

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

Elizabeta ROZMAN

**POMLADITVENA EKOLOGIJA DRUGOTNIH
VISOKOGORSKIH SMREKOVIH GOZDOV
V JELENDOLU**

DIPLOMSKO DELO
univerzitetni študij

Ljubljana, 2005

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

Elizabeta ROZMAN

**POMLADITVENA EKOLOGIJA DRUGOTNIH VISOKOGORSKIH
SMREKOVIH GOZDOV V JELENDOLU**

DIPLOMSKO DELO
univerzitetni študij

**NATURAL REGENERATION ECOLOGY OF A SECONDARY
ALPINE SPRUCE FOREST IN JELENDOL**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2005

Diplomsko delo je bilo izdelano na Univerzi v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Terenska dela so bila opravljena na gozdnogospodarskem območju Kranj v enoti Jelendol.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je na seji dne 18.10.2005 sprejela predlagano temo diplomskega dela in potrdila za mentorja prof. dr. Jurija DIACIJA in za recenzenta prof. dr. Andreja Bončino.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Elizabeta Rozman

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 23:181.21(043.2)
KG	visokogorski smrekov gozd/pomlajevanje/ekološki dejavnik/sončno sevanje/vrzel
KK	
AV	ROZMAN, Elizabeta
SA	DIACI, Jurij (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2005
IN	POMLADITVENA EKOLOGIJA DRUGOTNIH VISOKOGORSKIH SMREKOVIH GOZDOV V JELENDOLU.
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 72 str., 31 pregl., 45 sl., 2 pril., 31 vir.
IJ	sl
Jl	sl/en
AI	Naloga obravnava ekologijo pomlajevanja visokogorskega smrekovega gozda v Jelendolu. V različno velikih vrzelih in delih sestoja smo postavili mrežo ploskvic, na katerih smo zbirali podatke o svetlobnem sevanju, mladju in pritalni vegetaciji. Asimetrija v osvetljenosti je vidna tako v smeri N-S kot tudi E-W. Glede na porazdelitev direktne in difuzne svetlobe smo ploskvice razdelili na štiri skupine. Smreka je dobro pomlajena (28.605 na ha), zlasti izstopa rob velike vrzeli, vendar gostota mladja ni značilno odvisna od svetlobe. Nasprotno pomanjkanje svetlobe onemogoča nadaljnji razvoj v sestoju in v malih vrzelih. Rezultati so pokazali, da svetlobne razmere na 1.500 m n.v. niso edini dejavnik, ki vpliva na uspešnost pomlajevanja. Velik pomen ima zlasti prisotnost odmrle lesne mase, vpliv zeliščne plasti (prevladujeta <i>Festuca altissima</i> in <i>Calamagrostis arundinacea</i>) in globine tal pa je negativen. Največji problem še vedno predstavlja objedanje.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC FDC 23:181.21(043.2)

CX alpine spruce forest/natural regeneration/ecological factor/irradiation/gap

CC

AV ROZMAN, Elizabeta

AA DIACI, Jurij (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources

PY 2005

TI NATURAL REGENERATION ECOLOGY OF A SECONDARY ALPINE SPRUCE FOREST IN JELENDOL

DT Graduation Thesis (University studies)

NO XI, 72 p., 31 tab., 45 fig., 2 ann., 31 ref.

