 50–99 cm močno zmanjšal, v razredu nad 100 cm pa bukev ni bila prisotna. Jelko, jerebiko in druge drevesne vrste smo v obeh letih našli le v višinskih razredih pod 50 cm. Vrstna sestava mladja se je razlikovala tudi glede na velikostni razred vrzeli. Bukve je največji delež zavzemala pod sestojem (91,9 % v letu 2008, brez upoštevanja klic), z velikostjo vrzeli se je njen delež zmanjševal (v veliki vrzeli je leta 2008 predstavljala le še 5,2 % vsega mladja). Nasprotno se je delež smreke povečeval z velikostjo vrzeli (priloga O).

Poleg nizke gostote mladja smo na objektih v Jelendolu ugotovili tudi zelo neenakomerno porazdelitev mladja. Iz slike 26, ki prikazuje število ploskev glede na število mladja (brez klic) leta 2003 in 2008, vidimo tipično J-krivuljo, kjer je največ ploskev brez mladja. Zanimiva je tudi ugotovitev, da se število ploskev brez mladja v proučevanem obdobju skoraj ni spremenilo, saj je bilo leta 2003 praznih 228 ploskev oziroma 42,1 %, leta 2008 pa 231 ploskev ali 42,6 %. Leta 2008 je bilo mladje prisotno na 311 ploskvah, od tega je

bilo na 274 ploskvah prisotno tudi leta 2003. Leta 2008 smo mladje našli tudi na 37 ploskvah, kjer leta 2003 mladja ni bilo, na 40 ploskvah pa je bilo mladje le leta 2003.



Slika 26: Histogram števila mladice (brez klic) leta 2003 in 2008

Figure 26: Histogram of the number of samplings in 2003 and 2008

Preraščanje mladja v višje višinske razrede je bilo različno glede na velikostni razred vrzeli. Pod sestojem in v malih vrzelih se je gostota mladja sicer povečala v višinskih razredih 10–19 in 20–49 cm, a mladje ni preraslo prek 50 cm. Nasprotno, mladje, ki smo ga v tem višinskem razredu našli leta 2003, se je do leta 2008 posušilo. V srednje velikih vrzelih se je močno povečala gostota mladja v vseh razredih nad 10 cm višine, tri smrekove mladice pa so prerasle višino 1 m. V veliki vrzeli je opazno predvsem močno povečanje gostote mladja v razredu 50–99 cm, vse mladje, ki je bilo leta 2003 visoko med 50 in 99 cm, pa je preraslo višino 1 metra. S preglednice je dobro vidna tudi velika razlika v preživetju klic glede na velikost vrzeli. Leta 2003 smo največjo gostoto klic ugotovili v srednje velikih vrzelih in le nekoliko nižjo v malih vrzelih. Pod sestojem je bilo klic že občutno manj, zelo malo klic pa je bilo v veliki vrzeli, le nekaj manj kot 3 % od količine v srednje velikih vrzelih. Podoben rezultat smo dobili leta 2008, le z razliko, da so bile gostote v povprečju za 2,8-krat večje kot leta 2003 in da je bila največja gostota klic leta 2008 v malih vrzelih, sledile so srednje vrzeli (preglednica 16).

Preglednica 16: Gostota mladja po letih, višinskih razredih in velikostnem razredu vrzeli v Jelendolu
Table 16: The density of seedlings and saplings by the years, height classes and gap area classes in Jelendol

Leto	Velikost vrzeli	Višinski razred						Skupaj
		Klice	< 10 cm	10–19 cm	20–49 cm	50–99 cm	100+ cm	
2003	sestoj	6.667	2.296	2.222				11.185
	mala vrzel	9.424	3.909	1.660	107	54		15.154
	srednja vrzel	10.029	7.958	3.710	1.101	144		22.943
	velika vrzel	296	1.704	3.111	2.593	444		8.148
	skupaj	8.487	6.019	3.165	992	148	0	18.811
2008	sestoj	18.519	2.296	2.667	519			24.000
	mala vrzel	29.665	2.945	2.624	696			35.930
	srednja vrzel	27.571	6.844	5.034	2.019	328	39	41.835
	velika vrzel	741	3.185	889	2.222	1.852	444	9.333
	skupaj	23.920	5.338	3.944	1.673	410	74	35.359

6.1.4.2 Model za smrekove klice (GLMM)

Rezultati modela so pokazali, da je verjetnost pojavljanja smrekovih klic večja v razmerah z večjimi vrednostmi DIF, manjšimi vrednostmi DIR, nižjim zastiranjem zelišč, zunaj kupov vej ter na ploskvah z nižjimi Landoltovimi vrednostmi za N in večjimi za H in A (preglednici 17 in 18).

Preglednica 17: Osnovne informacije o GLMM za smrekove klice v Jelendolu
Table 17: Basic information about GLMM for spruce 1-year old seedlings in Jelendol

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	13,229	11	1.072	0,000
Ln_DIF	4,706	1	1.072	0,030
Asin_zelišča	17,662	1	1.072	0,000
MI_vrsta	6,816	3	1.072	0,000
Lan_N	35,418	1	1.072	0,000
Lan_A	16,135	1	1.072	0,000
Lan_H	19,144	1	1.072	0,000
DIR_msv	4,157	2	1.072	0,016
Leto	16,299	1	1.072	0,000

Klasifikacija

Skupaj pravilno 72,8 %

Opazovano	Napovedano	
	0	1
0	76,6 %	23,4 %
1	32,1 %	67,9 %

Preglednica 18: Rezultati GLMM za smrekove klice v Jelendolu

Table 18: Results of GLMM for spruce 1-year old seedlings in Jelendol

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	-3,447	2,767	-1,246	0,213	-8,877	1,982
Ln_DIF	0,581	0,268	2,169	0,030	0,055	1,106
Asin_zelišča	-0,666	0,158	-4,203	0,000	-0,976	-0,355
MI_vrsta=3	-0,160	0,291	-0,552	0,581	-0,731	0,410
MI_vrsta=2	-0,692	0,200	-3,461	0,001	-1,085	-0,300
MI_vrsta=1	0,332	0,206	1,612	0,107	-0,072	0,736
MI_vrsta=0	0,000 ^a					
Lan_N	-3,016	0,507	-5,951	0,000	-4,010	-2,022
Lan_A	1,625	0,404	4,017	0,000	0,831	2,418
Lan_H	1,583	0,362	4,375	0,000	0,873	2,293
DIR_msv=veliko	-0,748	0,270	-2,775	0,006	-1,277	-0,219
DIR_msv=srednje	-0,403	0,186	-2,165	0,031	-0,767	-0,038
DIR_msv=malo	0,000 ^a					
Leto=2008	0,589	0,146	4,037	0,000	0,303	0,875
Leto=2003	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

6.1.4.3 Model za smrekove mladice (GLMM)

Rezultati modela so pokazali, da je verjetnost pojavljanja smrekovih mladice večja v razmerah z višjimi vrednostmi DIF, nižjim zastiranjem zelišč, manjšo vlažnostjo v sušnih razmerah in manjšim nagibom. Za pomladitev so ugodnejše ploskve z odmrliimi panji, na ploskvah, kjer so kupi vej, pa je verjetnost pojavljanja smrekovega mladja manjša. Večja verjetnost za smrekovo mladje je na ploskvah z večjim zastiranjem mahov, z manjšimi Landoltovimi vrednostmi za N in večjimi za A in H ter v pogojih z nižjimi vrednostmi DIR (preglednici 19 in 20).

Preglednica 19: Osnovne informacije o GLMM za smrekove mladice v Jelendolu

Table 19: Basic information about GLMM for spruce saplings in Jelendol

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	10,667	14	1.069	0,000
Ln_DIF	49,445	1	1.069	0,000
Asin_zelišča	4,972	1	1.069	0,026
Ln_vlaga3	13,517	1	1.069	0,000
Nagib	11,223	1	1.069	0,001
MI_vrsta	10,803	3	1.069	0,000
Asin_mah	6,876	1	1.069	0,009
Lan_N	20,392	1	1.069	0,000
Lan_A	27,772	1	1.069	0,000
Lan_H	20,834	1	1.069	0,000
Dir_msv	3,605	2	1.069	0,028
Leto	4,606	1	1.069	0,032

Klasifikacija

Skupaj pravilno 76,4 %

Opazovano	Napovedano	
	0	1
0	87,7 %	12,3 %
1	44,4 %	55,6 %

Preglednica 20: Rezultati GLMM za smrekove mladice v Jelendolu

Table 20: Results of GLMM for spruce saplings in Jelendol

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	-10,835	2,785	-3,891	0,000	-16,300	-5,371
Ln_DIF	2,231	0,317	7,032	0,000	1,609	2,854
Asin_zelišča	-0,382	0,171	-2,230	0,026	-0,718	-0,046
Ln_vlaga3	-0,869	0,236	-3,677	0,000	-1,332	-0,405
Nagib	-0,037	0,011	-3,350	0,001	-0,058	-0,015
MI_vrsta=3	0,313	0,293	1,069	0,285	-0,261	0,887
MI_vrsta=2	-0,430	0,206	-2,092	0,037	-0,833	-0,027
MI_vrsta=1	0,866	0,204	4,252	0,000	0,466	1,266
MI_vrsta=0	0,000 ^a					
Asin_mah	0,810	0,309	2,622	0,009	0,204	1,416
Lan_N	-2,181	0,483	-4,516	0,000	-3,129	-1,234
Lan_A	2,131	0,404	5,270	0,000	1,338	2,925
Lan_H	1,682	0,368	4,564	0,000	0,959	2,405
DIR_msv=veliko	-0,792	0,297	-2,670	0,008	-1,374	-0,210
DIR_msv=srednje	-0,252	0,204	-1,230	0,219	-0,653	0,150
DIR_msv=malo	0,000 ^a					
Leto=2008	-0,323	0,151	-2,146	0,032	-0,619	-0,028
Leto=2003	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

6.1.4.4 Model za bukove klice (GLMM)

Gostota bukovih klic je odvisna predvsem od oddaljenosti od semenskih dreves, z večanjem razdalje se je gostota hitro zmanjševala. Večjo gostoto klic lahko pričakujemo tudi na manjših nagibih in po semenskih letih (preglednici 21 in 22).

Preglednica 21: Osnovne informacije o GLMM za bukove klice v Jelendolu

Table 21: Basic information about GLMM for beech 1-year old seedlings in Jelendol

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	44,517	3	1.080	0,000
Razdalja_bu	86,337	1	1.080	0,000
Nagib	5,013	1	1.080	0,025
Leto	82,241	1	1.080	0,000

Klasifikacija

Skupaj pravilno 87,5 %

Opazovano	Napovedano	
	0	1
0	93,5 %	6,5 %
1	30,8 %	69,2 %

Preglednica 22: Rezultati GLMM za bukove klice v Jelendolu

Table 22: Generalized Linear Mixed Model for beech 1-year old seedlings in Jelendol

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	1,167	0,469	2,489	0,013	0,247	2,086
Razdalja_bu	-0,243	0,026	-9,292	0,000	-0,294	-0,191
Nagib	-0,036	0,016	-2,239	0,025	-0,067	-0,004
Leto=2008	2,056	0,225	9,124	0,000	1,614	2,498
Leto=2003	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

6.1.4.5 Model za bukove mladice (GLMM)

Rezultati modela (preglednici 23 in 24) kažejo, da je za gostoto bukovih mladice, podobno kot pri klicah, še vedno pomembna oddaljenost od semenskih dreves, vendar v absolutni vrednosti manjši koeficient in odstotkovno večji interval zaupanja nakazujeta, da odvisnost pri mladiceh ni več tako močna kot pri klicah. Več bukovih mladice pričakujemo na mestih z večjo vlago 1 in na konkavnem mikroreliefu. Čeprav smo leta 2008 dobili večjo gostoto mladice kot 2003, pa v modelu faktor leto ni značilen, koeficient je majhen, z veliko standardno napako.

Preglednica 23: Osnovne informacije o GLMM za bukove mladice v Jelendolu

Table 23: Basic information about GLMM for beech saplings in Jelendol

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	7,053	5	1.078	0,000
Ln_vlaga1	4,139	1	1.078	0,042
Razdalja_bu	25,756	1	1.078	0,000
Nagib	3,913	2	1.078	0,020
Leto	0,381	1	1.078	0,537

Klasifikacija

Skupaj pravilno 84,5 %

Opazovano	Napovedano	
	0	1
0	90,1 %	9,9 %
1	29,4 %	70,6 %

Preglednica 24: Rezultati GLMM za bukove mladice v Jelendolu

Table 24: Results of Generalized Linear Mixed Model for beech saplings in Jelendol

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	-1,891	0,845	-2,237	0,025	-3,549	-0,232
Ln_vlaga1	0,471	0,232	2,035	0,042	0,017	0,926
Razdalja_bu	-0,062	0,012	-5,075	0,000	-0,086	-0,038
Relief=3	0,530	0,279	1,900	0,058	-0,017	1,077
Relief=2	0,684	0,297	2,303	0,021	0,101	1,267
Relief=1	0,000 ^a					
Leto=2008	0,109	0,177	0,618	0,537	-0,237	0,456
Leto=2003	0,000 ^a					

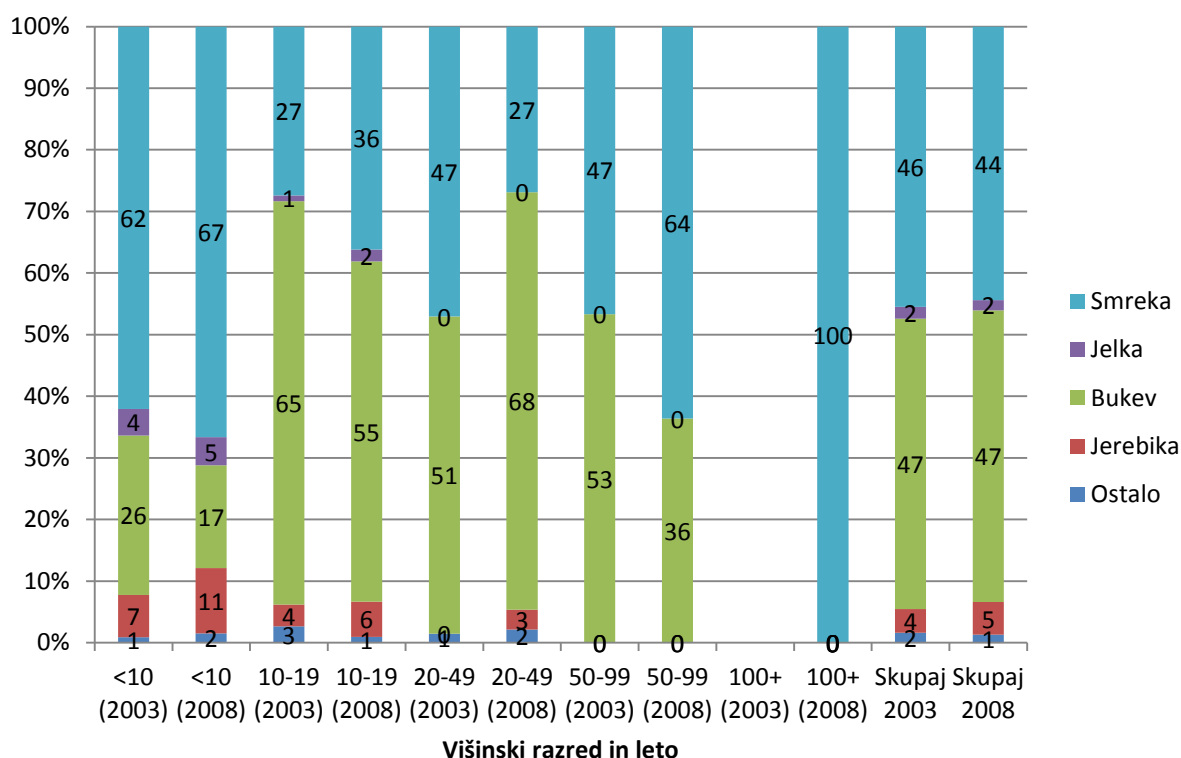
^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

6.1.4.6 Dominantne mladice

6.1.4.6.1 Število in vrstna sestava dominantnih mladici

Leta 2003 smo vsaj eno dominantno mladico, višjo od 5 cm, našli na 312 in leta 2008 na 304 ploskvah. Leta 2008 je bilo torej število ploskev, na katerih smo našli mladico, višjo od 5 cm, za 3 % manjše kot leta 2003. Ker je na ploskvah malo mladja, smo pri popisu leta 2008 lahko zanesljivo ugotovili, ali je dominantna mladica na ploskvi isti osebek kot leta 2003. Ugotovili smo, da je od 304 dominantnih mladici, ki smo jih popisali leta 2008, kar 213 oziroma 70 % pomenil isti osebek kot leta 2003.

Drevesno sestavo smo ugotavljali tudi pri dominantnih mladich. Kot je razvidno iz slike 27, se je skupna sestava dominantnih mladici od leta 2003 do leta 2008 le neznatno spremenila. V obeh letih je največji delež zavzemala bukev, 47 %, nekaj manj je bilo smreke. Leta 2008 se je delež bukve povečal v višinskem razredu od 20 do 49 cm, v vseh drugih razredih se je njen delež zmanjšal, najbolj v razredu nad 50 cm višine. Podobno kot pri vsem mladju se tudi med dominantnimi mladici delež jelke, jerebika in drugih vrst z višino zmanjšuje.



Slika 27: Drevesna sestava dominantnih mladici po višinskih razredih leta 2003 in 2008 v Jelendolu

Figure 27: The tree structure of the dominant saplings by the height classes in 2003 and 2008 in Jelendol

Na višino in višinski prirastek dominantnih mladice poleg ekoloških dejavnikov vpliva divjad z objedanjem. Leta 2003 je bil vršni poganjek tekočega leta objeden pri 34 dominantnih mladica, oziroma 10,9 % in leta 2008 pri 37 dominantnih mladica ali 12,2 % vseh mladice.

6.1.4.6.2 Višina dominantnih mladice

Leta 2003 je bila povprečna višina vseh dominantnih mladice 17,3 cm (mediana 13 cm) in leta 2008 25,7 cm (mediana 18 cm). V petih letih se je torej povprečna višina dominantnih mladice povečala za 8,4 cm ali 1,7 cm na leto (preglednica 25). Višina dominantnih mladice je bila tako leta 2003 kot leta 2008 značilno odvisna od drevesne vrste (leto 2003: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 6, N = 312) = 32,686$; $p = 0,000$; leto 2008: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 5, N = 304) = 22,225$; $p = 0,000$). S parnimi primerjavami smo ugotovili, da so bile leta 2003 bukove dominantne mladice značilno višje od dominantnih mladice smreke ($p = 0,000$) in jerebice ($p = 0,004$), medtem ko so bile leta 2008 značilne razlike le med bukvi in jerebiko ($p = 0,002$).

Razlik v višini smrekovih in bukovih dominantnih mladice leta 2008 ne moremo več potrditi, saj je rezultat odvisen od vrste testa (t-test za enakost aritmetičnih sredin; $t = -1,445$, d. f. = 277, $p = 0,149$; Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,009$; parna primerjava: $p = 0,084$). Če podrobneje pogledamo podatke za bukove in smrekove dominantne mladice leta 2008, vidimo, da je aritmetična sredina višja pri smreki, kjer je tudi razmeroma velika standardna napaka, mediana in spodnji kvartil sta večja pri bukvi, zgornji kvartil pa pri smreki. Med dominantnimi mladica je tako v obdobju 2003 do 2008 prišlo do zanimivega obrata, saj je bukev izgubila dominanten položaj, okreplil se je položaj smreke.

Leta 2008 smo ugotovili značilno višje dominantne mladice kot leta 2003 pri smreki in bukvi (smreka, bukev: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,000$), medtem ko razlike pri drugih drevesnih vrstah niso bile značilne (jelka: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,126$; jerebika: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,121$; gorski javor: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,700$).

Preglednica 25: Višina dominantnih mladice (cm) po drevesnih vrstah leta 2003 in 2008 v Jelendolu

Table 25: The height of the dominant saplings (cm) by tree species in 2003 and 2008 in Jelendol

Leto	Drevesna vrsta	N	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Mediana	Spodnji kvartil	Zgornji kvartil	Minimum	Maksimum
2003	smreka	142	16,7	15,3	9	6	22	5	72
	jelka	6	8,5	4,7	7	6	8	6	18
	bukev	147	19,1	12,9	15	11	22	5	64
	g. javor	3	12,0	7,2	10	6	20	6	20
	v. jesen	1	11,0		11	11	11	11	11
	jerebika	12	8,8	4,4	7	5	12	5	18
	vrba	1	18,0		18	18	18	18	18
	skupaj	312	17,3	13,9	13	8	21	5	72
2008	smreka	135	29,3	32,1	14	8	43	5	169
	jelka	5	11,4	5,0	9	8	14	7	19
	bukev	144	24,6	14,8	20	14	31	5	75
	g. javor	3	14,7	7,4	12	9	23	9	23
	jerebika	16	11,9	6,6	11	7	13	5	27
	vrba	1	21,0		21	21	21	21	21
	skupaj	304	25,7	24,2	18	11	31	5	169

6.1.4.6.2.1 Modela za višino dominantnih mladice (LMM)

Vpliv ekoloških dejavnikov na višino dominantnih mladice smo proučili z LMM, ločeno za mladice smreke in buke. Višina dominantnih mladice smreke je v pozitivni povezavi s količino razpršene svetlobe, Landoltovo vrednostjo A in letom meritve 2008 ter v negativni s prisotnostjo drevesnih ostankov, konkavnim mikroreliefom, slabšo vitalnostjo in večjimi vrednostmi Landoltove indikacije za svetlobo (preglednici 26 in 27).

Preglednica 26: Osnovne informacije o LMM za višino dominantnih smrekovih mladice v Jelendolu

Table 26: Basic information about LMM for the height of the dominant spruce saplings in Jelendol

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	21,530	9	267	0,000
Ln_DIF	89,462	1	267	0,000
ML_pov	5,367	1	267	0,021
Relief	4,473	2	267	0,012
Vitalnost	5,606	2	267	0,004
Lan_L	26,022	1	267	0,000
Lan_A	7,295	1	267	0,007
Leto	24,576	1	267	0,000

Preglednica 27: Rezultati LMM za višino dominantnih smrekovih mladice v Jelendolu

Table 27: Results of LMM for the height of the dominant spruce saplings in Jelendol

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	1,063	0,659	1,612	0,108	-0,235	2,361
Ln_DIF	0,898	0,095	9,458	0,000	0,711	1,085
MI_pov	-0,008	0,003	-2,317	0,021	-0,014	-0,001
Relief=3	0,206	0,088	2,328	0,021	0,032	0,380
Relief=2	-0,150	0,115	-1,309	0,192	-0,376	0,076
Relief=1	0,000 ^a					
Vitalnost=3	-0,155	0,110	-1,410	0,160	-0,371	0,061
Vitalnost=2	-0,290	0,089	-3,249	0,001	-0,465	-0,114
Vitalnost=1	0,000 ^a					
Lan_L	-1,053	0,207	-5,101	0,000	-1,460	-0,647
Lan_A	0,449	0,166	2,701	0,007	0,122	0,777
Leto=2008	0,337	0,068	4,957	0,000	0,203	0,470
Leto=2003	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

Višina dominantnih mladice bukve je v pozitivni odvisnosti od količine razpršenega sončnega sevanja, večje vlažnosti v sušnih razmerah, večjim zastiranjem zelišč, večje globine tal, na mestih z večjo površino odmrlega lesa in večjimi Landoltovimi vrednostmi za temperaturo. Višina dominantnih mladice pa je v negativni povezavi s slabšo vitalnostjo in večjim Landoltovimi vrednostmi za svetlobo (preglednici 28 in 29).

Preglednica 28: Osnovne informacije o LMM za višino dominantnih bukovih mladice v Jelendolu

Table 28: Basic information about LMM for the height of the dominant beech saplings in Jelendol

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	19,798	10	280	0,000
Ln_DIF	28,318	1	280	0,000
Ln_vlaga3	8,285	1	280	0,004
Asin_zelišča	7,280	1	280	0,007
Globina_tal	8,776	1	280	0,003
MI_pov	6,504	1	280	0,011
Vitalnost	8,965	2	280	0,000
Lan_L	9,046	1	280	0,003
Lan_T	15,706	1	280	0,000
Leto	31,408	1	280	0,000

Preglednica 29: Rezultati LMM za višino dominantnih bukovih mladice v Jelendolu

Table 29: Results of LMM for the height of the dominant beech saplings in Jelendol

Oznake vrstic	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	-0,849	0,826	-1,027	0,305	-2,476	0,778
Ln_DIF	0,455	0,086	5,321	0,000	0,287	0,624
Ln_vlaga3	0,223	0,078	2,878	0,004	0,071	0,376
Asin_zelišča	0,164	0,061	2,698	0,007	0,044	0,284
Globina_tal	0,012	0,004	2,962	0,003	0,004	0,020
MI_pov	0,009	0,004	2,550	0,011	0,002	0,016
Vitalnost=3	-0,311	0,080	-3,873	0,000	-0,469	-0,153
Vitalnost=2	-0,208	0,061	-3,413	0,001	-0,327	-0,088
Vitalnost=1	0,000 ^a					
Lan_L	-0,521	0,173	-3,008	0,003	-0,863	-0,180
Lan_T	0,961	0,242	3,963	0,000	0,484	1,438
Leto=2008	0,291	0,052	5,604	0,000	0,189	0,393
Leto=2003	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

6.1.4.6.3 Višinski prirastek dominantnih mladice

Leta 2003 je bil povprečen prirastek vseh dominantnih mladice 22 mm in 30 mm leta 2008. Skupna mediana in kvartila se skoraj niso spremenili, močno se je povečal maksimalni prirastek (preglednica 30). Kljub velikemu povečanju aritmetične sredine pa razlike v prirastku med letoma niso statistično značilne (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,867$). Razlike med letoma niso značilne tudi za posamezne drevesne vrste (smreka: Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,101$; bukev Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,258$).

Višinski prirastek je bil značilno odvisen od drevesne vrste (leto 2003: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 6, N = 312) = 21,240$; $p = 0,002$; leto 2008: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 5, N = 304) = 24,452$; $p = 0,000$). S parnimi primerjavami smo ugotovili, da so bili leta 2003 višinski prirastki pri jerebiki značilno manjši od prirastkov smreke ($p = 0,005$) in bukeve ($p = 0,001$), medtem ko so bile leta 2008 značilne razlike le med smreko in jerebiko ($p = 0,005$).

Preglednica 30: Višinski prirastek dominantnih mladice (mm) po drevesnih vrstah leta 2003 in 2008 v Jelendolu

Table 30: Height increment for the dominant saplings (mm) by tree species in 2003 and 2008 in Jelendol

Leto	Drevesna vrsta	N	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Mediana	Spodnji kvartil	Zgornji kvartil	Minimum	Maksimum
2003	smreka	142	22,1	27,3	11	6	26	0	150
	jelka	6	11,0	4,3	11	7	15	6	17
	bukev	147	23,9	25,3	16	7	32	0	140
	g. javor	3	8,7	8,5	9	0	17	0	17
	v. jesen	1	12,0		12	12	12	12	12
	jerebika	12	3,5	4,7	2	0	6	0	13
	vrba	1	0,0		0	0	0	0	0
	skupaj	312	21,8	25,7	12	6	30	0	150
2008	smreka	135	41,6	63,2	12	7	50	0	370
	jelka	5	3,4	3,3	4	0	6	0	7
	bukev	144	22,7	26,4	12	5	33	0	140
	g. javor	3	5,0	8,7	0	0	15	0	15
	jerebika	16	5,6	4,5	7	0	10	0	12
	vrba	1	0,0		0	0	0	0	0
	skupaj	304	29,6	47,2	11	6	32	0	370

6.1.4.6.3.1 Modela za višinski prirastek dominantnih mladice (LMM)

Podobno kot za višino dominantnih mladice smo naredili modele tudi za višinski prirastek, le da smo za izračun teh modelov uporabili samo mladice, ki leta meritve niso imele objedenega terminalnega poganjka. Ob 277 smrekovih dominantnih mladice smo za model uporabili podatke 264 mladice. Model kaže, da je višinski prirastek smrekovih dominantnih mladice v močni pozitivni odvisnosti od višine mladice, večji prirastki so tudi pri večjem nagibu. Prirastek je manjši na ploskvah z večjimi vrednostmi za Landoltovo zračnost A in pri mladica s slabšo vitalnostjo (preglednici 31 in 32).

Ker model kaže, da je višinski prirastek smreke najbolj odvisen od že dosežene višine, višina pa je rezultat vpliva drugih ekoloških dejavnikov, kar prikazuje preglednica 27, smo naredili še model, kjer kot faktor nismo vključili višine mladice. Po tem modelu je višinski prirastek dominantnih mladice smreke v pozitivni odvisnosti od količine razpršene svetlobe ter Landoltovih C in M. Prirastek je večji tudi na konveksnih legah in leta 2008, manjši pa na ploskvah z večjimi Landoltovimi L vrednostmi, konkavnem mikoreliefu in slabši vitalnosti (priloga G).

Preglednica 31: Osnovne informacije o LMM za višinski prirastek dominantnih smrekovih mladice v Jelendolu

Table 31: Basic information about LMM for height increment for the dominant spruce saplings in Jelendol

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	94,097	5	258	0,000
Nagib	5,705	1	258	0,018
Lan_A	5,844	1	258	0,016
Ln_višina	247,769	1	258	0,000
Vitalnost	34,725	2	258	0,000

Preglednica 32: Rezultati LMM za višinski prirastek dominantnih smrekovih mladice v Jelendolu

Table 32: Results of LMM for height increment for the dominant spruce saplings in Jelendol

Oznake vrstic	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	1,998	0,444	4,500	0,000	1,124	2,872
Nagib	0,010	0,004	2,388	0,018	0,002	0,018
Lan_A	-0,410	0,169	-2,417	0,016	-0,743	-0,076
Ln_višina	0,804	0,051	15,741	0,000	0,703	0,904
Vitalnost=3	-0,846	0,102	-8,322	0,000	-1,046	-0,646
Vitalnost=2	-0,495	0,090	-5,469	0,000	-0,673	-0,317
Vitalnost=1	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

Od skupno 291 bukovih dominantnih mladice je bil terminalni poganjek tekočega leta objeden pri 41 osebkih, modele smo naredili na osnovi 250 dominantnih bukovih mladice. Enako kot pri smreki tudi model pri bukvi kaže, da je prirastek močno odvisen od že dosežene višine mladice, pozitiven vpliv pa ima še večja vlaga 2. Višinski prirastek je v negativni povezavi z razpršeno svetlobo, višjimi Landoltovimi H in R, slabšo vitalnostjo in z letom 2008 (preglednici 33 in 34).

Tudi za bukev smo naredili dodatni model, kjer med faktorje nismo vključili višine mladja. (priloga G). Po tem modelu večje višinske prirastke pričakujemo na ploskvah z globljimi tlemi, manjšim nagibom, večjo vlago 3, na ploskvah, kjer ni drevesnih ostankov, pri bolj vitalnih mladiceh in na ploskvah z manjšimi Landoltovimi C in H.

Preglednica 33: Osnovne informacije o LMM za višinski prirastek dominantnih bukovih mladice v Jelendolu
Table 33: Basic information about LMM for height increment for the dominant beech saplings in Jelendol

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	31,560	8	241	0,000
Ln_DIF	5,023	1	241	0,026
Ln_vlaga2	12,058	1	241	0,001
Lan_H	7,210	1	241	0,008
Lan_R	5,590	1	241	0,019
Ln_višina	62,954	1	241	0,000
Vitalnost	39,446	2	241	0,000
Leto	4,177	1	241	0,035

Preglednica 34: Rezultati LMM za višinski prirastek dominantnih bukovih mladice
Table 34: Results of LMM for height increment for the dominant beech saplings in Jelendol

Oznake vrstic	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	4,267	1,401	3,047	0,003	1,508	7,026
Ln_DIF	-0,277	0,124	-2,241	0,026	-0,521	-0,034
Ln_vlaga2	0,448	0,129	3,472	0,001	0,194	0,702
Lan_H	-0,546	0,203	-2,685	0,008	-0,946	-0,145
Lan_R	-0,430	0,182	-2,364	0,019	-0,788	-0,072
Ln_višina	0,733	0,092	7,934	0,000	0,551	0,916
Vitalnost=3	-1,137	0,129	-8,820	0,000	-1,391	-0,883
Vitalnost=2	-0,550	0,097	-5,642	0,000	-0,742	-0,358
Vitalnost=1	0,000 ^a					
Leto=2008	-0,189	0,089	-2,116	0,035	-0,364	-0,013
Leto=2003	0,000 ^a					

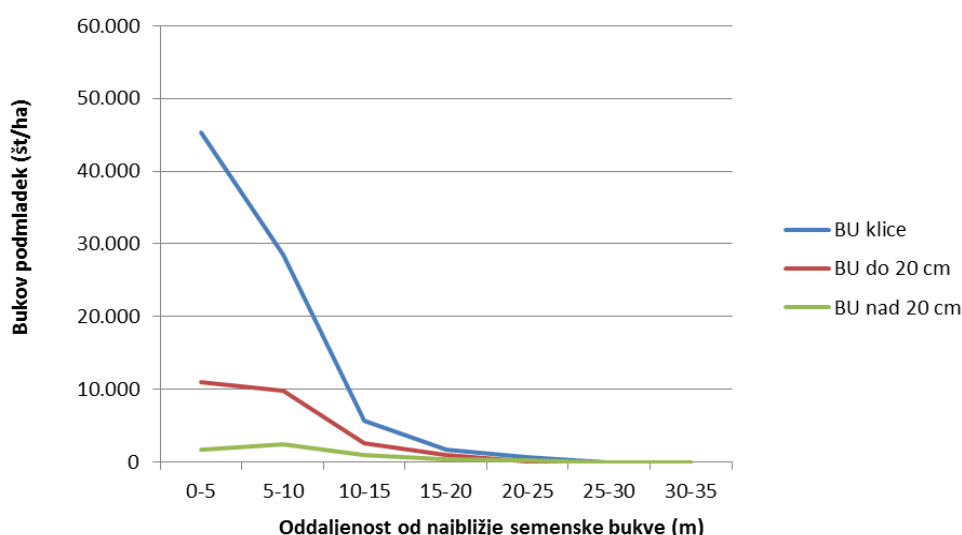
^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

6.1.4.7 Vpliv prisotnosti bukovih semenjakov na pomlajevanje bukve

Kljub skromni zastopanosti bukve v lesni zalogi je povprečna razdalja od središča ploskev do debla odraslih bukev samo 25 m, mediana pa le 15 m (min = 0 m (semensko drevo raste na ploskvi), maks = 86 m).

Gostota bukovih klic in mladice je močno odvisna od oddaljenosti od bukovih semenskih dreves (slika 28). Ta odvisnost je najmočnejša pri klicah in se z višino mladja nekoliko zmanjšuje. Spearmanov koeficient korelacije med številom bukovih klic in mladice ter oddaljenostjo od najbližjega semenskega drevesa je leta 2003 znašal -0,563 ($p = 0,0000$) in leta 2008 -0,576 ($p = 0,0000$) oziroma za obe leti skupaj -0,569 ($p = 0,0000$). Z višino mladja se je koeficient zmanjševal, za obe leti skupaj je za klice znašal -0,591, za bukove

mladice do 20 cm -0,568 in za bukove mladice nad 20 cm višine -0,235. Pri klicah in mladica h smo največje gostote našli v razdalji od 0 do 5 m od debla semenskega drevesa, torej neposredno pod krošnjami semenskih dreves, medtem ko smo pri mladica h nad 20 cm višine največjo gostoto ugotovili v oddaljenosti od 5 do 10 m od semenskih dreves. Na ploskvah, ki so od semenskega drevesa oddaljene do 15 m, smo leta 2003 našli 97 % in leta 2008 celo 98 % vseh klic in mladica h. Če podatek preračunamo na enako število ploskev po razredih oddaljenosti od semenskih dreves, se je delež bukovih klic in mladica h na ploskvah, oddaljenih do 15 m od semenskih dreves, znižal na 90 % leta 2003 in na 95 % leta 2008. Na ploskvah, ki so od semenskega drevesa oddaljene več kot 25 m, smo leta 2003 našli štiri mladice višine do 20 cm in štiri mladice višine 20 cm in več. Podobno leta 2008, dve mladici do 20 cm in štiri mladice nad 20 cm višine. Klic v obeh letih na teh ploskvah nismo našli.



Slika 28: Gostota bukovega mladja v odvisnosti od oddaljenosti od semenskega drevesa leta 2008 v Jelendolu

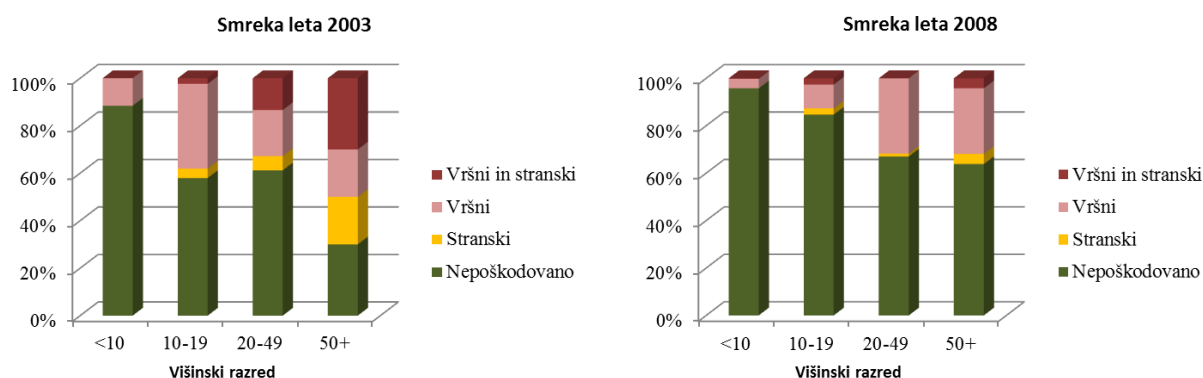
Figure 28: The density of beech seedlings according to distance from seed trees in year 2008 in Jelendol

6.1.4.8 Vpliv divjadi na pomlajevanje

Leta 2003 smo na objektih v Jelendolu našli 1.259 mladica h, od tega je bilo 836 (66,4 %) neobjedenih, 15 (1,2%) je imelo objedene le stranske poganjke, 351 (27,9 %) le vršne in 57 (4,5 %) vršne in stranske poganjke. Leta 2008 je bilo od 1.395 mladica h neobjedenih 1.005 (72,0 %), 12 (0,9%) je imelo objedene le stranske poganjke, 332 (23,8 %) vršne in 46 (3,3 %) vršne in stranske poganjke. Večji delež nepoškodovanih osebkov leta 2008

nakazuje, da se je objedenost zmanjšala, vendar razlika, izražena v deležu poškodovanih osebkov na ploskvah, ni statistično značilna (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,073$).

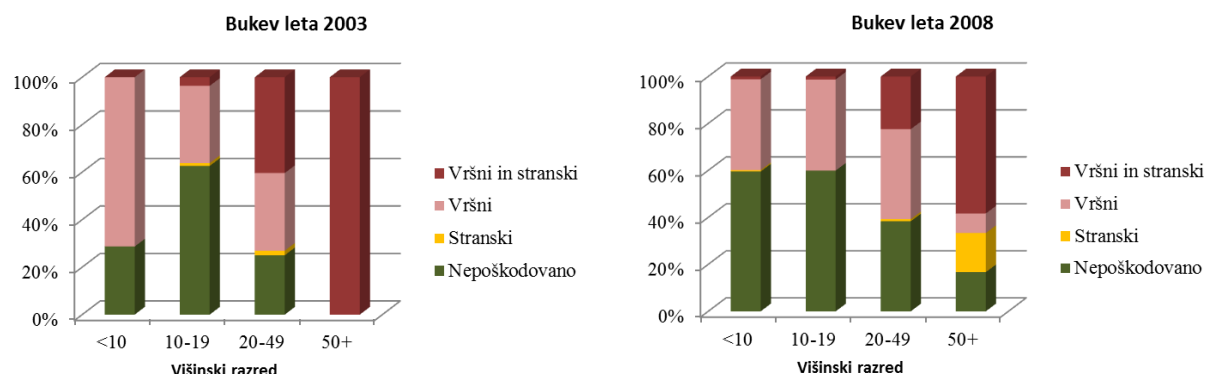
Ugotovili smo, da je bila objedenost mladja močno odvisna od drevesne vrste in višine mladja. Glede na gostoto in višinsko sestavo mladja je zanimiva predvsem primerjava med objedenostjo smreke in bukve po višinskih razredih. Leta 2003 je bilo zaradi objedanja v višinskem razredu do 10 cm poškodovanih 12 % smrekovih mladice, v razredu 10–19 cm že 42 %, podobno v razredu 20–49 39 % in v razredu nad 50 cm 70 %, kjer pa je bilo leta 2003 le devet osebkov. Leta 2008 se je objedenost smreke v vseh višinskih razredih zmanjšala, in sicer je bilo objedenih 4 % osebkov v razredu do 10 cm višine, 15 % v razredu 10–19 cm, 33 % v razredu 20–50 cm in 36 % v razredu nad 50 cm (slika 29).



Slika 29: Objedenost smrekovega mladja po višinskih razredih in letih v Jelendolu

Figure 29: Browsing of spruce saplings by height classes and years in Jelendol

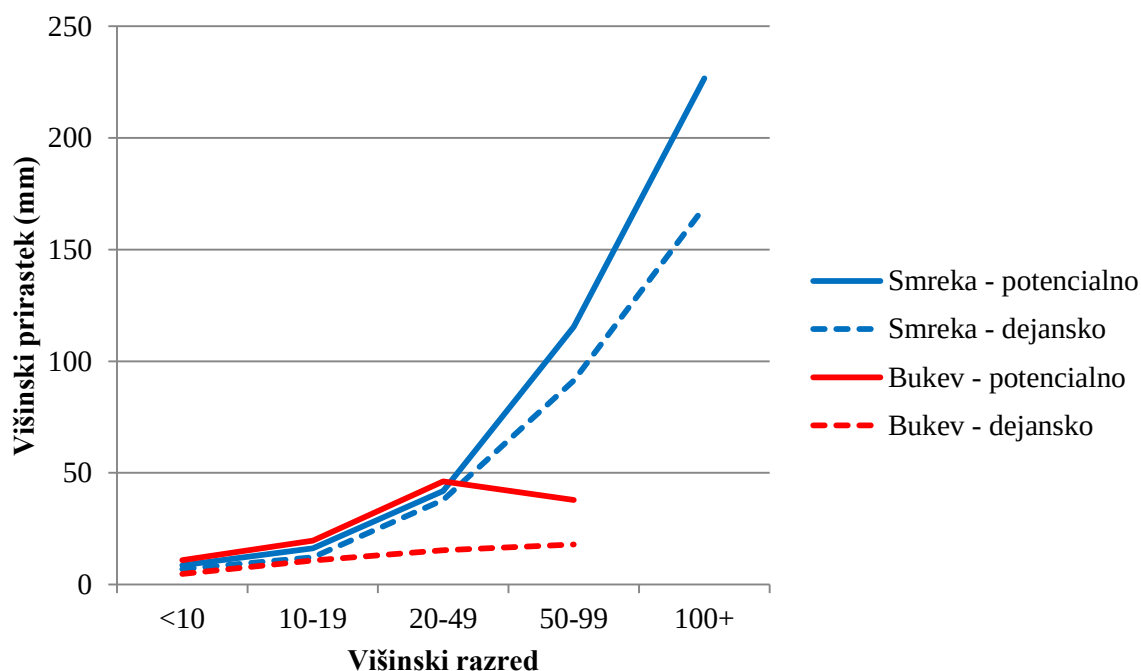
Bukev je bila v opazovanem obdobju zaradi objedanja močnejše poškodovana kot smreka. Tako je bilo leta 2003 v višinskem razredu do 10 cm poškodovanih 71 % osebkov, v razredu 10–19 cm 37 % in v razredu 20–49 cm 75 % bukovih mladice, vse mladice, visoke več kot pol metra, so bile močno objedene. Leta 2008 se je delež objedenih osebkov v večini razredov zmanjšal, in sicer je znašal 40 % v razredu do 10 cm in v razredu 10–19 cm, 62 % v razredu 20–50 cm in 83 % v razredu nad 50 cm. Z višino bukovega mladja močno narašča tudi jakost poškodb. V višinskem razredu nad 50 cm je bilo nepoškodovanih le 17 % osebkov, 17 % je imelo objedene le stranske poganjke, 8 % le vršnji poganjek, kar 58 % osebkov pa je bilo z objedenimi vršnimi in stranskimi poganjki (slika 30).



Slika 30: Objedenost bukovega mladja po višinskih razredih in letih v Jelendolu

Figure 30: Browsing of beech saplings by height classes and years in Jelendol

Vpliv divjadi smo analizirali tudi pri dominantnih mladiah, zanimalo nas je predvsem razmerje med smreko in bukvijo, ki sta v mladju najštevilčnejši. Iz višinskega prirastka nepoškodovanih mladiah leta 2003 in 2008 smo ugotovili, kakšen bi bil višinski prirastek brez vpliva divjadi, iz razlik višin dominantnih mladiah med letom 2003 in 2008 pa smo dobili dejansko višinsko rast v petletnem obdobju. Tekoči višinski prirastek se pri smreki z višino mladja močno povečuje, tako je na primer povprečni višinski prirastek neobjedenih dominantnih smrek v višinskem razredu 10–19 cm 16 mm, v višinskem razredu 20–49 cm 42 mm, v razredu 55–99 cm 115 mm in v razredu nad 1 m že 227 mm. Podoben, le malenkostno nižji potek ima krivulja dejanskega višinskega priraščanja smrekovih dominantnih mladiah; v višinskem razredu do 10 cm dejanski prirastek pomeni 79 % potencialnega, v razredu 10–19 cm 76 %, v razredu 20–49 cm 91 %, v razredu 50–99 cm 79 % in v razredu nad 1 m 75 % (slika 31).



Slika 31: Vpliv objedanja na višinski prirastek dominantnih mladice smreke in bukve v Jelendolu

Figure 31: Impact of browsing on height increment of the dominant spruce and beech saplings in Jelendol

Pri bukvi je krivulja potencialnega višinskega prirastka v višinskih razredih do 50 cm skoraj enaka kot pri smreki, prirastki pri bukvi so celo nekoliko večji. Pričakovani prirastek neobjedenih dominantnih mladice bukve v višinskem razredu 10–19 cm je 20 mm in v razredu od 20–49 cm 46 mm. Preseneča padec povprečnega višinskega prirastka v višinskem razredu 50–99 cm (slika 31). Ta neobičajen potek krivulje si razlagamo s ponavljajočim se objedanjem višjih bukovih mladice. Od 99 smrekovih mladice, ki smo jih merili leta 2003 in 2008, je imelo vršni poganjek neobjeden v obeh letih 88 (89 %) mladice, 10 je bilo poškodovanih v enem letu in 1 leta 2003 in 2008. Pri bukvi je bilo v obeh letih z nepoškodovanim vršnim poganjkom od 100 osebkov 70, 25 je bilo poškodovanih v enem letu, pet pa v obeh letih. V višinskem razredu od 50–99 cm je bilo 11 bukovih dominantnih mladice, od tega so bile le štiri, ki niso bile objedene leta 2003 ali 2008, pet jih je bilo objedenih v enem letu in dve v obeh (preglednica 35). Mladica, ki je imela v preteklem letu objeden vršni poganjek, je v tekočem letu odgnala s stranskimi, rast poganjka, ki bo nadomestil vršnega, je tako manjša, kot če mladica v preteklosti ne bi bila objedena.

Dejanska višinska rast bukovih dominantnih mladice zelo zaostaja za potencialno. V višinskem razredu do 10 cm je bila dejanska rast le 44 % potencialne, v razredu 10–19 cm 55 %, v razredu 20–49 cm le 33 % in v razredu nad 50 cm 48 % (slika 31).

Preglednica 35: Število dominantnih mladice smreke in bukve po višinskih razredih in objedenosti leta 2003 in 2008 v Jelendolu

Table 35: The number of dominant spruce and beech saplings by height classes and browsing in 2003 and 2008 in Jelendol

Drevesna vrsta	Poškodovanost	Višinski razred					Skupaj
		<10	10–19	20–49	50–99	100+	
smreka	nepoškodovano	24	22	25	15	2	88
	objedeno eno leto	2	4	3	1	0	10
	objedeno obe leti	0	0	1	0	0	1
	skupaj	26	26	29	16	2	99
bukev	nepoškodovano	4	38	24	4	0	70
	objedeno eno leto	1	5	14	5	0	25
	objedeno obe leti	0	0	3	2	0	5
	skupaj	5	43	41	11	0	100

Divjad z objedanjem vpliva tudi na gostoto mladja. Klic, ki jih je divjad v času od kalitve do našega popisa pojedla, nismo našli, prav tako nismo mogli popisati mladja, ki je zaradi objedanja propadlo. Boljši podatek o vplivu divjadi na gostoto in vrstno sestavo mladja ter na dolžino pomladitvene dobe bi lahko dobili le na kontrolnih ograjenih ploskvah.

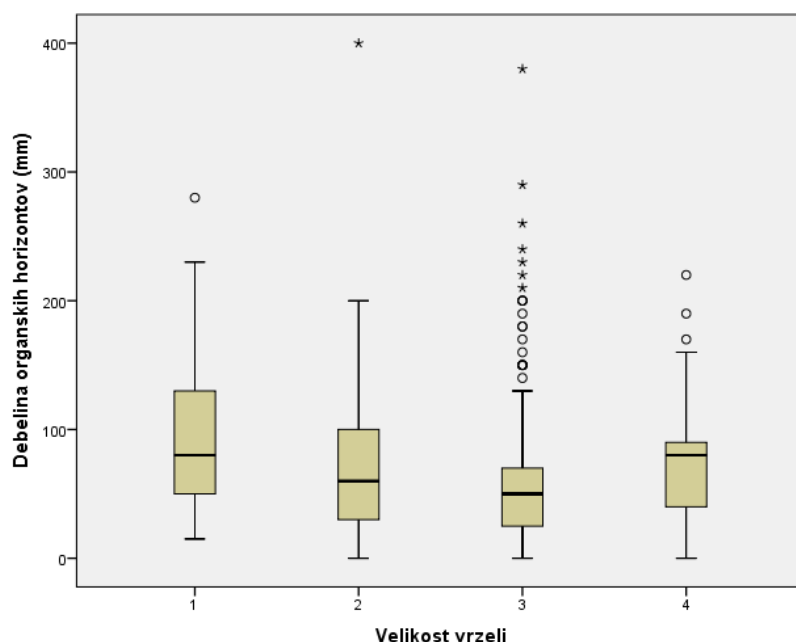
6.1.5 Predstavitev talnih lastnosti in odvisnosti

Tla na objektih v Jelendolu lahko opišemo kot rendzina – na moreni – karbonatna – ilovnata – srednje skeletna – globoka (Škorič, 1977). Čeprav prevladuje rendzina, smo s sondiranjem tal ugotovili tudi velike razlike v globini in razvitosti tal na majhni razdalji. Na razdalji enega metra, torej znotraj ene ploskve, smo našli kamnišče (litosol) in humusno-karbonatna tla (rendzina) ali humusno-karbonatna tla in organska tla, tla z globino organskega podhorizonta iz humificirane organske snovi (Oh) prek 40 cm. Povprečna globina organskega horizonta (O) je bila 6,5 cm in humoznega površinskega mineralnega horizonta (A) 13,2 cm oziroma skupno 19,7 cm. Najmanjša povprečna globina tal na ploskvi (povprečje treh meritev) je bila 0,3 cm in največja 53,5 cm, obe ekstremni vrednosti pa smo izmerili v vrzeli številka 17.

Med posameznimi ploskvami znotraj istega objekta so torej velike razlike v globini in razvitosti tal, ki so značilne tudi na ravni posameznih vrzeli oziroma objektov (Kruskal-Wallisov test: $H(d.f. = 17, N = 542) = 50,146$; $p = 0,000$). S parnimi primerjavami smo ugotovili značilne razlike med objekti 3 in 14 ($p = 0,000$), 14 in 15 ($p = 0,005$) tem med 14 in 17 ($p = 0,011$), kjer smo na ploskvah v objektu 14 ugotovili globlja tla kot v objektih 3, 15 in 17. Razlike med drugimi pari niso značilne. V objektu 3 je bila srednja globina tal (mediana) 8,8 cm (min. 0,3, maks. 21,3 cm), v objektu 14 16,0 cm (min. 2,7, maks. 38,0

cm), v objektu 15 11,0 cm (min. 0,3, maks. 21,7 cm) ter v objektu 17 9,3 cm (min. 0,3, maks. 53,5 cm). Na ravni velikostnega razreda vrzeli razlik v globini tal nismo ugotovili (Kruskal-Wallisov test: $H(d. f. = 3, N = 542) = 5,413; p = 0,144$).

Podobno kot pri globini tal smo tudi pri debelini organskega horizonta ugotovili veliko variabilnost med ploskvami, saj je bila debelina od 0 do več kot 40 cm. V naprotju z globino tal pa je bila debelina organskega horizonta odvisna od velikosti vrzeli (Kruskal-Wallisov test: $H(3, N = 542) = 36,973; p = 0,000$), kjer smo v srednje velikih vrzelih ugotovili značilno nižjo debelino organskega horizonta kot pod sklenjenim sestojem ($p = 0,000$) in v veliki vrzeli ($p = 0,013$), kar prikazuje slika 32. Razlike med drugimi velikostnimi razredi niso bile značilne.



Slika 32: Debelina organskih horizontov v odvisnosti od velikosti vrzeli

Mediane (sredinske črte), srednji kvartilni interval (pravokotniki) vrednosti do 1,5 dolžine kvartilnega intervala (črte z ročaji) in ekstremne vrednosti (krogci – vrednosti med 1,5 in 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala; zvezdice – vrednosti nad 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala).

Figure 32: Organic horizon thickness subject to the gap area

Median values (central line), interquartile range (box) and extreme values (circles- cases with values between 1.5 and 3 lengths of interquartile range; stars-cases with values above 3 lengths of interquartile range).

Znotraj malih in srednje velikih vrzeli smo ugotovili, da je debelina organskega horizonta v robnem pasu in pod krošnjami večja kot v osrednjem delu vrzeli (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,000$). V osrednjem delu malih vrzelih je bila srednja debelina organskega horizonta (mediana) 3,0 cm (min. 0,0, maks. 15,0 cm) in v robnem pasu 6,5 cm (min. 1,0, maks. 40,0 cm). V osrednjem delu srednje velikih vrzeli je bila srednja debelina organskega horizonta

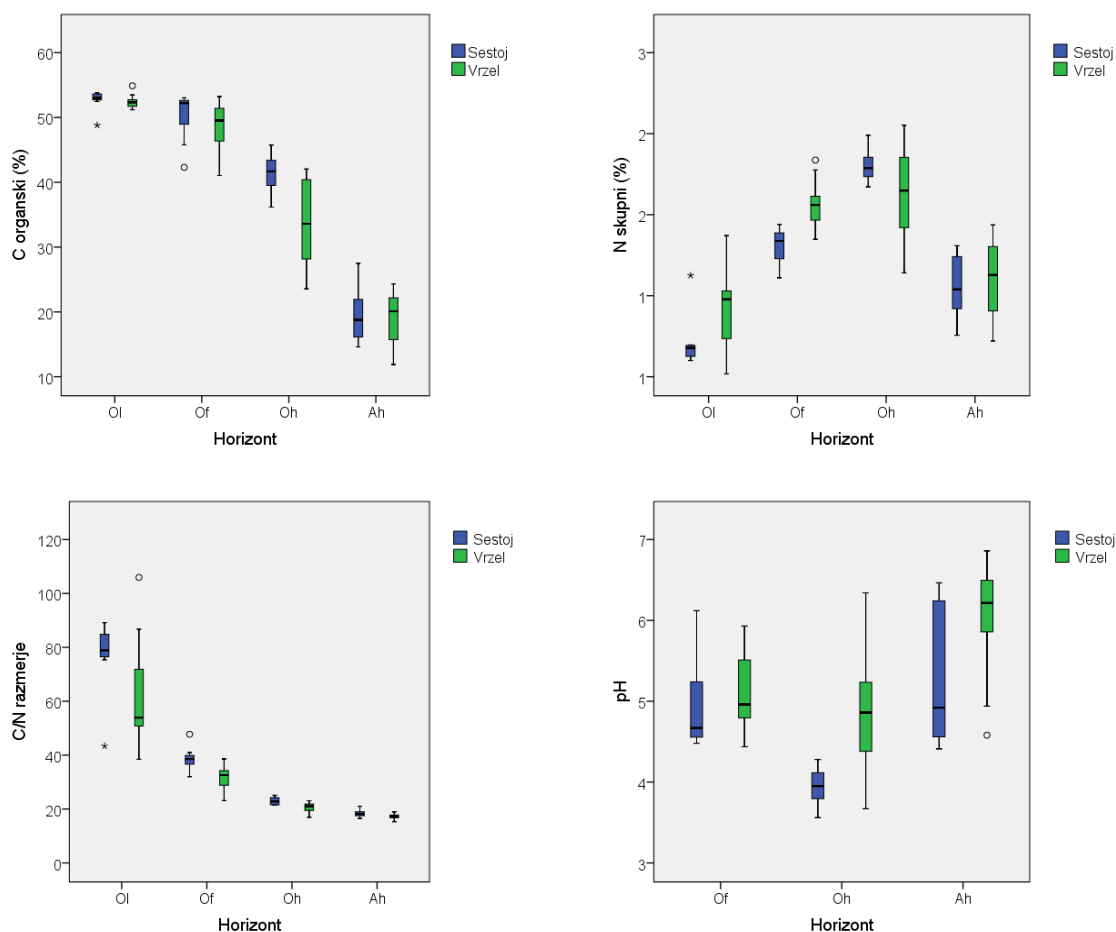
(mediana) 4,0 cm (min. 0,0, maks. 26,0 cm) in v robnem pasu 5,0 cm (min. 0,0, maks. 38,0 cm).

6.1.5.1 Kemijske lastnosti tal

Na 24 ploskvah, kjer smo ugotavljali kemijske lastnosti tal, je bila povprečna debelina Ol podhorizonta 0,4 cm (min. 0, maks. 1,5 cm), Of 0,6 cm (min. 0,2 cm, maks. 1,4 cm), Oh 6,9 cm (min. 1,20, maks. 17,8 cm) in Ah 5,2 cm (min. 1,7, maks. 10,4 cm) oziroma povprečna skupna globina tal 13,2 cm (min. 7,1, maks. 27,4 cm).

Tudi na teh ploskvah nismo ugotovili razlike v globini tal v vrzelih in pod sklenjenim sestojem, ugotovili pa smo razlike v debelini organskih podhorizontov in v kemijskih lastnostih tal. Tako smo na ploskvah pod sestojem ugotovili debelejša podhorizonta Ol in Of kot na ploskvah v vrzelih (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,016$ oziroma $p = 0,027$). Na debelino organskih podhorizontov je vplivala tudi sestava lesne zaloge matičnega sestoja, in sicer smo na ploskvah, kjer je bila v lesni zalogi primešana bukev (10 % do 15 % bukve) ugotovili debelejša Ol- in Of-podhorizonta (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,008$; oziroma $p = 0,010$), pod sestojem, v katerem je bila v lesni zalogi le smreka, pa debelejši Oh-podhorizont (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,007$).

Posamezni talni horizonti se med sabo zelo razlikujejo po vsebnosti organskega C, skupnega N, razmerju C/N in reakciji, na kemijske lastnosti posameznega podhorizonta so vplivale tudi sestojne razmere, kar nazorno prikazuje slika 33. Pri sestojnih razmerah smo ugotovili statistično značilni vpliv zastora oziroma razlike med sestojem in vrzeljo, medtem ko vpliv drevesne sestave matičnega sestoja ni bil značilen.



Slika 33: Kemijske lastnosti tal po talnih horizontih pod sestojem in v vrzeli

Mediane (sredinske črte), srednji kvartilni interval (pravokotniki), vrednosti do 1,5 dolžine kvartilnega intervala (črte z ročaji) in ekstremne vrednosti (krogci – vrednosti med 1,5 in 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala; zvezdice – vrednosti nad 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala).

Figure 33: Chemical properties of soil by soil horizons under the stand and in the gaps

Median values (central line), interquartile range (box) and extreme values (circles- cases with values between 1.5 and 3 lengths of interquartile range; stars-cases with values above 3 lengths of interquartile range)

Največji delež organskega C smo ugotovili v podhorizontu Ol, nato se je delež v nižjih podhorizontih zmanjševal. V podhorizontu Oh smo v vrzeli ugotovili značilno nižji delež organskega C v primerjavi s sestojem (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,004$), razlika pa je nakazana tudi v podhorizontih Ol in Of (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,056$ oziroma $p = 0,070$). Najmanjšo vsebnost N smo ugotovili v podhorizontu Ol, večjo v Of in največjo v Oh, nato se je delež v Ah-horizontu ponovno zmanjšal. V vrzeli smo v primerjavi s sestojem ugotovili višjo vsebnost N v podhorizontu Of (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,001$). Najvišje vrednosti razmerja C/N smo ugotovili v Ol-podhorizontu (mediana 64,9), nato je razmerje z globino tal naraščalo in doseglo najugodnejše vrednosti v podhorizontu Ah (mediana 17,6). Značilno manjše razmerje smo v primerjavi s sestojem dobili v vrzeli v

podhorizontih Of, Oh in Ah (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,001$ oziroma $p = 0,006$ oziroma $p = 0,027$), razlika pa je nakazana tudi v podhorizontu Ol (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,087$). Kljub karbonatni podlagi smo ugotovili, da so tla precej kislja. Najnižje vrednosti pH smo ugotovili v podhorizontu Oh, kjer je bila mediana 4,38, minimum pa le 3,56. Ta podhorizont je bil značilno bolj kisel pod sestojem in manj v vrzeli (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,001$).

6.1.5.1.1 Vpliv položaja v vrzeli na kemijske lastnosti tal

Na pobočjih zaradi gravitacije prihaja do transporta snovi iz višje v nižje ležeče predele. Ker smo v srednje velikih vrzelih ugotovili značilno manjšo debelino humusnih horizontov, smo želeli preveriti, ali se vpliv hitrejše razgradnje humusa in premeščanja snovi odraža tudi pri kemijskih lastnostih tal. Tako smo v štirih srednje velikih vrzelih oblikovali osem parov ploskev, kjer je bila prva ploskev v zgornjem in druga v spodnjem delu vrzeli. Po en par v vsaki vrzeli predstavljata dobro pomlajeni in drugi par nepomlajeni ploskvi. Pregled parov ploskev podajamo v preglednici 36.

Preglednica 36: Pari za primerjavo talnih razmer glede na položaj v vrzeli (zgoraj – spodaj)

Table 36: Pairs for compare soil conditions depending on the position in the gap (top - bottom)

Oznaka para	Ploskev zgoraj	Ploskev spodaj	Številka vrzeli
1	34	37	14
2	42	38	14
3	73	105	12
4	82	104	12
5	129	139	13
6	136	132	13
7	392	394	15
8	399	401	15

Preverili smo, ali so razlike v deležu ogljika (C), deležu dušika (N), razmerju C/N, pH po podhorizontih Ol, Of, Oh in Ah, vendar z Wilcoxonovim testom parov nismo nikjer ugotovili značilnih razlik.

6.1.5.1.2 Vpliv kemijskih lastnosti tal na pomlajevanje

Za ugotavljanje vpliva kemijskih lastnosti tal na pomlajevanje smo lahko sestavili 10 parov, in sicer iz ploskev, postavljenih v srednje velikih vrzelih. Ploskvi pod čistim smrekovim sestojem nista bili pomlajeni, pod sestojem, kjer je bila primešana bukev, pa so bile na obeh ploskvah prisotne bukove klice, zato iz teh ploskev nismo mogli oblikovati parov. Vpliv kemijskih lastnosti tal na pomlajevanje smo analizirali ločeno za pomlajevanje smreke in bukve. Na štirih parih je bil prisoten le podmladek smreke, na treh le podmladek bukve, na treh pa sta bili pomlajeni obe drevesni vrsti. Pari so prikazani v preglednici 37, povprečne gostote mladja na parih ploskev pa v preglednici 38.

Preglednica 37: Pari za primerjavo talnih razmer glede na stopnjo pomlajenosti

(Pomladek smreke: da – na pomlajeni ploskvi je pomladek smreke. Pomladek bukve: da – na pomlajeni ploskvi je pomladek bukve.)

Table 37: Pairs for compare the soil conditions depending on the regeneration

(Pomladek smreke: Da - on the plot is spruce saplings. Pomladek bukve: Da - on the plot is beech saplings.)

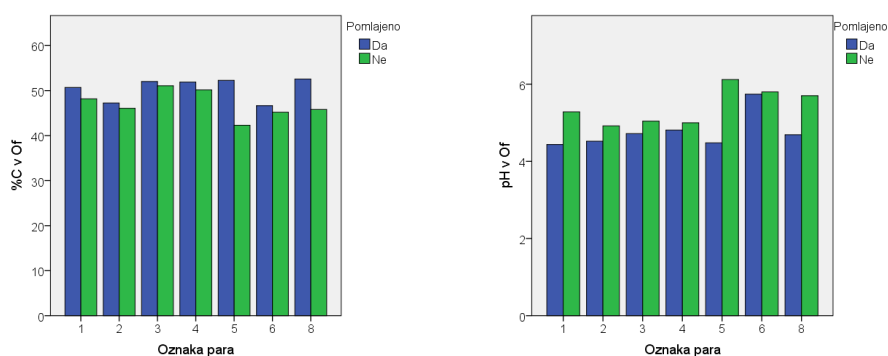
Oznaka para	Ploskev pomlajena	Ploskev ni pomlajena	Številka vrzeli	Pomladek smreke	Pomladek bukve
1	42	34	14	Da	-
2	38	37	14	Da	-
3	73	82	12	Da	-
4	105	104	12	Da	Da
5	127	120	13	Da	Da
6	129	136	13	Da	Da
7	139	132	13	-	Da
8	260	267	16	Da	-
9	399	392	15	-	Da
10	401	394	15	-	Da

Preglednica 38: Povprečne gostote podmladka smreke in bukve (število/ha) na 10 parih ploskev za primerjavo talnih razmer glede na stopnjo pomlajenosti leta 2003 in 2008

Table 38: Mean density of the saplings of spruce and beech (number/ha) on 10 pairs of plots to compare soil conditions depending on the degree of regeneration in 2003 and 2008

Leto	Pomlajeno	Smrekove klice	Smrekove mladice	Bukove klice	Bukove mladice
2003	Da	31.556	20.889	7.111	16.889
	Ne	0	0	444	2.667
2008	Da	44.889	14.222	42.667	25.778
	Ne	1.778	0	2.222	1.333

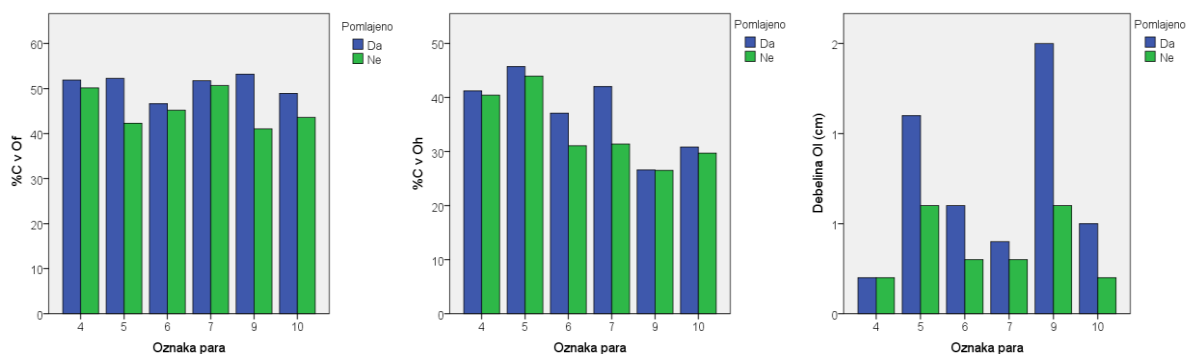
Na ploskvah, kjer se je dobro pomladila smreka, smo ugotovili značilno večji delež C v podhorizontu Of (Wilcoxonov test parov, $p = 0,018$), in nižji pH v podhorizontu Of (Wilcoxonov test parov, $p = 0,018$), kar prikazuje slika 34, nakazuje pa se tudi ugoden vpliv nižjega pH v Oh-podhorizontu (Wilcoxonov test parov, $p = 0,063$). Na dobro pomlajenih ploskvah je bila srednja vrednost (mediana) deleža C v podhorizontu Of 51,88 % (min. 46,66, maks. 52,57), in na nepomlajenih 46,07 % (min. 42,30, maks. 51,07) oziroma razlika v deležu C med pari 1,74 % (min. 0,95, maks. 9,98). Srednja vrednost pH v Of-podhorizontu na dobro pomlajenih ploskvah je bila 4,69 (min. 4,44, maks. 5,74), na nepomlajenih 5,28 (min. 4,92, maks. 6,12) oziroma razlika med pari -0,40 (min. -1,64, maks. -0,06).



Slika 34: Vpliv deleža C in pH v podhorizontu Of na pomlajevanje smreke
(modro – dobro pomlajene ploskve, zeleno – nepomlajene ploskve)

Figure 34: The influence of C contents and pH in Of soil horizon to the regeneration of spruce
(blue - good regenerated plot, green - not regenerated plot)

Na ploskvah, kjer se je dobro pomladila bukev, smo ugotovili značilno večji delež C v podhorizontih Of in Oh (Of in Oh: Wilcoxonov test parov, $p = 0,028$) ter večjo debelino Ol-podhorizonta (Wilcoxonov test parov, $p = 0,042$), kar prikazuje tudi slika 35. Nakazuje se, da na pomlajevanje bukve ugodno vpliva nižji Ph v podhorizontu Oh (Wilcoxonov test parov, $p = 0,075$). Na dobro pomlajenih ploskvah je srednja vrednost (mediana) deleža C v podhorizontu Of znašala 51,81 % (min. 46,66, maks. 53,21) in na nepomlajenih 44,40 % (min. 41,05, maks. 50,67) oziroma razlika v deležu C med pari 3,53 % (min. 1,07, maks. 12,15). Srednja vrednost deleža C v podhorizontu Oh na dobro pomlajenih ploskvah je bila 39,19 % (min. 26,63, maks. 45,74) in na nepomlajenih 31,25 % (min. 26,52, maks. 43,97) oziroma razlika v deležu C med pari 1,46 % (min. 0,11, maks. 10,66). Srednja vrednost debeline podhorizonta Ol je na pomlajenih ploskvah znašala 0,6 cm (min. 0,2, maks. 1,5), na nepomlajenih 0,3 cm (min. 0,2, maks. 0,6) oziroma razlika med pari 0,3 (min. 0,0, maks. 0,9).



Slika 35: Vpliv deleža C v podhorizontih Of in Oh in debeline podhorizonta Ol na pomlajevanje bukve
(modro – dobro pomlajene ploskve, zeleno – nepomlajene ploskve)

Figure 35: The influence of C contents in Of and Oh soil horizon and thickness of Ol soil horizon to the regeneration of beech

(blue - good regenerated plot, green - not regenerated plot)

6.2 REZULTATI ZA RAZISKOVALNI OBJEKT KRAŠICA

6.2.1 Predstavitev izbranih ekoloških dejavnikov

6.2.1.1 Svetloba

Leta 1993 so svetlobne razmere na objektih na Krašici ugotavljali s pomočjo horizontoskopa, leta 2010 pa s pomočjo fotografij nebesnega svoda in iz vrednotenja v programu WinSCANOPY, zato je potrebna previdnost pri primerjavi rezultatov obeh meritev. Še posebno je primerjava med leti otežena za direktno sončno sevanje, ki je bilo leta 1993 izraženo v urah, za leto 2010 pa imamo podatek v odstotkih. Dodatna težava pri primerjavi svetlobe v obeh letih je tudi različen način vzorčenja, saj smo leta 2010 v malih vrzelih in v vrtačah postavili gostejšo mrežo točk, zato meritve na teh objektih pomenijo večjo utež kot leta 1993. V preglednici 39 tako podajamo le nekaj osnovnih podatkov o sevanju po letih za objekte na Krašici kot celoto, podrobnejši prikaz pa bomo podali po vrstah vrzeli (VPL).

Preglednica 39: Svetlobne razmere leta 1993 in 2010 na Krašici

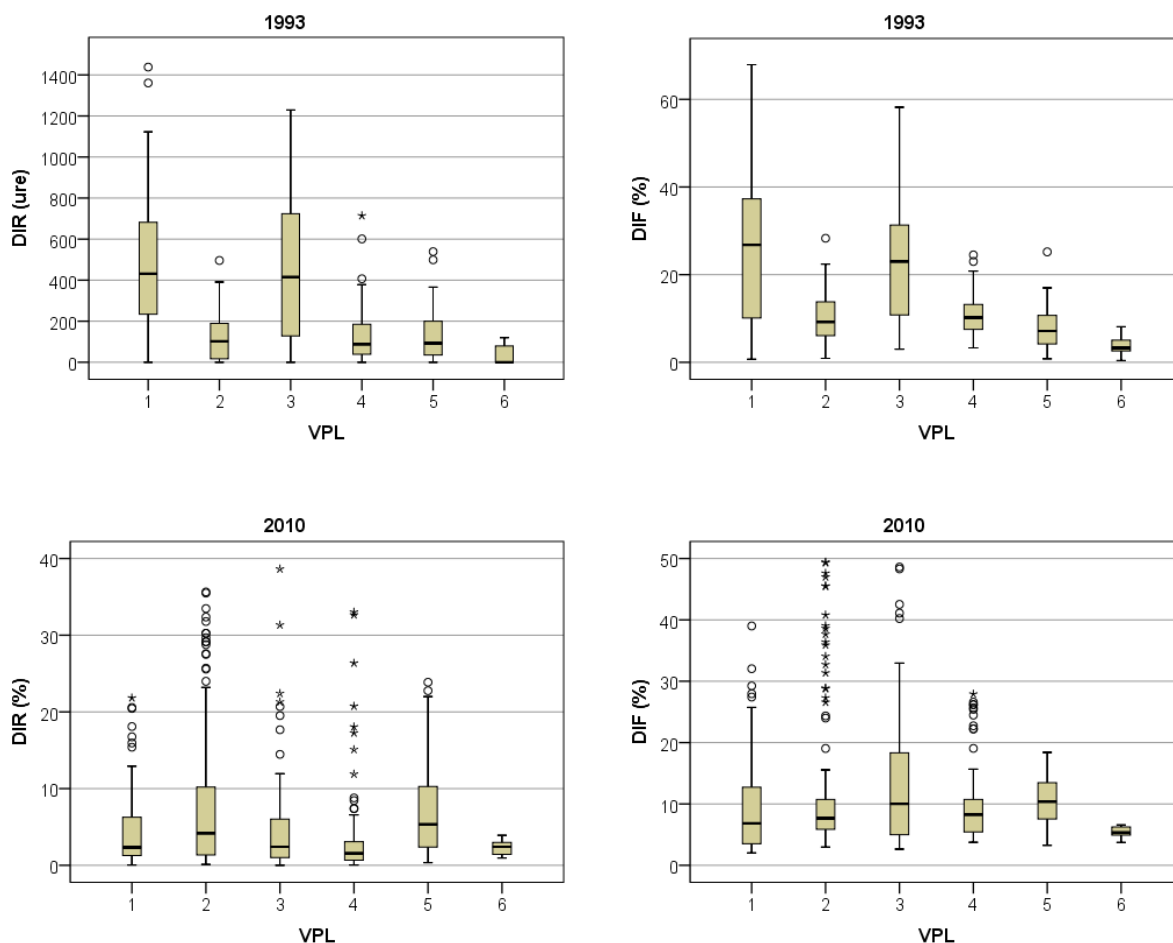
Table 39: Light conditions in 1993 and 2010 on Krašica

Leto	Vrednost	N	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Mediana	Spodnji kvartil	Zgornji kvartil	Min.	Maks.
1993	DIR (ure)	282	256	295	145	44	370	0	1438
	DIF (v %)	282	15,28	13,18	10,85	6,50	19,70	0,40	67,90
2010	DIR (v %)	497	6,06	7,39	3,07	1,32	7,59	0,00	38,63
	DIF (v %)	497	11,13	8,73	8,49	5,63	12,71	2,03	49,42

Ugotovili smo, da so svetlobne razmere zelo odvisne od vrste vrzeli (VPL), kar prikazuje slika 36. Razlike so značilne tako za DIR kot DIF ter obe leti (DIR 1993: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 5, N = 282) = 80,467$; $p = 0,000$; DIF 1993: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 5, N = 282) = 91,705$; $p = 0,000$; DIR 2010: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 5, N = 497) = 57,790$; $p = 0,000$; DIF 2010: Kruskal-Wallisovi testi: $H(d.f. = 5, N = 497) = 31,704$; $p = 0,000$).

Leta 1993 je bilo trajanje direktnega sončnega sevanja najkrajše na ploskvah pod sestojem (aritmetična sredina = 37 ur) in najdaljše v velikih starih vrzelih (aritmetična sredina = 495 ur). S parnimi primerjavami smo ugotovili, da je bilo trajanje direktnega sončnega sevanja (DIR (ure)) leta 1993 v velikih starih in velikih novih vrzelih značilno večje od sevanja v drugih vrstah vrzeli (vse: $p = 0,000$). Razlike med velikimi novimi in velikimi starimi vrzelmi niso bile značilne, prav tako ne razlike med malimi starimi, malimi novimi, vrtačami in sestojem. Od teh je bila najbližje značilnim razlikam tista med vrtačami in sestojem ($p = 0,296$). Podobno je bilo leta 1993 tudi z difuznim sevanjem. Najnižje

povprečne vrednosti so bile zopet pod sestojem (3,6 %) in največje v velikih starih vrzelih (26,1 %). Tudi tu smo s parnimi primerjavami ugotovili značilne razlike med veliki vrzelmi in drugimi vrstami vrzeli in to, da razlike med velikimi starimi in velikimi novimi niso bile značilne. Smo pa ugotovili, da je bilo difuzno sevanje pod sestojem značilno manjše od sevanja v malih starih ($p = 0,014$) in malih novih vrzelih ($p = 0,002$), medtem ko razlike med sestojem in vrtačami niso bile značilne ($p = 0,363$).



Slika 36: Porazdelitev direktnega (DIR) in razpršenega (DIF) sevanja glede na vrsto vrzeli leta 1993 in 2010 na Krašici

Mediane (sredinske črte), srednji kvartilni interval (pravokotniki), vrednosti do 1,5 dolžine kvartilnega intervala (črte z ročaji) in ekstremne vrednosti (krogci – vrednosti med 1,5 in 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala; zvezdice – vrednosti nad 3 dolžinami srednjega kvartilnega intervala).

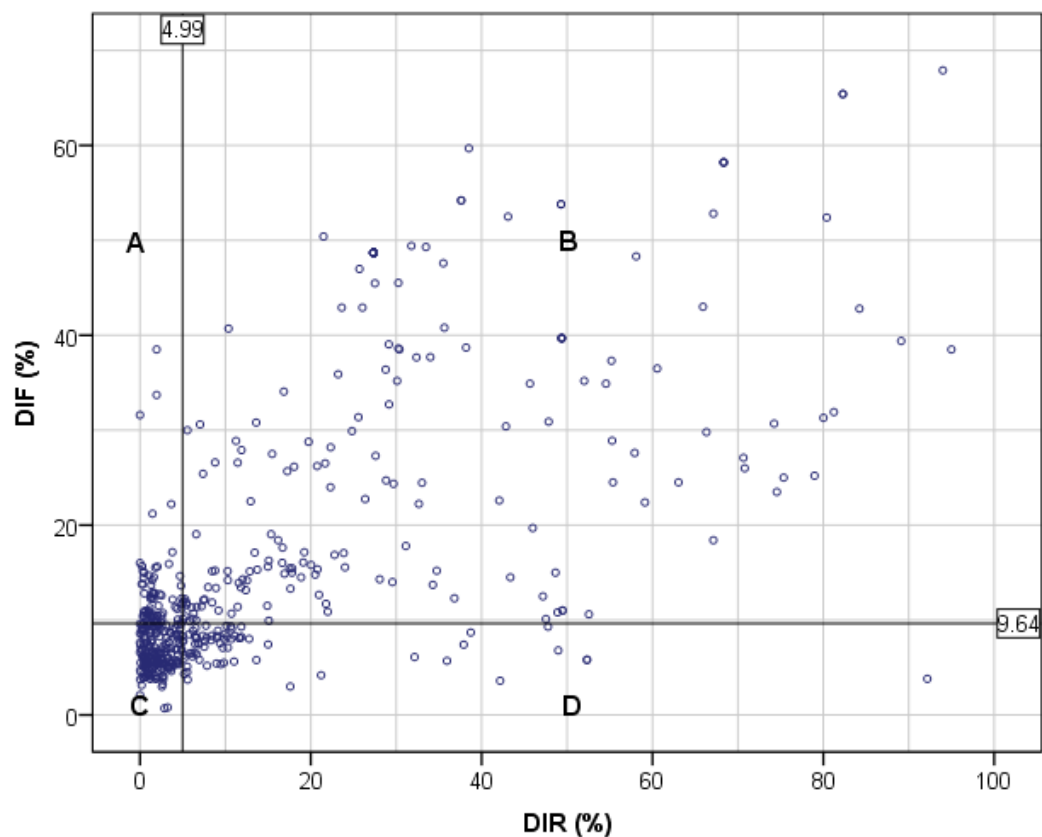
Figure 36: Direct (DIR) and diffuse (DIF) radiation distribution according to the gap type in 1993 and 2010 on Krašica

Median values (central line), interquartile range (box) and extreme values (circles- cases with values between 1.5 and 3 lengths of interquartile range; stars-cases with values above 3 lengths of interquartile range)

Iz slike 36 je razvidno, da so bile leta 2010 razlike v sevanju med posameznimi vrstami vrzeli manjše kot leta 1993. Leta 2010 smo s parnimi primerjavami ugotovili, da je bilo direktno sončno sevanje v vrtačah značilno večje od sevanja v velikih starih ($p = 0,007$), velikih novih ($p = 0,018$) in malih novih vrzelih ($p = 0,000$). Značilna je bila tudi razlika med malimi starimi in malimi novimi vrzelmi ($p = 0,000$). Leta 2010 je bilo difuzno sevanje v sestoji značilno manjše od sevanja v velikih novih ($p = 0,002$), malih starih ($p = 0,010$), malih novih ($p = 0,041$) in v vrtačah ($p = 0,000$). Difuzno sevanje je bilo v vrtačah značilno večje od sevanja v velikih starih ($p = 0,003$) in malih novih vrzelih ($p = 0,045$). Razlike med drugimi vrstami vrzeli niso bile značilne.