LA sl

AL sl/en

AB This graduation thesis deals with natural regeneration of an alpine spruce forest in Jelendol. Gaps of different size were covered with a grid to define sampling plots. Solar radiation, regeneration, and ground vegetation were recorded in each plot. Because N-S and E-W radiation asymmetry was explicit; the distribution of direct and diffuse radiation were divided into four groups among the plots. Spruce regeneration (28.605 per ha) was mainly found at the edge of the large gap, though total regeneration density and radiation were not correlated. However, in both the stand and the small gaps, the lack of radiation hindered further development. This study showed that light conditions are not the only factors affecting the regeneration success at an altitude of 1.500 m. The presence of dead wood mass was important, while the negative influence of the herb layer (predominant species were *Festuca altissima* and *Calamagrostis arundinacea*) and soil depth was also found. However, the impact of browsing remained the main problem.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
3 CILJI RAZISKAVE	6
4 OBJEKTI RAZISKAVE	7
4.1 GEOGRAFSKI IN GEOLOŠKI OPIS	7
4.2 KLIMA	9
4.2.1 Temperature	9
4.2.2 Padavine	10
4.3 FITOCENOLOŠKI OPIS	11
4.4 ZGODOVINSKI PREGLED	12
5 METODE DELA	14
5.1 LEGA POPISNIH PLOSKEV	14
5.2 IZBOR POPISNIH PLOSKEV	15
5.3 POSTAVITEV SISTEMATIČNE MREŽE PLOSKVIC	16
5.4 POPIS PLOSKVIC	16
5.5 OCENJEVANJE SONČNEGA SEVANJA	18
5.6 OBDELAVA PODATKOV	18
6 REZULTATI	19
6.1 OBLIKOVANJE STRATUMOV	19
6.2 ANALIZA SVETLOBE	20
6.2.1 Oblikovanje skupin	21
6.3 SPLOŠNA ANALIZA PLOSKVIC	22
6.3.1 Ekspozicija	22

6.3.2	Nagib	23
6.3.3	Relief	23
6.3.4	Globina tal	24
6.4	SESTAVA POVRŠJA	27
6.4.1	Sestava površja po skupinah	31
6.5	VEGETACIJA	32
6.6	MLADJE	37
6.7	ANALIZA MLADJA SMREKE PO STRATUMIH	39
6.7.1	Mladje	39
6.7.2	Dominantni osebki	44
6.8	ANALIZA MLADJA SMREKE PO SKUPINAH	47
6.8.1	Mladje	47
6.8.2	Dominantni osebki	49
6.9	INTERAKCIJE – VPLIVI NA MLADJE	52
6.9.1	Gostota mladja	52
6.9.2	Dominantni osebki	54
7	RAZPRAVA	56
7.1	SKLEPNE UGOTOVITVE IN PREDLOGI	63
8	POVZETEK	65
9	SUMMARY	67
10	LITERATURA	69
	ZAHVALA	73
	PRILOGE	74

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število ploskvic po stratumih.	19
Preglednica 2: Povprečna globina tal (v cm) po stratumih in rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3).	25
Preglednica 3: Povprečna globina tal (v cm) po skupinah in rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3).	26
Preglednica 4: Srednje in ekstremne vrednosti komponent sestave površja (v %).	27
Preglednica 5: Odvisnost poraslosti površja z zelišči od direktne, difuzne in skupne svetlobe.	29
Preglednica 6: Delež odmrlega lesa (v %) na ploskvicah s pomlajeno smreko po stratumih.	30
Preglednica 7: Povprečna sestava površja (v %) po stratumih in rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).	30
Preglednica 8: Povprečna sestava površja (v %) po skupinah in rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).	32
Preglednica 9: Povprečno zastiranje (v razredih) najpogostejših rastlinskih vrst po stratumih.	34
Preglednica 10: Odvisnost zastiranja zelišč in trav od globine tal.	36
Preglednica 11: Gostota mladja (na ha) po drevesnih vrstah.	37
Preglednica 12: Gostota smreke (na ha) po višinskih razredih.	37
Preglednica 13: Gostota smreke (na ha) glede na prisotnost odmrlega lesa.	38
Preglednica 14: Gostota smreke (na ha) glede na vršni poganjek (sm-N–nepoškodovan, sm-V–objeden).	38
Preglednica 15: Gostota smreke (na ha) po stratumih in višinskih razredih ter rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).	39
Preglednica 16: Pomlajevanje na odmrlem lesu –rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).	42
Preglednica 17: Gostota smreke (na ha) po poškodovanosti vršnega poganjka in stratumih ter rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).	43
Preglednica 18: Število, povprečja in mediane izmerjenih višin (v cm) in prirastkov (v mm) dominantnih smrek po stratumih.	45