Ob primerjavi rezultatov meritev sevanja med letoma 1993 in 2010 lahko ugotovimo, da je do največjih sprememb prišlo v velikih starih vrzelih, kjer se je aritmetična sredina difuznega sevanja z 26,1 % leta 1993 zmanjšala na 10,0 %, oziroma mediana z 26,8 % na 6,8 %. To si razlagamo z metodo merjenja svetlobe in stanjem pomladka leta 2010. Svetlobne razmere smo leta 2010 merili na višini 1,3 m od tal, v velikih vrzelih pa je mladje že marsikje preraslo višino 3 m. Svetlobne razmere, merjene leta 2010 na višini 1,3 m, so torej uporabne za proučevanje vpliva svetlobnih razmer na zeliščno plast, medtem ko za proučevanja vpliva na pomlajevanje niso več ustrezne.

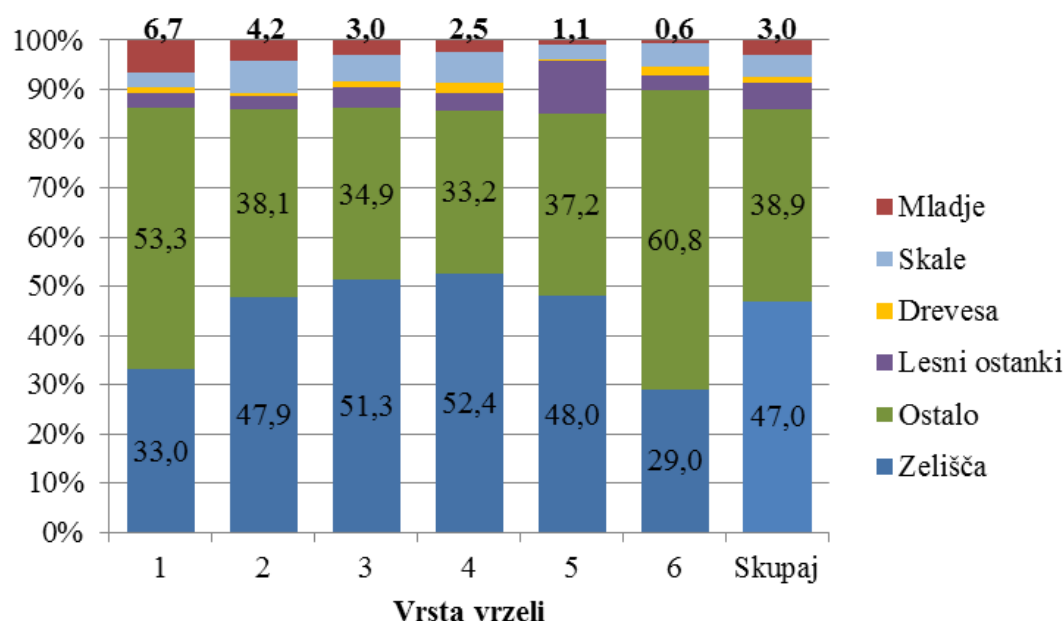
Za vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje smo zato za velike stare in velike nove vrzeli uporabili vrednosti sevanja iz leta 1993. V teh vrzelih je večina ploskev postavljenih leta 2010 na istih mestih, kot so bile leta 1993. Leta 1993 so bile vrednosti DIR izražene v urah. Za oceno DIR v odstotkih smo za leto 2010 iz vrednotili 12 fotografij ploskev iz velikih vrzeli na Krašici tako, da smo zanje dobili podatek za direktno sončno sevanje v urah in odstotkih. Skozi te točke smo potegnili regresijsko premico ($y = 1079,4 x$; $R^2 = 0,9917$) in s tako dobljenim faktorjem preračunali vrednosti DIR za leto 1993 iz ur v odstotke. Za male vrzeli, vrtače in sestoj smo vzeli podatke o sevanju iz meritev leta 2010. Glede na kombinacijo DIR in DIF smo vse ploskve razdelili na štiri kategorije. Za razmejitev smo uporabili mediano, ki je bila pri DIF 9,64 in pri DIR 4,99 (slika 37). Ploskve, ki prejmejo veliko DIF in malo DIR, smo razvrstili v kategorijo A, ploskve z veliko DIR in malo DIF v kategorijo D, ploskve z malo DIR in malo DIF v C in ploskve z veliko DIR in veliko DIF v kategorijo B (Diaci, 2002).



Slika 37: Razdelitev ploskev na kategorije ABCD glede na prejeto DIF in DIR na Krašici

Figure 37: Plot distribution on category ABCD on the basis of the submitted DIF and DIR data on Krašica

6.2.1.2 Sestava površja



Slika 38: Sestava površja po vrsti vrzeli leta 2010 na Krašici

1 – velika stara; 2 – mala stara, 3 – velika nova, 4 – mala nova, 5 – vrtača, 6 – sestoj

Figure 38: Surface composition according to gap types in 2010 on Krašica

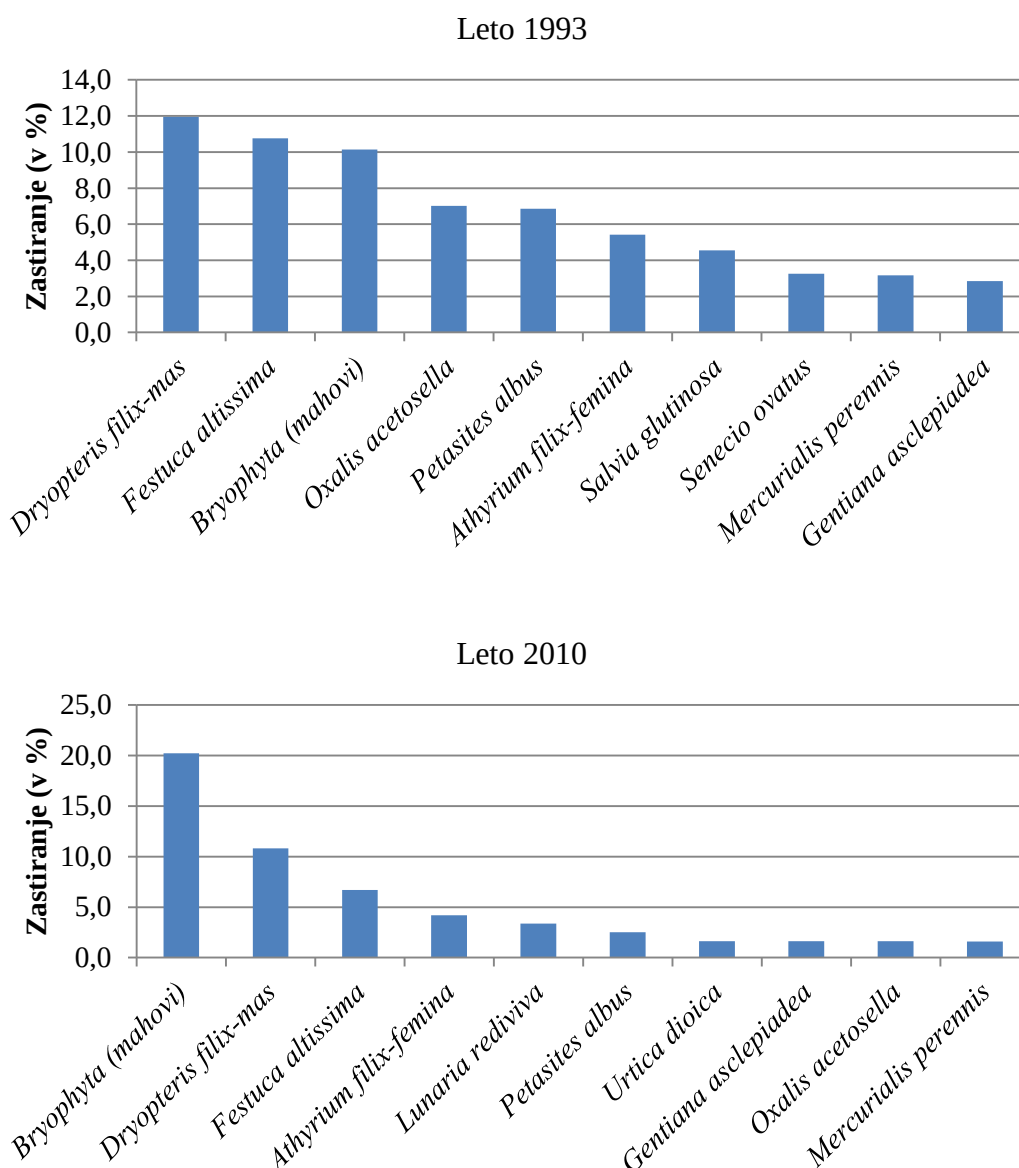
1 – old large gaps; 2 – old small gaps; 3 – new large gaps; 4 – new small gaps; 5 – doline; 6 – closed stand

Skoraj polovico površine na objektih so leta 2010 pokrivala zelišča, z 38,9 % je sledila kategorija drugo, v kateri je zajet predvsem neporaščen prostor (humus, opad) in mah. Veliko je bilo tudi drevesnih ostankov (5,5 %) in skal (4,6 %), medtem ko je mladje v povprečju pokrivalo le 3 % površine. Sestava površja se glede na vrsto vrzeli precej razlikuje. Zelišča so imela največje zastiranje v malih in velikih novih vrzelih in najmanjše v sestoji. Zastiranje humusa, opada in mahov, kategorija drugo, je bila obratno sorazmerna zastiranju zelišč. Največ drevesnih ostankov je bilo v vrtačah (10,7 %), najmanj pa v malih starih vrzelih (2,6 %). Mladje je zastiralo največ površine v velikih starih vrzelih, sledile so male stare. Izredno nizko zastiranje je imelo mladje v vrtačah, le 1,1 %, najmanj mladja je bilo le v sestoji, 0,6 % (slika 38).

6.2.1.3 Zastiranje zelišč in mahov

Pri popisu ploskev na Krašici so leta 1993 našli 106 različnih vrst, od tega 8 drevesnih in 12 grmovnih (Diaci, 1997), leta 2010 pa smo našli 97 vrst, od tega 12 drevesnih, 10 grmovnih vrst, 74 zeliščnih in mahove. V obeh popisih vrste mahu niso ločene, vsi mahovi so šteti kot ena vrsta.

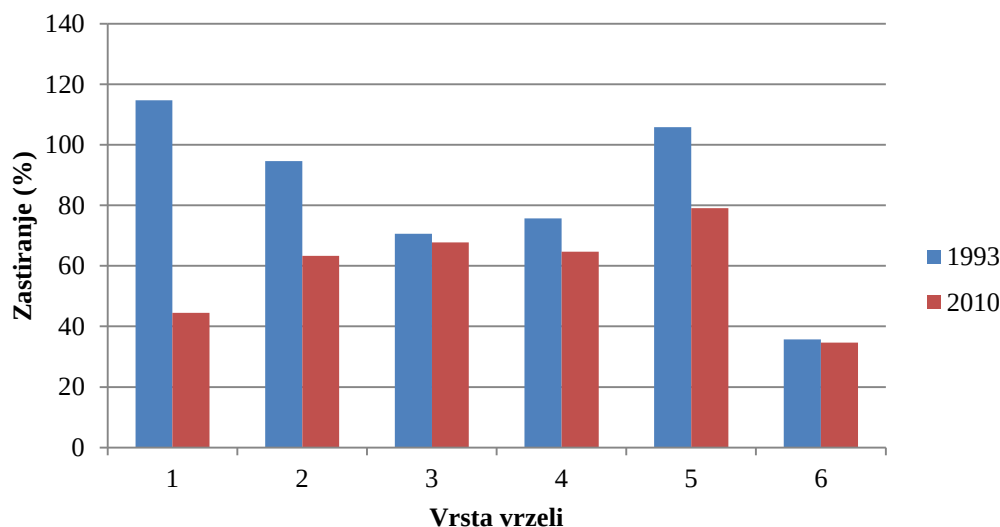
Kumulativno zastiranje zelišč in mahov je bilo leta 1993 89,9 % in leta 2010 65,7 %. Vrstna sestava zelišč se v proučevanem obdobju ni bistveno spremenila, večje spremembe so pri zastiranju posameznih vrst. Letu 1993 je največ površine z 12,0 % zastirala navadna glistovnica (*Dryopteris filix-mas*), sledila je gozdna bilnica z 10,8 % (*Festuca altissima*) in mahovi z 10,1 %. Več kot 5 % površine so zastirale še zajčja deteljica (*Oxalis acetosella*), beli repuh (*Petasites albus*) in navadna podborka (*Athyrium filix-femina*). Leta 2010 so največ površine zastirali mahovi, 20,2 %, kar je še enkrat več kot leta 1993. Sledila je navadna glistovnica, ki je ohranila delež zastiranja iz leta 1993, zastiranje gozdne bilnice se je zmanjšalo na 6,7 %, zajčje deteljice na 1,6 % in belega repuha na 2,5 % (slika 39).



Slika 39: Povprečno zastiranje 10 najpogostejših vrst zelišč in mahu leta 1993 in 2010 na Krašici
Figure 39: Mean cover of 10 most common herb species in 1993 and 2010 on Krašica

Zastiranje zelišč je bilo odvisno tudi od velikosti in starosti vrzeli (VPL). Leta 1993 je bilo največje kumulativno zastiranje zelišč in mahov v velikih starih vrzelih (115 %), sledile so vrtače (106 %) in male stare vrzeli (95 %). Zastiranje v velikih novih (71 %) in malih novih (76 %) je bilo veliko manjše od zastiranja v velikih starih in malih starih, kar kaže na vpliv časa nastanka vrzeli. Najmanjše zastiranje je bilo pod sklenjenim sestojem (36 %). Podobno majhno zastiranje zelišč in mahov je bilo pod sestojem tudi leta 2010 (35 %). V primerjavi z letom 1993 se je močno zmanjšalo zastiranje v velikih starih vrzelih (44 %), kar si razlagamo z vplivom večjega zastiranja mladja. Zastiranje v malih starih, malih novih in velikih novih se je dokaj izenačilo (63 %, 65 % oziroma 68 %), največje pa je bilo zastiranje v vrtačah (79 %) (slika 40).

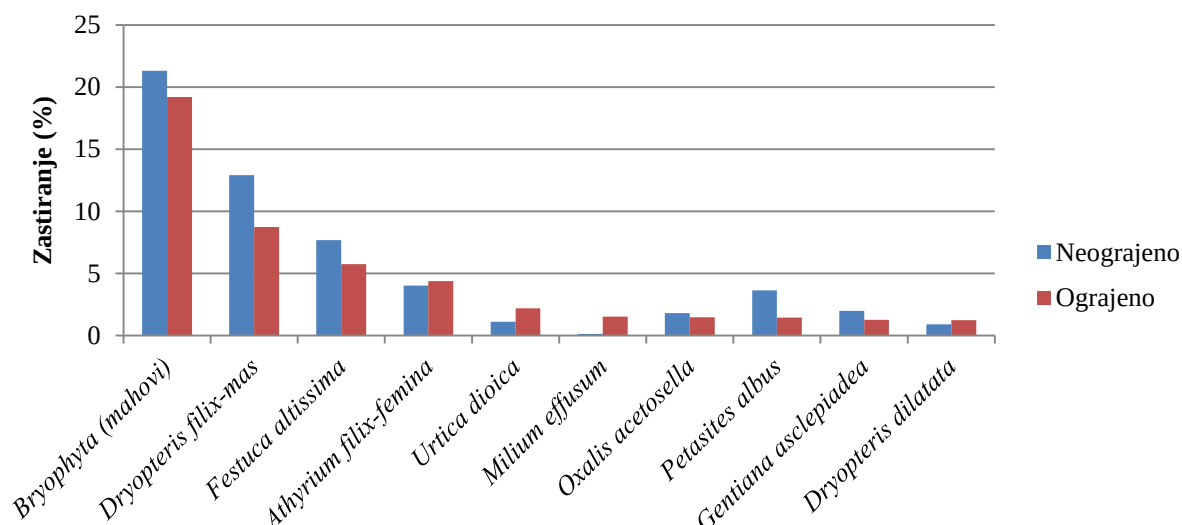
Velikost in starost vrzeli (VPL) vplivata tudi na vrstno sestavo zelišč. Če za primer pogledamo le tri vrste z največjim zastiranjem leta 1993 in 2010, ugotovimo tudi velike razlike v vrstni sestavi med leti. Tako so mahovi, ki so leta 2010 v povprečju zastirali 20,2 % površine, v vrtačah celo 30 % površine in le nekaj manj kot 3 % pod sestojem. Podobno je bilo tudi leta 1993 največje zastiranje mahov v vrtačah in najmanjše pod sklenjenim sestojem. Med letoma 1993 in 2010 je prišlo do velike razlike v zastiranju v velikih novih vrzelih, kjer je bilo mahov leta 1993 5,4 %, leta 2010 pa celo 24,7 %. Podobno lahko opazimo pri gozdni bilnici, ki je leta 1993 v velikih starih vrzelih zastirala 17,8 % površine, leta 2010 pa le 2,7 %. Močno se je zmanjšalo njeno zastiranje tudi v velikih novih vrzelih, medtem ko so pri drugih vrstah vrzeli razlike manjše. V obeh letih je bilo najmanjše zastiranje gozdne bilnice v vrtačah, leta 1993 1,2 % in leta 2010 1,3 %. Razlika v zastiranju mahov in gozdne bilnice med različnimi vrstami vrzeli (VPL) je v obeh letih več kot 10-kratna. Nasprotno smo manjše razlike v zastiranju ugotovili pri navadni glistovnici. Leta 1993 je najmanj površine zastirala pod sestojem, 7,4 %, in največ, 17,5 %, v malih starih vrzelih. Leta 2010 smo najmanjše zastiranje ugotovili v vrtačah, 7,1 %, in največje, 16,7 %, v velikih novih vrzelih. Pri tej vrsti je razmerje med največjim in najmanjšim zastiranjem le 2,4-kratno (priloga H).



Slika 40: Kumulativno zastiranje zelišč in mahov po vrsti vrzeli leta 1993 in 2010 na Krašici

Figure 40: Cumulative cover of the herbs and mosses according to gap types in 1993 and 2010 in Krašica

Razlike v vrstni sestavi med ograjenimi in neograjnimi ploskvami so bile že leta 1993. Ker so bile ograje postavljene leta 1993, teh razlik ne moremo pripisati vplivu divjadi, ampak vplivu drugih rastiščnih dejavnikov. Če pogledamo 10 vrst z največjim zastiranjem na ograjenih ploskvah leta 1993, je bila razlika v zastiranju med ograjenimi in neograjnimi največja pri gozdni bilnici, ki je na ograjenih zastirala 14,4 % površine, na neograjnih pa skoraj še enkrat manj, 7,5 %, medtem ko so razlike med drugimi vrstami majhne (priloga I). Če tudi za leto 2010 pogledamo 10 vrst z največjim zastiranjem, je bila največja razlika pri zastiranju razprostrte prosulje (*Milium effusum*), ki na ograjenih objektih zastira 13-krat več površine kot na neograjnih, sicer pa razlike v vrstni sestavi niso velike, kar je razvidno tudi iz slike 41.



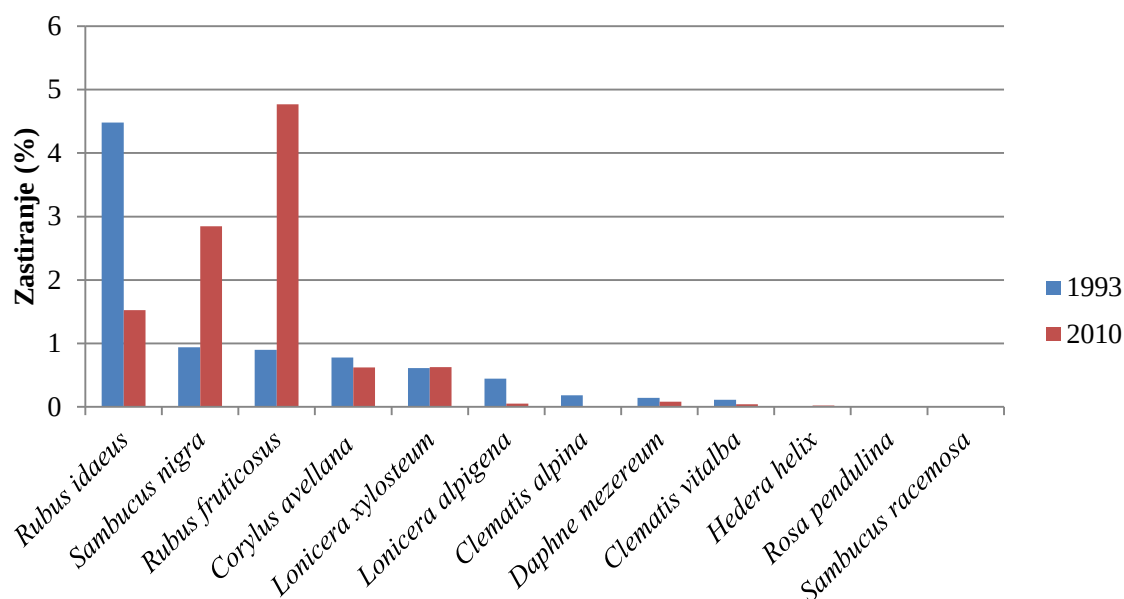
Slika 41: Vpliv divjadi na vrstno sestavo zeliščne plasti leta 2010 na Krašici

Figure 41: The impact of ungulate on the species composition of the herb layer in 2010 on Krašica

6.2.1.4 Zastiranje grmovnic

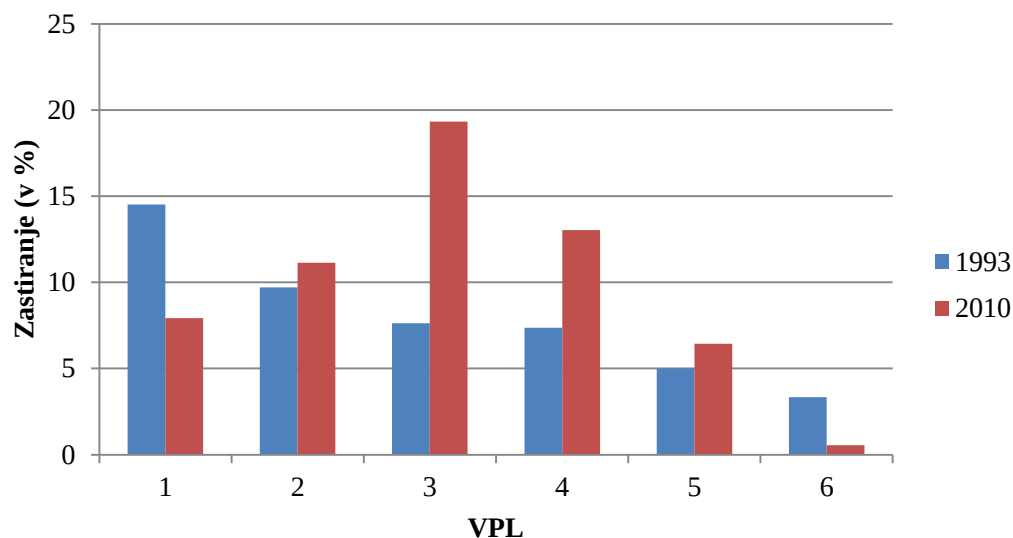
Grmovnice so leta 1993 zastirale 8,6 % površine in 2010 10,6 % površine. Čeprav se je med letoma 1993 in 2010 skupno zastiranje le malo spremenilo, smo ugotovili velike razlike v zastiranju posameznih grmovnih vrst. Leta 1993 je daleč največji delež površine zastiral malinjak (4,5 %), sledil mu je črni bezeg (0,94 %). Robida, ki je bila leta 1993 z zastiranjem 0,9 % površine na tretjem mestu, je leta 2010 z 4,8 % po zastiranju prišla na prvo mesto med grmovnicami, sledil je črni bezeg (2,8 %) in malinjak (1,5 %) (slika 42).

Na zastiranje in vrstno sestavo grmovnic sta imela velik vpliv vrsta vrzeli in objedanje po divjadi. Leta 1993 so grmovnice največji delež površine zastirale v velikih starih vrzeli, sledile so male stare vrzeli. Zastiranje med velikimi novimi in velikimi starimi je bilo zelo izenačeno (7,6 % oziroma 7,4 %). Leta 2010 so grmovnice največ zastirale v velikih novih vrzeli, kjer so dosegle celo 19,3 %, sledile so male nove in male stare. Pod sestojem leta 2010 skoraj ni bilo grmovnic (0,5 %) (slika 43).



Slika 42: Povprečno zastiranje grmovnic leta 1993 in 2010 na Krašici

Figure 42: Mean cover of shrubs in 1993 and 2010 on Krašica

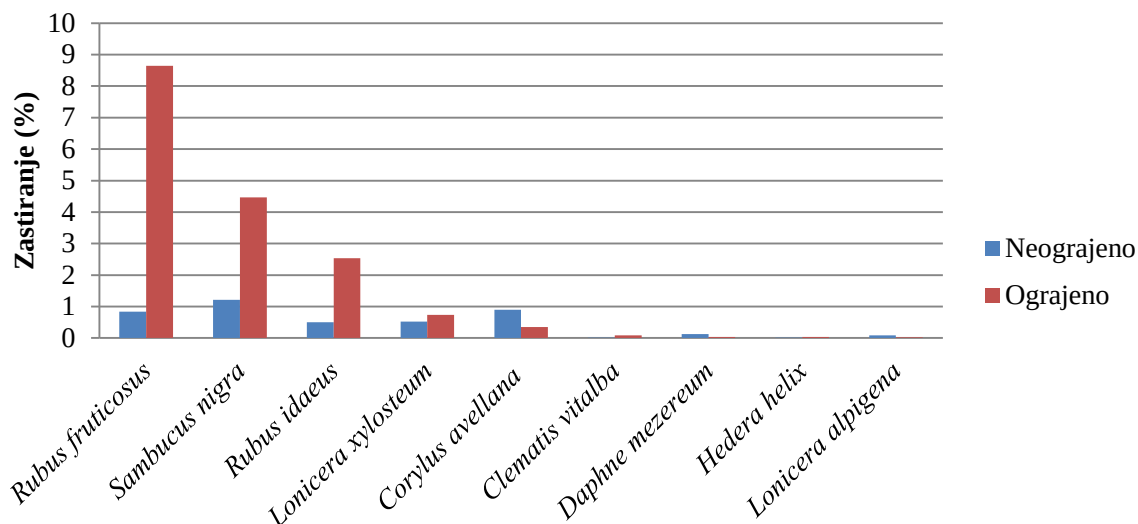


Slika 43: Povprečno zastiranje grmovnic po vrsti vrzeli leta 1993 in 2010 na Krašici

Figure 43 Mean cover of shrubs according to gap types in 1993 and 2010 on Krašica

Vpliv divjadi na zastiranje in vrstno sestavo grmovnic je lepo razviden iz razlike v zastiranju na ograjenih in neograjelih objektih leta 2010. Medtem ko leta 1993 med neograjnimi in ograjenimi objekti skoraj ni razlik (zastiranje 8,7 % oziroma 8,5 %), so leta 2010 grmovnice na neograjnih objektih zastirale 4, 2 % površine, na ograjenih pa 16,9 % ali štirikrat več kot na neograjnih. Vpliv divjadi je nazorno prikazan na sliki 44.

Na ograjenih površinah je zastiranje robide 10,3-krat večje kot na neograjenih, zastiranje črnega bezga je 3,7-krat večje in malinjaka 5,1-krat večje.



Slika 44: Vpliv divjadi na zastiranje in vrstno sestavo grmovnic leta 2010 na Krašici

Figure 44: The impact of ungulate on the cover and species composition of shrubs in 2010 on Krašica

6.2.2 Predstavitev pomlajevanja

6.2.2.1 Gostota in vrstna sestava mladja

Na proučevanih objektih na Krašici so jeseni leta 1993 našli več kot milijon klic/ha, kar kaže na velik pomladitveni potencial proučevanih gozdov. Med klicami je s 97 % prevladovala smreka, zadosti je bilo tudi gorskega javorja. Precej je bilo tudi klic jelke in drugih listavcev, medtem ko je bilo klic in tudi mladice bukve izredno malo.

Kot je razvidno iz preglednice 40, je gostota klic in nižjega mladja močno odvisna tudi od semenskih let. Medtem ko so leta 1992 na Krašici močno semenile vse drevesne vrste, kar se je odrazilo v izredno veliki gostoti klic, je bil obrod leta 1998 zelo slab in posledično nizke gostote klic. Tako je bilo leta 1998 skoraj 1.000-krat manj smrekovih klic kot leta 1993, kar kaže na velik pomen upoštevanja semenskih let pri naravni obnovi sestojev.

Leta 1998 se je v primerjavi z letom 1993 močno povečala gostota mladja v višinskem razredu do 20 cm, za 232 %, in v razredu od 20 do 130 cm za 181 % oziroma v obeh razredih skupaj v povprečju za 225 %. Najobčutneje se je povečala gostota smreke, v razredih nad 20 cm za 7-krat. Leta 2010 smo ugotovili, da je mladje začelo preraščati v višinski razred od 130 do 300 cm in v razred nad 300 cm, a so bile povprečne gostote mladja v teh dveh razredih nizke. Leta 2010 smo ugotovili tudi močno zmanjšanje gostote mladja v višinskih razredih do 20 cm in od 20 do 130 cm. Objekti na Krašici kot celota so leta 2010 kazali veliko slabšo sliko, kot bi glede na bogato zasnovo mladja leta 1998 pričakovali.

Preglednica 40: Gostota mladja po letih, višinskih razredih in drevesni vrsti na Krašici

Table 40: Mean regeneration density according to years, height classes and tree species on Krašica

Leto	Drevesna vrsta	Višinski razred					Skupaj brez klic
		Klice	< 20 cm	20–129 cm	130-299 cm	300+ cm	
1993	smreka	989.574	7.730	355	0	0	8.085
	jelka	4.823	6.028	0	0	0	6.028
	bukev	284	284	71	0	0	355
	g. javor	16.879	25.035	6.879	0	0	31.915
	dr. listavci	2.908	2.766	284	0	0	3.050
	skupaj	1.014.468	41.844	7.589	0	0	49.433
1998	smreka	1.064	55.390	993	0	0	56.383
	jelka	1.844	9.362	213	0	0	9.574
	bukev	0	142	142	0	0	284
	g. javor	71	29.433	11.418	0	0	40.851
	dr. listavci	0	2.979	993	0	0	3.972
	skupaj	2.979	97.305	13.759	0	0	111.064
2010	smreka	n. p.	9.497	2.171	169	78	11.915
	jelka	n. p.	6.197	920	2	0	7.119
	bukev	n. p.	221	716	46	10	993
	g. javor	n. p.	12.515	1.297	144	120	14.076
	dr. listavci	n. p.	2.374	973	73	31	3.451
	skupaj	n. p.	30.805	6.077	434	238	37.554

n. p. – ni podatka

Iz preglednice 40 je razvidna tudi drevesna sestava mladja. Če v vsakem letu pogledamo le mladje v najvišjem višinskem razredu, za katerega predpostavljamo, da je dominantno mladje in s tem potencialni nosilec bodočega sestoja, ugotovimo zanimiv razvoj. Leta 1993 je v najvišjem razredu, v višini od 20 do 129 cm, z 90,6 % prevladoval gorski javor, smreke je bilo le 4,7 %. V naslednjih petih letih se je delež gorskega javorja zmanjšal na 83,0 %, delež smreke pa se je skoraj podvojil in je znašal 7,2 %. Ali če navedemo gostoto mladja: leta 1998 smo na Krašici v povprečju našli 11.418 mladice gorskega javorja višine od 20 do 129 cm na ha in 993 smrekovih mladice na ha. Leta 2010 je mladje ponekod že preraslo 3 m višine, med drevesnimi vrstami je še vedno prevladoval gorski javor, a je bil njegov delež le še 50,4 %, z 32,8 % je sledila smreka.

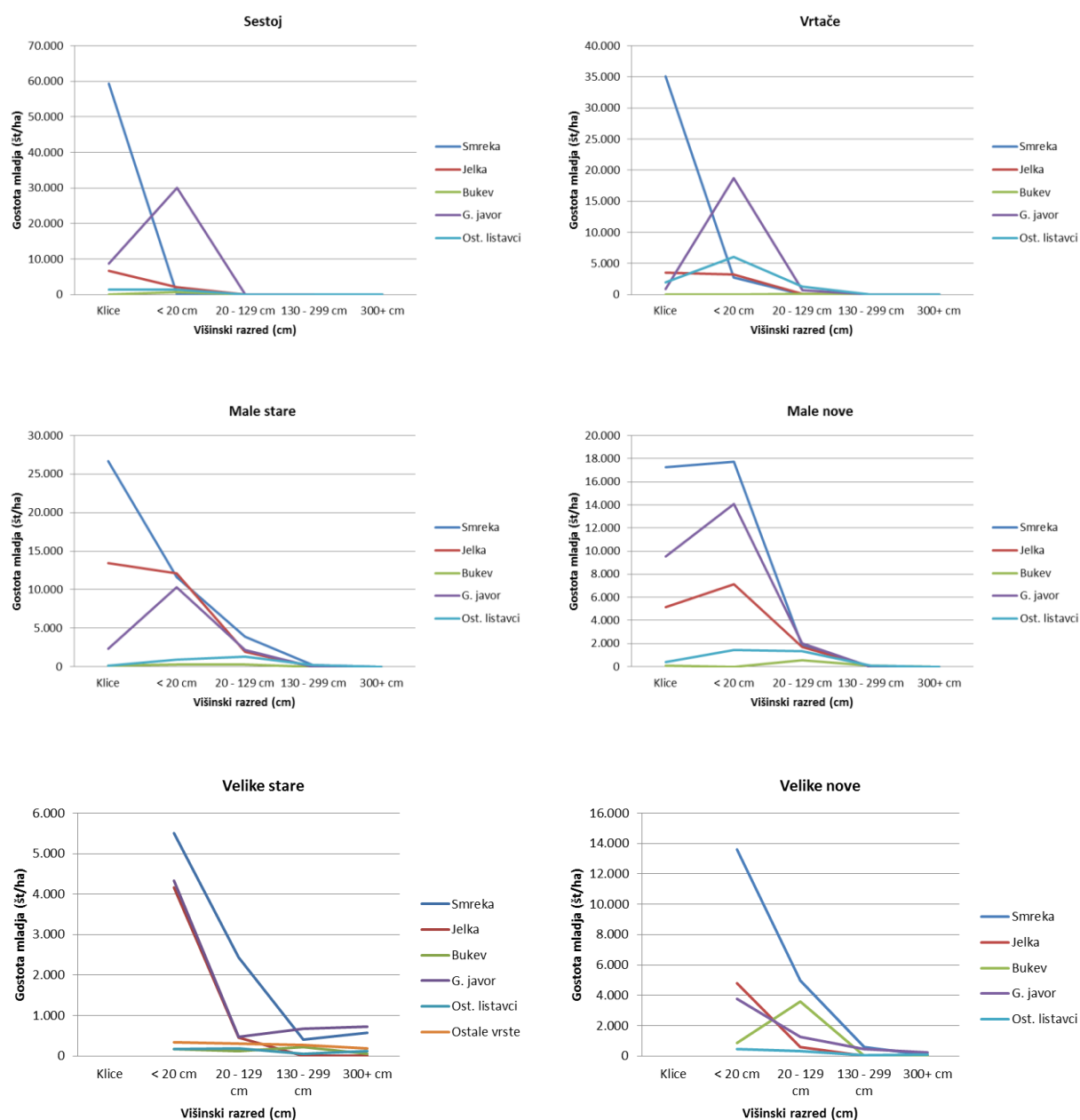
6.2.2.2 Vpliv velikosti in starosti vrzeli na gostoto mladja

Vpliv vrste vrzeli na gostoto klic je najočitnejši leta 1993, leta po močnem obrodu smreke. Klice se v zadostnem številu pojavljale tako pod sestojem kot v vrtačah, v malih in srednjih vrzelih. Največ klic smo leta 1993 našli v malih novih vrzelih, v povprečju 1.291.852 osebkov/ha, le nekoliko manjša je bila gostota v velikih novih, v vrtačah in pod sklenjenim sestojem. Občutno manj klic smo našli v malih starih vrzelih in najmanj v velikih starih vrzelih, v povprečju le 402.593 klic/ha (priloga J).

Še močnejši vpliv kot na gostoto klic ima velikost vrzeli na gostoto višjega mladja. Leta 1993 je bila najnižja gostota mladice pod sklenjenim sestojem, kjer so našli 18.333 mladice, visokih do 20 cm, in 1.667 mladice/ha, visokih med 20 in 129 cm. Leta 1998 je bila gostota v obeh višinskih razredih precej večja, a se je leta 2010 zopet znižala. Leta 2010 smo pod sestojem našli le mladice, visoke do 20 cm. Pod sestojem tako lahko pričakujemo le klice in mlajše mladje, visoko do 20 cm, za nadaljno rast pa mladje pod sestojem nima dovolj svetlobe in prej ali slej propade. Podobno situacijo smo zasledili v vrtačah. V malih vrzelih je bila gostota mladja v vseh letih in v vseh višinskih razredih precej večja od gostot pod sestojem. V malih starih vrzelih so leta 1993 našli 40.741 mladice/ha, visokih do 20 cm, in 8.148 mladice/ha višine 20 do 129 cm. Gostota v malih novih je bila za spoznanje večja, in sicer so našli 54.444 mladice višine do 20 cm in 7.037 mladice/ha višine 20 do 129 cm. Leta 1998 je bila razlika med malimi starimi in malimi novimi vrzelmi najbolj izrazita, v starih je bilo mladja do 20 cm višine 74.815, v novih pa celo 170.000 osebkov/ha, medtem ko smo leta 2010 v obeh vrstah vrzeli zopet ugotovili zelo podobne gostote. V nasprotju z objekti pod sestojem in v vrtačah je leta 2010 nekaj mladja preraslo tudi v višinski razred od 130 do 299 cm. V velikih starih vrzelih so leta 1993 ugotovili najnižjo gostoto klic, medtem ko je bila gostota starejšega mladja največja. Mladice, visokih do 20 cm, je bilo 62.963 osebkov/ha in 16.296 osebkov/ha višine 20 do 129 cm. Gostota mladja v velikih novih je bila veliko nižja, najbolj podobna vrtačam. Razvojna prednost mladja v velikih starih vrzelih je bila izrazita tudi leta 1998 in se je ohranila vse do leta 2010, ko je nekaj mladja že preraslo višino 1,3 metra. Leta 2010 je bilo v velikih starih 1.340 osebkov višine 1,3 do 3 m in že 1.473 višine nad 3 m in v velikih novih 1.090 višine 1,3 do 3 m in 435 osebkov/ha višine nad 3 m (priloge J, K in L).

Glede na vrsto vrzeli in višinski razred se razlikuje tudi vrstna sestava mladja. Kot je razvidno iz slike 45, ki prikazuje gostoto mladja po višinskih razredih in drevesnih vrstah leta 2010, so si grafikoni za določene vrste vrzeli bolj podobni. Takšni pari so sestoj in vrtače, male stare in male nove ter velike stare in velike nove vrzeli. Pod sestojem in v vrtačah je bilo med klicami največ smreke, medtem ko je v razredu do 20 cm višine močno prevladoval gorski javor. V malih vrzelih je velik delež zavzemala jelka, kar je še posebno izrazito pri malih starih vrzelih, kjer je jelka v razredu do 20 cm zavzemala največji delež. V velikih novih se vidi prevladujoč delež smreke. V teh vrzelih je tudi velik delež buke,

vendar bukev ni enakomerno porazdeljena po ploskvah, ampak je to rezultat velike koncentracije mladice na ploskvi 17 v veliki novi vrzeli 4, ki se nahaja v neposredni bližini semenskega drevesa. V velikih starih vrzelih je v nasprotju z vsemi drugimi grafikoni očitna prisotnost mladja v višinskem razredu nad 3 m. Čeprav je bila v teh vrzelih sajena smreka, v višinskem razredu od 1,3 do 3 m in nad 3 m prevladuje gorski javor.



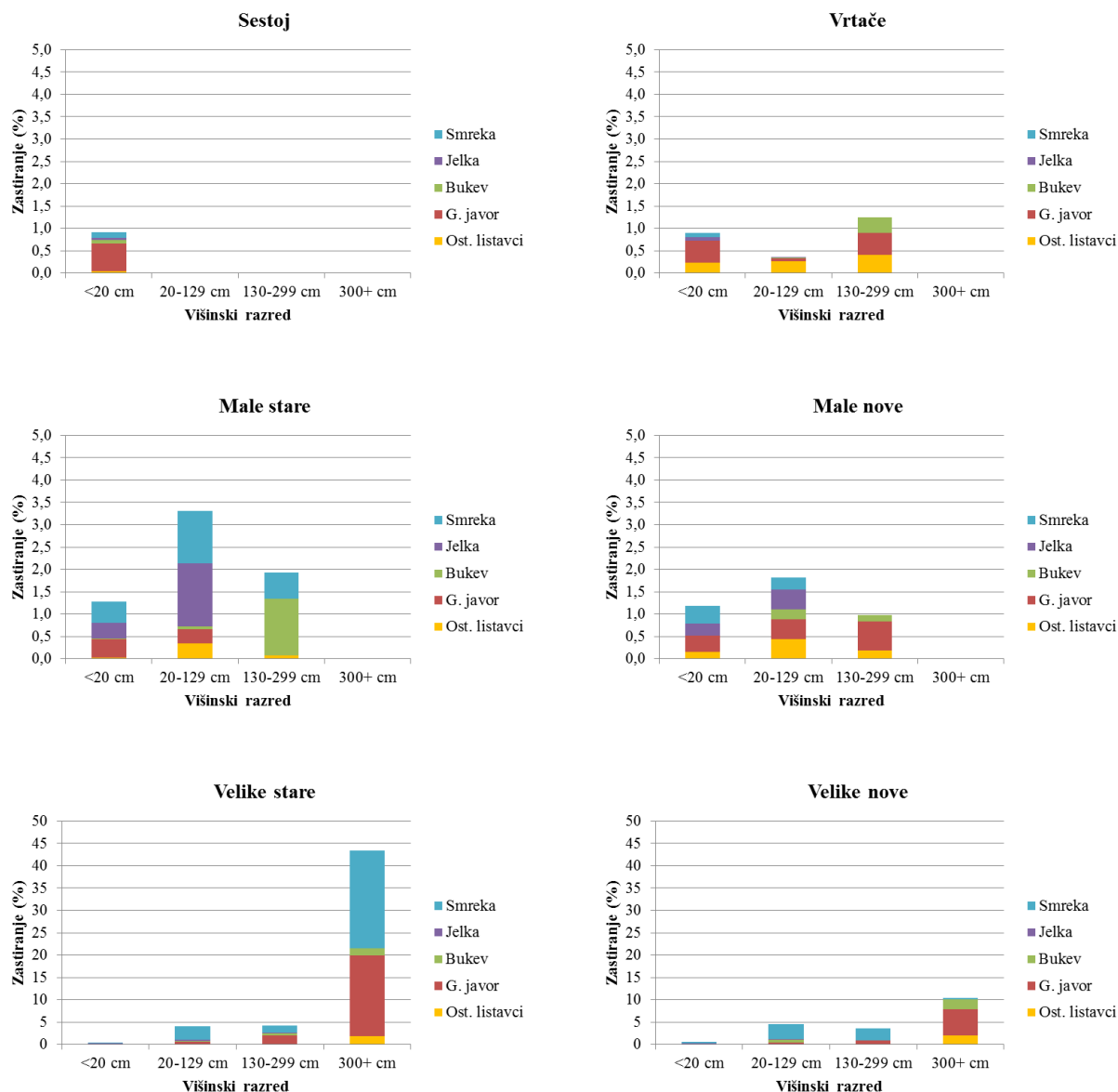
Slika 45: Gostota mladja po višinskih razredih in drevesnih vrstah gleda ne vrsto vrzeli leta 2010 na Krašici
Figure 45: Mean regeneration density by height classes and tree species according to gap types in 2010 on Krašica

6.2.2.3 Zastiranje mladja

Na objektih na Krašici je mladje leta 2010 glede na vrsto vrzeli doseglo zelo različno višino. Medtem ko smo v malih vrzelih našli večinoma mladje višine do 130 cm, je mladje v velikih marsikje preraslo višino treh metrov. Z večjo višino posamezen osebek zavzema vedno večji rastni prostor, gostota mladja, ki je potrebna, da je površina dobro pomlajena, se zmanjšuje. Poleg števila oziroma gostote mladja so zato pomembni tudi podatki o zastiranju mladja.

Drevesne vrste so na objektih na Krašici leta 1993 v povprečju zastirale 1,44 % površine in leta 2010 11,89 % površine. Leta 2010 je največ površine zastirala smreka, 4,80 %, sledil je gorski javor z 4,26 %, bukev 1,14 % in jelka 0,63 %. Vse druge vrste skupaj so zastirale le 1,06 % površine, od tega veliki jesen 0,53 %, jerebika 0,21 %, ostrolistni javor 0,10 %, črni gaber 0,07 %, iva 0,06 %, lipa 0,05 %, gorski brest 0,03 % in mokovec 0,01 % površine.

Skupno zastiranje je bilo zelo različno glede na vrsto vrzeli (VPL). Največje skupno zastiranje mladja je bilo v velikih starih vrzelih, 52,0 %, sledile so velike nove, kjer je bilo mladja 19,23 % kar je 2,7-krat manj kot v velikih starih. Še manjše zastiranje mladja je bilo v malih starih (6,51 %), v malih novih (3,97 %) in vrtačah (2,49 %) ter najmanjše pod sestojem, 0,91 % (priloga M).



Slika 46: Zastiranje mladja po višinskih razredih in drevesnih vrstah gleda ne vrsto vrzeli leta 2010 na Krašici

Figure 46: Mean regeneration cover by height classes and tree species according to gap types in 2010 on Krašica

Po vrstah vrzeli so bile velike razlike tudi v zastiranju po posameznih višinskih razredih in drevesnih vrstah, kar je nazorno prikazano na sliki 46. Pod sklenjenim sestojem je bilo le mladje do 20 cm višine, največ je bilo gorskega javorja. V primerjavi s sestojem je zastiranje v malih novih vrzelih in vrtačah nekoliko večje, mladje je bilo tudi v višinskih razredih do 3 m, a je zastiranje v višinskem razredu 130 cm do 3 m le okrog 1-odstotno. V malih starih in malih novih vrzelih je bilo podobno zastiranje v višinskem razredu do 20

cm, v razredu 20–129 cm in 130–300 cm pa je bilo zastiranje mladja v malih starih skoraj še enkrat večje. V malih vrzelih smo našli tudi večje zastiranje jelke. Največ jelke je bilo v malih starih vrzelih, kjer je zastirala 1,76 % površine, kar pomeni 27 % vseh drevesnih vrst. V velikih starih vrzelih je bilo zastiranje mladja največje, 83 % celotnega zastiranja pa zavzema mladje, višje od 3 m. V tem višinskem razredu je delež zastiranja smreke 50 %, gorskega javorja 42 %, bukve 4 % in drugih listavcev 4 %. V primerjavi z velikimi starimi so bile velike nove vrzeli bistveno slabše pomlajene. Zastiranje mladja v višinskih razredih do 3 m višine je bilo v obeh vrstah vrzeli podobno, bistvena pa je bila razlika v zastiranju mladja nad 3 m višine, ki ga je bilo v velikih novih skoraj štirikrat manj kot v velikih starih. Največja razlika je bila pri smreki, ki je v višinskem razredu nad 3 m v velikih starih zastirala 21,85 % površine, v velikih novih pa le 0,43 %. Tolikšno zastiranje smreke v velikih starih je verjetno posledica sadnje smreke. Leta 1993 je bilo mladje še tako majhno, da ni imelo vpliva na takratne zeliščne ploskve, prav tako so bile majhne vzorčne ploskve postavljene tako, da sajena smreka ni bila zajeta v vzorce. Poleg smreke je v velikih starih vrzelih tudi trikrat večje zastiranje gorskega javorja kot v velikih novih. Sadnja smreke, predvsem pa poznejše obžetve in nega, so očitno imele pozitiven vpliv tudi na pomlajevanje gorskega javorja.

6.2.2.4 Model za pomlajevanje smreke (LMM)

Model za zastiranje smreke za vse objekte na Krašici napoveduje največje zastiranje smreke v velikih starih vrzelih. Glede na položaj v vrzeli sta značilno ugodnejši lokaciji 4 in 6, torej na vzhodnem in južnem (zgornjem) delu vrzeli (preglednici 41 in 42).

Preglednica 41: Osnovne informacije o LMM za pomlajevanje smreke na Krašici

Table 41: Basic information about LMM for spruce regeneration on Krašica

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	5,334	13	483	0,000
VPL	10,587	4	483	0,000
SPL	3,101	8	483	0,002

Preglednica 42: Rezultati LMM za pomlajevanje smreke na Krašici

Table 42: Results of LMM for spruce regeneration on Krašica

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	0,102	0,486	0,209	0,834	-0,852	1,056
VPL=1	2,019	0,565	3,571	0,000	0,908	3,130
VPL=2	0,076	0,562	0,136	0,892	-1,028	1,181
VPL=3	0,670	0,565	1,185	0,237	-0,441	1,780
VPL=4	0,077	0,561	0,137	0,891	-1,026	1,180
VPL=5	-0,144	0,560	-0,258	0,797	-1,245	0,956
VPL=6	0,000 ^a					
SPL=1	0,228	0,120	1,892	0,059	-0,009	0,464
SPL=2	0,017	0,174	0,097	0,922	-0,324	0,358
SPL=3	0,008	0,144	0,052	0,958	-0,275	0,290
SPL=4	0,557	0,174	3,208	0,001	0,216	0,898
SPL=5	0,030	0,147	0,207	0,836	-0,258	0,319
SPL=6	0,409	0,172	2,383	0,018	0,072	0,747
SPL=7	0,057	0,150	0,379	0,705	-0,238	0,352
SPL=8	-0,140	0,172	-0,817	0,415	-0,478	0,197
SPL=9	0,000 ^a					
SPL=14	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

V modelu za zastiranje smreke v vseh objektih razen v velikih starih vrzelih je od proučevanih faktorjev v končnem modelu ostal le faktor vrsta vrzeli. Model napoveduje, da je v primerjavi s sestojem večje zastiranje smrekovega mladja v velikih novih vrzelih. Po tem modelu zastiranje smreke, torej uspešnost pomlajevanja v malih vrzelih in v vrtačah, ni značilno boljše od pomlajevanja v sestoju (preglednici 43 in 44).

Preglednica 43: Osnovne informacije o LMM za pomlajevanje smreke brez velikih starih vrzeli na Krašici
Table 43: Basic information about LMM for spruce regeneration without large old gaps on Krašica

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	2,796	4	432	0,026
VPL	2,796	4	432	0,026

Preglednica 44: Rezultati LMM za pomlajevanje smreke brez velikih starih vrzeli na Krašici
Table 44: Results of LMM for spruce regeneration without large old gaps on Krašica

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	0,102	0,342	0,297	0,766	-0,571	0,774
VPL=2	0,212	0,389	0,547	0,585	-0,551	0,976
VPL=3	0,802	0,391	2,050	0,041	0,033	1,571
VPL=4	0,207	0,388	0,534	0,593	-0,556	0,971
VPL=5	-0,016	0,387	-0,040	0,968	-0,776	0,745
VPL=6	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

6.2.2.5 Model za pomlajevanje jelke (GLMM)

Noben model, kjer smo kot odvisno spremenljivko uporabili logaritemsko transformirane vrednosti zastiranja jelke, ni konvergiral, zato smo poskusili narediti model z binomsko porazdelitvijo glede na to, ali je mladije jelke prisotno ali ne. Model, v katerem je kot faktor kategorija svetlobe (ABCD), je visoko značilen, uspešna je tudi klasifikacija na nepomlajene (0) in pomlajene (1) ploskve (preglednica 45).

Preglednica 45: Osnovne informacije o GLMM za pomlajevanje jelke na Krašici

Table 45: Basic information about GLMM for fir regeneration on Krašica

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	3,059	3	493	0,028
ABCD	3,059	3	493	0,028

Klasifikacija

Skupaj pravilno 74,8 %

Opazovano	Napovedano	
	0	1
0	81,4 %	18,6 %
1	34,0 %	66,0 %

Model napoveduje, da so ploskve v kategoriji C značilno slabše pomlajene z jelko kot ploskve v kategoriji D. Razlike med kategorijami A, B in D niso značilne (preglednica 46).

Preglednica 46: Rezultati GLMM za pomlajevanje jelke na Krašici

Table 46: Results of GLMM for fir regeneration on Krašica

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	0,681	0,364	1,871	0,062	-0,034	1,396
ABCD=A	-0,272	0,444	-0,613	0,540	-1,143	0,600
ABCD=B	-0,025	0,369	-0,067	0,946	-0,750	0,700
ABCD=C	-0,897	0,364	-2,462	0,014	-1,612	-0,181
ABCD=D	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

6.2.2.6 Model za pomlajevanje bukve (LMM)

V modelu za zastiranje bukve sta od proučevanih faktorjev v končnem modelu ostala DIF in DIR. Model napoveduje, da je pomlajevanje bukve v negativni odvisnosti od DIF in v blagi pozitivni od DIR (preglednici 47 in 48). Model s kategorijo svetlobe ni značilen, nakazuje pa, da je položaj D ugodnejši od položaja A ($p = 0,053$).

Preglednica 47: Osnovne informacije o LMM za pomlajevanje bukve na Krašici

Table 47: Basic information about LMM for beech regeneration on Krašica

Vir	F	df1	df2	Sig
Popravljen model	6,852	2	494	0,001
Ln_DIF	9,865	1	494	0,002
Ln_DIR	9,914	1	494	0,002

Preglednica 48: Rezultati LMM za pomlajevanje bukve na Krašici

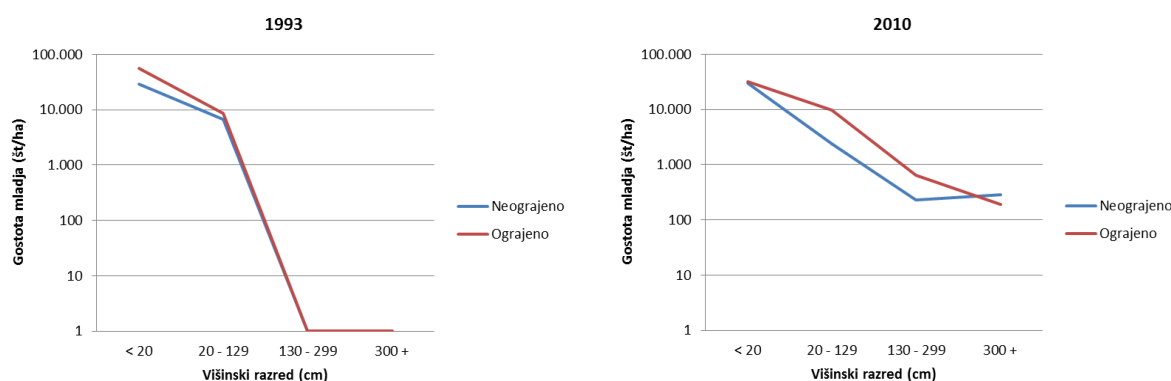
Table 48: Results of LMM for beech regeneration on Krašica

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	0,437	0,121	3,625	0,000	0,200	0,674
Ln_DIF	-0,155	0,049	-3,141	0,002	-0,252	-0,058
Ln_DIR	0,068	0,022	3,149	0,002	0,026	0,111

6.2.2.7 Vpliv divjadi na pomlajevanje

6.2.2.7.1 Vpliv divjadi na gostoto mladja

Ugotovili smo močne razlike v gostoti, vrstni sestavi in višini mladja v ograjenih in neograjениh objektih. Leta 1993 je bilo na neograjениh ploskvah v povprečju 35.511 mladice/ha in na ograjenih 64.593 osebkov/ha ter leta 1998 na neograjениh 78.503 in na ograjenih 146.519 osebkov/ha (priloga N). Gostota mladja (brez klic) je bila tako v letih 1993 in 1998 v ograjenih objektih za več kot 80 % večja kot v neograjениh. Leta 2010 se je ta razlika zaradi predhodne odstranitve nekaterih ograj zmanjšala, kar je bilo najbolj izrazito v višinskem razredu mladja do 20 cm, medtem ko se je razlika v gostoti višjega mladja še povečala (slika 47). Leta 2010 je bila največja razlika v gostoti mladja med ograjenimi in neograjenimi ploskvami v višinskem razredu od 20 do 130 cm, kjer smo na neograjениh ploskvah našli 2.413 osebkov/ha, v ograjenih pa 9.698 ali več kot štirikrat več kot na neograjениh.

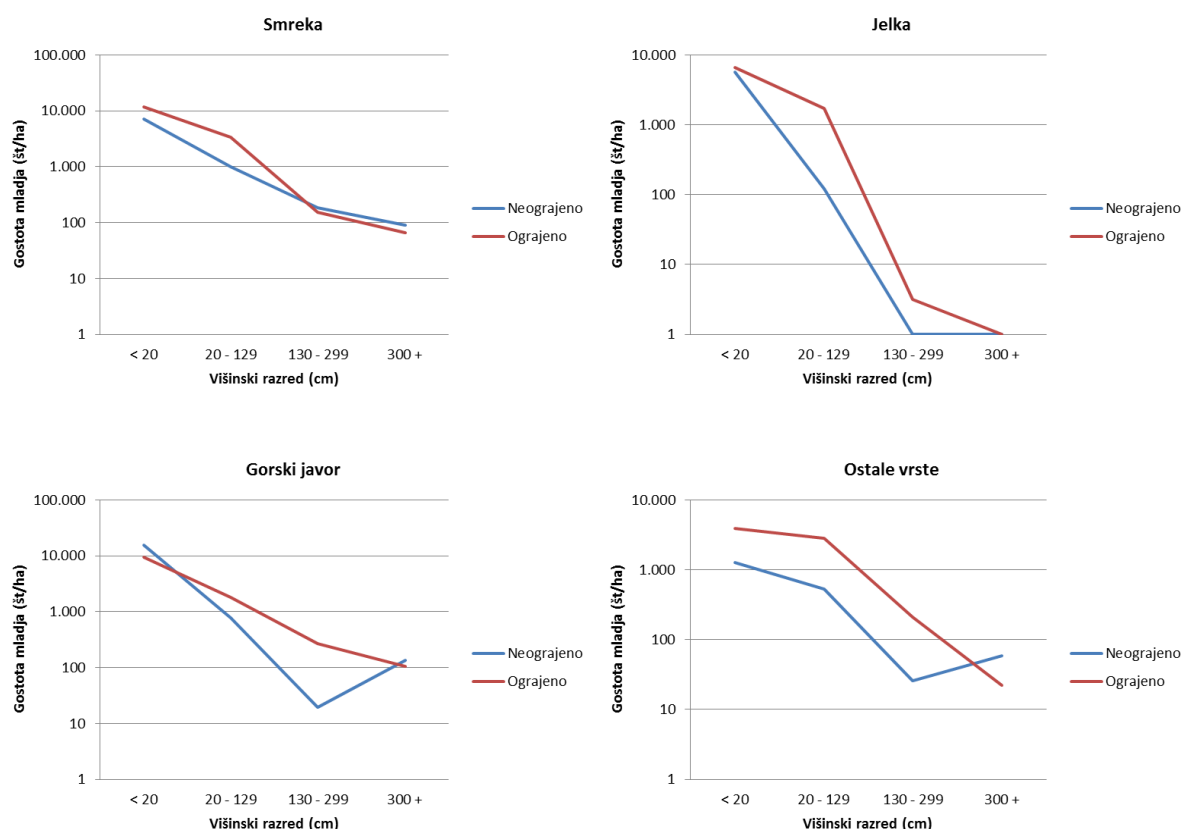


Slika 47: Gostota mladja po višinskih razredih na ograjenih in neograjenih vrzelih leta 1993 in 2010 na Krašici

Figure 47: Mean regeneration density by height classes in fenced and unfenced gaps in 1993 and 2010 on Krašica

Objedanje je najbolj prizadelo jelko in bukev, saj je prisotnost teh dveh vrst na neograjenih površinah komaj opazna. Leta 2010 smo na ograjenih površinah zabeležili 1.712 mladice jelke, visokih nad 20 cm, na hektar in 1.323 bukev na hektar, na neograjenih pa le 121 primerkov jelke na hektar in 213 bukve na hektar (priloga N). Na ograjenih ploskvah je leta 2010 v višinskih razredih nad 130 cm prevladoval gorski javor, ki je zavzema 45-odstotni delež v mladju, sledili so mu smreka s 26 % in drugi listavci z 18 %. Povsem drugače je bilo na neograjenih površinah, kjer delež smreke z višino mladja narašča in je smreka v višinskih razredih nad 130 cm pomenila več kot polovico vsega mladja, 53 %, sledil je gorski javor s 30 %.

Na ograjenih ploskvah smo leta 2010 ugotovili veliko večjo gostoto mladja vseh drevesnih vrst, mladje je doseglo tudi večjo višino. Kot je razvidno iz slike 48, je objedanje na Krašici močno upočasnilo višinsko priraščanje tudi pri smreki.

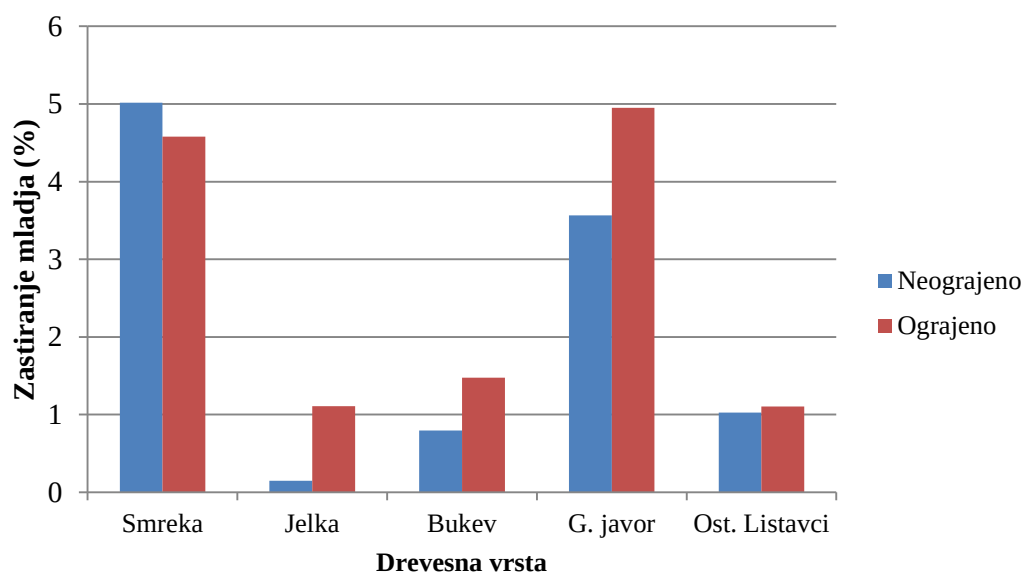


Slika 48: Gostota mladja po višinskih razredih in drevesnih vrstah na ograjenih in neograjelih ploskvah leta 2010 na Krašici

Figure 48: Mean regeneration density by height classes and tree species in fenced and unfenced gaps in 2010 on Krašica

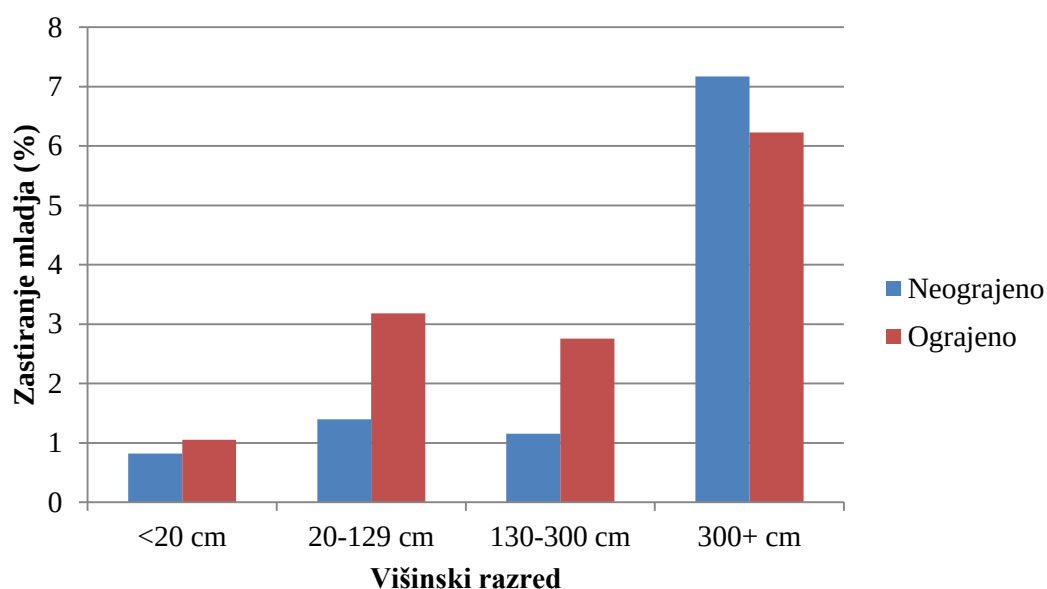
6.2.2.7.2 Vpliv divjadi na zastiranje mladja

Razlike v zastiranju mladja med ograjenimi in neograjnimi ploskvami so manjše kot razlike v gostoti mladja, vendar so kljub temu statistično visoko značilne ($t = -2,826$, $df = 495$, $p = 0,005$). Na neograjnih je bilo leta 2010 povprečno zastiranje mladja 10,5 % in na ograjenih 13,2 %. Pri smreki je zanimivo, da je bila aritmetična sredina zastiranja na neograjnih ploskvah celo nekoliko večja kot na ograjenih, vendar je to posledica večjih maksimalnih vrednosti, t-test za logaritmirane vrednosti zastiranja razlik ni potrdil ($t = -1,566$, $df = 495$, $p = 0,118$). Razlike pri zastiranju bukve (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,899$) in drugih listavcev niso značilne (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,058$). Značilno večje zastiranje na ograjenih pa smo ugotovili pri gorskem javorju in jelki (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,025$ in $p = 0,002$). Kot kaže, objedanje po divjadi najmočnejše prizadene jelko, ki je na neograjnih ploskvah v povprečju zastirala le 0,149 % površine (standardna napaka 0,0256) in na ograjenih več kot sedemkrat več, 1,107 % površine (standardna napaka 0,2670) (slika 49).



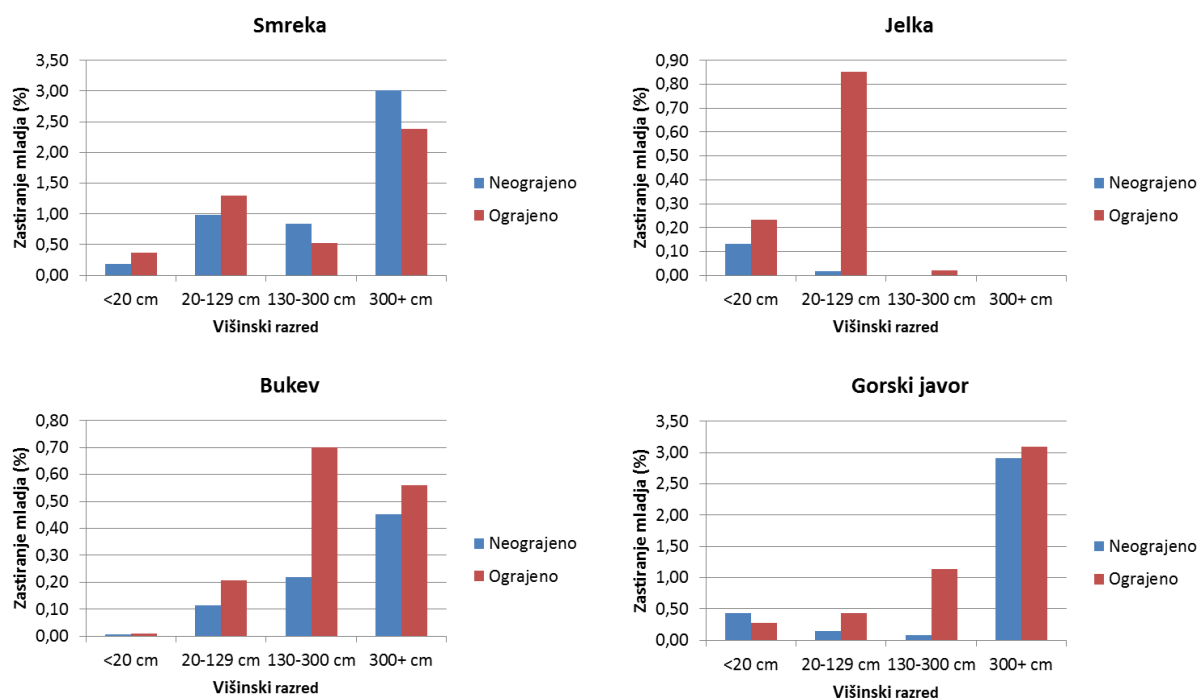
Slika 49: Zastiranje mladja po drevesnih vrstah na ograjenih in neograjenih ploskvah leta 2010 na Krašici
Figure 49 Mean regeneration cover by tree species in fenced and unfenced gaps in 2010 on Krašica

Glede na višinski razred je razlika med ograjenimi in neograjenimi največja v višinskem razredu od 20 do 129 cm, kjer je na neograjenih povprečno zastiranje 1,40-odstotno, na ograjenih pa 3,18-odstotno (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,000$) in v višinskem razredu od 130 do 300 cm, kjer zastiranje znaša 1,15 % in na ograjenih 2,76 % (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,032$). Razlike v zastiranju v višinskem razredu do 20 cm in nad 3 m višine nismo ugotovili (Mann-Whitneyjev U-test: $p = 0,232$ in $p = 0,635$) (slika 50).



Slika 50: Zastiranje mladja po višinskih razredih na ograjenih in neograjenih ploskvah leta 2010 na Krašici
Figure 50: Mean regeneration cover by height classes in fenced and unfenced gaps in 2010 on Krašica

Še boljši uvid v problematiko objedanja na razvoj bodočih sestojev dobimo, če primerjamo zastiranje po drevesnih vrstah in višinskih razredih, kar je prikazano na sliki 51. Pri smreki je bilo v višinskih razredih do 130 cm nekoliko večje zastiranje na ograjenih, v razredih nad 130 cm pa na neograjanih ploskvah. Pri buki je bilo zastiranje v vseh višinskih razredih večje na ograjenih ploskvah, razlika pa je največja v višinskem razredu od 130 do 300 cm, kjer je na ograjenih zastiranje 3,2-krat večje kot na neograjenih. Podobno je pri gorskem javorju, le da je pri njem v najnižjem višinskem razredu na ograjenih zastiranje nekoliko manjše, je pa zato v razredu od 130 do 300 cm na ograjenih kar 15-krat večje zastiranje kot na neograjenih. Gorski javor je imel največje zastiranje v višinskem razredu nad 3 m, delež zastiranja na ograjenih in neograjanih objektih je zelo izenačen. Gorski javor je torej na lokacijah, ugodnih za pomlajevanje gorskega javorja, uspel prerasti v višje višinske razrede kljub precej močnemu objedanju v nižjih višinskih razredih. Največji vpliv divjadi na zastiranje smo, podobno kot pri vplivu divjadi na gostoto mladja, ugotovili pri jelki. Na neograjanih površinah je bilo v višinskem razredu do 20 cm zastiranje jelke 0,13 % in v razredu 20–129 cm le še 0,02 %, v višjih razredih jelke ni bilo. Na ograjenih ploskvah je bilo zastiranje jelke v razredu do 20 cm 0,23 %, in v razredu 20–129 cm 0,85 % ali 51-krat več kot na neograjanih površinah.



Slika 51: Zastiranje mladja po drevesnih vrstah in višinskih razredih na ograjenih in neograjanih ploskvah leta 2010 na Krašici

Figure 51: Mean regeneration cover by tree species and height classes in fenced and unfenced gaps in 2010 on Krašica

7 RAZPRAVA

V Evropi je najmanj šest do sedem milijonov hektarjev čistih smrekovih sestojev zunaj svojih naravnih rastišč (Teuffel in sod., 2004). Človek je močno spremenil tudi gozdove v Alpah, za katere pogosto mislimo, da so naravni. Krčenje gozdov za pašnike, paša živine v gozdovih, intenzivno oglarjenje in golosečni sistem s sadnjo smreko so povzročili velike spremembe v strukturi in sestavi vegetacijske odeje (Šercelj, 1996; Belec, 2009). Spremembe so šle predvsem v smeri zmanjševanja deleža bukve in v povečevanje deleža smreke. Degradacija je bila tako obsežna in dolgotrajna, da je danes marsikje težko razmejiti, do kod se razprostirajo naravna smrekova rastišča in kje bi prevladovali listnati ali mešani iglasto-listnati gozdovi.

S staranjem in prihajajočimi klimatskimi spremembami ti gozdovi postajajo vse bolj občutljivi na razne biotske in abiotske dejavnike. V bližnji prihodnosti bo zato treba intenzivno pristopiti k premeni teh gozdov, kjer bo glavno vlogo imela naravna obnova. Na naravno obnovo pomembno vplivajo ekološki dejavniki (Ricklefs, 1977; Diaci, 2002; Diaci in sod., 2005), zato je za razumevanje procesov pomlajevanja nujno poznavanje ekologije sestojev, vrzeli in posek (Bazzaz in Pickett, 1980; Runkle, 1989; Denslow in Spies, 1990; Canham in sod., 1990, 1994; Ammer in sod., 2004).

Predalpski jelovo-bukovi gozdovi asociacije *Homogyno sylvestris-Fagetum* imajo veliko različnih oblik. Na območju jugovzhodnih Alp je opisanih pet geografskih variant, in sicer *Homogyno sylvestris-Fagetum* var. geogr. *Luzula nivea* Dakskobler 2002 (Dakskobler, 2002a), *Homogyno sylvestris-Fagetum* var. geogr. *Sesleria autumnalis* Dakskobler 2002 (Dakskobler, 2002b), *Homogyno sylvestris-Fagetum* var. geogr. *Scopolia carniolica* Dakskobler, 2002 (Dakskobler, 2002c), *Homogyno sylvestris-Fagetum* var. geogr. *typica* Marinček in Čarni 2007 (Marinček in Čarni, 2007) in *Homogyno sylvestris-Fagetum* var. geogr. *Anemone trifolia* Dakskobler 2009 (Dakskobler, 2009). Sestoji geografske variante *typica* so razširjeni v Kamniških in Savinjskih Alpah. Opisali so šest subasociacij.

Gozdovi na rastišču asociacije *Homogyno sylvestris-Fagetum* zavzemajo nekaj več kot 46.000 ha površine v našem alpskem in predalpskem prostoru (Podatkovna zbirka ..., 2008). Uspevajo na vseh legah, največje strnjene površine zavzemajo na nadmorski višini med 800 in 1.000 m. Na prisojnih rastiščih sežejo do 1.400 m nadmorske višine, medtem ko je na osojnih pobočjih njihova spodnja meja na nadmorski višini okoli 500 m (Marinček in Čarni, 2007). Rastišče na objektu Krašica tako lahko uvrstimo v optimum, medtem ko so objekti v Jelendolu na zgornji meji uspevanja predalpskih jelovo-bukovih gozdov. Proučitev pomlajevanja na teh dveh objektih nam tako lahko da vpogled v skupno problematiko obnove gozdov na danem rastišču in nakaže razlike, pogojene z nadmorsko višino in ekspozicijo rastišča.

7.1 JELENDOL

7.1.1 Ekološki dejavniki v vrzelih

Oblikovanje sestojnih vrzeli povzroči spremembe v prostorski porazdelitvi in jakosti posameznih ekoloških dejavnikov, kar ima vpliv tudi na pomlajevanje sestojev. Na objektih v Jelendolu se je ta vpliv najizraziteje pokazal v spremembah direktnega in razpršenega sončnega sevanja. Ugotovili smo tudi velike razlike v sestavi površja in vegetaciji, medtem ko so razlike pri talnih lastnostih sicer značilne, a manjše.

Najnižje vrednosti direktnega in razpršenega sevanja smo našli pod sestojem, z velikostjo vrzeli sta obe komponenti sevanja hitro naraščali in dosegli najvišje vrednosti v veliki vrzeli.

Maksimalna vrednost DIR v srednje velikih vrzelih je bila 65,8 % in je primerljiva z maksimalnimi vrednostmi v podobnih raziskavah (Diaci, 2002; Vilhar, 2006). V primerjavi z drugimi raziskovalci pa smo izmerili izredno visoke vrednosti sevanja v veliki vrzeli, kjer je bila maksimalna vrednost za DIR celo 97,7 %. S ploskvami v tej vrzeli smo torej zajeli ekstremne ekološke razmere, kakršne vladajo na povsem odprtih površinah. Razporeditev sevanja v veliki vrzeli nakazuje tudi, da vrednosti sevanja niso odvisne le od velikosti in oblike vrzeli, velik vpliv imata tudi ekspozicija in lega objekta v pokrajini.

Iz grafičnih prikazov je razvidno, da je porazdelitev DIF v vrzeli dokaj simetrična, medtem ko je pri DIR jasno izražena asimetrija, ko severni deli vrzeli dobijo veliko več sevanja kot južni. Poleg tega smo ugotovili, da oblika vrzeli veliko bolj kot na DIF vpliva na DIR. S primerno obliko vrzeli, razgibanim robom, puščanjem posameznih dreves znotraj vrzeli lahko tudi pri srednje velikih vrzelih v severnih delih vrzeli oblikujemo razmere z visokimi vrednostmi DIF in nizkimi DIR.

Analiza razlik svetlobnih razmer med letom 2003 in 2008 je pokazala, da odmiranje posameznih dreves ni imelo bistvenega vpliva na svetlobne razmere, močnejši vpliv je imel vetrolom v drugi polovici leta 2008, ki sta mu sledila še vetroloma v zimi 2012/13 in novembra 2013. Ti vetrolomi očitno kažejo, da so dani gozdovi prišli v razvojno obdobje, ko niso več statično stabilni. Nadaljnjo obnovo teh gozdov bodo v veliki meri določale naravne ujme, kar se ujema z ugotovitvijo Firma in sod. (2009) o pomembnem vplivu vetrolomov srednjih jakosti na dinamiko gorskih gozdov. Za malopovršinsko uvajanje obnove, v malih in srednje velikih vrzelih, za katerega smo v nalogi ugotovili, da prinaša največji uspeh v prvi fazi obnove, je pri tej starosti in strukturi odraslih sestojev žal marsikje prepozno.

Volumska vsebnost vlage v tleh se čez leto spreminja od razmeroma namočenih tal spomladi do izsušenih tal poleti ter ponovnega navlaženja v jeseni (Vilhar, 2006). V Jelendolu smo vlago v tleh na globini od 0 do 10 cm merili dvakrat poleti oziroma jeseni leta 2008 in tretjič poleti leta 2010. Čeprav smo vsako meritev izvedli po obdobju lepega in suhega vremena, smo ugotovili velike razlike med meritvami, ki se niso kazale le v povprečnih vrednostih, ampak tudi v drugačni prostorski porazdelitvi vlage, kar nakazuje razmeroma nizek Spearmanov koeficient korelacije med vlago 1 in vlago 3 ($r_s = 0,569$). Pri meritvah leta 2008 tako nismo ugotovili značilnih razlik med vlago v tleh različno velikih vrzelih, medtem ko smo leta 2010 ugotovili značilno nižje vrednosti v veliki vrzeli. Presenetljivo, da so v relativno sušnem obdobju, ki ga predstavljata vlaga 1 in vlaga 2, vlažnostne razmere v veliki vrzeli še vedno visoke, podobne razmeram v srednje velikih in malih vrzelih. Suša kot omejujoči dejavnik v veliki vrzeli nastopi šele ob ekstremno sušnem poletju, kakršni sta bili na primer leta 2003 in 2010. Včasih je do takšnih ekstremnih razmer prišlo zelo poredko, verjetno bolj izjemoma, s prihajajočimi klimatskimi spremembami pa izsušenost tal na posekah verjetno postaja vse pomembnejši zaviralni dejavnik pri pomlajevanju večjih razgaljenih površin. Velika časovna in prostorska spremenljivost vlage v tleh nakazuje na potrebo po večkratnem merjenju talne vlage v različnih letih in na previdnost pri interpretaciji rezultatov.

Ugotovili smo, da na volumsko vsebnost vlage v tleh pomembno vpliva položaj ploskve v vrzeli, kjer smo ugotovili značilno večjo vsebnost vlage na ploskvah v osrednjem delu vrzeli in manjšo pod krošnjami dreves na robu vrzeli. Minimalne vsebnosti vlage smo izmerili na ploskvah ob robu vrzeli, pod krošnjami smrek, neposredno ob deblih, s konveksnim mikroreliefom z debelo plastjo slabo razkrojenih smrekovih iglic in tanko plastjo mineralnega dela tal; najvišje pa na ploskvah v osrednjem delu vrzeli, v kotanjah z globokimi tlemi. V podobnih razmerah je minimalno in maksimalno vrednost vlage v tleh ugotovila tudi Vilharjeva (2006).

Sestava površja je odraz kompleksa rastiščnih dejavnikov in časa ter tako pomemben indikator pri pomlajevanju. Na objektih v Jelendolu je najbolj očitno, da z velikostjo vrzeli narašča zastiranje zelišč in pada delež opada, kar se sklada z ugotovitvami Diacija (2002), le da so v Jelendolu razlike v zastiranju zelišč med sestojem in vrzelmi bolj izrazite. Pomemben del sestave površja so tudi drevesni ostanki, ki so zlasti v ekstremnejših rastiščnih razmerah pomemben prostor za pomlajevanje (Imbeck in Ott, 1987; Gensac, 1990; Pisek, 2000; Poljanec, 2000; Rozman, 2007). Iz primerjave površine in vrste drevesnih ostankov na ploskvah med letom 2003 in 2008 smo ugotovili, da kupi vej, ki predstavljajo drobnejše, lažje lesne ostanke, v prostoru spreminjajo lego, zato v nasprotju s panji in ležečimi debli niso primeren prostor za pomlajevanje. To je treba upoštevati tudi pri izvedbi gozdnega reda. Vej ni primerno zlagati na panje, ampak naj se veje zložijo na mesta, ki za pomlajevanje niso ugodna.

Na objektih v Jelendolu smo kljub enotnemu matičnemu substratu, ledeniški moreni, ugotovili velike razlike v globini in razvitosti tal. Prevladuje sicer rendzina, vendar na razdalji enega metra lahko preidejo v kamnišče, humusno-karbonatna tla ali organska tla. Med sestojem in različno velikimi vrzelmi ni bilo razlik v globini mineralnega dela tal. Velika je bila tudi variabilnost v debelini organskih horizontov, kjer je bila minimalna debelina 0 cm in največja več kot 40 cm. V nasprotju z globino mineralnega dela tal je bila debelina organskih horizontov odvisna od velikosti vrzeli, kjer smo v srednje velikih vrzelih ugotovili značilno manjšo debelino kot pod sklenjenim sestojem in v veliki vrzeli. Razlog je v sestavi opada in različni hitrosti mineralizacije. V sklenjenem smrekovem gozdu večino opada pomenijo smrekove iglice, ki so težko razgradljive. Poleg tega do tal prispe zelo malo svetlobe, kar zlasti v večjih nadmorskih višinah pomeni tudi pomanjkanje toplote, ki je za aktivnost mikroorganizmov temeljnega pomena, zato se iglice v debelih plasteh nabirajo na gozdnih tleh. Najmanjša debelina organskih horizontov je v srednje velikih vrzelih, kjer je dotok opada manjši, obenem je v njih zaradi ugodnejših toplotnih in vlažnostnih razmerah razgradnja z mikroorganizmi hitrejša. V veliki vrzeli je bila debelina organskih horizontov nekoliko večja od tiste v srednje velikih vrzelih, razlog je verjetno v velikem zastiranju zeliščne plasti, zlasti trav, ter občasno neugodnih vlažnostnih razmerah oziroma suši, do katere pride na izpostavljenih južnih legah v poletnih mesecih.