Preglednica 19: Višina in prirastki – rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3) med stratumi.	46
Preglednica 20: Gostota smreke (na ha) po višinskih razredih in skupinah ter rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).	47
Preglednica 21: Mediane direktne, difuzne in skupne svetlobe (v %) po skupinah.	47
Preglednica 22: Pomlajevanje na odmrlem lesu in poškodovanost vršnega poganjka – rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).	49
Preglednica 23: Število, povprečja in mediane izmerjenih višin (v cm) in prirastkov (v mm) dominantnih smrek po skupinah.	51
Preglednica 24: Višina in prirastki – rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3) med skupinami.	51
Preglednica 25: Odvisnost gostote smreke in mladja od direktne, difuzne in skupne svetlobe.	52
Preglednica 26: Odvisnost gostote smreke po višinskih razredih od direktne, difuzne in skupne svetlobe.	52
Preglednica 27: Odvisnost gostote smreke od nekaterih komponent sestave površja.	53
Preglednica 28: Odvisnost gostote smreke od globine tal.	53
Preglednica 29: Odvisnost gostote smreke od zastiranja <i>Festuca altissima</i> in <i>Calamagrostis arundinacea</i>	54
Preglednica 30: Odvisnost višine in prirastkov smreke od prisotnosti zelišč in odmrlega lesa.	55
Preglednica 31: Odvisnost višine in prirastkov smreke od direktne, difuzne in skupne svetlobe.	55

KAZALO SLIK

Slika 1: Pogled na vzhodni rob doline od Velikega vrha (1.634 m n.v.) do Zgornjega Ruša (1.614 m n.v.) s pobočja Košute.	7
Slika 2: Povprečne mesečne temperature za obdobje 1961–1990 – Zgornje Jezersko (Klimatografija Slovenije 1995).	9
Slika 3: Povprečna mesečna količina padavin za obdobje 1961–1990 (Klimatografija Slovenije 1995).	10
Slika 4: Lega območja izbranih popisnih ploskev ($M = 1 : 12.500$).	14
Slika 5: Ostri prehodi na terenu – izbran del sestoja in izločena mala vrzel.	15
Slika 6: Mreža ploskvic in razmejitev vrzeli na stratuma velika vrzel (VV) in rob velike vrzeli (R).	19
Slika 7: Direktna svetloba (v %) po stratumih.	20
Slika 8: Difuzna svetloba (v %) po stratumih.	20
Slika 9: Razporeditev ploskvic glede na direktno in difuzno svetlobo ter razdelitev na skupine.	21
Slika 10: Porazdelitev skupin v veliki vrzeli in na robu.	22
Slika 11: Delež ploskvic različne ekspozicije po stratumih.	22
Slika 12: Delež ploskvic z različnim razredom nagiba (v°) po stratumih.	23
Slika 13: Delež ploskvic z različnim reliefom po stratumih.	24
Slika 14: Globina tal na sredini ploskvice (v cm) po stratumih.	24
Slika 15: Delež ploskvic z različnim razredom globine tal (v cm) po stratumih.	25
Slika 16: Globina tal na sredini ploskvice (v cm) po skupinah.	26
Slika 17: Rob velike vrzeli na SE – razlike med vzhodnim in južnim delom so tako v poraslosti z zelišči kot v prisotnosti odmrlega lesa.	27
Slika 18: Povprečna sestava površja (v %) po stratumih.	28
Slika 19: Poraslost površja z zelišči (v %) po stratumih.	28
Slika 20: Delež ploskvic z različnim deležem odmrlega lesa (v %) po stratumih.	29
Slika 21: Povprečna sestava površja (v %) po skupinah.	31
Slika 22: Poraslost površja z zelišči (v %) po skupinah.	31
Slika 23: Rastlinske vrste, ki se najpogosteje pojavljajo na ploskvicah.	33