7.1.2 Naravno pomlajevanje

Na objektih v Jelendolu smo ugotovili zelo neenakomerno porazdelitev mladja. Grafični prikaz porazdelitve ploskev glede na število mladja ima izrazito J-obliko, kjer je največ ploskev brez mladja in zelo malo ploskev z veliko mladja. Čeprav smo leta 2008 ugotovili precej večjo gostoto mladja kot leta 2003, je število ploskev brez mladja ostalo skoraj enako. To pomeni, da je do povečanja gostot mladja prišlo na že pomlajenih ploskvah, kar podpira ugotovitve, da porazdelitev števila mladja ni naključna, ampak imamo določena mesta, kjer zaradi ugodnih razmer prihaja do kopičenja mladja (Rozman, 2007), kar se sklada z ugotovitvijo Baierja in sod. (2007).

Z raziskavo smo potrdili tudi domnevo o težavnem pomlajevanju proučevanih gozdov, saj smo na ploskvah leta 2003 našli povprečno le 18.811 mladice in klic na hektar. Podobno nizko gostoto sta ugotovil Robič (1985) na Pohorju in Poljanec (2000) v dolini Lopučnice, medtem ko so drugi raziskovalci pri nas ugotovili precej večje gostote (Horvat-Marolt, 1984; Pisek, 2000; Diaci, 2002; Diaci in sod., 2005). Leta 2008 se je število klic in mladice sicer povečalo na 35.359 osebkov na hektar, vendar so k povečanju gostote skoraj izključno prispevale klice.

Na povprečno gostoto klic močno vplivajo semenska leta, leta po močnem obrodu je gostota klic večja in obratno. Vendar za pomlajevanje ni pomembna le zadostna semenitev ciljnih drevesnih vrst, pomembni sta tudi uspešna kalitev in preživetje klic. Najmanjšo gostoto klic smo tako leta 2003 kot 2008 ugotovili v veliki vrzeli, manj kot 3 % od količine v malih in srednjih vrzelih. Glavni razlog za tako nizko gostoto klic je verjetno veliko zastiranje zeliščne plasti, predvsem močna razrast trav, ki preprečuje uspešno nasemenitev in rast iglavcev, kar so ugotovili tudi drugi raziskovalci (Horvat-Marolt, 1967; Robič, 1985; Hanssen, 2003). V sušnih letih, kakršni sta bili leta 2003 in 2010, k veliki smrtnosti prispeva tudi sušni stres. Za tretjino manjšo gostoto klic kot v srednjih in malih vrzelih smo zabeležili tudi pod sestojem. Razlog je v pomanjkanju svetlobe, kar je ugotovil že Robič (1985), ki je pod sklenjenimi krošnjami ugotovil skoraj petkrat večjo mortaliteto klic kot na svetlinah. Največjo gostoto klic smo leta 2003 ugotovili v srednje velikih vrzelih, leta 2008 pa v malih vrzelih. To nakazuje, da so optimalne razmere za uspešno kalitev in preživetje klic pri sestojnih odprtinah velikosti nekje med malimi in srednjimi vrzelmi.

Mladic je bilo leta 2003 10.324 osebkov na hektar in leta 2008 11.439 osebkov na hektar, pri čemer so prevladovale mladice do 10 cm višine. Gostota in višinska struktura mladja je bila močno odvisna od velikosti vrzeli. Primerjava gostot med letom 2003 in 2008 kaže, da pod sestojem in v malih vrzelih mladje ne more prerasti prek 50 cm, v srednjih pa s težavo zraste do enega metra višine. Majhne spremembe v gostoti mladice med letom 2003 in 2008 nam v povezavi z ugotovljeno starostjo vrzeli (najmlajše vrzeli so stare okrog 40 let, večina jih je stara okrog 70 let) kažejo, da so male in srednje velike vrzeli sicer ugodne za nasemenitev, vendar neprimerne za nadaljnje pomlajevanje. To se sklada z ugotovitvami Hunzikerja in Branga (2005), ki sta ugotovila, da mikrorastišča, ki so primerna za nasemenitev, niso enaka mikrorastiščem, ki so primerna za nadaljnjo rast mladja.

Z analizo mladja smo ugotovili tudi velike razlike v vrstni sestavi odraslega sestoja in mladja. Medtem ko je v lesni zalogi sestoja 94 % smreke, 5 % bukve in 1 % jelke, je bilo v mladju, vključno s klicami, leta 2003 smreke 66,2 %, bukve 28,1 %, jerebice 3,4 %, jelke 1,6 % in drugih vrst 0,7 %. Leta 2008 se je delež bukve povečal na 49,2 %, smreke je bilo 47,8 %. Delež bukve se je najbolj povečal v razredu klic, kar je posledica močnega obroda bukve leta 2007. Delež bukve se je povečal tudi v višinskih razredih do 50 cm, medtem ko se je v razredu od 50 do 99 cm zmanjšal. To nakazuje, da ima bukev velik pomladitveni potencial, vendar pri preraščanju v višje višinske razrede ni tako uspešna kot smreka.

7.1.2.1 Pomlajevanje smreke

Vzajemni vpliv različnih ekoloških dejavnikov na pomlajevanje smo poskušali ugotoviti s pomočjo posplošenih linearnih mešanih modelov (Generalized linear mixed models). Ugotovili smo, da je verjetnost pojavljanja smrekovih klic večja na ploskvah z višjimi vrednostmi razpršene svetlobe in nižjimi vrednostmi direktne svetlobe. Na pojavljanje smrekovih klic negativno vpliva večja pokrovnost zelišč in kupi vej. Smrekove klice so tudi v pozitivni povezavi z Landoltovimi fitoindikacijskimi vrednostmi za zračnost in humus ter v negativni z Landoltovimi vrednostmi za dušik. Isti dejavniki, ki vplivajo na prisotnost smrekovih klic, vplivajo tudi na prisotnost smrekovih mladice, poleg njih so v modelu za mladice še vlažnost tal, nagib in zastiranje mahu. Ob primerjavi obeh modelov ugotovimo, da je smer vpliva posameznega dejavnika ostala ista, spremenila pa se je jakost vpliva, kar se kaže v večjih ali manjših ocenah parametra. Tako je v primerjavi s smrekovimi klicami za smrekove mladice še pomembnejša zadostna količina razpršene svetlobe, manjši pa je negativni vpliv zastiranja zeliščne plasti. Močna zeliščna plast je torej največji konkurent mladju pri kalitvi in v zgodnjih fazah razvoja mladja, kar se ujema z ugotovitvami drugih avtorjev (Mountford in sod., 2006; Roženberger 2012). Postopno povečevanje potreb mladja po svetlobi se kaže tudi pri direktni svetlobi, medtem ko je pri klicah negativen vpliv srednje in močne direktne svetlobe, smo pri mladicih ugotovili značilen negativen vpliv le pri močni direktni svetlobi, medtem ko vpliv srednje močne direktne svetlobe ni bil več značilen. Pri mladicih se je pokazal močan negativen vpliv večje vlažnosti v sušnih razmerah in zmeren negativen vpliv večjega nagiba. Pomlajevanje smreke je boljše tudi na ploskvah z mahom, kar sta ugotovila tudi Hunziker in Brang (2005).

Vpliv ekoloških razmer na pomlajevanje dobro nakazuje tudi vegetacija. Glede na rezultate ordinacije, kjer smo prikazali Landoltove fitoindikacijske vrednosti, je boljše pomlajevanje smreke na tleh z nižjo reakcijo tal, z manj dušika in večjo kontinentalnostjo. Ugoden vpliv nižjih pH-vrednosti v podhorizontu Of na pomlajevanje smreke smo potrdili tudi s talnimi analizami, medtem ko vpliv dušika s talnimi analizami ni bil značilen. Večjo kontinentalnost lahko povezujemo z večjimi sušnimi ekstremi, kar se sklada z modeli za pomlajevanje smreke.

Na višino in višinski prirastek smrekovega mladja najbolj vplivajo svetlobne razmere, kar so ugotovili tudi drugi raziskovalci (Imbeck in Ott, 1987; Diaci, 2002; Diaci in sod., 2005, Rozman, 2005). Najnižje mladje smo našli v sestoju in malih vrzelih, nekoliko višje v srednjih in najvišje v veliki vrzeli. Model za višino dominantnih mladice smreke poleg pozitivnega vpliva razpršene svetlobe ugotavlja ugoden vpliv večjih Landoltovih vrednosti za zračnost ter negativen vpliv prisotnosti drevesnih ostankov, konkavnega mikroreliefa, slabše vitalnosti in večjih Landoltovih vrednosti za svetlobo. Model za višinski prirastek smrekovih dominantnih mladice kaže, da je prirastek v močni pozitivni odvisnosti od višine mladice, večji prirastki so tudi pri večjem nagibu, manjši pa na ploskvah z večjimi

Landoltovimi vrednostmi za zračnost in pri mladiceh s slabšo vitalnostjo. Močno povezavo med višino mladja in njegovim višinskim prirastkom sta ugotovila tudi Drodyshev in Nihlgård (2000).

7.1.2.2 Pomlajevanje bukve

Pomlajevanje bukve je odvisno predvsem od zadostne prisotnosti semenskih dreves. Na objektih v Jelendolu smo ugotovili, da je največja gostota klic neposredno pod krošnjami semenskih dreves, z rastočo oddaljenostjo pa gostota hitro pada. Več kot 90 % klic in mladice je bilo od semenskih dreves oddaljenih manj kot 15 m. Na ploskvah, ki so bile od semenskih dreves oddaljene več kot 25 m, leta 2003 in 2008 nismo našli nobene bukove klice. Tudi v modelu za bukove klic je kot glavni dejavnik, ki napoveduje, ali bodo na ploskvi prisotne bukove klice ali ne, razdalja do najbližjega semenskega drevesa. Prisotnost bukovih klic je tudi v blagi negativni povezavi z večjim nagibom. Razlog za tako močno povezavo med gostoto klic in razdaljo od semenskega drevesa je v značilnostih bukovega semena. Bukovo seme je težko in se širi brez pomoči živali do približno 20 m od drevesa (Shimatani in sod., 2007; Wagner in sod., 2010). Tudi model za bukove mladice kaže, da je za gostoto bukovih mladice pomembna oddaljenost od semenskih dreves, vendar odvisnost pri mladiceh ni več tako močna kot pri klicah. Za bukove mladice so ugodnejša mesta s konkavnim mikroreliefom in večjo talno vlažnostjo v običajno sušnih poletjih. O občutljivosti bukovih mladice na sušo so pisali tudi Wagner in sod. (2010).

Rezultate modela dopolnjuje in potrjujejo tudi rezultati ordinacije in talnih analiz. Landoltove fitoindikacijske vrednosti nakazujejo, da so za pomlajevanje bukve ugodnejša bolj bazična tla in manjša kontinentalnost. Vpliv kontinentalnosti lahko povežemo z občutljivostjo bukovih mladice za sušo in pozebo. Podobno so tudi talne analize pokazale, da se je bukev bolje pomladila na ploskvah z večjim deležem ogljika v podhorizontih Of in Oh ter z večjo debelino Ol-podhorizonta, te talne lastnosti pa so bolj povezane z razmerami pod sestojem kot v vrzelih.

Tudi model za višino in višinski prirastek bukovih mladice se ujema z atlantskim značajem te drevesne vrste. Višina dominantnih mladice bukve je v pozitivni odvisnosti s količino razpršenega sončnega sevanja, z večjo vlažnostjo v sušnih razmerah, z večjim zastiranjem zelišč, z večjo globino tal, z mikrorastišči z večjo površino odmrlega lesa in z višjimi Landoltovimi vrednostmi za temperaturo. Višina dominantnih mladice pa je v negativni povezavi s slabšo vitalnostjo in večjimi Landoltovimi vrednostmi za svetlobo. Tudi pri bukvi je prirastek močno odvisen od že dosežene višine mladice. Pri isti višini mladice je prirastek večji na bolj vlažnih tleh v ekstremno sušnih razmerah, pri boljši vitalnosti, na globljih mineralnih tleh, z nižjimi fitoindikacijskimi vrednostmi za ogljik in humus ter na manjšem nagibu.

7.1.2.3 Vpliv divjadi

Za vrstno sestavo bodočega sestoja je pomembna vrstna sestava dominantnih mladice in njihovi dejanski prirastki. Na objektih v Jelendolu so bile leta 2003 bukovke dominantne mladice značilno višje od dominantnih mladice smreke, medtem ko leta 2008 razlik med njimi nismo več odkrili. Med dominantnimi mladici je tako v obdobju 2003 do 2008 prišlo do zanimivega obrata, saj je bukev izgubila dominanten položaj, okrepil se je položaj smreke. Razlog je v selektivnem objedanju, ko divjad mnogo manj objeda smreko kot druge drevesne vrste. Leta 2008 je bila objedenost smrekovega mladja v višinskem razredu 50–99 cm 36-odstotna, medtem ko je bil ta delež pri bukvi celo 83-odstoten. Tako velika razlika v objedanju ima neposreden vpliv na razliko v višinskem priraščanju. Z analizo višinskih prirastkov nepoškodovanega mladja smo ugotovili, da je potencialni višinski prirastek smreke in bukve skoraj povsem enak, medtem ko je v dejanskem višinskem priraščanju med vrstama ogromna razlika, saj je bil na primer povprečni dejanski višinski prirastek smreke v višinskem razredu 50–99 cm 9,1 cm, bukve pa le 1,8 cm, ali petkrat manjši od smreke (slika 31).

Na višinsko rast, uspešnost preraščanja v višje višinske razrede ter s tem na vrstno sestavo bodočega sestoja ne vplivajo več le ekološki dejavniki, na katere lahko vpliva gozdar z oblikovanjem okolja in konkurenčnost drevesnih vrst. Kot odločilni dejavnik se vključuje divjad, ki s selektivnim objedanjem močno spremeni konkurenčna razmerja med drevesnimi vrstami v korist smreke. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi drugi raziskovalci, ki so raziskovali naravno obnovo gozdov na območjih z veliko gostoto divjadi (Ammer in sod., 1996; Motta, 1996; Rooney, 2001; Potvin in sod., 2003)

7.2 KRAŠICA

7.2.1 Ekološki dejavniki v vrzelih

Tudi na raziskovalnem objektu Krašica so bile svetlobne razmere odvisne od vrste vrzeli. Leta 1993 so najnižje vrednosti direktnega sončnega sevanja ugotovili pod sklenjenem sestojem in največje v velikih vrzelih. Razlike med malimi starimi, malimi novimi, vrtačami in sestojem niso bile značilne. Podobno so tudi za razpršeno sončno sevanje najnižje vrednosti ugotovili pod sestojem in najvišje v velikih vrzelih, v nasprotju z direktnim sevanjem so bile tu razlike med sestojem in malimi vrzeli statistično značilne. Razlog za razlike v razporeditvi obeh komponent sevanja je v asimetrični porazdelitvi direktnega sevanja v vrzelih (Runkle, 1982; Diaci, 2002) in severni ekspoziciji.

Leta 2010 so skoraj polovico površine zastirala zelišča, z 39 % je sledil opad in humus, medtem ko so vse druge kategorije skupaj pomenile 14 % površine. Ugotovili smo, da se zastiranje zelišč v času in prostoru spreminja. Leta 1993 je bilo povprečno kumulativno

zastiranje zelišč 89,9-odstotno in leta 2010 65,7-odstotno. Največjo spremembo smo zabeležili v velikih starih vrzelih, kjer se je kumulativno zastiranje s 115 % leta 1993 zmanjšalo na 44 % leta 2010. Razlog za zmanjšanje je verjetno v večjem zastiranju mladja. Leta 1993 je bilo zastiranje zelišč v starih vrzelih bistveno večje od zastiranja v novih vrzelih, kar kaže na vpliv različnih starosti vrzeli. Med letom 1993 in 2010 je prišlo tudi do sprememb v zastiranju posameznih vrst zelišč. Če pogledamo le tri najpogostejše zeliščne vrste na Krašici, ugotovimo, da se je leta 2010 močno povečalo zastiranje mahov, zmanjšalo zastiranje gozdne bilnice, medtem ko se zastiranje navadne glistovnice ni občutno spremenilo. Zastiranje posameznih vrst je bilo močno različno tudi po vrstah vrzeli, pri tem so bile razlike pri zastiranju mahov in gozdne bilnice večje, medtem ko je bila glistovnica precej enakomerno razvita v vseh vrstah vrzeli. Med ograjenimi in neograjnimi objekti nismo ugotovili večjih razlik v zastiranju in vrstni sestavi zelišč.

Pri popisu vegetacije smo ugotovili, da so na Krašici močno zastopane grmovnice. Grmovnice so leta 1993 zastirale 8,6 % površine in leta 2010 10,6 %. Skupno zastiranje se je tako le malenkostno povečalo, bolj opazne so spremembe v vrstni sestavi. Leta 2010 smo ugotovili veliko manjše zastiranje leta 1993 prevladujočega malinjaka, povečalo pa se je zastiranje robide in črnega bezga. Medtem ko na skupno zastiranje zelišč divjad ni imela večjega vpliva, je vpliv divjadi pri grmovnih vrstah zelo velik, saj je bilo zastiranje grmovnic na ograjenih površinah leta 2010 štirikrat večje od zastiranja na neograjnih ploskvah. Med grmovnimi vrstami je divjad imela največji vpliv na zastiranje robide, kar se ujema z ugotovitvami Jarnija in sod. (2005), da je robida visoko na listi priljubljenosti pri rastlinojedih parkljarjih.

7.2.2 Naravno pomlajevanje

Leta 1992 so na Krašici močno semenile skoraj vse drevesne vrste, kar se je odrazilo pri visoki gostoti klic leta 1993, ki je znašala več kot milijon klic na hektar. Med klicami je s 97 % prevladovala smreka, sledil je gorski javor, jelka in drugi listavci. Bukovih klic je bilo zelo malo, kar kaže, da je za bukev in listavce s težjim semenom pomanjkanje semenskih dreves verjetno glavni omejujoči dejavnik naravnega pomlajevanja. Obratno kot leta 1992 je bil obrod leta 1997 slab, zato so leta 1998 našli le nekaj manj kot 3.000 klic na hektar. To kaže na velik pomen upoštevanja semenskih let pri naravni obnovi sestojev.

Leta 1993 je bila na objektih na Krašici velika razlika v gostoti klic v odvisnosti od vrste vrzeli. Največ klic je bilo v malih novih vrzelih, le nekoliko nižja je bila gostota v velikih novih, v vrtačah in pod sklenjenim sestojem. Občutno manj klic smo našli v malih starih vrzelih in najmanj v velikih starih vrzelih. Glavni razlog pripisujemo večji konkurenci pritalne vegetacije. Iz tega lahko sklepamo, da je pomlajevanje pri večanju zatravljenih vrzeli manj uspešno kot pri snovanju novih.

Med posameznimi leti se spreminja tudi gostota, višinska struktura in drevesna sestava mladja. Leta 1993 je bilo na objektih na Krašici v povprečju skoraj 50.000 mladice na hektar. Med njimi je s 65 % prevladoval gorski javor, s 16 % je sledila smreka in z 12 % jelka, medtem ko je bilo bukve manj kot 1 %. Leta 1998 se je gostota mladja še povečala, našteali so povprečno 111.064 mladice na hektar. Močno se je povečala gostota smreke, kar je bilo glede na močan obrod smreke leta 1992 pričakovano. Nekoliko se je povečala tudi gostota gorskega javorja in jelke. Gostote so se povečale tako v višinskem razredu do 20 cm kot v razredu od 20 do 129 cm, medtem ko v višje razrede mladje leta 1998 še ni preraslo.

Objekti na Krašici kot celota so leta 2010 kazali veliko slabšo sliko, kot bi glede na bogato zasnovo mladja leta 1998 pričakovali. V višinskem razredu do 20 cm se je gostota mladja v primerjavi z letom 1998 zmanjšala za več kot trikrat in v razredu 20–129 cm za več kot dvakrat. Mladje je sicer ponekod preraslo tudi v višje višinske razrede, a so bile povprečne gostote zelo nizke, v razredu 130–299 cm smo našteali 434 osebkov na hektar in v razredu nad 300 cm le 238 mladice na hektar. Razlog za slabšo povprečno sliko pomlajenosti leta 2010 je v različni uspešnosti obnove v različnih ekoloških razmerah, pri čemer smo ugotovili močan vpliv velikosti vrzeli oziroma svetlobnih razmer, časa nastanka vrzeli (stare – nove) in vpliva divjadi (ograjeno – neograjeno).

Medtem ko je za nasemenitev bolj kot velikost vrzeli oziroma količina svetlobe pomembna konkurenca pritalne vegetacije, pa mladje za obstoj in nadaljnji razvoj potrebuje več svetlobe, ki je v sklenjenem sestoju in v majhnih vrzelih ne dobi v zadostni meri. Pod sklenjenim sestojem smo leta 2010 našli le klice in mladice do 20 cm višine. V malih vrzelih je mladje uspešno preraslo do višinskega razreda 20–129 cm, višjih od 130 cm je bilo le nekaj osebkov. Mladje je v višinski razred 130–299 cm in nad 300 cm uspešno preraslo le v velikih vrzelih. V velikih starih vrzelih je bila v primerjavi z velikimi novimi že leta 1993 večja gostota mladja v višjih višinskih razredih, ta prednost se je ohranila tudi leta 1998 in 2010. Med velikimi starimi in velikimi novimi vrzelmi ni tolikšnih razlik v vrstni sestavi, kot bi glede na to, da je bila v velikih starih sajena smreka, pričakovali.

Leta 2010 je mladje na Krašici doseglo zelo različno višino. Z rastjo posamezen osebek zavzema vedno večji rastni prostor, ko se prostor zapolni med osebki, pride do konkurenčnih odnosov in izločanja. Gostota mladja, ki je potrebna, da je površina dobro pomlajena, se zato z višino mladja zmanjšuje. Pomanjkljivost podatka o gostoti je tudi, da nam ne poda informacije o prostorski porazdelitvi mladja na posamezni ploskvi. Te pomanjkljivosti smo poskušali odpraviti s podatkom o zastiranju mladja. Predpostavljamo, da je obnova tem uspešnejša, čim večji delež površine je zastrt z mladjem.

Leta 1993 so drevesne vrste v povprečju zastirale 1,4 % površine in leta 2010 11,9 % površine. Med drevesnimi vrstami je največ površine zastirala smreka, le malo manj je bilo gorskega javorja. Zastiranje mladja je bilo zelo različno po vrstah vrzeli. Pod sestojem je mladje zastiralo manj kot 1 % površine, zelo skromno je bilo zastiranje tudi v vrtačah in v malih vrzelih. Največje zastiranje mladja je bilo v velikih starih vrzelih, 52 %. V njih je prevladovalo mladje višine nad 3 m, v njem pa je smreka zavzemala 50 %, gorski javor 42 %, preostalo so bili bukev in drugi listavci. V primerjavi z velikimi starimi vrzeli je bilo zastiranje v velikih novih več kot še enkrat manjše. Največja razlika je bila pri smreki, ki je v višinskem razredu nad 3 m v velikih starih vrzelih zastirala 21,85 % površine, v velikih novih pa le 0,43 % površine. Tolikšno zastiranje smreke v velikih starih vrzelih je verjetno posledica sadnje smreke. Leta 1993 je bilo mladje še tako majhno, da ni imelo vpliva na takratne zeliščne ploskve, prav tako so bile majhne vzorčne ploskve postavljene tako, da sajena smreka ni bila zajeta v vzorce. Poleg smreke smo leta 2010 v velikih starih vrzelih ugotovili tudi trikrat večje zastiranje gorskega javorja kot v velikih novih vrzelih. Zakaj smo dobili takšen rezultat, je težko reči. Zaključimo pa lahko, da sadnja smreke in obžetve na pomlajevanje javorja niso imele negativnega vpliva.

Podatek o zastiranju smo uporabili tudi za modeliranje uspešnosti obnove. Najmočnejši vpliv na zastiranje smreke ima vrsta vrzeli, pri čemer največje zastiranje lahko pričakujemo v velikih starih vrzelih. Glede na to, da je bila v teh vrzelih sajena smreka in gre torej za primer umetne obnove, smo tak rezultat pričakovali. Pomlajevanje je nekoliko ugodnejše tudi na vzhodnem in južnem delu vrzeli. Ker so objekti na severni ekspoziciji, so to lege v zgornjem delu vrzeli ter deli, bolj odprti zahodnemu soncu. Glede na razporeditev vlažnosti tal v vrzelih sklepamo, da so to nekoliko bolj suha mesta. Pomlajevanje smreke je boljše tudi v velikih novih vrzelih, medtem ko male vrzeli niso značilno boljše od pomlajenosti pod sklenjenim sestojem.

Nekoliko nas je presenetilo, da modeli za gorski javor niso konvergirali. Javor je drevesna vrsta, ki na Krašici zastira le nekaj manj površine kot smreka. Iz slike 46, ki prikazuje zastiranje mladja po višinskih razredih in drevesnih vrstah glede na vrsto vrzeli leta 2010, vidimo, da je zastiranje gorskega javorja do 3 m višine zelo podobno v vseh objektih, medtem ko smo gorski javor višine nad 3 m našli le v velikih vrzelih. Več javorja je v velikih starih in manj v velikih novih. Velike stare vrzeli so za spoznanje večje od velikih novih (povprečna površina velikih starih je bila 0,175 ha in velikih novih 0,142 ha), vendar bi tej razliki težko pripisali tako močan vpliv. Predvidevamo, da je za pomlajevanje javorja pomembna tudi oddaljenost od semenskih dreves, ki pa je na Krašici nismo ugotavljali. Pri javorju so se nakazale določene bivariantne povezave med npr. zastiranjem javorja, velikostmi vrzeli in osvetljenimi deli vrzeli. Če sklepamo po analogiji iz rezultatov, ki smo jih dobili za smreko, kjer so bile za uspešno nasemenitev dovolj že male vrzeli, vendar so bile v modelih značilno boljše le velike vrzeli, tudi za javor, je mogoče razlog, da modeli niso konvergirali tudi v premajhnih vrzelih. Gorski javor je v zgodnji mladosti

sencovzdržen, zato se uspešno nasemeni in raste do višine 3 m tako v malih kot v velikih vrzelih, vendar za nadaljnjo rast potrebuje več svetlobe, ki jo dobi samo v velikih vrzelih. V predelih z dovolj velikim pomladitvenim potencialom javorja bi veljalo po uspešni nasenitvi javorja poizkusiti tudi z odpiranjem večjih vrzeli, kot smo jih proučevali v tej nalogi, premera vsaj dve drevesni višini.

Model za zastiranje mladja jelke napoveduje manjše zastiranje jelke v razmerah z nizkimi vrednostmi direktnega in difuznega sevanja (kategorija C). Na Krašici so bile to ploskve, kjer je bilo direktno sevanje manjše od 5 % in razpršeno manjše od 9,6 % v primerjavi z vrednostmi na prostem. Tudi v modelu za zastiranje bukve je odločujoči dejavnik sončno sevanje. Pomlajevanje bukve je v negativni povezavi z razpršenim in v blagi pozitivni z direktnim sončnim sevanjem.

7.2.2.1 Vpliv divjadi

Polovica objektov na Krašici je bila ograjenih in s tem zaščitenih pred vplivom velike rastlinojede divjadi, zato lahko s primerjavo mladja na ograjenih in neograjenih objektih prikažemo vpliv divjadi na pomlajevanje. Z analizo mladja smo ugotovili, da je imela divjad močan vpliv na gostoto, zastiranje, vrstno sestavo in višino mladja. Na ograjenih objektih je bila gostota mladja skoraj še enkrat večja kot na neograjenih. Divjad je z objedanjem torej pomemben dejavnik smrtnosti nižjega mladja. Na neograjenih ploskvah nismo zaznali odmrlih mladice, ki bi se posušile zaradi močnega objedanja. Če za primerjavo ne bi imeli ograjenih objektov, bi smrtnost drevesc zaradi objedanja močno podcenili. To se sklada z ugotovitvami Motte (1996) in Madsena (1995), ki sta ugotovila, da je smrtnost drevesc zaradi objedanja pogosto podcenjena, ker odmrlih primerkov ne opazimo.

Objedanje ne prizadene enako mladja v vseh višinskih razredih. Leta 1993 in 1998 je bila gostota mladja v višinskem razredu do 20 cm na ograjenih ploskvah dvakrat večja kot na neograjenih. Vpliv v višjih višinskih razredih se pokaže šele, ko je ograja dovolj dolgo postavljena, da mladje lahko preraste v te razrede. Objedanje je najbolj prizadelo mladje v višinskem pasu 20–129 cm, kjer je bila gostota na neograjenih ploskvah štirikrat manjša kot na ograjenih, le malo manjši vpliv smo zabeležili v razredu 1,3 do 3 m, kjer je bila gostota trikrat nižja. Pri dovolj močnem objedanju vpliv divjadi ne sega le do višine gobca, ampak se zaradi počasnejšega ali povsem blokirane preraščanja prenese tudi v višje višinske razrede.

Zaradi selektivnega objedanja vpliv objedanja ni enako velik pri vseh drevesnih vrstah. Najmočnejši vpliv je imelo objedanje na jelko, kar se je pokazalo tako pri gostoti kot zastiranju jelke. Gostota jelke v višinskem razredu do 20 cm je bila na neograjenih ploskvah le nekoliko manjša od gostote na ograjenih, medtem ko je bila gostota jelk, višjih

od 20 cm, kar 14-krat manjša. Vpliv objedanje je pri jelki še bolj izrazit, če primerjamo zastiranje mladja, kjer je v razredu do 20 cm razlika med ograjenimi in neograjenimi dvakratna, medtem ko je bilo v razredu nad 20 cm zastiranje na ograjenih celo 53-krat večje kot na neograjenih površinah. To se sklada z ugotovitvami Perka (1977), ki je na visokem Krasu ugotovil močan vpliv divjadi na mortaliteto jelke. Na Krašici je bil močno objeden tudi goski javor, vendar kaže, da vpliv objedanja pri gorskem javorju ni tako usoden kot pri jelki. Gorski javor je kljub močnemu objedanju v nižjih višinskih razredih uspel prerasti v višje višinske razrede, kar kaže, da za pomlajevanje javorja na Krašici divjad ni glavni omejujoči dejavnik. Med drevesnimi vrstami je objedanje najmanj prizadelo smreko. Na neograjenih objektih je bilo leta 2010 zastiranje smreke celo za 15 % večje od zastiranja na ograjenih površinah. Divjad na pomlajevanje smreke torej ni imela negativnega vpliva. Nasprotno, močno objedanje jelke in listavcev je smreki prineslo celo konkurenčno prednost, kar je ugotovil tudi Ammer (1996).

7.3 POMLAJEVANJE V PRADALPSKIH JELOVO-BUKOVIH GOZDOVIH

Drugotne smrekove sestoje na rastišču asociacije *Homogyno sylvestris-Fagetum* najdemo v skoraj 1.000 m širokem višinskem pasu na vseh ekspozicijah, kar pomeni, da rastejo v zelo različnih ekoloških razmerah. Z objekti v Jelendolu in na Krašici smo zajeli del te variabilnosti, zato lahko izsledke o pomlajevanju na teh dveh objektih prilagojeno uporabimo tudi v drugih zasmrečenih gozdovih na danem rastišču. V nadaljevanju tako podajamo opis najočitnejših podobnosti in razlik pri pomlajevanju na obeh objektih.

7.3.1 Variabilnost ekoloških dejavnikov

Med raziskovalnima objektoma Jelendol in Krašica smo ugotovili razlike v porazdelitvi direktnega in razpršenega sončnega sevanja v vrzelih. Medtem ko smo v Jelendolu ugotovili močno korelacijo med direktnim in razpršenim sevanjem ($r_s = 0,760$, $p = 0,000$), je bila korelacija na Krašici občutno manjša (leta 2010 $r_s = 0,439$, $p=0,000$). Razlog je v različni ekspoziciji objektov, saj na severnih pobočjih pride do močnejše asimetrije direktnega sevanja v vrzelih. To pomeni, da na južnih pobočjih v vrzelih veliko težje uravnavamo razmerje med direktnim in razpršenim sevanjem kot na severnih pobočjih. Vrzeli enake oblike in velikosti bo na južni ekspoziciji prinesla močnejše povečanje direktnega sončnega sevanja kot na severni.

Ekspozicija vpliva tudi na porazdelitev talne vlage v vrzeli in na kombinacijo talne vlage in direktnega sončnega sevanja. V vrzeli s padavinami dospe do tal več padavin kot pod sestojem. Manj padavin je tudi pod krošnjami v robnem pasu vrzeli, poleg tega so na robu vrzeli korenine velik porabnik vode. Zaradi gravitacije se voda v vrzeli pomika od sredine proti spodnjemu delu vrzeli, zato je spodnji rob vrzeli bolj namočen kot drugi robovi,

najbolj sušen je zgornji rob vrzeli. Na južnem pobočju je to severni rob vrzeli, na tem delu vrzeli je zaradi asimetrije direktnega sončnega sevanja tudi najmočnejše direktno sončno sevanje. Na severnem pobočju je najbolj sušen južen rob vrzeli, kjer je običajno le šibko direktno sevanje. Na prisojnih pobočjih tako na zgornjem robu vrzeli dobimo mikrorastišča z najbolj sušnimi tlemi in največjim direktnim sevanjem, na osojnih pa s sušnimi tlemi in nizkimi vrednostmi direktnega sevanja, ob primerljivi vrednosti razpršenega sevanja.

Modeli za pomlajevanje v Jelendolu so pokazali, da je pomlajevanje smreke v pozitivni povezavi z razpršenim in v negativni z direktnim sončnim sevanjem, medtem ko je bil na Krašici odločujoči dejavnik velikost vrzeli. Poleg tega so v Jelendolu za pomlajevanje smreke ugodnejše bolj sušne lege, za bukev bolj vlažne. To pomeni, da je oblikovanje vrzeli na južnih ekspozicijah zahtevnejše kot na severnih, poleg velikosti vrzeli je na južnih legah oblika vrzeli veliko bolj pomembna kakor na severnih.

7.3.2 Drevesna sestava in sukcesijski razvoj gozda

Na obeh objektih smo z analizo mladja ugotovili velike razlike v vrstni sestavi odraslega sestoja in mladja. Medtem ko je v lesni zalogi skoraj sama smreka, so v mladju na obeh objektih enakovredno prisotni tudi listavci. Na obeh objektih je tako jasno izražen sukcesijski razvoj gozda v smeri večjega deleža listavcev, k bolj naravni vrstni sestavi. V vrstni sestavi mladja je med objektoma tudi velika razlika. V Jelendolu je bilo leta 2008 v mladju, skupaj s klicami, 48 % smreke, 49 % bukve, 2 % jerebice ter 1 % jelke in drugih listavcev skupaj. Na Krašici so drevesne vrste glede na število mladice, brez klic, leta 2010 zavzemale sledeče deleže: smreka 32 %, gorski javor 37 %, jelka 19 %, bukev 3 % in drugi listavci 9 %. Najočitnejše razlike med objektoma so, da je v Jelendolu večji delež smreke; da se v Jelendolu med listavci uveljavlja bukev, na Krašici gorski javor; da je na Krašici v pomladku tudi veliko jelke; ter da je pestrost drevesnih vrst na Krašici veliko večja.

Na obeh rastiščih smreka tudi v mladju zavzema pomembno mesto. Delež smreke je v Jelendolu večji kot na Krašici. Če bi upoštevali, da je bila na Krašici smreka v velikih starih vrzelih tudi sajena, bi bila razlika med objektoma še večja. Objekti v Jelendolu so na večji nadmorski višini kjer bi bil tudi v ohranjenih sestojih delež smreke verjetno večji kot na Krašici. To so območja, ki so na zgornji meji uspevanja jelovo–bukovih gozdov in kjer se smreka pojavlja tudi v vlogi pionirske drevesne vrste. Druga vrsta, ki se poleg smreke najmočnejše pomlajuje v Jelendolu, je bukev. Bukev je kot atlantska vrsta veliko bolj občutljiva na sušo in pozebo kot smreka. Bukvi bolj ustrezajo manjše vrzeli in difuzno presvetljeni sestoji, kjer v poletnem obdobju ne pride do večje izsušitve tal. Z uravnavanjem okolja, ki povečuje klimatske ekstreme, kakršne so velike vrzeli in poseke, poslabšujemo možnosti za pomlajevanje bukve in dajemo konkurenčno prednost smreki.

Jelke je na objektih v Jelendolu zelo malo, glavni razlog je verjetno v močnem objedanju divjadi, temu se mogoče že pridružuje pomanjkanje semenskih dreves.

V nasprotju z Jelendolom se na Krašici poleg smreke uveljavlja gorski javor. Kaže, da je javor v mladosti dovolj sencovzdržen, da se uspešno nasemeni tudi v manjših vrzelih in uspešno tekmuje s smreko, z večanjem vrzeli pa kot svetloljubna vrsta še pridobiva konkurenčno moč. Na Krašici je v mladju tudi veliko število mladice jelke. Če ne bi bilo zaviralnega vpliva divjadi, ocenjujemo, da bi jelka na Krašici povsem enakovredno tekmovala s smreko in gorskim javorjem. S pomlajevanjem v majhnih vrzelih bi kot izrazito sencovzdržna vrsta imela celo konkurenčno prednost pred smreko. Pomlajevanje bukke je na Krašici zelo skromno, glavni razlog je pomanjkanje semenskih dreves.

7.3.3 Velikost vrzeli in dolžina pomladitvene dobe

Vrzeli nastanejo z naravnim odmrtem ali posekom enega ali več dreves (Runkle, 1989). V vrzelih pride do spremembe ekoloških dejavnikov, kot so intenzivnost svetlobe, vlažnosti tal in biološke lastnosti tal, ki vplivajo na regeneracijo drevesnih vrst, spremembe pa so različne glede na velikost in obliko vrzeli (Imbeck in Ott, 1987; Canham et al., 1994; Hunziker in Brang, 2005). Sencovzdržne vrste se lahko pomladijo v majhnih vrzelih, bolj svetloljubne vrste potrebujejo za uspešno obnovo večje vrzeli.

V Jelendolu se kot sencovzdržna vrsta pomlajuje bukev. Modeli za gostoto bukovega mladja, višino in višinski prirastek kažejo, da na pomlajevanje in rast bukke v mladosti veliko bolj kot svetloba vplivajo talne lastnosti. Razpršena svetloba je imela značilno pozitiven vpliv le na višino dominantnih mladice bukke, medtem ko je v drugih modelih ni bilo. Kot zelo pomemben talni dejavnik se je izkazala večja vlažnost tal v sušnih razmerah. V nasprotju z bukvijo modeli za smreko nakazujejo večjo potrebo po razpršeni svetlobi. Razpršena svetloba je značilen faktor v vseh modelih za smreko. S starostjo smrekovega mladja se potrebe po svetlobi naglo povečujejo, na kar kaže tako velika ocena parametra za razpršeno svetlobo pri modelu za smrekove mladice kot rezultati ordinacije (slika 25). Rezultati ordinacije nakazujejo, da se z višino mladja potrebe po svetlobi povečujejo tudi pri bukvi, vendar veliko počasneje kot pri smreki.

Na Krašici se dobro pomlajuje tudi jelka. S primerjavo preraščanja jelke v višje višinske razrede v različno velikih vrzelih na ograjenih objektih smo leta 2010 ugotovili, da je jelka v višinskih razredih do 20 cm in 20–129 cm dosegla največje zastiranje v malih vrzelih, medtem ko smo jelke, višje od 1,3 m, našli le v velikih vrzelih. S tem je jasno nakazano, da tudi jelka, ki velja za izrazito sencovzdržno vrsto, z rastjo potrebuje vedno več svetlobe. Še prej kot pri jelki se povečane potrebe po svetlobi pokažejo pri smreki. Na Krašici smo največje zastiranje smreke do 20 cm višine ugotovili v malih vrzelih, medtem ko je bilo zastiranje v naslednjem višinskem razredu, 20–129 cm, že bistveno večje v velikih vrzelih.

Z uravnavanjem svetlobnih razmer oziroma velikostjo vrzeli lahko pri pomlajevanju bistveno vplivamo na konkurenčne razmere med vrstami. V malih vrzelih imata sencovzdržnejša bukev in jelka izrazito prednost pred smreko, če le v konkurenčna razmerja s selektivnim objedanjem odločilno ne vstopi divjad. Vendar tudi jelka in bukev za preraščanje v višinske razrede nad 1,3 m potrebujeta več svetlobe. Male vrzeli so tako primerne za nasemenitev in zgodnji razvoj mladja, vendar mladje za nadaljnjo rast na obeh rastiščih potrebuje več svetlobe. Potrebna velikost vrzeli je odvisna od drevesne vrste in rastišča. Za uspešno nasemenitev in nadaljnje preraščanje v višje višinske razrede so na višje ležečem Jelendolu potrebne večje vrzeli kot na Krašici. Če z širitvijo vrzeli ne sledimo razvoju mladja, s tem le podaljšujemo pomladitveno dobo. To se je v ekstremni obliki izkazalo na objektih v Jelendolu, kjer v 70 let starih vrzelih mladje še vedno ni preraslo višine enega metra.