Slika 24: Število ploskvic po razredih zastiranja in stratumih pri <i>Festuca altissima</i> in <i>Calamagrostis arundinacea</i>	34
Slika 25: Število ploskvic po razredih zastiranja in stratumih pri <i>Festuca altissima</i> in <i>Calamagrostis arundinacea</i> skupaj.	35
Slika 26: Z visoko travo porasla velika vrzel v smeri SW–NE.	36
Slika 27: Objedenost smreke (v %) po višinskih razredih.....	38
Slika 28: Gostota smreke (na ploskvici) po stratumih.....	39
Slika 29: Gostota smreke (na ploskvici) v prvem in tretjem višinskem razredu po stratumih.	40
Slika 30: Delež ploskvic in število smrek na ploskvici po stratumih.	40
Slika 31: Položaj in število smrek na ploskvicah v veliki vrzeli in na robu.....	41
Slika 32: Gostota smreke (na ha), delež smrek na ploskvicah s prisotnim odmrlim lesom (sm-pl-les) in delež smrek na lesu (sm-les) po stratumih.	41
Slika 33: Gostota smreke z objedenim vršnim poganjkom (v deležih znotraj stratuma) po stratumih.	42
Slika 34: Delež nepoškodovanih in objedenih vršnih poganjkov po višinskih razredih in stratumih.	43
Slika 35: Delež dominantnih smrek po stratumih glede na vitalnost.	44
Slika 36: Višina dominantnih smrek (v cm) po stratumih.....	44
Slika 37: Prirastki dominantnih smrek (v mm) v letu popisa po stratumih.....	45
Slika 38: Močno objedena smreka ob panju – običajen pogled na mladje v veliki vrzeli. .	46
Slika 39: Gostota smreke na odmrlem lesu (v deležih znotraj skupine) po skupinah.	48
Slika 40: Delež nepoškodovanih in objedenih vršnih poganjkov po skupinah.	48
Slika 41: Delež dominantnih smrek po skupinah glede na vitalnost.....	49
Slika 42: Višina dominantnih smrek (v cm) po skupinah.	50
Slika 43: Prirastki dominantnih smrek (v mm) v letu popisa po skupinah.....	50
Slika 44: Ploskvica na robu poleti 2005 – že v letu po popisu se je smreka uspešno nasemenila.....	56
Slika 45: Pomlajevanje na vzhodnem robu velike vrzeli.	61

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Porazdelitev skupin v malih vrzelih in v delih sestoja.	74
PRILOGA B: Položaj in število smrek na ploskvicah v malih vrzelih in v delih sestoja. ..	75

1 UVOD

Območje GGE Jelendol je tipična alpska dolina, ki se globoko zajeda v karavanško pogorje in jo obkrožajo sorazmerno visoke gore. 4.699 ha velika enota nosi ime po edinem naselju s 160. prebivalci v tem izrazito gozdarskem območju. Prevladuje gozdnati tip krajine (84 %), redke travnate površine so potisnjene v glavnem na območje zgornje gozdne meje v obliki planinskih pašnikov na južnem pobočju Košute. Pravih kmetijskih površin v obliki senožeti in lazov je 0,5 %, vendar se obdelava močno opušča (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). V zadnjem času je Jelendol iz tipičnega gozdarskega naselja postal spalno naselje, opuščen je tudi gozdarski delavski center v zaselku Medvodje.

Obrobje Karavank in Kamniško Savinjskih Alp predstavlja pomembno turistično–rekreacijsko točko z veliko okoljsko pestrostjo, odprtostjo gozdov s prometnicami in vodnatostjo. Skupna površina ekoloških in socialnih funkcij 1. in 2. stopnje poudarjenosti presega površino enote, saj se številne funkcije zaradi bogastva prepletajo in prekrivajo (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Celotno področje pokriva gojitveno lovišče Kozorog Kamnik, prisotna je zlasti divjad gorskega in visokogorskega sveta.

Zaradi velike reliefne razgibanosti in raznolikosti matične podlage enoto zaznamuje pestrost talnih in vegetacijskih tipov. Gozdovi na višjih nadmorskih višinah so izpostavljeni zaostrenim rastiščnim razmeram, vendar jih bolj kot pogoste ujme prizadene napačno ravnanje z njimi. Škodljive posledice se praviloma dolgo in počasi popravljajo (Robič, 1998). Skoraj 38 % vseh gozdov je močno spremenjenih in izmenjanih, le slaba tretjina je še ohranjenih (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Prevlada iglavcev (80 %) je odraz velike zasmrečenosti in je posledica golosečnega gospodarjenja in pospeševanja smreke.

V enoti je veliko površin (23 ha), ki so že desetletje in več nepomlajene. Vzroki neuspešne obnove so največkrat propad sadik, objedanje po divjadi in zatavljenje. Neusklajen stalež divjadi z nosilnostjo okolja onemogoča in ogroža normalen razvoj gozda skoraj na 30 % GE Jelendol. Pomladitvena doba se na ta račun marsikje zelo podaljšuje, ponekod pa je

pomladitev sploh nemogoča (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). V premočno presvetljenih sestojih se je marsikje zarasla trava, ki s svojo agresivnostjo ne dopušča pomlajevanja in še dodatno osiromaši tla. Namesto naravne obnove in povečevanja deleža listavcev prihaja v poštev spolnitev s smreko kot pionirsko vrsto.

Posledice preteklega gospodarjenja se odražajo tudi na stanju gozdov. Sklep je v povprečju normalen, pri drogovnjakih se celo nagiba proti tesnosti, kar je rezultat nezadostnih redčenj v tej fazi. Pri debeljakih je veliko preveč rahlih in vrzelastih sestojev in delno presvetljenih debeljakov, ki pa še niso prešli v fazo pomlajenca (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Neuravnovešenost razvojnih faz je največja v gospodarskem razredu smrekovja, kjer razvojna faza debeljak prevladuje s 44 %, lesna zaloga se bliža 400 m³/ ha. Kar 48 % površin je poraslo z drevjem, starejšim od 130 let. Delež slučajnih pripadkov pri iglavcih ja nad dolgoletnim povprečjem količine slučajnih pripadkov za enoto Jelendol (12 %), skoraj polovica od njih (47 %) pa odpade na vetrolom (zgodnje spomladanski karavanški fen) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

Razmere se bodo v prihodnosti močno zaostrele, v kolikor ne bodo odpravljeni problemi z naravno obnovo gozda. V veliko pomoč pri tem nam pomeni spoznavanje procesov in medsebojnih vplivov različnih ekoloških faktorjev. Potreba po razumevanju svetlobnih razmer narašča z malopovršinskim gospodarjenjem, zlasti v zaostrenih rastiščnih razmerah ali spremenjenih gozdovih (Diaci, 1999). Pozornost naloge smo tako usmerili na pojav, rast in razvoj mladja smreke kot prevladujoče drevesne vrste in vpliv svetlobe na naravno pomlajevanje kot odločilnega faktorja v višjih nadmorskih višinah. Analize so potekale na zaokroženem delu gozda v okviru združbe smreke z golim lepenom (*Adenostylo glabrae*–*Piceetum*).

2 PREGLED OBJAV

Problem naravnega pomlajevanja antropogeno spremenjenih gozdov je predmet številnih raziskav. V preteklosti so se slovenski raziskovalci subalpskih smrekovih gozdov osredotočali na vpliv zeliščne plasti.

Analiza mladovja v starejših antropogenih smrekovih sestojih na višjih predelih Pohorja je odkrila prevlado smreke v sicer skromni zasnovi ter izrazito nesimetrično porazdeljenost mladja po vzorčnih ploskvah. Zastrtost pritalne vegetacije izrazito negativno vpliva na število mladic, pri tem vse vrste ne vplivajo enako. V sestojnih vrzelih se tudi z odpiranjem sklepa drevesnih krošenj mladje ne pojavi, temveč se močno razvije zlasti zeliščna plast, v njej prevladujejo predstavniki trav (Robič, 1985).

Gost splet travnih korenin na posekah je glavni porabnik hrane in vode ter mehanična ovira. Na robovih in v sestoju imajo izredno konkurenčno moč korenine starega drevja. Naravnega pomladka smreke je največ ob robu sestoja, najmanj pa v sestoju, kjer tudi trava ni tako gosta (Horvat – Marolt, 1967).