7.3.4 Objedanje

Kot skoraj povsod po Evropi in Severni Ameriki (Fuller in Gill, 2001; Rooney, 2001; Ammer in sod., 1996) se je populacija divjadi v 20. stoletju močno povečala tudi v slovenskih gozdovih. Težave pri pomlajevanju gorskih gozdov, ki jih z objedanjem povzroča divjad, so očitno zelo razširjen, skoraj univerzalen problem. Med drevesnimi vrstami je za objedanje najbolj občutljiva jelka, ki ji sledijo listavci (Motta, 1996), kar se je izkazalo tudi v naši raziskavi.

Za izpolnjevanje različnih funkcij v gorskih območjih so optimalni mešani gozdovi. Gozdovi z večjim deležem jelke imajo poleg visoke proizvodne vloge tudi pomembno varovalno vlogo (Mayer in Ott, 1991). Ti gozdovi izkazujejo izredno odpornost proti zunanjim vplivom, zlasti če je v njih prisoten zadosten delež jelke (Ammer, 1996). V povezavi s to ugotovitvijo je skrb zbujajoče vztrajno zmanjševanje deleža jelke v gozdovih na rastiščih predalpskega jelovo-bukovega gozda. V gozdnogospodarski enoti Krašica je delež jelke v lesni zalogi s 24 % leta 1963 padel na 5 % leta 2003. Delež jelke se zmanjšuje tako v ohranjenih kot v zasmrečenih sestojih. Nasprotno se je v omenjenem obdobju konstantno povečeval delež smreke, in to kljub smernicam, ki so predvidevale njeno postopno zmanjševanje. Rahlo se je povečeval tudi delež bukve in plemenitih listavcev (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004). Podoben trend je prisoten tudi v gozdnogospodarski enoti Jelendol, kjer se je delež jelke z 24 % leta 1960 zmanjšal na 7 % leta 2010, medtem ko je delež smreke z 52 % narastel na 71 % (Gozdnogospodarski načrt ..., 2010). V nasprotju z gozdnogospodarsko enoto Nazarje se je v Jelendolu zmanjšal tudi delež bukve in plemenitih listavcev.

Do zmanjševanja omenjenih vrst v lesni zalogi je prišlo zaradi več desetletij onemogočene uspešne naravne obnove. Velika razlika v zastiranju jelke na ograjenih in neograjenih objektih na Krašici dokazuje, da je glavni razlog za zmanjševanje deleža jelke močno selektivno objedanje divjadi, kar so ugotovili tudi drugi raziskovalci (Ammer, 1996; Potvin in sod., 2003). Medtem ko na Krašici divjad blokira obnovo jelke, še vedno pa se uspešno pomlajuje gorski javor, je situacija v Jelendolu bolj pereča. Populacija jelke v Jelendolu je stara in počasi izginja iz obstoječih sestojev, vrast novih osebkov je povsem izostala. Medtem ko ima jelka na objektih na Krašici še vedno močan pomladitveni potencial, je na objektih v Jelendolu pomlajevanje jelke izjemno skromno. Če na območju Jelendola v kratkem ne bo prišlo do drastičnega zmanjšanja vpliva divjadi, ocenjujemo, da se populacija jelke bliža izumrtju. V Jelendolu smo ugotovili težave tudi pri pomlajevanju bukve. Pomladitveni potencial bukve je v primerjavi z jelko še dovolj velik, vendar divjad z objedanjem močno zmanjšuje gostoto klic in mladice (Madsen, 1995). Tudi če bukvi uspe preživeti ponavljajoče se objedanje, je zaradi zavrtega višinskega priraščanja v tekmovanju s smreko v izrazito neenakopravnem položaju. Ob takšni stopnji objedenosti se obravnavani sestoji v Jelendolu kljub velikemu deležu bukve v pomladku razvijajo v čiste smrekove sestoje.

8 SKLEPI

8.1 POTRDITEV HIPOTEZ

1. V sestojnih vrzelih obstajajo objektivno prepoznavna mikrorastišča, ki vplivajo na različno uspešnost pomlajevanja drevesnih vrst.
Hipotezo smo potrdili. V vrzelih obstaja značilna prostorska porazdelitev direktnega in razpršenega sončnega sevanja, talne vlage in ostalih ekoloških dejavnikov. Njihov vpliv na pomlajevanje se razlikuje glede na drevesno vrsto in višino mladja.
2. Na oblikovanje mikrorastišč vplivajo asimetrija sončnega sevanja (sever–jug in vzhod–zahod) in zeliščna plast ter neodvisno še talne razmere in ostanki odmrlih dreves.
Hipotezo smo potrdili za vse štiri dejavnike; za asimetrijo sončnega sevanja (DIR, DIF, ABCD, SPL), zeliščno plast (zastiranje, vrstna sestava), talne razmere (pH tal, debelino organskega horizonta) in ostanke odmrlih dreves (vrsta ostankov, površina in stopnja razkroja).
3. Mikrorastišča dobro nakazuje pritalna vegetacija, neposredne meritve ekoloških dejavnikov zato pri praktičnem delu niso potrebne.
Hipotezo smo potrdili. Pritalna vegetacija nakazuje ekološke dejavnike tako z zastiranjem kot vrstno sestavo. Merjeni ekološki dejavniki so se dobro ujemali z Landoltovimi fitoindikacijskimi vrednostmi.
4. Potrebne svetlobne razmere za optimalno nasemenitev in razvoj mladja so v praksi precenjene, še posebno neugodno je lahko delovanje direktnega sončnega sevanja.
Hipotezo smo potrdili v delu, ki se nanaša na potrebne svetlobne razmere za optimalno nasemenitev in na neugoden vpliv direktnega sončnega sevanja na nasemenitev in razvoj nižjega mladja. Za uspešno nadaljnjo rast mladje potrebuje vedno več svetlobe. Vpliv direktnega sončnega sevanja je potrebno ocenjevati v odvisnosti od rastišča, drevesne vrste in višine mladja.
5. Vrstna sestava in zastiranje zeliščne plasti se tudi ob nespremenjenih svetlobnih razmerah v mikro merilu skozi čas spreminjata, medtem ko v večjem prostorskem merilu ostajata razmeroma konstantna.
Hipotezo smo potrdili v delu, ki se nanaša na vrstno sestavo in zastiranje zeliščne plasti v mikro merilu. Spremembe v zeliščni plasti skozi čas smo ugotovili tudi na ravni posameznih vrzeli in za oba objekta kot celoto.
6. Med zmesjo odraslih sestojev in mladja so značilne razlike, ki so posledica sukcesijskega razvoja gozda. V bodočem razvoju gozdov bo bukev odigrala pomembnejšo vlogo.
Hipotezo smo potrdili. Na obeh objektih je jasno izražen sukcesijski razvoj gozda v smeri večjega deleža listavcev. V Jelendolu se med listavci uveljavlja bukev, na Krašici gorski javor.
7. Prisotnost bukve v odraslem sestoju značilno vpliva na ekološke, floristične in pomladitvene razmere v gozdu.

Hipotezo smo potrdili. Prisotnost bukve vpliva na tla (na debelino organskih podhorizontov). Gostota bukovih klic in mladice je močno odvisna od oddaljenosti od bukovih semenskih dreves.

8. Na obnovo proučevanih gozdov močno vpliva velika rastlinojeda divjad.
Hipotezo smo potrdili. Divjad vpliva na gostoto klic in mladja, vrstno sestavo, višino in višinski prirastek mladja. Močno selektivno objedanje je glavni razlog za zmanjševanje deleža jelke.

8.2 NAPAKE V DOSEDANJI GOJITVENI OBRAVNAVI

- Neuspešno usklajevanje razmerij med gozdom in divjadjo. Zaradi preštevilne divjadi in posledično močnega selektivnega objedanja je onemogočena obnova jelke, ki počasi izginja iz omenjenih gozdov. Ker je seme jelke problematično za skladiščenje, z vsakim letom izgubljam dragoceno gensko variabilnost te vrste. Smernice v gozdnogospodarskih načrtih za povečevanje deleža jelke, v ekstremnih situacijah tudi bukve, so brez razrešitve tega temeljnega problema nerealne.
- V sestojih s težavnim naravnim pomlajevanjem se je predolgo odlašalo z načrtno obnovo. Nekateri sestoji so tako prešli v fazo, ko se jim je že zmanjšala statična stabilnost in kjer bodo nadaljnjo obnovo bolj kot gozdarski strokovnjaki uravnale naravne ujme. Podobno je s sestoji, kjer so se odprle majhne vrzeli, a ker v njih ni bilo opaziti višjega mladja, se je odlašalo z nadaljnjimi pomladitvenimi sečnjami.
- Pomladitvene sečnje so se premalo prilagajale semenskim letom. V na novo odprtih vrzelih se v nekaj letih razrastejo zelišča, ki so pri kalitvi in zgodnjem razvoju mladja močan konkurent mladju. Uspeh nasemenitve je v zatravljenih vrzelih bistveno slabši.
- Nekateri debeljake se je predolgo redčilo. Zadnjih 20 ali 30 let pred začetkom obnove se je treba izogniti difuznim svetlitvam oziroma redčenju debeljakov, saj imajo za posledico le razrast zeliščne plasti, ki onemogoča uspešno pomladitev.

8.3 USMERITVE ZA OBNOVO SESTOJEV

Glede na ugotovitve te raziskave in na izsledke drugih raziskav gorskih gozdov lahko podamo naslednje usmeritve za gojitveno obravnavo zasmrečenih sestojev na rastišču predalpskega jelovo-bukovega gozda:

- Obstoječe enodobne smrekove sestoje, ki postajajo statično in biološko vse manj stabilni, je treba preoblikovati v mešane raznomerne sestoje. Velika vertikalna in horizontalna razgibanost ter vrstna pestrost so glavni dejavniki za njihovo večnamensko vlogo. Glavno orodje, s katerim bomo spremenili zgradbo gozda in zmes drevesnih vrst, je naravna obnova.
- Za večino zasmrečenih sestojev je najprimernejše spopolnjeno skupinsko postopno gospodarjenje. V slabše stabilnih sestojih je potreben svobodnejši pristop, ki ga daje sproščena tehnika gojenja gozdov, s katero lahko izvajamo različne tehnike posredne premene. Drevesno prebiranje v zasmrečenih sestojih ni primerno, saj zmanjšuje stabilnost sestojev, namesto pomladka se močno razvije zeliščna plast. Prebiralno gospodarjenje bi bilo optimalno v gozdovih z ohranjeno vrstno sestavo, kjer pomlajevanja ne omejuje divjad.
- Načrtno obnovo sestojev praviloma začnemo takoj, ko kulminira povprečni vrednostni prirastek. V velikopovršinsko enodobnih sestojih je treba paziti, da ne bomo s prepoznim začetkom obnove zopet vzgojili velikopovršinske, bolj ali manj enodobne gozdove. V teh primerih je treba v posameznih delih sestoja začeti obnovo kako desetletje, dve pred kulminacijo vrednostnega prirastka, ko je sestoj še dovolj stabilen, da bodo posamezni deli kljubovali naravnim ujmam vsaj še nekaj desetletij.
- Obnovo začnemo v slabše stabilnih delih sestoja, kjer se pomladek že pojavlja in kjer bomo lahko oblikovali stabilen rob vrzeli. Obnova teh gozdov je težavna in povezana s številnimi tveganji, zato je posebno pozornost treba nameniti predelom, kjer je pomladek že prisoten. Tu nam je narava pokazala, kakšne razmere so ugodne za pomladitev, kar nam je v pomoč pri odpiranju novih jeder.
- Vrzeli ni smiselno odpirati na mestih z močno razvito zeliščno plastjo. Prav tako se je treba izogniti širjenju starih zatravljenih vrzel, saj bo v njih težko prišlo do naravne obnove. Če je takšnih površin veliko, je treba pretehtati smiselnost umetne obnove.
- Pogoj za aktivno obnovo je primerna odprtost z vlakami. Pri obnovi je treba upoštevati transportno mejo. Jedra je treba osnovati tako, da s poznejšo sečnjo ne bomo poškodovali podmladka.
- V strnjenih sestojih, kjer pomladek še ni razvit, obnovo začnemo z odpiranjem več manjših jeder, ki so najprimernejša za nasemenitev. Primerna velikost vrzeli je

različna in je odvisna od nadmorske višine in ekspozicije rastišča ter od prisotnosti semenskih dreves jelke in listavcev v odraslem sestoju. Orientacijsko se premer vrzeli giblje od 10 m na rastiščih, kakršno je denimo na Krašici, do največ 30 m v večjih nadmorskih višinah, kakršne so na objektih v Jelendolu.

- Pri odpiranju jeder je treba upoštevati semenska leta. Vrzeli je treba narediti najpozneje do pomladi naslednjega leta, torej še pred kalitvijo. Razlog je v veliki mortaliteti klic pod strnjenim sestojem.
- Ko mladje v majhnih vrzelih začne preraščati v višinski razred od 10 do 20 cm, je treba dodati še več svetlobe, kar naredimo z robnim širjenjem vrzeli v smeri najboljše pomlajenosti. V nižinah je to lahko že v petih letih po izseku majhnih vrzeli, v višjih legah verjetno šele po 10 letih. Hitrost dodajanja svetlobe oziroma širjenje vrzeli naj bo prilagojeno višinski rasti in vrstni sestavi mladja. Kjer se je pomladila bukev ali jelka in želimo ti dve vrsti pospeševati, naj bo širjenje vrzeli bolj zadržano, obratno naj bo širjenje jeder hitrejše tam, kjer želimo večji delež javorja.
- Tudi v nadaljevanju je treba redno spremljati rast mladja v vrzelih, odvisno od nadmorske višine, na pet do deset let. Pri naslednji širitvi bi se vrzeli že morale združiti v večjo vrzel velikosti enega hektarja. V nadaljevanju je smiselno prenehati s širjenjem, da ohranjamo mozaično strukturo gozda.
- Če širjenje vrzeli ne sledi rasti mladja, bo pri določeni višini mladja obnova zastala, v skrajnem primeru lahko dobro zasnovano mladje propade, v vsakem primeru pride do podaljševanja pomladitvene dobe, izgube donosa in zmanjševanja možnosti za oblikovanje bolj razgibanih sestojev.
- Gostota bukovega mladja je odvisna predvsem od oddaljenosti od semenskih dreves, zato je treba v sestoju ohranjati vse bukve ne glede na kakovost. Bukve je treba že dovolj zgodaj zadostno sprostiti, kar bo omogočilo, da razvijejo večje krošnje in s tem tudi večjo produkcijo semena.
- V teh gozdovih je v vseh razvojnih fazah treba pospeševati oziroma ohranjati jelko. Na odsekih, kjer je delež jelke padel pod 3 %, naj se jelke ne seka. Pomembna je zaščita jelovega podmladka, ki ga je treba zaščititi že ob uvajanju sestojev v obnovo.
- Predpogoj za uspešno gospodarjenje s temi gozdovi je usklajeno razmerje med gozdom in divjadjo. Edino merilo pri načrtovanju odstrela bi morala biti uspešnost naravne obnove. Do tega zaključka so pri proučevanju problematike obnove mešanih gorskih gozdov že pred nekaj desetletji prišli raziskovalci v različnih delih alpskega sveta (Eiberle in Zehnder 1985; Ammer, 1996).

8.4 KAJ JE ŠE TREBA RAZISKATI

- Že dalj časa z naravno obnovo ne uspemo vzgojiti mešanih sestojev jelke, bukve in smreke, kakršni so vse redkejši ostanki ohranjenih gozdov na tem rastišču. Treba bi bilo proučiti starostno strukturo in ugotoviti, kako in v kakšnih razmerah so omenjeni sestoji nastali in kako so se razvijali.
- Postaviti metodologijo za hitro ugotavljanje sprejemljivega vpliva divjadi na gozd, ki bo lahko služila za določanje potrebnega letnega odstrela. Ker vsa rastišča in vse drevesne vrste niso enako občutljive na selektivno objedanje, je treba doseči soglasje med lovci, gozdarji, lastniki in naravovarstveniki o tem, katere drevesne vrste so morajo uspešno pomlajevati na določenih rastiščih. Vpliv naj se zasleduje pri najobčutljivejši drevesni vrsti, ki jo v sestojih želimo imeti.
- S staranjem gozdov so ti vedno bolj občutljivi na naravne motnje, vedno pogostejši so vetrolomi. V povezavi s tem bi bilo treba bolje proučiti naravno obnovo na velikih posekah in na vetrolomnih površinah.
- Določiti merila, kje in kdaj bi bilo smiselno pomagati z umetno obnovo.

9 POVZETEK (SUMMARY)

9.1 POVZETEK

Premena čistih smrekovih sestojev je eden glavnih gojitvenih izzivov v Evropi. Človek je z gozdno pašo, oglarjenjem in golosečnim sistemom s sadnjo smreke močno spremenil tudi gozdove v Alpah, za katere pogosto mislimo, da so naravni. Naravna obnova zasmrečenih gozdov je marsikje zelo težavna, uspeh obnove pa je glavni element trajnosti gozda in vseh njegovih funkcij. Gospodarsko in ekološko pomembno skupino gozdov v našem alpskem prostoru predstavljajo gozdovi na rastišču asociacije *Homogyno sylvestris-Fagetum*. Prevladujejo enodobni in velikopovršinsko raznodobni zasmrečeni gozdovi, s presežkom debeljakov. Glede na takšno stanje bo v bližnji prihodnosti treba intenzivneje pristopiti k posredni premeni teh gozdov, s katero bomo spremenili zgradbo gozda in/ali zmes drevesnih vrst. Pri tem bo ključna naravna obnova in poznavanje interakcij ekoloških dejavnikov.

Raziskavo smo izvedli v zasmrečenih predalpskih jelovo-bukovih gozdovih na raziskovalnih objektih Jelendol in Krašica. Objekt Jelendol leži na gladkem do valovitem pobočju na nadmorski višini 1.380 do 1.480 m, z nagibom med 14 in 26 ° in pretežno jugovzhodne lege. Starost sestoja je okrog 180 let in starost vrzeli med 40 in 70 let. V Jelendolu smo leta 2003 izločili 18 objektov: osem majhnih vrzeli (površina vrzeli do 0,03 ha), šest srednjih vrzeli (od 0,03 do 0,20 ha), eno veliko vrzel (nad 0,50 ha) in tri objekte pod sklenjenim sestojem. Na vsakem objektu smo na sistematični mreži 5 m krat 5 m postavili kvadratne ploskve velikosti 1,5 m krat 1,5 m, skupaj 542 ploskev. Za vsako ploskev smo ugotovili mikrorelief, nagib, globino tal, debelino organskih horizontov ter površino, vrsto in stopnjo razkroja drevesnih ostankov. Ugotovili smo sestavo površja in naredili popis zeliščne plasti po vrstah in stopnji zastiranja. Pri pomladku smo prešteli vse mladice, ločeno po drevesnih vrstah, višinskih razredih in objedenosti po divjadi. Pri pomladku smo vpisali še drevesno vrsto dominantnega osebka na ploskvi, njegovo višino v cm, prirastek v zadnjem letu v mm in vitalnost. Na vsaki ploskvi smo ocenili vrednosti relativne direktne in razpršene svetlobe ter izmerili vlažnost tal v sušnih razmerah. Popise mladja in vegetacije smo izvedli leta 2003 in 2008.

Raziskovalni objekti na Krašici ležijo na severnem pobočju, na nadmorski višini med 700 in 1.000 m. Goloseki naravnih gozdov so bili na območju raziskave izvedeni predvsem ob koncu 19. in začetku 20. stoletja. Raziskovalni objekt Krašica zajema 32 raziskovalnih objektov: 12 majhnih vrzeli (površina vrzeli 0,01 do 0,03 ha), 12 srednjih vrzeli (0,10 do 0,26 ha), šest manjših vrzeli v vrtačah in dva objekta pod sklenjenim sestojem. Polovica vrzeli je bila izsekana v zimi leta 1986–87 in druga polovica pozimi leta 1992. Polovico vrzeli so leta 1993 ogradili. Meritve na Krašici so bile izvedene leta 1993, 1998 in 2010. Na ploskvah smo ocenili sestavo površja in naredili popis zelišč po vrstah, stopnji

zastiranja in višinskem razredu. Pri popisu podmladka smo prešteli vse mladice in ocenili njihovo zastiranje, ločeno po drevesnih vrstah, višinskih razredih in objedenosti po divjadi. Na vseh ploskvah smo ocenili tudi svetlobne razmere. Vpliv ekoloških dejavnikov na uspešnost naravnega pomlajevanja smo v obeh objektih proučili s pomočjo linearnih mešanih modelov in posplošenih linearnih mešanih modelov.

V vrzelih pride do sprememb ekoloških dejavnikov, kar se najočitneje odraža pri povečanju svetlobnega sevanja. Tako na objektu Jelendol kot na Krašica je bilo sevanje najnižje pod sklenjenim sestojem in se je večalo z velikostjo vrzeli. Zaradi asimetrije sončnega sevanja smo na prisojnih pobočjih ugotovili bistveno večjo korelacijo med direktnim in razpršenim sevanjem kot na osojnih. V vrzelih smo ugotovili tudi spremembe v količini in prostorski porazdelitvi talne vlage, kjer smo v osrednjem delu vrzeli ugotovili večjo vsebnost vlage in manjšo pod krošnjami dreves na robu vrzeli. Najbolj sušen je zgornji rob vrzeli, kar je bolj izrazito na prisojnem pobočju.

Z analizo mladja v Jelendolu smo potrdili domnevo o slabi pomlajenosti omenjenih gozdov, saj smo leta 2003 na ploskvah našli v povprečju le 18.811 klic in mladice na hektar. Leta 2008 je bila gostota precej večja, 35.359 osebkov na hektar, a je bilo to predvsem zaradi večjega števila klic. Čeprav so vrzeli stare med 40 in 70 let, smo v njih našli večinoma klice in mladje višine do 10 cm. Za objekte v Jelendolu je značilna tudi zelo neenakomerna prostorska porazdelitev mladja, kjer je bila leta 2003 in 2008 brez mladja skoraj polovica ploskev. Čeprav smo leta 2008 ugotovili precej večjo gostoto mladja kot leta 2003, je število ploskev brez mladja ostalo skoraj enako. To pomeni, da je do povečanja gostot mladja prišlo na že pomlajenih ploskvah, kar podpira ugotovitev, da porazdelitev števila mladja ni naključna, ampak imamo določena mesta, kjer zaradi ugodnih razmer prihaja do kopičenja mladja. Leta 2008 sta v mladju prevladovali bukev s 49,2 % in smreka s 47,8 %. V primerjavi z drevesno sestavo odraslega sestoja v okolici vrzeli je to velika sprememba v korist bukve. V Jelendolu je bila največja gostota klic v malih in srednjih vrzelih, mladja do 20 cm višine v srednjih vrzelih in mladja nad 20 cm v veliki vrzeli.

S pomočjo modelov smo ugotovili, da je za pomlajevanje smreke v Jelendolu potrebna predvsem zadostna količina razpršenega sevanja, medtem ko direktno sončno sevanje na pomlajevanje deluje zaviralno. Na pojavljanje smreke negativno vpliva večje zastiranje zelišč in kupi vej. Pomlajevanje je v pozitivni povezavi z večjimi Landoltovimi fitoindikacijskimi vrednostmi za zračnost in humus ter v negativni za dušik. Pri smrekovih mladicaх smo ugotovili tudi ugoden vpliv bolj sušnih tal, manjšega nagiba in večjega zastiranja mahov. Z rastjo mladja se manjša negativni vpliv zastiranja zeliščne plasti in se povečujejo potrebe po razpršeni svetlobi. Druga vrsta, ki se poleg smreke najmočneje pomlajuje v Jelendolu, je bukev. Za pomlajevanje bukve je najpomembnejša prisotnost semenskih dreves. Bukev je kot atlantska vrsta veliko bolj občutljiva na sušo in pozebo kot

smreka. Bukvi bolj ustrezajo manjše vrzeli in difuzno presvetljeni sestoji, kjer v poletnem obdobju ne pride do večje izsušitve tal. Rezultati ordinacije nakazujejo, da se z višino mladja potrebe po svetlobi povečujejo tudi pri bukvi, vendar veliko počasneje kot pri smreki.

Na Krašici so leta 1993 v povprečju našli več kot milijon klic na hektar in skoraj 50 tisoč mladice na hektar, kar v primerjavi z Jelendolom pomeni nekajkrat večji pomladitveni potencial. V letu 1998 se je gostota mladja povečala na 111.064 mladice na hektar in se do leta 2010 zmanjšala na 37.554 mladice na hektar. Leta 2010 je bilo nekaj mladja že v višinskem razredu od 1,3 do 3 m in v razredu nad 3 m, a so bile povprečne gostote mladja v teh dveh razredih nizke. Ko pogledamo drevesno sestavo mladja, ugotovimo, da je leta 1993 v najvišjem razredu, v višini od 20 do 129 cm, z 90,6 % prevladoval gorski javor, smreke je bilo le 4,7 %. Leta 2010 je mladje ponekod že preraslo 3 m višine, med drevesnimi vrstami je v tem višinskem razredu s 50,4 % prevladoval gorski javor, z 32,8 % je sledila smreka. Podobno kot v Jelendolu so tudi na Krašici za pomlajevanje odločilne svetlobne razmere oziroma velikost vrzeli. Potrebe po svetlobi so različne glede na drevesno vrsto in višino mladja. Leta 2010 smo na Krašici največje zastiranje smreke do 20 cm višine ugotovili v malih vrzelih, medtem ko je bilo zastiranje v naslednjem višinskem razredu, od 20 do 129 cm, že bistveno večje v velikih vrzelih. Zastiranje gorskega javorja do 3 m višine je bilo zelo podobno v vseh objektih, medtem ko smo gorski javor višine nad 3 m našli le v velikih vrzelih. Rezultati kažejo, da je javor v mladosti dovolj sencovzdržen, da se uspešno nasemeni tudi v manjših vrzelih in uspešno tekmuje s smreko. Tudi jelka kot v mladosti izrazito sencovzdržna vrsta je imela leta 2010 največje zastiranje v višinskih razredih do 129 cm v malih vrzelih, medtem ko smo jelke, višje od 1,3 m, našli le v velikih vrzelih.

Na obeh objektih smo ugotovili, da divjad močno vpliva na pomlajevanje. Tako smo v Jelendolu ugotovili, da je med dominantnimi mladkami bukev med letom 2003 in 2008 izgubila dominanten položaj, okrepil se je položaj smreke. Razlog je v selektivnem objedanju, ko divjad mnogo manj objeda smreko kot bukev. Leta 2008 je bila objedenost smrekovega mladja v višinskem razredu med 50 in 99 cm 36-odstotna, medtem ko je ta delež pri bukvi znašal celo 83 %. Tako velika razlika v objedanju ima neposreden vpliv na razliko v višinskem priraščanju. Z analizo višinskih prirastkov nepoškodovanega mladja smo ugotovili, da je potencialni višinski prirastek smreke in bukve skoraj povsem enak, medtem ko je bil dejanski višinski prirastek bukve v višinskem razredu med 50 in 99 cm petkrat manjši od smreke.

Tudi na Krašici smo ugotovili močan vpliv divjadi na gostoto, zastiranje, vrstno sestavo in višino mladja. Na ograjenih objektih je bila gostota mladja skoraj še enkrat večja kot na neograjenih. Objedanje je najbolj prizadelo mladje v višinskem razredu od 20 do 129 cm, kjer je bila gostota mladja na neograjenih ploskvah štirikrat manjša kot na ograjenih.

Najmočnejši vpliv je imelo objedanje na jelko. Medtem ko je bila gostota jelke v višinskem razredu do 20 cm na ograjenih in neograjenih ploskvah dokaj izenačena, je bila gostota jelk, višjih od 20 cm, na neograjenih ploskvah kar 14-krat manjša. Na neograjelih površinah nismo našli nobene jelke, ki bi prerasla višino objedanja. Na višinsko rast, uspešnost preraščanja v višje višinske razrede ter s tem na vrstno sestavo bodočega sestoja ne vplivajo več le ekološki dejavniki, na katere lahko vpliva gozdar z oblikovanjem okolja in konkurenčnost drevesnih vrst. Kot odločilni dejavnik se vključuje divjad, ki s selektivnim objedanjem močno spremeni konkurenčna razmerja med drevesnimi vrstami v korist smreke.

Glede na ugotovitve o pomlajevanju drugotnega smrekovega gozda v Jelendolu in na Krašici ter na izsledke drugih raziskav gorskih gozdov lahko sklenemo, da je obstoječe enodobne smrekove sestoje, ki postajajo statično in biološko vse manj stabilni, treba preoblikovati v mešane raznomerne sestoje. Velika vertikalna in horizontalna razgibanost ter vrstna pestrost sta glavna dejavnika za njihovo večnamensko vlogo. Glavno orodje, s katerim bomo spremenili zgradbo gozda in zmes drevesnih vrst, je naravna obnova.

Načrtno obnovo sestojev praviloma začnemo takoj, ko kulminira povprečni vrednostni prirastek. V velikopovršinsko enodobnih sestojih je treba v posameznih delih sestoja začeti obnovo kako desetletje ali dve pred kulminacijo vrednostnega prirastka, ko je sestoj še dovolj stabilen, sicer bodo obnovo v nadaljevanju krojile naravne ujme. Pri odpiranju jeder je treba upoštevati semenska leta. Obnovo začnemo v slabše stabilnih delih sestoja, kjer se pomladek že pojavlja in kjer bomo lahko oblikovali stabilen rob vrzeli. Vrzeli ni smiselno odpirati na mestih z močno razvito zeliščno plastjo. Prav tako se je treba izogniti širjenju starih zatravljenih vrzeli, saj bo v njih težko prišlo do naravne obnove. Pri obnovi je treba upoštevati transportno mejo.

V strnjenih sestojih, kjer pomladek še ni razvit, obnovo začnemo z odpiranjem več manjših jeder. Primerna velikost vrzeli je različna in je odvisna od nadmorske višine in ekspozicije rastišča ter od prisotnosti semenskih dreves jelke in listavcev v odraslem sestoju. Orientacijsko se premer vrzeli giblje od 10 m na nižji nadmorski višini do največ 30 m na zgornji meji uspevanja predalpskega jelovo-bukovega gozda. V nadaljevanju je treba redno spremljanje rasti mladja v vrzelih in odvisno od nadmorske višine na pet do deset let širiti vrzeli.

Gostota bukovega mladja je odvisna predvsem od oddaljenosti od semenskih dreves, zato je treba v sestoju ohranjati vse bukve ne glede na kakovost. V zadnjih desetletjih se je močno zmanjšal tudi delež jelke. V odsekih, kjer je delež jelke padel pod tri odstotke, naj se jelke zaradi ohranjanja pomladitvenega potenciala ne seka. Predpogoj za uspešno gospodarjenje s temi gozdovi je usklajeno razmerje med gozdom in divjadjo.

9.2 SUMMARY

Conversion of pure Norway spruce stands is one of the principal silvicultural challenges in Europe. With forest grazing, charcoaling, and clear-cutting for spruce plantations, man has severely altered Alpine forests that we often deem to be natural. In many areas natural regeneration of forest replaced by spruce is often difficult and the success of regeneration is the key element of sustainability of the forest and all of its functions. Forests on *Homogyno sylvestris-Fagetum* sites represent an economically and ecologically important forest group in Alpine space. The dominant forest type is evenaged or large-scale unevenaged forest replaced by spruce, with an excess of mature trees. Given the current condition, it is advisable to intensify indirect conversion of such forests in the near future to alter the forest structure and/or species composition. Natural regeneration and knowledge of interaction between ecological factors will play a key role in this process.

The study was carried out in subalpine fir-beech forests replaced by spruce in the study area Jelendol and Krašica. Jelendol is located on a smooth to undulating slope at 1,380-1,480 a. s. l., with an incline of 14-26° and mostly south-eastern orientation. The stand age is approx. 180 years and gaps are 40-70 years old. In Jelendol 18 areas were selected in 2003: 8 small gaps (gap area up to 0.03 ha), 6 medium gaps (0.03-0.20 ha), one large gap (over 0.50 ha) and three areas in a closed stand. On each area square plots of 1.5 x 1.5 m were delineated on a systematic grid of 5 x 5 m, 542 plots in total. Microrelief, slope, soil depth, depth of organic horizons and surface, type and degree of decomposition of tree remains was established. Surface composition was established and an inventory of the herb layer carried out by type and degree of cover. In the seedling layer all saplings were inventoried separately by species, height class and browsing damage. The species of the dominant individual on the plot was additionally recorded along with its height in cm, increment in mm in past year and vitality. Relative direct and diffuse light, and soil humidity in drought conditions were measured on each plot. Regeneration and vegetation inventories were carried out in 2003 and 2008.

The study areas in Krašica are located on a northern slope at 700-1,000 a. s. l. Natural forests in the study area were clear-cut mostly at the end of the 19th and in early 20th century. Krašica encompasses 32 study areas: 12 small gaps (gap size 0.01-0.03 ha), 12 medium gaps (0.10-0.26 ha), 6 smaller gaps in sinkholes and 2 areas in closed stands. Half the gaps were clear-cut in winter of 1986-87 and the second half in winter of 1992. Half the gaps were fenced in 1993. Measurements in Krašica were carried out in 1993, 1998 and 2010. On each plot surface composition was assessed and an inventory of herb layer carried out by species, cover intensity and height class. In the seedling inventory, all saplings were inventoried and their cover assessed separately by species, height class and browsing damage. Light conditions were assessed on all plots. The impact of ecological factors on success of natural regeneration was studied in both study areas with linear mixed models and generalised linear mixed models.

Gaps promote changes of ecological factors, which is most obviously reflected in increased light radiation. In Jelendol and Krašica radiation was lowest under the closed stand and increased proportional to gap size. As a result of asymmetry of solar radiation, correlation between direct and diffuse radiation was much higher in southern than non-southern slope orientations. Changes in quantity and distribution of soil moisture were determined in gaps: moisture was higher in the gap centre than under canopies on the gap edge. The upper edge of gaps is driest, which is more pronounced on southern slopes.

Analysis of regeneration in Jelendol confirmed the assumption of poor regeneration of the analysed forests: an average of only 18,811/ha of one-year-old seedlings and saplings were counted in 2003. In 2008 density was significantly higher, 35,359/ha, largely due to a higher number of one-year-old seedlings. Although the gaps are 40-70 years old, they were dominated by one-year-old seedlings and saplings <10 cm. Jelendol is characterised by very uneven spatial distribution of regeneration: almost half of the plots had no regeneration in 2003 and 2008. Although regeneration density was significantly higher in 2008 than in 2003, the number of plots without regeneration remained practically the same. Regeneration density thus increased on previously regenerated plots, which supports the finding that numeric distribution of regeneration is not accidental: there are certain spots where regeneration converges due to favourable conditions. In 2008 regeneration was dominated by beech (49.2%) and spruce (47.8%). Compared to the tree composition of the mature stand around the gaps, this is a significant change in favour of beech. In Jelendol one-year-old seedling density was highest in small and medium gaps, density of regeneration <20 cm was highest in medium gaps, and density of regeneration >20 cm was highest in the large gap.

Modelling determined that spruce regeneration in Jelendol requires primarily a sufficient amount of diffuse radiation, while direct solar radiation has a negative impact on regeneration. Spruce recruitment is negatively affected by denser herb cover and branch heaps. Regeneration is positively correlated to Landolt's phytoindication values for aeration and hummus content, and negatively correlated to nitrogen. Drier soil, lower incline and denser moss cover were discovered to positively affect spruce saplings. As saplings grow, the negative impact of herb layer cover drops and the need for diffuse light increases. Beech is second to spruce in regeneration strength in Jelendol. The presence of seed trees is the most important factor in beech regeneration. As an Atlantic species, beech is much more sensitive to drought and frost than spruce. Beech prefers smaller gaps and diffusely irradiated stands, where soil drying is limited in the summer period. Ordination results indicate that beech demand for light increases with sapling height, but at a much slower pace than for spruce.

In Krašica an average of more than one million one-year-old seedlings/ha and almost 50,000/ha of saplings were found in 1993, several times the regeneration potential of Jelendol. Regeneration density increased to 111,064/ha of saplings in 1998 and dropped to 37,554/ha by 2010. In 2010 a portion of the saplings were already in the 1.3-3 m and >3 m height classes, although average sapling densities in these two classes were low. Species composition of regeneration shows that sycamore maple dominated the highest class of 20-129 cm (90.6%) and spruce accounted for only 4.7%. In 2010 saplings sporadically exceeded 3 m; sycamore maple dominated this height class (50.4%), followed by spruce (32.8%). In Jelendol as in Krašica, light conditions, i.e. gap size, were the decisive factor in regeneration. Light requirements depend on species and regeneration height. In 2010 the highest spruce cover in height class <20 cm was registered in small gaps; in the next height class (20-129 cm) cover was already significantly higher in large gaps. Sycamore maple cover in <3 m class was very similar across all study areas, while sycamores in >3 m class were found only in large gaps. The results show that sycamore maple is sufficiently shade tolerant in the juvenile phase, that is it successfully seeded even in smaller gaps, and that it successfully competes against spruce. Fir as a distinctly shade tolerant species in juvenile phase had the biggest cover in 2010 in height classes <129 cm, while individuals >1.3 m were found only in large gaps.

In both study areas wild ungulates were found to exert strong pressure on regeneration. In Jelendol beech lost its dominant position among saplings between 2003 and 2008 and the position of spruce improved. This is due to selective browsing, as wild ungulates browse spruce at a significantly lower intensity than beech. In 2008 browsing intensity of spruce saplings in 50-99 cm height class was 36%; for beech saplings in the same class it was 83%. The significant difference in browsing intensity has a direct impact on height increment. Analysis of height increment of undamaged regeneration determined that the potential increment of spruce and beech is almost identical, but the actual height increment of beech in the height class 50-99 cm was five times lower than of spruce.

Strong impact of wild ungulates on density, cover, species composition and regeneration height was also determined in Krašica. In fenced areas regeneration density was almost double that of unfenced areas. Browsing had the strongest impact on the 20-129 cm height class, where regeneration density in unfenced plots was four times lower than on fenced plots. Browsing had the strongest impact on fir. While fir density in height class <20 cm was relatively even in fenced and unfenced plots, >20 cm fir density in unfenced plots was 14-times lower. In unfenced plots there was not a single fir individual exceeding browsing height. Vertical growth, successful recruitment to higher height classes and hence the species composition of the future stand are no longer determined only by ecological factors that forest managers can affect by shaping the environment or by species competition. Due to selective browsing, wild ungulates are a decisive factor that can significantly alter competition relations between species in favour of spruce.

The findings on regeneration of secondary spruce forest in Jelendol and Krašica, and the findings of other studies of mountain forests, lead to the conclusion that existing evenaged spruce stands that are becoming increasingly instable in static and biological terms need to be converted to mixed unevenaged stands. Significant vertical and horizontal dynamics and species variety are decisive factors in determining stands' multi-purpose role. The principal tool to alter the forest structure and species composition is natural regeneration.

Planned regeneration of stands is typically started when the average value increment culminates. In large-scale evenaged stands, regeneration of individual parts of the stand must start a decade or two prior to culmination of the value increment when the stand is still sufficiently stable, else natural disturbances will dictate regeneration. Seed years need to be considered when opening of gaps is planned. Regeneration should begin in less stable stand segments, where seedlings already appear and where a stable gap edge can be formed. It is not sensible to open gaps in places with a strong herb layer. Expansion of old grassy gaps should also be avoided, as natural regeneration is difficult to achieve there. The transportation limit needs to be considered.

In dense stands where seedlings are not yet present, regeneration starts with the opening of multiple smaller gaps. The appropriate gap size depends on altitude, site exposure and the presence of fir and broadleaved seed trees in the mature stand. Gap diameter should indicatively range from 10 m at lower altitudes to a maximum of 30 m at the upper boundary of subalpine fir-beech forest. Subsequently, regeneration growth in gaps must be regularly monitored and gaps expanded depending on altitude every 5 to 10 years.

Density of beech regeneration depends primarily on distance to seed trees, which requires preservation of all beech individuals in the stand, regardless of quality. In the recent decades the share of fir has dropped significantly as well. In sections where the share of fir dropped below 3%, fir should be exempted from harvesting in order to preserve its regeneration potential. The precondition for successful management of these forests is a balanced relationship between forest and wild fauna.