Zatravljenost gozdnih tal močno zmanjšuje vrstno sestavo in prisotnost mikoriznih gliv, s tem je lahko močno zavrta tudi uspešnost preživetja mladja drevesnih vrst (Robič in sod., 1998).

Podobni problemi so predmet raziskav tudi na Norveškem, kjer močna razrast trav na posekah preprečuje nasemenitev in rast iglavcev. Mladje ogroža konkurenca korenin v tleh in mehanični pritisk odmrlih stebel, ki lahko zadušijo mladico. Večji osebki so manj dovzetni za sušo in bolje tekmujejo za svetlobo in hranila (Hanssen, 2003).

Raziskovalci so se pogosto usmerili na problem obnove zasmrečenih sestojev na jelovo–bukovih rastiščih. Proučevanje zgradbe naravnega smrekovega pomladka v nekaj let starih sestojnih vrzelih je pokazalo, da so ploskve dobro pomlajene. Prevladuje smreka, vendar večina osebkov kaže znake pomanjkanja svetlobe za razvoj. Velik problem predstavlja

upad drugih drevesnih vrst (jelka, javor) nad 30 cm višine kot posledica objedanja divjadi (Gorše, 2001).

V zasmrečenih sestojih na Krašici so proučevali vplive rastišč, velikosti in starosti sestojnih vrzeli ter ograj na naravno pomlajevanje. Raziskava vplivov različnih ekoloških faktorjev na razvoj pomladka v različno velikih in starih vrzelih je potrdila znaten vpliv divjadi na število in drevesno sestavo pomladka. Uspešnost pomlajevanja smreke je večja v novih vrzelih, kjer je manjša konkurenca pritalne vegetacije, uspešnost drugih vrst omejuje pomanjkanje semenskih dreves. Širjenje obstoječih starih vrzeli oziroma nadaljnje enakomerno redčenje debeljakov nista ustrezna ukrepa. Z izbiro velikosti in oblike vrzeli vplivamo na uspešnost pomlajevanja in na drevesno sestavo pomladka ob izključitvi vpliva objedanja divjadi (Diaci, 2000, 2002).

Raziskava na Krašici leta 2000 je potrdila hipoteze o pomlajevanju, vplivu divjadi in razvoju zeliščne podrasti. Pod zastorom skromno prisotna smreka se z oblikovanjem vrzeli nasemeni, vendar nadaljnji razvoj onemogoča razrast bujne vegetacije. Proučevanje vpliva svetlobnih razmer je pokazalo, da so najboljše razmere za pomlajevanje v NE delih vrzeli, kjer je največ direktnega in malo difuznega sevanja (Presečnik, 2000).

Značilno povezavo med letno rastjo smreke in indeksom osvetljenosti so odkrili tudi v borealnem gozdu. Na drugi strani je bila večina osebkov na zasenčenem delu vrzeli. Nizke vrednosti sevanja so pomembne za nasemenitev in pojav pomladka, medtem ko visoke vrednosti pospešujejo nadaljnjo rast (Dai, 1996).

Najvišje smreke so bile na N in SW delu relativno simetrično osvetljene vrzeli. Najmanjše so bile na SE delu, kjer so bile celo manjše od tistih v sestoju (De Chantal in sod., 2003).

Za nas so zlasti zanimive raziskave v okviru gorskih smrekovih gozdov.

Študija ekoloških faktorjev v altimontanskem smrekovem gozdu v Julijskih Alpah obravnava vplive direktne in difuzne svetlobe, pritalne vegetacije, tal in mikorize na naravno pomlajevanje. Smreka se je uspešno pomladila pod presvetljenimi krošnjami, razvoj po petih letih je bil možen samo v vrzelih. Uspešnost pomlajevanja se je spreminjala

znotraj malih vrzeli. Boljše je na ploskvah z bolj podzoliranimi tlemi, višjo vsebnostjo organske snovi, redkejšo talno vegetacijo in večjim deležem difuzne svetlobe. Rezultati podpirajo domnevo, da na ploskvah z velikim direktnim sevanjem vodni stres zavira pomladitev in razvoj pomladka v prvem desetletju (Diaci in sod., 2000).