10 VIRI

- Accetto M. 1986. Vpliv rastlinojede divjadi na Jelendolske gozdove v Karavankah. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 27: 37–88
- Ammer C., Brang P., Knoke T., Wagner S. 2004. Methoden zur waldbaulichen Untersuchung von Jungwuechsen. Forstarchiv: 83–110
- Ammer C., Kuiters A.T., Mohren G.M.J., Van Wierwn S.E. 1996. Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. Forest Ecology and Management, 88, 1/2: 43–53
- Anderson M.C. 1964. Studies of the woodland light climate: the photographic computation of light condition. Journal of Ecology, 52: 27–41
- Atlas okolja. Spletna aplikacija Agencije Republike Slovenije za okolje. http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (maj 2012)
- Baier R., Meyer J., Göttlein A. 2007. Regeneration niches of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) saplings in small canopy gaps in mixed mountain forests of the Bavarian Limestone Alps. European journal of forest research, 126, 1: 11–22
- Bazzaz F.A. 1991. Habitat Selection in Plants. American Naturalist, 137: 116–130
- Bazzaz F.A., Pickett S.T.A. 1980. Physiology ecology of tropical succession: a comparative review. Annual Review of Ecology and Systematics, 11: 287–310
- Belec Z. 2009. Fitocenološka analiza in zgodovina jelovih gozdov na Pohorju: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana, samozal.: 198 str.
- Bernot F. 1981. Klima Gorenjske. V: Gorenjska: referati in gradivo na 12. zborovanju slovenskih geografov v Kranju in na Bledu od 15. do 17. oktobra 1981. Brinovec S. (ur.). Ljubljana, Geografsko društvo Slovenije: 107–119
- Bolker B. M., Brooks M. E., Clark C. J., Geange S. W., Poulsen J. R., Stevens M. H. H., White J. S. 2009. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. Trends in Ecology and Evolution, 24: 127–135
- Bončina A., Diaci J., Jonozovič M. 2003. Verjüngungssituation in Bergwald Sloweniens. BFW-Berichte, 130: 23–30
- Bončina A., Mikulič V. 1998. Posebnosti strukture gozdov, gojenje, načrtovanje in gospodarjenja v Sloveniji vzdolž gradienta nadmorske višine. V: Gorski gozd: zbornik referatov. XIX. gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina, 26. - 27. marec 1998. Diaci

- J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 25–52
- Brang P. 1996. Seedling establishment and distribution of direct radiation in slit-shaped openings in Norway spruce forests in the intermediate Alps. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 147, 10: 761–784
- Brang P., von Felten S., Wagner S. 2005. Morning, noon, or afternoon: does timing of direct radiation influence the growth of *Picea abies* seedlings in mountain forests? *Annals of Forest Science*, 62: 697–705
- Brang, P. 1998. Early seedling establishment of *Picea abies* in small forest gaps in the Swiss Alps. *Canadian Journal of Forest Research*, 28: 626–639
- Braun – Blanquet J. 1951. *Pflanzensoziologie*. 2, umgearbeitete und vermehrte Aufl.. Wien, Springer: 631 str.
- Brunner A. 1994. Ökologische Lichtmessung im Wald. *Forstarchiv*, 65: 133–138
- Canham C.D., Denslow J.S., Platt W.J., Runkle J.R., Spies, T.A., White P.S. 1990. Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 620–631
- Canham C.D., Finzi A.C., Pacala S.W., Burbank D.H. 1994. Causes and consequences of resource heterogeneity in forests: interspecific variation in light transmission by canopy trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 337–349
- Dakskobler I. 2002a. Jelovo-bukovi gozdovi na Bovškem (Julijske Alpe, severozahodna Slovenija). *Razprave IV. razreda SAZU*, 43, 2: 109–155
- Dakskobler I. 2002b. Jelovo-bukovi gozdovi v dolini Kneže, Zadlaščice in Tolminke (Južne Julijske Alpe, zahodna Slovenija). *Razprave IV. razreda SAZU*, 43, 3: 111–165
- Dakskobler I. 2002c. Jelovo-bukovi gozdovi v zgornji Baški dolini (Julijske Alpe, zahodna Slovenija). *Hacquetia*, 1, 1: 35–88
- Dakskobler I. 2009. Floristična analiza jelovo-bukovega gozda v treh dolinah v Julijskih Alpah. *Folia biologica et geologica* 50/1: 35-72
- Denslow J., Spies T. 1990. Canopy gaps in forest ecosystems: an introduction. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: str. 619
- Diaci J. 1995. Vloga gorskega javorja (*Acer pseudoplatanus* L.) pri naravnem pomlajevanju smrekovih nasadov na rastišču jelovo-bukovega gozda na Krašici,

- Nazarsko območje. V: Prezrte drevesne vrste: zbornik seminarja. Kotar, M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 235–256
- Diaci J. 1997. Experimentelle Felduntersuchung zur Naturverjüngung künstlicher Fichtenwälder auf Tannen-Buchenwaldstandorten (*Homogyno sylvestris-Fagetum*) in den Savinja-Alpen (Slovenien) mit besonderer Berücksichtigung der Ansamlungsphase und unter dem Einfluß der Faktoren Licht, Vegetation, Humus und Kleinsäuger. (Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen, 80). Zürich: 197 str.
- Diaci J. 1998. Primerjava zgradbe in razvoja naravnega bukovega gozda in nadomestnega gozda macesna in smreke ob zgornji gozdni meji v Savinjskih Alpah. V: Gorski gozd: zbornik referatov. XIX. gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina, 26. - 27. marec 1998. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 313–363
- Diaci J. 1999. Meritve sončnega sevanja v gozdu – I. Presoja metod in instrumentov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 58: 105–138
- Diaci J. 2002. Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. Forest Ecology and Management, 161: 27–38
- Diaci J., Kutnar L., Rupel M., Smolej I., Urbančič M., Kraiger H. 2000. Interactions of Ecological Factors and Natural Regeneration in an Altimontane Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Stand. Phytion, Special issue: »Root-soil interactions«, 40: 17–26
- Diaci J., Pisek R., Bončina A. 2005. Regeneration in experimental gaps of subalpine *Picea abies* forest in the Slovenian Alps. European Journal of Forest Research, 124: 29–36
- Diaci J., Thormann J.J., Kolar U. 1999. Meritve sončnega sevanja v gozdu – II. Metode na osnovi projekcij hemisfere neba in krošenj. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 60: 177–210
- Dohrenbusch A., Kranigk J., Pryor D. 1995. Entwicklung und Bau eines Lichtmessgerätes zur Erfassung der protosynthetisch nutzbaren Strahlung. Allgemeine Forst und Jagd Zeitung, 166: 154–160
- Drobyshev I., Nihlgård B. 2000. Growth response of spruce saplings in relation to climatic conditions along a gradient of gap size. Canadian Journal of Forest Research, 30: 930–938

- Državna meteorološka služba. 2014. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf>; (maj 2012)
- Dudley N. 1992. Forests in trouble: a review of the status of temperate forests worldwide. Gland, Switzerland, WWF International World Wide Found For Nature: 260 str.
- Eiberle K., Zehnder U. 1985. Kriterien zur Beurteilung des Wildverbisses bei der Weißtanne. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 136: 399–414
- Faraway J. J. 2006. Extending the Linear Model with R: Generalized Linear, Mixed Effects and Non. parametric Regression Models. Boca Raton, Chapman & Hall/CRC: 331 str.
- Firm D., Nagel T.A., Diaci J. 2009. Disturbance history and dynamics of an old-growth mixed species mountainforest in the Slovenian Alps. Forest Ecology and Management, 257: 1893–1901
- Fuller R. J., Gill R. M. A. 2001. Ecological impacts of deer in woodland. Forestry, 74: 189–192
- Gensac P. 1990. Regeneration of Norway spruce (*Picea abies*) on stumps at high altitudes in the French Alps. Annales des Sciences Forestieres, 47, 2: 173–182
- Gobl F., Smidt S., Herman F., Gril D., Guttenberger H. 1996. Investigations on mycorrhizae and fine roots in an area used as forest pasture. Phytion, Special issue: »Studies of ecosystems in the Limestone Alps«, 36, 4: 193–204
- Gozdnogospodarski načrt enote Jelendol 1990-1999. 1991. Kranj, Gozdno gospodarstvo Kranj: 162 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Jelendol 2010-2019. 2010. Kranj, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj: 147 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Nazarje 2003-2012. 2004. Nazarje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Nazarje: 284 str.
- Gozdnogospodarski načrt za gospodarsko enoto družbenih gozdov Gornji Grad 1963-1972. 1963. Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje: 128 str.

- Gregorič V. 1973. Geološke razmere na območju gozdnogospodarskih enot SLP-II Gornji Grad in Nazarje. V: Vegetacijska in rastiščna analiza za območje gozdnogospodarskih enot SLP-II Gornji Grad in Nazarje. Puncer I. (ur.), Zupančič M. (ur.). Ljubljana, Inštitut za biologijo pri SAZU: 1–15
- Hanssen K.H. 2003. Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. *Forest Ecology and Management*, 180: 199–213
- Horsley S. B., Stout S. L., deCalesta D. S. 2003. White-tailed deer impact on the vegetation dynamics of a northern hardwood forest. *Ecological Applications*, 13: 99–118
- Horvat – Marolt S. 1967. Pomlajevanje na pohorskih posekah in konkurenčne razmere v koreninskem prostoru. *Gozdarski vestnik*, 25, 1: 1–14
- Horvat – Marolt S. 1978. Kakovost smrekovega mladja v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih Alp: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,). Ljubljana, samozal.: 111 str.
- Horvat - Marolt S. 1984. Kakovost smrekovega mladja v subalpskem smrekovem gozdu Julijskih Alp. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 24: 5–64
- Hunziker U., Brang P. 2005. Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps. *Forest Ecology and Management*, 210: 67–79
- IBM SPSS Advanced Statistics 20. 2011. IBM Corporation:173 str.
<http://www.csun.edu/sites/default/files/advanced-statistics20-64bit.pdf>
- Ilešič S. 1981. Gorenjska, njena regionalna opredelitev in notranja regionalna razčlenitev. V: Gorenjska: referati in gradivo na 12. zborovanju slovenskih geografov v Kranju in na Bledu od 15. do 17. oktobra 1981. Brinovec S. (ur.). Ljubljana, Geografsko društvo Slovenije: 9–17
- Imbeck H., Ott E. 1987. Verjüngungsökologische Untersuchungen in einen hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der Schneeablagerung und der Lawinenbildung. *Mitteilungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung*, 42, ETH –Zürich: 202 str.
- Jarni K., Robič D., Bončina A. 2005. Analiza vpliva parkljaste divjadi na pomlajevanje dinarskega jelovo-bukovega gozda na raziskovalni ploskvi Trnovec v Kočevskem gozdnogospodarskem območju. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 74: 141–164

- Kathke S., Bruelheide H. 2010. Gap dynamics in a near-natural spruce forest at Mt. Brocken, Germany. *Forest Ecology and Management*, 259: 624–632
- Kelenc S. 2010. Primerjava različnih pristopov za prevzgojo izmenjanih in spremenjenih gozdov v srednji Evropi: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 100 str.
- Kirchner K., Kathke S., Bruelheide H. 2011. The interaction of gap age and microsite for herb layer species in a near-natural spruce forest. *Journal of Vegetation Science*, 22: 85–95
- Klimatografija Slovenije: padavine. 1961 – 1990. 1995. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije: 366 str.
- Klimatografija Slovenije: temperature. 1961 – 1990. 1995. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije: 356 str.
- Košir Ž., Zorn M., Robič D. 1968. Gozdne združbe gospodarske enote Jelendol: elaborat, karta gozdnih združb in fitocenološke preglednice. Ljubljana, Biro za gozdarsko načrtovanje 39 str.
- Kotar M. 1998. Proizvodna sposobnost visokogorskih in subalpinskih gozdnih rastišč ter zgradba njihovih gozdov. V: Gorski gozd: zbornik referatov. XIX. gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina, 26. - 27. marec 1998. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 109–124
- Kragl V. 1936. Zgodovinski drobci župnije Tržič, Župnijski urad Tržič: 460 str.
- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmler W., Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber F. H., Theurillat J.-P., Urmi E., Vust M., Wohlgemuth T. 2010. *Flora Indicativa: Ecological Indicator Values and Biological Attributes of the Flora of Switzerland and the Alps / Ökologische Zeigerwerte und Biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen*. Bern, Haupt: 376 str.
- Larcher W. 2003. *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer: 513 str.
- Lieffers V.J., Messier K.J., Stadt F., Gendron F., Comeau P.G. 1999. Predicting and managing light in the understory of boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 796–811

- Maarel van der E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39, 2: 97–114
- Madsen P. 1995. Effects of seedbed type on wintwring of beech nuts (*Fagus sylvatica*) and deer impact on sprouting seedlings in natural regeneration. *Forest Ecology and Management*, 73: 37–43
- Mallik A.U., Pellissier F. 2000. Effects of *Vaccinium myrtillus* on spruce regeneration: testing the notion of coevolutionary significance of allelopathy. *Journal of Chemical Ecology*, 26: 2197–2209
- MapInfo Professional: version 10.0: user guide 2009. Troy, Pitney Bowes Software: 458 str.
http://reference.mapinfo.com/software/mapinfo_pro/english/10/MapInfoProfessionalUserGuide.pdf (januar 2010)
- Marinček L. 1978. Vegetacijska in rastiščna analiza za območje Gozdnogospodarske enote Jelendol. Ljubljana, Biro za gozdarsko načrtovanje: 108 str.
- Marinček L., Čarni A. 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1: 400.000. Ljubljana, SAZU: 79 str.
- Marinček L., Čarni A. 2007. Illyrian pre-Alpine fir and beech forests – the association *Homohyno sylvestris-Fagetum* Marinček et al. 1993. *Hacquetia*, 6, 2: 111–129
- Mayer H., Ott E. 1991. Gebirgswaldbau-Schutzwaldpflege: ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz., Stuttgart, New York, Fischer: 587 str.
- Mohorič I. 1965. Zgodovina industrije, gozdarstva in obrti v Trziču. 3. knjiga. Ljubljana, Turistično društvo Tržič: 422 str.
- Motta R. 1996. Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forest in the Western Italian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88: 93–98
- Mountford E. P., Savill P. S., Bebbler D. P. 2006. Patterns of regeneration and ground vegetation associated with canopy gaps in a managed beechwood in southern England. *Forestry*, 79, 4: 389–408
- Nielsen D.R., Wendroth O. 2003. Spatial and temporal statistics. Sampling Field Soils and their Vegetation. Reiskirchen, Catena Verlag: 398 str.
- Noborio K. 2001. Measurement of soil water content and electrical conductivity by time domain reflectometry: a review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 3: 213–237

- Obnovitveni gozdnogospodarski načrt gospodarske enote Nazarje za obdobje 1983-1992 - družbeni gozdovi. 1982. Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje: 120 str.
- Obnovitveni gozdnogospodarski načrt gospodarske enote Nazarje za obdobje 1993-2002. 1993. Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje: 153 str.
- Ott E. 1998a. O razvoju gojenja gozdov v švicarskih Alpah. V: Gorski gozd: V: Gorski gozd: zbornik referatov. XIX. gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina, 26. - 27. marec 1998. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 65–80
- Ott E. 1998b. Nega varovalnih gozdov v švicarskih Alpah. V: Gorski gozd: zbornik referatov. XIX. gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina, 26. - 27. marec 1998. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 303–312
- Ott E., Frehner M., Frey H.-U., Lüscher P. 1997. Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung.- Bern; Stuttgart; Wien, P. Haupt: 287 str.
- Pellissier F., Trosset L. 1992. Difficulties of natural regeneration of Norway spruce forests: seed predation and inhibition due to humus. *Annales des Sciences Forestieres*, 49, 4: 383–388
- Perko F. 1977. Vplivi jelenjadi na naravno obnovo jelovih in bukovih gozdov na visokem Krasu. *Gozdarski vestnik*, 5: 191–204
- Pisek R. 2000. Naravno pomlajevanje subalpskega smrekovega gozda na Pokljuki: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 83 str.
- Podatkovna zbirka o gozdnih sestojih in gozdnih rastiščih Slovenije. 2008. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: podatkovna zbirka.
- Podnebne razmere v Sloveniji (obdobje 1971–2000). 2006. Ljubljana, Agencije Republike Slovenije za okolje: 27 str.
- Poljanec A. 2000. Razvoj alpskega smrekovega gozda v dolini Lopučnice: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 84 str.
- Potvin F., Beaupre P., Laprise G. 2003. The eradication of balsam fir stands by whit-tailed deer on Anticosti Island, Quebec: A 150-Year process. *Ecoscience* 10: 487–495

- Prietzl, V. J., Ammer, C. 2008. Mixed mountain forests of the Bavarian Limestone Alps: reduction of ungulates density results not only in increased regeneration success but also in improved soil fertility. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 179: 104–112
- Prilagoditev in sprememba gospodarskega načrta za gospodarsko enoto družbenih gozdov Gornji Grad 1963-1972. 1969. Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje: 120 str.
- Puettmann K. J., Ammer C. 2007. Trends in North American and European regeneration research under the ecosystem management paradigm. *European journal of forest research*, 126: 1–9
- Rajkai K., Gacsi Z. 2004. Soil moisture patterns in artificial gaps of managed beech forests stand. *Nat-Man Working Report* 48: 21 str.
http://curis.ku.dk/ws/files/49893499/working_report_48.pdf (10. marec 2014)
- Revizijski gozdnogospodarski načrt za gospodarsko enoto družbenih gozdov Nazarje 1973-1982. 1972. Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje: 250 str.
- Rich P.M., Clark D.B., Clark D.A., Oberbauer S.F. 1993. Long-term study of solar radiation regimes in a tropical wet forest using quantum sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology*, 65: 107–127
- Ricklefs R. 1977. Environmental heterogeneity and plant species diversity: a hypothesis. *American Naturalist*, 111: 376–381
- Robič D. 1985. Problem naravnega obnavljanja antropogenih altimontanskih smrekovij na Pohorju. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 26: 149–159
- Robič D., Vilhar U., Kraiger H. 1998. Gozdnogojitveni vidik kompeticije v rizosferi zatravljenega antropogenega altimontanskega smrekovja. V: *Gorski gozd: zbornik referatov. XIX. gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina*, 26. - 27. marec 1998. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 255–268
- Robinson A. P., Hamann J. D. 2011. *Forest Analytics with R: An Introduction*. New York, Springer: 339 str.
- Rooney T. P. 2001. Deer impacts on forest ecosystems: A North American perspective. *Forestry*, 74: 201–208
- Rozman E. 2005. *Pomladitvena ekologija drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu: diplomska naloga*. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 72 str.

- Rozman J. 2007. Ekologija pomlajevanja drugotnega smrekovega gozda v visokogorskem vegetacijskem pasu Karavank: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana, samozal.: 145 str.
- Roženberger D. 2012. Razvoj, rast in razrast bukve (*Fagus sylvatica* L.) v starejši inicialni fazi v raznomernih dinarskih jelovo-bukovih gozdovih: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,). Ljubljana, samozal.: 159 str.
- Runkle J.R. 1989. Synchrony of regeneration, gaps and latitudinal differences in tree species diversity. *Ecology*, 70, 3: 546–547
- Schume H., Hager H., Jost G. 2003. Soil water dynamics and evapotranspiration in a spruce monoculture and a mixed broadleaf-conifer stand. *Ecologia*, 22, 3: 86–101
- Shimatani K., Kimura M., Kitamura K., Suyama Y., Isagi Y., Sugita H. 2007. Determining the location of a deceased mother tree and estimating forest regeneration variables by use of microsatellites and spatial genetic models. *Population Ecology*, 49: 317–330
- Shimoda, K., Kimura, K., Kanzaki, M In Yoda, K. 1994. The regeneration of pioneer tree species under browsing pressure of Sika deer in an evergreen oak forest. *Ecological Research*, 9: 85–92
- Smolej I. 1978. Porazdelitev dežja v sestojni odprtini. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 16, 1: 83–108
- Splechtna B.E., Gratzner G., Black B.A. 2005. Disturbance history of a European oldgrowth mixed-species forest – a spatial dendro-ecological analysis. *Journal of Vegetation Science* 16: 511–522
- Stewart G. H., Burrows L. E. 1989. The impact of whitw-tailed deer *Odocoileus virginianus* on regeneration in the coastal forests of Stewart Island, New Zealand. *Biological Conservation*, 49, 275–293
- Stiavelli S., Tognotti E. 1987. Observations on the production of seeds by Norway spruce in relation to forest decline. *Monti e Boschi*, 38, 1: 49–54
- Streit K., Wunder J., Brang P. 2009. Slit-shaped gaps are a successful silvicultural technique to promote *Picea abies* regeneration in mountain forests of the Swiss Alps. *Forest Ecology and Management*, 257: 1902–1909
- Surfer 8: User's guide. 2002. Colorado, Golden Software: 640 str.
- Šercelj A. 1996. Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji. Ljubljana, SAZU: 142 str.

Škorič A. 1977. Tipovi naših tala. Zagreb, Sveučilišna naklada Liber: 134 str.

Teuffel K. V., Heinrich B., Baumgarten M. 2004. Present distribution of secondary Norway spruce in Europe. V: Norway spruce conversion – options and consequences. Spiecker H. in sod. (ur.). (European Forest Institute Research Report, 18), Leiden, Boston, Brill NV: 63–96

TRIME-EZ/-EZC/-IT/-ITC: user manual. 2006. Ettlingen, IMKO Micromodultechnik: 17 str. <http://www.imko.de/en/downloads/file/32-trime-ez-it-manual> (junij 2008)

Urbančič M., Simončič P., Prus T., Kutnar L. 2005. Atlas gozdnih tal Slovenije. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Gozdarski vestnik, Gozdarski inštitut Slovenije: 100 str.

Veselič Ž. 1981. Vpliv divjadi na obnovo jelovo-bukovih gozdov v postojnskem gozdnogospodarskem območju. Gozdarski vestnik, 39: 434–449

Vilhar U. 2006. Vodna bilanca dinarskega jelovo-bukovega gozda v Kočevskem Rogu: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,). Ljubljana, samozal.: 250 str.

Wagner S., Collet C., Madsen P., Nakashizuka T., Nyland R.D., Sagheb-Talebi K. 2010. Beech regeneration research: From ecological to silvicultural aspects. Forest Ecology and Management, 259: 2172–2182

Watt A. S. 1923. On the ecology of British beechwoods with special reference to their regeneration. Journal of ecology, 11: 1–47, 147–203

WinDENDRO 2005a for three-ring analysis. 2005. Program manual, Regent Instruments.: 132 str.

WinSCANOPY 2003b for hemispherical image analysis. 2003. Program manual, Regent Instruments.: 104 str.

Wraber M. 1963. Gozdnogojitveni elaborat za območje GG Nazarje. Ljubljana, Biološki inštitut J. Hadžija pri SAZU: 73 str.

Zerbe S. 2002. Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantation. Forest ecology and management, 167: 27–42

Zielonka T., Piatek G. 2001. Norway spruce regeneration on decaying logs in subalpine forests in the Tatra National Park. Polish Botanical Journal, 46: 251–260

Zupančič M. 1999. Smrekovi gozdovi Slovenije. Dela IV. razreda, SAZU, 36. Ljubljana, SAZU: 222 str.

Zuur A. F., Ieno E. N., Walker N. J., Saveliev A. A., SMITH G. M. 2009. Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. New York, Springer: 574 str.

ZAHVALA

Hvala Heleni za podporo in spodbudo v času celotnega študija.

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Juriju Diaciju za pomoč in usmerjanje pri študiju, koristne nasvete in skrben pregled dela. Hvala za spodbudne besede in korekten odnos.

Hvala dr. Andreju Rozmanu za pomoč pri ordinaciji in izračunu Landoltovih vrednosti.

Posebna zahvala gre Pahernikovi ustanovi za sofinanciranje stroškov doktorskega postopka.

Hvala vsem, ki ste mi kakorkoli pomagali v teku študija in pri nastajanju te naloge.

PRILOGE

Priloga A: Popisni list za ploskev – objekt Jelendol

Št. vrzeli				
Št. ploskve				

Datum:.....

Relief		
Ekspozicija		
Nagib		

1 – gladko, 2 – konkavno, 3 – konveksno
N, NE, E, SE, S, SW, W, NW

Tla

	1
Globina tal	
Debelina humusa	
Kamnitost, skal.	%

2

3

cm
mm

	3
	2
1	

Drevesni ostanki

Površina		%
Vrsta		
Stopnja razkroja		

1 – panj in korenine, 2 – kup vej, 3 – deblo
1 – lubje nad 50 %, trd, 2 – lubje 0–50 %, trd, nož do 1 cm, 3 – lubja ni, mehak obod, nož 1–5 cm, 4 – mehak, nož nad 5 cm, majhni deli manjkajo, 5 – mehak, večji deli manjkajo, zaobljen, 6 – razpadel

Sestava površja [%]

Mladje	
Zelišča	
Drevesni ostanki	
Korenine in panji stoječih dreves	
Zemlja	
Kamenje	
Neobraslo	
Skupaj	100

Mladje – na drevesnih ostankih

(mladje, ki raste na drevesnih ostankih in v 10-centimetrske obrobne pasu)

	Do 5	5–10				10–20				20–50				50–100 cm			
		0	S	V	V+S	0	S	V	V+S	0	S	V	V+S	0	S	V	V+S
Sm																	
Je																	
Ma																	
Bu																	

Mladje – drugo

	Do 5	5–10				10–20				20–50				50–100 cm			
		0	S	V	V+S	0	S	V	V+S	0	S	V	V+S	0	S	V	V+S
Sm																	
Je																	
Ma																	
Bu																	

0 – nepoškodovano, S – stranski, V – vršni, V+S – vršni + stranski

Dominantna mladica

Višina [cm]	Višinski pr. [mm]	Vitalnost

Vitalnost: 1 – zelo vitalen, 2 – srednje vitalen, 3 nevitalen

Priloga B: Popisni list za ploskev leta 2010 za sestoj, male vrzeli, vrtače – objekt Krašica

Oznaka vrzeli: _____ Št. ploskvice: _____ Snemalec: _____ Datum: _____

Nagib: _____ % Posebnosti: _____

Zastiranje (skupaj Višina in prirastek dominantnih mladice
100%)

		H	iH1	iH2	iH3		H	iH1	iH2	iH3
Zelišča (%)						je	1			
ZHdom (cm)							2			
Mladje (%)							3			
Skale (%)							1			
CWD (%)							2			
Drevo (%)							3			
Ostalo (%)										

Število po stopnjah objedenosti (neobjedeno < 10 %, srednje 10–50 %, močno > 50 % in/ali terminalni)

	klíce			do 20 cm			21–50 cm			51–130 cm			131–300 cm		
	<10 %	10-50 %	>50 %	<10 %	10-50 %	>50 %	<10 %	10-50 %	>50 %	<10 %	10-50 %	>50 %	<10 %	10-50 %	>50 %
sm															
bu															
je															
g.ja															

Zastiranje vegetacije (0,1, 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100)

Vrsta	do 20	20-130	>130	Vrsta	do 20	20-130	>130	Vrsta	do 20	20-130	>130	Vrsta	do 20	20-130	>130	Vrsta	do 20	20-130	>130
ABIEALBA				CIRCLUTE				HEDEHELI				PARIQUAD				SORBAUCU			
ACERPLAT				CLEMALPI				HEPANABI				PETAALBU				STACSYLV			
ACERPSEU				CLEMVITA				HIERMURO				PETERSIL				STELGLOC			
ACONVULP				CORYAVEL				HORDEURO				PHYLSCOL				SYMPTUBE			
ACTASPIC				CYCLPURP				HYPEMONT				PICEABIE				TARAOFFI			
ADOXMOSC				DAPHMESE				HYPERPERF				POLYACUL				THELPHEG			
AEGOPODA				DESCFLEX				HYPESPEC				POLYMULT				URTIDIOI			
ANEMNEMO				DRYODILA				IMPANOLI				POLYVERT				VEROURTI			
ANEMSPEC				DRYOFILI				LAMIMACU				POLYVULG				VICIOROB			
AREMAGRI				EPILMONT				LAMIORVA				PRENPURP				VIOLRAIC			
ARUNDIOI				EUPACANN				LATHSPEC				PTERAQUI							
ASPLTRIC				EUPHAMYG				LONIALPI				PULMOFFI							
ASPLVIRI				FAGUSYLV				LONIXYLO				RANULANU							
ATHYFILI				FESTALTI				LUNAREDI				ROSAPEND							
ATROBELL				FRAGVESC				LUZULUZU				RUBUFRUT							
BLECSPIC				FRAXEXCE				LUZUPILO				RUBUIDAE							
BRACSYLV				FRAXORNU				LUZUSPEC				SALVGLUT							
BRYOPHYT				GALEMONT				MAIABIFO				SAMBNIGR							
CALAVARI				GALIODOR				MELAPRAT				SAMBRACE							
CARDTRIF				GALISYLV				MELIMELI				SANIEURO							
CAREALBA				GASEMARG				MERCPERE				SAXIROTU							
CAREDIGI				GENTASCL				MILIEFFU				SCOPCARN							
CARESPEC				GERAROB				MOEHTRIN				SCRONODO							
CARESYLV				GLECSPEC				MYCEMURA				SENEFUCH							
CHRYALTE				GYMNDRYO				OXALACET				SOLADULC							

Druga opažanja na ploskvi (posebnosti, zastiranje višjega mladja):

Priloga C: Popisni list za ploskev leta 2010 za velike vrzeli – objekt Krašica

Oznaka velike vrzeli: _____ Št. ploskve: _____ Snemalec: _____ Datum: _____

Nagib: _____ % Posebnosti: _____

1) Podploskvica 1 x 1 m (v zgornjem levem vogalu ploskvice)

Zastiranje (vsota 100 %)

Zelišča (%)	
ZHdom (cm)	
Mladje (%)	
Skale (%)	
CWD (%)	
Drevo (%)	
Ostalo (%)	

Zastiranje (lahko > 100%)

Dominantna zelišča (vrsta)	%	Lesnate rastl. do 20 cm	%

Število mladja do 20 cm po stopnjah objedenosti/poškodovanosti			
	<10%	10-50%	>50%
sm			
bu			
je			
g.ja			

2) Ploskvica 5 x 5 m

Zastiranje lesnatih rastlin (lahko > 100%)

Vrsta (20-130 cm)	%	Vrsta (131-300 cm)	%	Vrsta (> 300 cm)	%
sm		sm		sm	
bu		bu		bu	
je		je		je	
g.ja		g.ja		g.ja	
bezeg		bezeg		bezeg	

Število po stopnjah gojitvene uporabnosti (a, b-neuporal objedenosti/poškodovanosti po divjadi (neobjedeno < srednje 10-50%, močno > 50% in/ali terminalni)

Vrsta	21-130 cm			131-300 cm	
	<10%	10-50%	>50%	<10%	10-50%
sm_a					
sm_b					
bu_a					
bu_b					
je_a					
je_b					
g.ja_a					
g.ja_b					

Posamični opis drevesnih vrst višjih od 300 cm

Vrsta	Višina	Uporabnost	Poškod.

Vrsta	Višina	Uporabnost	Poškod.

Druga opažanja na ploskvi:

Priloga D: Direktna (DIR) in razpršena (DIF) svetloba leta 2003 in 2008 in Wilcoxonov test razlik med leti znotraj posamezne vrzeli

(n. p. – ni podatka, leta 2008 nismo izvedli meritev sončnega sevanja)

Vrzel	DIR/DIF	2003			2008			Wilcoxon
		Mediana	1. kvartil	3. kvartil	Mediana	25 %	75 %	p
1	DIR	9,38	8,20	14,81	n. p.	n. p.	n. p.	-
	DIF	10,96	8,94	14,83	n. p.	n. p.	n. p.	-
2	DIR	9,17	8,03	9,81	9,09	7,64	11,12	0,427
	DIF	11,03	9,92	11,98	11,08	10,50	11,55	0,955
3	DIR	7,49	5,65	10,98	10,90	8,36	12,29	0,001
	DIF	12,14	10,59	13,32	12,55	12,18	13,66	0,165
4	DIR	8,46	7,44	9,26	n. p.	n. p.	n. p.	-
	DIF	12,58	10,33	13,35	n. p.	n. p.	n. p.	-
5	DIR	12,30	10,29	16,03	12,26	10,72	14,28	1,000
	DIF	12,04	8,22	14,12	11,72	10,96	13,13	0,779
6	DIR	11,13	9,96	11,17	9,89	6,52	10,18	0,345
	DIF	13,84	11,89	13,99	11,77	11,57	12,11	0,138
7	DIR	11,00	10,05	13,59	10,25	9,19	10,52	0,110
	DIF	14,51	12,34	15,53	12,89	12,58	13,50	0,051
8	DIR	7,25	6,99	8,34	7,93	6,11	8,52	0,686
	DIF	12,78	12,33	13,27	12,29	11,60	12,75	0,345
9	DIR	9,06	8,47	10,42	8,79	6,94	12,97	0,929
	DIF	12,30	9,51	12,59	11,86	11,60	12,14	0,722
10	DIR	10,66	7,12	15,77	11,18	6,61	17,23	0,638
	DIF	13,24	10,13	17,26	14,13	12,14	16,09	0,315
11	DIR	12,00	5,19	20,66	12,11	6,40	20,38	0,770
	DIF	13,09	9,52	18,91	14,30	12,71	17,06	0,218
12	DIR	13,71	7,93	23,95	n. p.	n. p.	n. p.	-
	DIF	16,63	12,64	23,41	n. p.	n. p.	n. p.	-
13	DIR	15,42	8,34	27,14	14,75	9,90	25,77	0,702
	DIF	16,92	14,39	24,40	18,16	13,75	21,92	0,341
14	DIR	14,63	9,46	28,84	14,57	8,44	31,88	0,530
	DIF	21,50	15,37	27,89	18,39	14,67	25,57	0,004
15	DIR	19,20	11,19	31,70	n. p.	n. p.	n. p.	-
	DIF	18,83	14,23	29,42	n. p.	n. p.	n. p.	-
16	DIR	22,35	13,03	35,06	n. p.	n. p.	n. p.	-
	DIF	25,22	17,06	36,26	n. p.	n. p.	n. p.	-
17	DIR	27,92	9,66	49,95	n. p.	n. p.	n. p.	-
	DIF	38,72	27,50	54,84	n. p.	n. p.	n. p.	-
18	DIR	86,78	75,32	91,68	94,66	91,09	96,21	0,000
	DIF	75,26	64,10	80,26	85,12	73,58	88,33	0,000

Priloga E: Vrsta sestava zeliščne plasti glede na velikost vrzeli leta 2003 v Jelendolu

Štirideset zelišč z največjim zastiranjem ter delež zastiranja (od vsote 100 %), ki ga ta dosega.

Sestoj		Mala vrzel		Srednja vrzel		Velika vrzel		Skupaj	
Vrsta	%	Vrsta	%	Vrsta	%	Vrsta	%	Vrsta	%
<i>Helleborus niger</i>	39,16	<i>Helleborus niger</i>	33,91	<i>Helleborus niger</i>	19,71	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	25,74	<i>Helleborus niger</i>	20,94
<i>Oxalis acetosella</i>	9,19	<i>Luzula sylvatica</i>	12,28	<i>Luzula sylvatica</i>	18,43	<i>Helleborus niger</i>	15,19	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	16,56
<i>Luzula luzuloides</i>	7,45	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	10,27	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	16,72	<i>Galium mollugo</i>	10,31	<i>Luzula sylvatica</i>	14,22
<i>Bryophyta (mahovi)</i>	6,94	<i>Luzula luzuloides</i>	7,58	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	6,00	<i>Poa nemoralis</i>	7,13	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	5,65
<i>Adenostyles glabra</i>	5,55	<i>Adenostyles glabra</i>	5,50	<i>Adenostyles glabra</i>	4,33	<i>Carex alba</i>	4,10	<i>Adenostyles glabra</i>	4,35
<i>Adenostyles alliariae</i>	4,57	<i>Oxalis acetosella</i>	4,32	<i>Luzula luzuloides</i>	3,03	<i>Adenostyles glabra</i>	3,56	<i>Luzula luzuloides</i>	3,44
<i>Cardamine trifolia</i>	4,36	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	4,06	<i>Senecio ovatus</i>	3,02	<i>Calamagrostis varia</i>	2,94	<i>Senecio ovatus</i>	2,56
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	2,29	<i>Cardamine trifolia</i>	1,94	<i>Carex digitata</i>	2,65	<i>Senecio ovatus</i>	2,48	<i>Carex digitata</i>	2,42
<i>Hieracium murorum</i>	1,99	<i>Vaccinium myrtillus</i>	1,80	<i>Vaccinium myrtillus</i>	1,77	<i>Fragaria vesca</i>	2,43	<i>Oxalis acetosella</i>	1,83
<i>Aposeris foetida</i>	1,91	<i>Carex digitata</i>	1,74	<i>Calamagrostis villosa</i>	1,61	<i>Deschampsia cespitosa</i>	2,17	<i>Galium mollugo</i>	1,80
<i>Solidago virgaurea</i>	1,65	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	1,22	<i>Oxalis acetosella</i>	1,53	<i>Luzula luzuloides</i>	2,10	<i>Poa nemoralis</i>	1,63
<i>Luzula sylvatica</i>	1,57	<i>Solidago virgaurea</i>	1,22	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1,45	<i>Carex digitata</i>	2,05	<i>Vaccinium myrtillus</i>	1,43
<i>Luzula pilosa</i>	1,40	<i>Adenostyles alliariae</i>	1,20	<i>Cardamine trifolia</i>	0,91	<i>Calamagrostis epigejos</i>	2,00	<i>Carex alba</i>	1,33
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	1,40	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1,09	<i>Carex alba</i>	0,91	<i>Picea abies</i>	1,67	<i>Calamagrostis villosa</i>	1,25
<i>Carex digitata</i>	1,35	<i>Luzula pilosa</i>	1,09	<i>Picea abies</i>	0,89	<i>Rubus idaeus</i>	1,63	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1,21
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1,31	<i>Hieracium murorum</i>	1,03	<i>Hypericum maculatum</i>	0,88	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	1,43	<i>Cardamine trifolia</i>	1,03
<i>Fagus sylvatica</i>	1,10	<i>Homogyne alpina</i>	1,00	<i>Hieracium murorum</i>	0,88	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1,25	<i>Picea abies</i>	1,02
<i>Veronica urticifolia</i>	1,02	<i>Aposeris foetida</i>	0,91	<i>Urtica dioica</i>	0,84	<i>Urtica dioica</i>	1,11	<i>Hieracium murorum</i>	0,90
<i>Homogyne sylvestris</i>	0,89	<i>Picea abies</i>	0,85	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	0,84	<i>Hypericum maculatum</i>	0,91	<i>Calamagrostis varia</i>	0,87
<i>Picea abies</i>	0,89	<i>Veronica urticifolia</i>	0,71	<i>Adenostyles alliariae</i>	0,81	<i>Deschampsia flexuosa</i>	0,79	<i>Adenostyles alliariae</i>	0,85
<i>Homogyne alpina</i>	0,59	<i>Calamagrostis villosa</i>	0,69	<i>Solidago virgaurea</i>	0,73	<i>Hieracium murorum</i>	0,66	<i>Fragaria vesca</i>	0,83
<i>Polygonatum verticillatum</i>	0,51	<i>Fagus sylvatica</i>	0,69	<i>Fagus sylvatica</i>	0,73	<i>Cirsium erisithales</i>	0,52	<i>Hypericum maculatum</i>	0,79
<i>Valeriana tripteris</i>	0,47	<i>Valeriana tripteris</i>	0,62	<i>Valeriana tripteris</i>	0,72	<i>Agrostis tenuis</i>	0,50	<i>Urtica dioica</i>	0,78
<i>Galeobdolon flavidum</i>	0,42	<i>Homogyne sylvestris</i>	0,49	<i>Aposeris foetida</i>	0,66	<i>Origanum vulgare</i>	0,36	<i>Solidago virgaurea</i>	0,74
<i>Sorbus aucuparia</i>	0,30	<i>Huperzia selago</i>	0,38	<i>Poa alpina</i>	0,63	<i>Veronica chamaedrys</i>	0,36	<i>Aposeris foetida</i>	0,67
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	0,25	<i>Melica nutans</i>	0,27	<i>Poa nemoralis</i>	0,62	<i>Veronica officinalis</i>	0,36	<i>Deschampsia cespitosa</i>	0,66
<i>Dryopteris filix-mas</i>	0,25	<i>Abies alba</i>	0,24	<i>Veronica urticifolia</i>	0,59	<i>Solidago virgaurea</i>	0,35	<i>Fagus sylvatica</i>	0,63
<i>Viola biflora</i>	0,21	<i>Arenaria agrimonoides</i>	0,24	<i>Fragaria vesca</i>	0,58	<i>Viola reichenbachiana</i>	0,32	<i>Valeriana tripteris</i>	0,62
<i>Huperzia selago</i>	0,13	<i>Veratrum album</i>	0,22	<i>Calamagrostis varia</i>	0,53	<i>Aposeris foetida</i>	0,31	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	0,61
<i>Prenanthes purpurea</i>	0,13	<i>Hypericum maculatum</i>	0,16	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	0,53	<i>Calamagrostis villosa</i>	0,31	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	0,54
<i>Abies alba</i>	0,08	<i>Lilium martagon</i>	0,16	<i>Homogyne alpina</i>	0,51	<i>Tussilago farfara</i>	0,31	<i>Veronica urticifolia</i>	0,53
<i>Asplenium viride</i>	0,08	<i>Fragaria vesca</i>	0,15	<i>Deschampsia cespitosa</i>	0,43	<i>Cardamine trifolia</i>	0,29	<i>Homogyne alpina</i>	0,48
<i>Epilobium montanum</i>	0,08	<i>Maianthemum bifolium</i>	0,15	<i>Luzula pilosa</i>	0,40	<i>Galeobdolon flavidum</i>	0,29	<i>Poa alpina</i>	0,45
<i>Lilium martagon</i>	0,08	<i>Athyrium filix-femina</i>	0,13	<i>Agrostis tenuis</i>	0,40	<i>Epilobium montanum</i>	0,28	<i>Luzula pilosa</i>	0,43
<i>Pulmonaria stiriaca</i>	0,08	<i>Sorbus aucuparia</i>	0,13	<i>Saxifraga rotundifolia</i>	0,39	<i>Valeriana tripteris</i>	0,26	<i>Rubus idaeus</i>	0,38
<i>Ranunculus platanifolius</i>	0,08	<i>Viola biflora</i>	0,13	<i>Homogyne sylvestris</i>	0,26	<i>Arabis hirsuta</i>	0,24	<i>Agrostis tenuis</i>	0,37
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	0,08	<i>Agrostis tenuis</i>	0,11	<i>Athyrium filix-femina</i>	0,23	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	0,21	<i>Calamagrostis epigejos</i>	0,34
<i>Athyrium filix-femina</i>	0,04	<i>Ajuga pyramidalis</i>	0,11	<i>Trisetum argenteum</i>	0,23	<i>Luzula sylvatica</i>	0,21	<i>Saxifraga rotundifolia</i>	0,28
<i>Dryopteris carthusiana agg.</i>	0,04	<i>Potentilla erecta</i>	0,11	<i>Tussilago farfara</i>	0,19	<i>Veratrum album</i>	0,20	<i>Homogyne sylvestris</i>	0,26
<i>Dryopteris dilatata</i>	0,04	<i>Veronica officinalis</i>	0,11	<i>Veronica officinalis</i>	0,18	<i>Crepis aurea</i>	0,19	<i>Deschampsia flexuosa</i>	0,22

Priloga F: Vrsta sestava zeliščne plasti glede na velikost vrzeli leta 2008 v Jelendolu

Štirideset zelišč z največjim zastiranjem ter delež zastiranja (od vsote 100 %), ki ga ta dosega.

Sestoj		Mala vrzel		Srednja vrzel		Velika vrzel		Skupaj	
Vrsta	%	Vrsta	%	Vrsta	%	Vrsta	%	Vrsta	%
<i>Helleborus niger</i>	23,92	<i>Helleborus niger</i>	26,70	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	22,69	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	30,30	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	21,97
<i>Bryophyta (mahovi)</i>	13,04	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	14,74	<i>Luzula sylvatica</i>	15,40	<i>Helleborus niger</i>	14,12	<i>Helleborus niger</i>	14,77
<i>Luzula luzuloides</i>	9,13	<i>Luzula sylvatica</i>	10,30	<i>Helleborus niger</i>	13,10	<i>Galium mollugo</i>	6,23	<i>Luzula sylvatica</i>	11,85
<i>Oxalis acetosella</i>	8,23	<i>Luzula luzuloides</i>	7,86	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	7,77	<i>Fragaria vesca</i>	6,07	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	7,32
<i>Aposeris foetida</i>	5,55	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	5,66	<i>Carex digitata</i>	2,99	<i>Picea abies</i>	4,70	<i>Luzula luzuloides</i>	3,05
<i>Adenostyles glabra</i>	4,36	<i>Oxalis acetosella</i>	4,67	<i>Adenostyles glabra</i>	2,52	<i>Deschampsia cespitosa</i>	3,88	<i>Carex digitata</i>	2,87
<i>Adenostyles aliariae</i>	3,80	<i>Adenostyles glabra</i>	2,65	<i>Luzula luzuloides</i>	2,49	<i>Calamagrostis epigejos</i>	3,44	<i>Adenostyles glabra</i>	2,42
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	3,80	<i>Aposeris foetida</i>	2,49	<i>Vaccinium myrtillus</i>	2,08	<i>Poa nemoralis</i>	3,42	<i>Oxalis acetosella</i>	1,97
<i>Cardamine trifolia</i>	3,54	<i>Carex digitata</i>	2,40	<i>Calamagrostis villosa</i>	2,03	<i>Carex digitata</i>	2,98	<i>Picea abies</i>	1,82
<i>Solidago virgaurea</i>	3,24	<i>Solidago virgaurea</i>	1,84	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	2,03	<i>Carex alba</i>	2,77	<i>Aposeris foetida</i>	1,74
<i>Hieracium murorum</i>	2,42	<i>Cardamine trifolia</i>	1,77	<i>Senecio ovatus</i>	1,95	<i>Calamagrostis varia</i>	1,90	<i>Senecio ovatus</i>	1,67
<i>Luzula pilosa</i>	2,31	<i>Homogyne alpina</i>	1,75	<i>Hypericum maculatum</i>	1,94	<i>Luzula luzuloides</i>	1,87	<i>Fragaria vesca</i>	1,64
<i>Fagus sylvatica</i>	2,05	<i>Fagus sylvatica</i>	1,63	<i>Aposeris foetida</i>	1,82	<i>Senecio ovatus</i>	1,57	<i>Vaccinium myrtillus</i>	1,56
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1,49	<i>Hieracium murorum</i>	1,54	<i>Oxalis acetosella</i>	1,81	<i>Adenostyles glabra</i>	1,49	<i>Calamagrostis villosa</i>	1,54
<i>Luzula sylvatica</i>	1,45	<i>Calamagrostis villosa</i>	1,24	<i>Homogyne alpina</i>	1,26	<i>Origanum vulgare</i>	1,30	<i>Hypericum maculatum</i>	1,53
<i>Homogyne sylvestris</i>	1,30	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1,07	<i>Picea abies</i>	1,24	<i>Rubus idaeus</i>	1,17	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	1,48
<i>Carex digitata</i>	1,15	<i>Picea abies</i>	1,06	<i>Solidago virgaurea</i>	1,19	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	1,01	<i>Carex alba</i>	1,19
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	1,15	<i>Luzula pilosa</i>	1,02	<i>Fagus sylvatica</i>	1,06	<i>Agrostis tenuis</i>	1,00	<i>Galium mollugo</i>	1,16
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	1,01	<i>Vaccinium myrtillus</i>	0,95	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1,03	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	0,97	<i>Solidago virgaurea</i>	1,16
<i>Veronica urticifolia</i>	0,93	<i>Melica nutans</i>	0,90	<i>Carex alba</i>	0,98	<i>Hypericum maculatum</i>	0,79	<i>Deschampsia cespitosa</i>	1,08
<i>Homogyne alpina</i>	0,89	<i>Homogyne sylvestris</i>	0,86	<i>Valeriana tripteris</i>	0,87	<i>Veronica chamaedrys</i>	0,74	<i>Homogyne alpina</i>	1,06
<i>Viola biflora</i>	0,89	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	0,81	<i>Cardamine trifolia</i>	0,85	<i>Luzula sylvatica</i>	0,62	<i>Fagus sylvatica</i>	0,97
<i>Picea abies</i>	0,75	<i>Veronica urticifolia</i>	0,77	<i>Fragaria vesca</i>	0,77	<i>Hieracium murorum</i>	0,58	<i>Poa nemoralis</i>	0,92
<i>Galeobdolon flavidum</i>	0,48	<i>Adenostyles aliariae</i>	0,64	<i>Hieracium murorum</i>	0,70	<i>Deschampsia flexuosa</i>	0,50	<i>Cardamine trifolia</i>	0,90
<i>Crepis paludosa</i>	0,45	<i>Valeriana tripteris</i>	0,64	<i>Calamagrostis varia</i>	0,57	<i>Veronica officinalis</i>	0,42	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	0,88
<i>Valeriana tripteris</i>	0,41	<i>Viola biflora</i>	0,45	<i>Deschampsia cespitosa</i>	0,56	<i>Viola reichenbachiana</i>	0,41	<i>Hieracium murorum</i>	0,81
<i>Polygonatum verticillatum</i>	0,30	<i>Huperzia selago</i>	0,32	<i>Veronica urticifolia</i>	0,54	<i>Daphne mezereum</i>	0,40	<i>Calamagrostis varia</i>	0,74
<i>Ranunculus platanifolius</i>	0,26	<i>Hypericum maculatum</i>	0,29	<i>Luzula pilosa</i>	0,47	<i>Urtica dioica</i>	0,39	<i>Valeriana tripteris</i>	0,70
<i>Anemone nemorosa</i>	0,22	<i>Aremonia agrimonoides</i>	0,27	<i>Poa nemoralis</i>	0,45	<i>Tussilago farfara</i>	0,38	<i>Calamagrostis epigejos</i>	0,61
<i>Dryopteris filix-mas</i>	0,22	<i>Fragaria vesca</i>	0,27	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	0,44	<i>Aposeris foetida</i>	0,29	<i>Luzula pilosa</i>	0,51
<i>Sorbus aucuparia</i>	0,22	<i>Veronica officinalis</i>	0,23	<i>Saxifraga rotundifolia</i>	0,44	<i>Solidago virgaurea</i>	0,29	<i>Veronica urticifolia</i>	0,50
<i>Prenanthes purpurea</i>	0,19	<i>Senecio ovatus</i>	0,20	<i>Agrostis tenuis</i>	0,39	<i>Cirsium erisithales</i>	0,26	<i>Adenostyles aliariae</i>	0,47
<i>Maianthemum bifolium</i>	0,11	<i>Athyrium filix-femina</i>	0,16	<i>Adenostyles aliariae</i>	0,39	<i>Achillea millefolium</i>	0,24	<i>Agrostis tenuis</i>	0,45
<i>Pulmonaria stiriaca</i>	0,11	<i>Ajuga pyramidalis</i>	0,14	<i>Viola biflora</i>	0,37	<i>Galeobdolon flavidum</i>	0,21	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	0,42
<i>Senecio ovatus</i>	0,11	<i>Maianthemum bifolium</i>	0,14	<i>Poa alpina</i>	0,34	<i>Cirsium palustre</i>	0,19	<i>Rubus idaeus</i>	0,38
<i>Asplenium viride</i>	0,07	<i>Abies alba</i>	0,13	<i>Homogyne sylvestris</i>	0,29	<i>Galium anisophyllum</i>	0,18	<i>Viola biflora</i>	0,34
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	0,07	<i>Carex alba</i>	0,13	<i>Athyrium filix-femina</i>	0,28	<i>Maianthemum bifolium</i>	0,16	<i>Homogyne sylvestris</i>	0,32
<i>Aquilegia nigricans</i>	0,04	<i>Poa alpina</i>	0,13	<i>Veronica officinalis</i>	0,27	<i>Cardamine trifolia</i>	0,15	<i>Saxifraga rotundifolia</i>	0,32
<i>Calamagrostis varia</i>	0,04	<i>Sorbus aucuparia</i>	0,13	<i>Rubus idaeus</i>	0,23	<i>Pulmonaria stiriaca</i>	0,15	<i>Veronica officinalis</i>	0,28
<i>Coeloglossum viride</i>	0,04	<i>Potentilla erecta</i>	0,11	<i>Silene alpestris</i>	0,23	<i>Clinopodium vulgare</i>	0,14	<i>Poa alpina</i>	0,25

Priloga G: Rezultati GLMM za višinski prirastek dominantnih mladice brez faktorja višine mladice v Jelendolu

Smreka

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	-3,530	2,374	-1,487	0,138	-8,205	1,145
Ln_DIF	0,702	0,126	5,584	0,000	0,455	0,950
Relief=3	0,265	0,119	2,232	0,027	0,031	0,499
Relief=2	-0,317	0,154	-2,063	0,040	-0,619	-0,014
Relief=1	0,000 ^a					
Vitalnost=3	-0,931	0,145	-6,438	0,000	-1,216	-0,646
Vitalnost=2	-0,691	0,119	-5,826	0,000	-0,925	-0,457
Vitalnost=1	0,000 ^a					
Lan_L	-0,776	0,287	-2,699	0,007	-1,342	-0,210
Lan_M	1,102	0,478	2,305	0,022	0,161	2,043
Lan_C	1,020	0,450	2,265	0,024	0,133	1,907
Leto=2008	0,238	0,089	2,677	0,008	0,063	0,413
Leto=2003	0,000 ^a					

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

Bukev

Faktor	Ocena parametra	Standardni odklon	t	p	95-odstotni interval zaupanja	
					spodnji	zgornji
Odsek	8,480	1,670	5,078	0,000	5,191	11,770
Globina_tal	0,018	0,007	2,558	0,011	0,004	0,031
Nagib	-0,016	0,007	-2,418	0,016	-0,029	-0,003
Ln_vlaga3	0,499	0,130	3,832	0,000	0,242	0,755
MI_vrsta=3	-0,324	0,157	-2,071	0,039	-0,633	-0,016
MI_vrsta=2	-0,072	0,124	-0,586	0,559	-0,316	0,171
MI_vrsta=1	-0,357	0,117	-3,061	0,002	-0,586	-0,127
MI_vrsta=0	0,000 ^a					
Vitalnost=3	-1,386	0,129	-10,787	0,000	-1,639	-1,133
Vitalnost=2	-0,685	0,100	-6,873	0,000	-0,881	-0,488
Vitalnost=1	0,000 ^a					
Lan_C	-1,278	0,376	-3,398	0,001	-2,020	-0,537
Lan_H	-0,536	0,204	-2,624	0,009	-0,938	-0,134

^a Ta koeficient je postavljen na nič, ker je redundanten.

Priloga H: Vrstna sestava vegetacije glede na vrsto vrzeli (VPL) leta 1993 in 2010 na Krašici

Leto	1993						2010					
VPL	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Abies alba</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	1,76	0,32	0,69	0,09	0,06
<i>Acer platanoides</i>	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,01	0,15	0,02	0,30	0,01	0,04
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1,24	1,67	0,94	1,72	0,69	0,00	20,59	0,73	7,17	1,44	1,04	0,63
<i>Aconitum vulparia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,14	0,00
<i>Actaea spicata</i>	0,20	0,15	0,11	0,17	0,54	0,00	0,04	0,09	0,09	0,08	0,13	0,90
<i>Adoxa moschatellina</i>	0,02	0,06	0,04	0,13	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Aegopodium podagraria</i>	0,59	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Anemone nemorosa</i>	0,43	0,07	0,13	0,33	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Angelica sylvestris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
<i>Aremonia agrimonoides</i>	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,12	0,03	0,00
<i>Aruncus dioicus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
<i>Asplenium trichomanes</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
<i>Asplenium viride</i>	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
<i>Athyrium filix-femina</i>	8,07	3,72	2,59	2,28	11,26	1,83	2,77	2,08	3,31	4,45	6,94	0,07
<i>Atropa belladonna</i>	0,20	0,13	0,44	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
<i>Blechnum spicant</i>	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	0,93	0,41	0,30	0,80	0,57	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Bryophyta (mahovi)</i>	15,70	7,02	5,37	5,26	19,28	1,42	9,88	19,75	24,71	12,70	29,99	2,87
<i>Calamagrostis varia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Cardamine bulbifera</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Cardamine trifolia</i>	1,50	2,39	1,13	0,83	1,06	0,33	0,33	0,77	0,53	0,44	0,50	0,68
<i>Carex alba</i>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Carex digitata</i>	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00
<i>Carex ornithopoda</i>	0,41	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
<i>Carex sylvatica</i>	0,78	0,02	0,37	0,09	0,06	0,00	0,33	0,35	0,56	0,00	0,21	0,00
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	0,72	0,06	0,00	0,04	2,04	0,00	0,73	0,01	0,22	0,00	0,55	0,00
<i>Circeea lutetiana</i>	0,89	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,11	0,07	0,00
<i>Cirsium arvense</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Clematis alpina</i>	0,19	0,00	0,39	0,24	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Clematis vitalba</i>	0,02	0,00	0,28	0,00	0,00	1,33	0,00	0,02	0,06	0,14	0,00	0,07
<i>Corylus avellana</i>	1,04	2,02	0,52	0,35	0,15	0,00	0,52	0,73	2,48	0,00	0,22	0,00
<i>Cyclamen purpurascens</i>	0,11	0,00	0,06	0,04	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00
<i>Daphne mezereum</i>	0,04	0,35	0,07	0,19	0,11	0,00	0,04	0,15	0,06	0,16	0,01	0,00
<i>Deschampsia flexuosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dryopteris dilatata</i>	2,33	1,65	0,76	1,43	3,50	0,58	1,99	0,10	0,52	1,02	1,75	0,00
<i>Dryopteris filix-mas</i>	10,30	17,50	8,87	12,57	11,54	7,42	10,47	9,92	16,67	13,68	7,06	7,40
<i>Epilobium montanum</i>	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Eupatorium cannabinum</i>	0,37	0,28	0,15	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	0,00	0,00	0,02	0,20	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Fagus sylvatica</i>	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	2,46	1,34	2,74	0,37	0,35	0,07
<i>Festuca altissima</i>	17,81	16,00	9,41	11,13	1,19	3,08	2,72	14,56	3,21	11,65	1,29	2,27

se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	1993						2010					
VPL	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Fragaria vesca</i>	0,35	0,07	0,15	0,20	0,04	0,00	0,03	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	1,17	0,03	1,22	0,03	0,71	0,00
<i>Fraxinus ornus</i>	0,09	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Galeobdolon montanum</i>	1,67	1,48	1,19	0,70	1,39	0,00	0,71	0,72	1,13	0,53	1,16	0,01
<i>Galium odoratum</i>	3,52	3,85	1,80	2,48	2,91	0,67	0,61	0,75	0,77	0,77	1,64	0,87
<i>Galium sylvaticum</i>	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,04	0,23	0,00	0,00
<i>Gentiana asclepiadea</i>	3,74	4,83	1,07	2,76	2,41	0,25	0,68	0,70	1,04	3,21	1,95	0,27
<i>Geranium robertianum</i>	0,00	0,00	0,13	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
<i>Glechoma sp.</i>	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	0,20	0,98	0,07	0,20	0,39	2,42	0,00	1,04	0,00	0,11	1,47	0,00
<i>Hedera helix</i>	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,01	0,07	0,04	0,00	0,01
<i>Hepatica nobilis</i>	0,07	0,06	0,00	0,30	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,11	0,00	0,00
<i>Hieracium murorum</i>	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hordelymus europaeus</i>	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hypericum hirsutum</i>	0,07	0,06	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
<i>Hypericum montanum</i>	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hypericum perforatum</i>	0,20	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
<i>Impatiens noli-tangere</i>	1,31	2,96	1,37	0,81	1,89	0,00	0,57	2,57	0,28	0,00	1,10	0,07
<i>Lamium maculatum</i>	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,06	0,00
<i>Lamium orvala</i>	1,22	1,28	1,35	0,57	4,33	0,25	0,88	1,29	0,23	0,24	2,01	4,87
<i>Lonicera alpigena</i>	1,70	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,02	0,00	0,19	0,02	0,00
<i>Lonicera xylosteum</i>	0,61	1,44	0,02	0,41	0,70	0,00	1,62	0,24	0,36	0,01	1,12	0,00
<i>Lunaria rediviva</i>	0,91	0,00	0,00	0,00	13,80	0,00	0,33	0,00	0,55	0,00	11,21	0,00
<i>Luzula luzuloides</i>	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Luzula pilosa</i>	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Luzula sp.</i>	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Maianthemum bifolium</i>	0,02	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mercurialis perennis</i>	4,19	3,28	2,48	5,91	0,30	1,92	2,30	1,92	1,20	2,74	0,24	3,94
<i>Milium effusum</i>	5,07	0,11	0,65	0,17	0,00	0,08	0,22	0,03	0,10	3,57	0,05	0,00
<i>Moehringia trinervia</i>	0,31	0,13	0,35	0,19	0,17	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mycelis muralis</i>	1,15	0,46	1,24	1,46	0,35	0,83	0,02	0,30	0,15	0,21	0,05	0,27
<i>Ostrya carpinifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
<i>Oxalis acetosella</i>	5,76	7,06	4,76	4,31	14,07	3,08	0,74	2,05	0,33	1,14	2,83	0,04
<i>Paris quadrifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	0,05	0,02	0,00
<i>Petasites albus</i>	11,02	6,57	8,80	7,39	0,76	5,67	4,36	0,99	6,42	2,78	0,12	9,00
<i>Phegopteris connectilis</i>	0,00	0,00	0,00	0,28	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phyllitis scolopendrium</i>	0,04	0,02	0,07	0,19	0,06	0,00	0,10	0,03	0,43	0,35	0,28	0,00
<i>Picea abies</i>	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,57	2,23	6,87	0,67	0,10	0,11
<i>Polygonatum multiflorum</i>	0,02	0,04	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,02	0,13
<i>Polygonatum verticillatum</i>	0,57	0,00	0,00	0,15	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00
<i>Polypodium vulgare</i>	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,02	0,00	0,52	0,00	0,00

se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	1993						2010					
VPL	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Polystichum aculeatum</i>	0,44	0,13	0,67	0,11	0,41	0,00	0,00	0,10	0,01	0,00	0,17	0,00
<i>Prenanthes purpurea</i>	0,09	0,74	0,13	0,15	0,17	0,00	0,10	0,23	0,22	0,16	0,00	0,03
<i>Pteridium aquilinum</i>	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,45	0,00	0,00	0,00
<i>Pulmonaria officinalis</i>	0,00	0,17	1,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,03	0,00	0,00
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	0,09	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rosa pendulina</i>	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rubus fruticosus</i>	2,78	0,41	0,74	0,59	0,19	0,00	0,98	8,07	4,74	9,59	1,00	0,00
<i>Rubus idaeus</i>	7,78	4,37	4,22	5,06	1,94	0,08	0,52	0,42	5,93	1,44	0,86	0,00
<i>Salix caprea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00
<i>Salvia glutinosa</i>	2,91	4,30	6,00	4,72	5,00	3,58	0,92	0,76	0,91	1,52	0,69	0,07
<i>Sambucus nigra</i>	0,37	1,09	1,39	0,50	1,13	1,92	4,25	1,45	5,62	1,45	3,20	0,47
<i>Sambucus racemosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sanicula europaea</i>	0,35	0,17	0,15	0,06	0,00	0,00	0,06	0,07	0,10	0,01	0,01	0,00
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Scopolia carniolica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00
<i>Scrophularia nodosa</i>	0,07	0,20	0,07	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
<i>Senecio ovatus</i>	3,19	2,76	4,17	4,17	2,43	1,33	0,03	0,13	0,04	0,33	0,50	0,50
<i>Solanum dulcamara</i>	0,11	0,00	0,07	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00
<i>Sorbus aria</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
<i>Sorbus aucuparia</i>	0,00	0,06	0,02	0,11	0,04	0,00	0,21	0,26	0,04	0,33	0,20	0,00
<i>Stachys sylvatica</i>	0,11	0,00	0,15	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00
<i>Stellaria montana</i>	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,03	0,00	0,02	0,03	0,00
<i>Stellaria nemorum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
<i>Symphytum tuberosum</i>	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tamus communis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tilia platyphyllos</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00
<i>Ulmus glabra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,12	0,00	0,00
<i>Urtica dioica</i>	3,17	2,17	0,81	2,31	2,52	0,00	1,32	0,99	1,97	0,79	2,88	0,03
<i>Veronica urticifolia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
<i>Vicia oroboides</i>	0,24	0,39	0,00	0,24	0,09	0,67	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Viola reichenbachiana</i>	0,39	0,13	0,04	0,30	0,26	0,00	0,01	0,24	0,10	0,20	1,16	0,39

Priloga I: Vrstna sestava zelišč z mahovi na neograjenih in ograjenih objektih leta 1993 in 2010 na Krašici
Štirideset zelišč z največjim zastiranjem.

Neograjeno 1993		Ograjeno 1993		Neograjeno 2010		Ograjeno 2010	
Vrsta	%	Vrsta	%	Vrsta	%	Vrsta	%
<i>Dryopteris filix-mas</i>	12,65	<i>Festuca altissima</i>	14,36	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	21,30	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	19,18
<i>Bryophyta (mahovi)</i>	8,93	<i>Bryophyta (mahovi)</i>	11,45	<i>Dryopteris filix-mas</i>	12,91	<i>Dryopteris filix-mas</i>	8,73
<i>Festuca altissima</i>	7,46	<i>Dryopteris filix-mas</i>	11,19	<i>Festuca altissima</i>	7,66	<i>Festuca altissima</i>	5,74
<i>Petasites albus</i>	6,73	<i>Oxalis acetosella</i>	7,64	<i>Lunaria rediviva</i>	5,70	<i>Athyrium filix-femina</i>	4,37
<i>Oxalis acetosella</i>	6,44	<i>Petasites albus</i>	6,99	<i>Athyrium filix-femina</i>	4,02	<i>Urtica dioica</i>	2,19
<i>Lunaria rediviva</i>	4,95	<i>Athyrium filix-femina</i>	5,99	<i>Petasites albus</i>	3,62	<i>Milium effusum</i>	1,51
<i>Athyrium filix-femina</i>	4,91	<i>Salvia glutinosa</i>	5,39	<i>Mercurialis perennis</i>	2,07	<i>Oxalis acetosella</i>	1,46
<i>Salvia glutinosa</i>	3,77	<i>Galium odoratum</i>	3,87	<i>Gentiana asclepiadea</i>	1,99	<i>Petasites albus</i>	1,42
<i>Mercurialis perennis</i>	3,37	<i>Senecio ovatus</i>	3,71	<i>Oxalis acetosella</i>	1,79	<i>Gentiana asclepiadea</i>	1,27
<i>Gentiana asclepiadea</i>	3,28	<i>Mercurialis perennis</i>	2,96	<i>Impatiens noli-tangere</i>	1,63	<i>Dryopteris dilatata</i>	1,22
<i>Senecio ovatus</i>	2,84	<i>Urtica dioica</i>	2,93	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	1,29	<i>Mercurialis perennis</i>	1,16
<i>Impatiens noli-tangere</i>	2,43	<i>Gentiana asclepiadea</i>	2,38	<i>Lamium orvala</i>	1,29	<i>Lunaria rediviva</i>	1,10
<i>Galium odoratum</i>	1,85	<i>Dryopteris dilatata</i>	2,30	<i>Salvia glutinosa</i>	1,12	<i>Lamium orvala</i>	1,09
<i>Milium effusum</i>	1,52	<i>Lamium orvala</i>	2,01	<i>Urtica dioica</i>	1,09	<i>Galeobdolon montanum</i>	1,06
<i>Dryopteris dilatata</i>	1,49	<i>Cardamine trifolia</i>	1,66	<i>Galium odoratum</i>	0,97	<i>Galium odoratum</i>	1,04
<i>Lamium orvala</i>	1,39	<i>Galeobdolon montanum</i>	1,47	<i>Dryopteris dilatata</i>	0,89	<i>Cardamine trifolia</i>	0,88
<i>Urtica dioica</i>	1,35	<i>Mycelis muralis</i>	1,03	<i>Galeobdolon montanum</i>	0,62	<i>Salvia glutinosa</i>	0,72
<i>Cardamine trifolia</i>	1,04	<i>Milium effusum</i>	0,75	<i>Pteridium aquilinum</i>	0,40	<i>Viola reichenbachiana</i>	0,54
<i>Galeobdolon montanum</i>	1,01	<i>Impatiens noli-tangere</i>	0,70	<i>Viola reichenbachiana</i>	0,38	<i>Impatiens noli-tangere</i>	0,30
<i>Mycelis muralis</i>	0,84	<i>Lunaria rediviva</i>	0,49	<i>Senecio ovatus</i>	0,38	<i>Carex sylvatica</i>	0,26
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	0,72	<i>Polystichum aculeatum</i>	0,49	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	0,34	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	0,22
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	0,68	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	0,44	<i>Phyllitis scolopendrium</i>	0,26	<i>Phyllitis scolopendrium</i>	0,20
<i>Pulmonaria officinalis</i>	0,51	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	0,42	<i>Carex sylvatica</i>	0,24	<i>Scopolia carniolica</i>	0,16
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	0,48	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	0,40	<i>Scopolia carniolica</i>	0,24	<i>Senecio ovatus</i>	0,16
<i>Carex sylvatica</i>	0,41	<i>Prenanthes purpurea</i>	0,33	<i>Polypodium vulgare</i>	0,23	<i>Prenanthes purpurea</i>	0,14
<i>Actaea spicata</i>	0,37	<i>Viola reichenbachiana</i>	0,33	<i>Mycelis muralis</i>	0,20	<i>Mycelis muralis</i>	0,11
<i>Moehringia trinervia</i>	0,31	<i>Polygonatum verticillatum</i>	0,26	<i>Cardamine trifolia</i>	0,19	<i>Stachys sylvatica</i>	0,09
<i>Anemone nemorosa</i>	0,29	<i>Vicia oroboides</i>	0,22	<i>Galium sylvaticum</i>	0,16	<i>Actaea spicata</i>	0,08
<i>Fragaria vesca</i>	0,26	<i>Polygonatum multiflorum</i>	0,19	<i>Actaea spicata</i>	0,16	<i>Polystichum aculeatum</i>	0,07
<i>Circeaea lutetiana</i>	0,25	<i>Sanicula europaea</i>	0,17	<i>Milium effusum</i>	0,12	<i>Hepatica nobilis</i>	0,07
<i>Eupatorium cannabinum</i>	0,24	<i>Hepatica nobilis</i>	0,16	<i>Prenanthes purpurea</i>	0,11	<i>Carex ornithopoda</i>	0,06
<i>Aegopodium podagraria</i>	0,22	<i>Moehringia trinervia</i>	0,14	<i>Aremonia agrimonoides</i>	0,08	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	0,05
<i>Atropa belladonna</i>	0,21	<i>Hordelymus europaeus</i>	0,13	<i>Circeaea lutetiana</i>	0,07	<i>Aconitum vulparia</i>	0,05
<i>Vicia oroboides</i>	0,20	<i>Lamium maculatum</i>	0,13	<i>Polystichum aculeatum</i>	0,07	<i>Paris quadrifolia</i>	0,05
<i>Polystichum aculeatum</i>	0,20	<i>Circeaea lutetiana</i>	0,12	<i>Carex digitata</i>	0,06	<i>Galium sylvaticum</i>	0,04
<i>Prenanthes purpurea</i>	0,16	<i>Scrophularia nodosa</i>	0,12	<i>Atropa belladonna</i>	0,06	<i>Lamium maculatum</i>	0,04
<i>Carex ornithopoda</i>	0,16	<i>Atropa belladonna</i>	0,08	<i>Sanicula europaea</i>	0,04	<i>Stellaria montana</i>	0,04
<i>Pteridium aquilinum</i>	0,16	<i>Carex sylvatica</i>	0,08	<i>Angelica sylvestris</i>	0,04	<i>Circeaea lutetiana</i>	0,04
<i>Phegopteris connectilis</i>	0,13	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	0,08	<i>Tamus communis</i>	0,04	<i>Pteridium aquilinum</i>	0,04
<i>Hypericum montanum</i>	0,12	<i>Hypericum montanum</i>	0,08	<i>Aconitum vulparia</i>	0,04	<i>Sanicula europaea</i>	0,03

Priloga J: Gostota mladja po vrsti vrzeli, drevesni vrsti in višinskem razredu leta 1993 na Krašici

VPL	Drevesna vrsta	Višinski razred				
		Klice	< 20 cm	20–129 cm	130–299 cm	300+ cm
1	smreka	365.926	12.963	1.481	0	0
	jelka	8.148	11.481	0	0	0
	bukev	370	370	370	0	0
	g. javor	27.407	37.037	14.074	0	0
	dr. listavci	741	1.111	370	0	0
	skupaj	402.593	62.963	16.296	0	0
2	smreka	777.037	14.815	370	0	0
	jelka	5.185	9.630	0	0	0
	bukev	0	370	0	0	0
	g. javor	10.370	14.815	7.778	0	0
	dr. listavci	741	1.111	0	0	0
	skupaj	793.333	40.741	8.148	0	0
3	smreka	1.252.963	1.852	0	0	0
	jelka	2.963	3.704	0	0	0
	bukev	0	0	0	0	0
	g. javor	10.000	18.148	4.444	0	0
	dr. listavci	7.778	4.815	370	0	0
	skupaj	1.273.704	28.519	4.815	0	0
4	smreka	1.268.148	9.259	0	0	0
	jelka	2.222	3.704	0	0	0
	bukev	1.111	741	0	0	0
	g. javor	19.630	40.741	7.037	0	0
	rd. listavci	741	0	0	0	0
	skupaj	1.291.852	54.444	7.037	0	0
5	smreka	1.241.481	741	0	0	0
	jelka	4.815	2.963	0	0	0
	bukev	0	0	0	0	0
	g. javor	18.519	17.037	2.222	0	0
	dr. listavci	4.444	7.037	741	0	0
	skupaj	1.269.259	27.778	2.963	0	0
6	smreka	1.180.000	3.333	0	0	0
	jelka	8.333	0	0	0	0
	bukev	0	0	0	0	0
	g. javor	10.000	13.333	1.667	0	0
	dr. listavci	3.333	1.667	0	0	0
	skupaj	1.201.667	18.333	1.667	0	0

Priloga K: Gostota mladja po vrsti vrzeli, drevesni vrsti in višinskem razredu leta 1998 na Krašici

VPL	Drevesna vrsta	Višinski razred				
		Klice	< 20 cm	20–129 cm	130–299 cm	300+ cm
1	smreka	1.111	31.481	4.074	0	0
	jelka	2.963	11.852	370	0	0
	bukev	0	741	370	0	0
	g. javor	0	34.815	25.556	0	0
	dr. listavci	0	1.852	0	0	0
	skupaj	4.074	80.741	30.370	0	0
2	smreka	741	47.778	370	0	0
	jelka	1.111	10.741	0	0	0
	bukev	0	0	0	0	0
	g. javor	0	15.926	10.000	0	0
	dr. listavci	0	370	1.111	0	0
	skupaj	1.852	74.815	11.481	0	0
3	smreka	1.481	56.667	741	0	0
	jelka	1.111	6.296	370	0	0
	bukev	0	0	0	0	0
	g. javor	0	24.444	7.407	0	0
	dr. listavci	0	741	370	0	0
	skupaj	2.593	88.148	8.889	0	0
4	smreka	1.481	113.704	0	0	0
	jelka	1.111	10.741	370	0	0
	bukev	0	0	370	0	0
	g. javor	0	44.815	12.222	0	0
	dr. listavci	0	741	741	0	0
	skupaj	2.593	170.000	13.704	0	0
5	smreka	0	35.556	0	0	0
	jelka	2.963	5.926	0	0	0
	bukev	0	0	0	0	0
	g. javor	370	25.556	3.704	0	0
	dr. listavci	0	11.852	2.963	0	0
	skupaj	3.333	78.889	6.667	0	0
6	smreka	3.333	18.333	0	0	0
	jelka	1.667	15.000	0	0	0
	bukev	0	0	0	0	0
	g. javor	0	36.667	3.333	0	0
	dr. listavci	0	0	0	0	0
	skupaj	5.000	70.000	3.333	0	0

Priloga L: Gostota mladja po vrsti vrzeli, drevesni vrsti in višinskem razredu leta 2010 na Krašici

VPL	Drevesna vrsta	Višinski razred				
		klice	< 20 cm	20–129 cm	130–299 cm	300+ cm
1	smreka	n. p.	5.500	2.433	400	573
	jelka	n. p.	4.167	460	7	0
	bukev	n. p.	167	127	213	53
	g. javor	n. p.	4.333	473	667	720
	dr. listavci	n. p.	167	180	53	127
	skupaj	n. p.	14.333	3.673	1.340	1.473
2	smreka	26.699	11.650	3.883	194	0
	jelka	13.398	12.136	1.942	0	0
	bukev	97	291	291	0	0
	g. javor	2.330	10.291	2.136	0	0
	dr. listavci	97	874	1.262	194	0
	skupaj	42.621	35.243	9.515	388	0
3	smreka	n. p.	13.623	4.968	580	64
	jelka	n. p.	4.783	574	6	0
	bukev	n. p.	870	3.600	0	23
	g. javor	n. p.	3.768	1.252	458	238
	dr. listavci	n. p.	435	330	46	110
	skupaj	n. p.	23.478	10.725	1.090	435
4	smreka	17.238	17.714	1.810	0	0
	jelka	5.143	7.143	1.714	0	0
	bukev	95	0	571	95	0
	g. javor	9.524	14.095	2.000	0	0
	dr. listavci	381	1.429	1.333	95	0
	skupaj	32.381	40.381	7.429	190	0
5	smreka	35.103	2.690	0	0	0
	jelka	3.517	3.241	69	0	0
	bukev	0	0	69	0	0
	g. javor	897	18.690	690	0	0
	dr. listavci	1.931	6.069	1.241	0	0
	skupaj	41.448	30.690	2.069	0	0
6	smreka	59.333	0	0	0	0
	jelka	6.667	2.000	0	0	0
	bukev	0	667	0	0	0
	g. javor	8.667	30.000	0	0	0
	dr. listavci	1.333	1.333	0	0	0
	skupaj	76.000	34.000	0	0	0

n. p. – ni podatka

Priloga M: Zastiranje mladja po vrsti vrzeli, drevesni vrsti in višinskem razredu leta 2010 na Krašici

VPL	Drevesna vrsta	Višinski razred				skupaj
		< 20 cm	20–129 cm	130–299 cm	300+ cm	
1	smreka	0,11	3,02	1,60	21,85	26,57
	jelka	0,13	0,22	0,03	0,00	0,38
	bukev	0,01	0,19	0,57	1,70	2,46
	g. javor	0,13	0,51	1,87	18,09	20,59
	dr. listavci	0,03	0,09	0,11	1,77	1,99
	skupaj	0,39	4,02	4,18	43,41	52,00
2	smreka	0,46	1,18	0,58	0,00	2,23
	jelka	0,35	1,41	0,00	0,00	1,76
	bukev	0,02	0,06	1,26	0,00	1,34
	g. javor	0,41	0,32	0,00	0,00	0,73
	dr. listavci	0,03	0,34	0,08	0,00	0,45
	skupaj	1,27	3,31	1,92	0,00	6,51
3	smreka	0,36	3,45	2,62	0,43	6,87
	jelka	0,12	0,16	0,04	0,00	0,32
	bukev	0,01	0,55	0,00	2,17	2,74
	g. javor	0,09	0,39	0,77	5,91	7,17
	dr. listavci	0,04	0,06	0,10	1,96	2,14
	skupaj	0,61	4,61	3,53	10,48	19,23
4	smreka	0,41	0,26	0,00	0,00	0,67
	jelka	0,26	0,44	0,00	0,00	0,69
	bukev	0,00	0,23	0,14	0,00	0,37
	g. javor	0,37	0,44	0,64	0,00	1,44
	dr. listavci	0,16	0,44	0,19	0,00	0,79
	skupaj	1,19	1,81	0,97	0,00	3,97
5	smreka	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
	jelka	0,08	0,01	0,00	0,00	0,09
	bukev	0,00	0,01	0,34	0,00	0,35
	g. javor	0,49	0,07	0,48	0,00	1,04
	dr. listavci	0,23	0,27	0,41	0,00	0,91
	skupaj	0,90	0,35	1,24	0,00	2,49
6	smreka	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11
	jelka	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
	bukev	0,07	0,00	0,00	0,00	0,07
	g. javor	0,63	0,00	0,00	0,00	0,63
	dr. listavci	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04
	skupaj	0,91	0,00	0,00	0,00	0,91

Priloga N: Gostota mladja v ograjenih in neograjenih ploskvah na Krašici

OG	Leto	Drevesna vrsta	Višinski razred				
			klice	< 20 cm	20–129 cm	130–299 cm	300+ cm
Neograjeno	1993	smreka	888.844	6.259	272	0	0
		jelka	3.810	6.259	0	0	0
		bukev	136	272	136	0	0
		g. javor	13.605	15.374	5.850	0	0
		dr. listavci	1.088	680	408	0	0
		skupaj	907.483	28.844	6.667	0	0
	1998	smreka	1.361	32.925	408	0	0
		jelka	1.769	6.667	0	0	0
		bukev	0	272	136	0	0
		g. javor	136	28.163	8.844	0	0
		dr. listavci	0	1.088	0	0	0
		skupaj	3.265	69.116	9.388	0	0
	2010	smreka	37.083	7.085	986	185	91
		jelka	9.844	5.709	121	0	0
		bukev	104	121	186	11	16
		g. javor	5.104	15.709	771	19	136
		dr. listavci	365	1.134	348	15	42
		skupaj	52.500	29.757	2.413	230	285
Ograjeno	1993	smreka	1.099.259	9.333	444	0	0
		jelka	5.926	5.778	0	0	0
		bukev	444	296	0	0	0
		g. javor	20.444	35.556	8.000	0	0
		dr. listavci	4.889	5.037	148	0	0
		skupaj	1.130.963	56.000	8.593	0	0
	1998	smreka	741	79.852	1.630	0	0
		jelka	1.926	12.296	444	0	0
		bukev	0	0	148	0	0
		g. javor	0	30.815	14.222	0	0
		dr. listavci	0	5.037	2.074	0	0
		skupaj	2.667	128.000	18.519	0	0
	2010	smreka	n. p.	11.880	3.341	154	66
		jelka	n. p.	6.680	1.709	3	0
		bukev	n. p.	320	1.240	80	3
		g. javor	n. p.	9.360	1.818	267	104
		dr. listavci	n. p.	3.600	1.590	131	19
		skupaj	n. p.	31.840	9.698	635	192

Priloga O: Gostota mladja po drevesnih vrstah in velikostnem razredu vrzeli v Jelendolu

Mladje in klice

Leto	Drevesna vrsta	Višinski razred				skupaj
		Sestoj	Mala vrzel	Srednja vrzel	Velika vrzel	
2003	smreka	3.778	9.371	15.667	7.185	12.448
	jelka	222	803	170	370	295
	bukev	6.667	4.552	6.123	148	5.281
	jerebika	519	375	839	74	648
	dr. listavci	0	54	144	370	139
	skupaj	11.185	15.154	22.943	8.148	18.811
2008	smreka	2.815	15.047	21.383	8.222	16.900
	jelka	0	375	92	148	131
	bukev	20.741	19.813	19.220	444	17.401
	jerebika	444	589	1.010	148	787
	dr. listavci	0	107	131	370	139
	skupaj	24.000	35.930	41.835	9.333	35.359

Mladje brez klic

Leto	Drevesna vrsta	Višinski razred				Skupaj
		Sestoj	Mala vrzel	Srednja vrzel	Velika vrzel	
2003	smreka	519	2.035	7.971	6.963	6.125
	jelka	148	214	52	296	115
	bukev	3.630	3.213	4.523	148	3.739
	jerebika	222	214	236	74	213
	dr. listavci	0	54	131	370	131
	skupaj	4.519	5.730	12.914	7.852	10.324
2008	smreka	222	1.553	7.827	7.556	5.994
	jelka	0	268	52	74	82
	bukev	5.037	4.230	5.847	444	4.912
	jerebika	222	161	406	148	320
	dr. listavci	0	54	131	370	131
	skupaj	5.481	6.265	14.264	8.593	11.439