Raziskava pomlajevanja subalpinskega smrekovega gozda na Pokljuki kaže, da je najpomembnejše direktno sončno sevanje, vendar se njegova vloga med makrolegama mrazišče in pobočje bistveno razlikuje. V mrazišču je glavni problem pomanjkanje toplote, za preživetje pomladek rabi nekoliko več direktnega in difuznega sevanja. Na pobočju je glavni problem sušnost in konkurenca pritalne vegetacije, ugoden vpliv ima prisotnost odmrle lesne mase (Pisek, 2000).

V obsežni raziskavi pomlajevanja v istih gozdovih so proučevali vplive reliefa, velikosti vrzeli in položaja znotraj vrzeli na uspešnost pomlajevanja v 20 let starih vrzelih male in srednje velikosti. Raziskali so tudi interakcije med gostoto pomladka, višino, višinskim prirastkom, direktno in difuzno svetlobo, pritalno vegetacijo, globino tal, debelino humusnega horizonta, prisotnostjo odmrlega lesa in mikroreliefom. Gostota mladja je bila večja v depresiji, kjer se je več smrek razvilo sredi male in srednje vrzeli in na položajih z globljimi tlemi, manjšo konkurenco talne vegetacije in s konveksno mikrolego. Na pobočju je bila večja gostota v malih vrzelih na severnem robu. Tu je bila gostota v negativni povezavi z difuznim sevanjem in v pozitivni z globino tal. Večje sevanje je pospeševalo razvoj mladja na obeh reliefnih položajih, zato naj bi se vrzeli raztezale proti severu (Diaci in sod., 2005).

V okviru analize alpskega smrekovega gozda (*Adenostylo glabrae-Piceetum*) so ugotavljali vplive nekaterih ekoloških faktorjev na količino in kakovost pomladka. Ta je skromno prisoten. Boljše pomlajevanje je v delih vrzeli z več direktnega sončnega sevanja, vendar maksimalne vrednosti lahko delujejo zaviralno (izsušitev tal, večja poraslost s pritalno vegetacijo). Velik pomen imata mikrorelief in talni substrat; ugodnejše so dvignjene lege in prisotna odmrla lesna masa (Poljanec, 2000).

Do podobnih ugotovitev o vplivu direktne svetlobe so prišli pri proučevanju pomlajevanja v malih vrzelih subalpinskih smrekovih gozdov. Na južnih pobočjih povzroča izsušitev organskih plasti tal, na severnih pobočjih je omejitveni faktor pomanjkanje svetlobe in razvoj patogenih gliv (Brang, 1998).

V raziskavi objedanja v jelendolskih gozdovih so ugotovili različne vplive objedanja na drevesne vrste. Na objedanje vplivajo tudi nadmorska višina, rastišče, pokrovnost dreves in prostorska razmestitev (Accetto, 1986).

3 CILJI RAZISKAVE

Namen naloge je spoznati zakonitosti naravnega pomlajevanja visokogorskega smrekovega gozda na karbonatih (*Adenostylo glabrae*–*Piceetum*) in pojasniti vplive različnih ekoloških faktorjev.

V različno velikih vrzelih in v delih sestoja smo postavili mrežo vzorčnih ploskvic, na katerih smo analizirali direktno in difuzno svetlobno sevanje, mikrorelief, tla (površje, globina), mladje (število, objedenost, višina, vitalnost, prirastek) in pritalno vegetacijo.

S pomočjo teh podatkov smo skušali ugotoviti možne vzroke neuspešnega pomlajevanja in potrditi nekatere hipoteze:

- V sestoju je konkurenca zeliščne plasti najmanjša.
- V malih vrzelih je pomlajevanje skromno.
- V veliki vrzeli so višine in prirastki mladja največji.
- Pomlajevanje je najuspešnejše na robu velike vrzeli.
- Divjad močno zavira uspešnost pomlajevanja.
- Prisotnost odmrle lesne mase je pomembna.

4 OBJEKTI RAZISKAVE

4.1 GEOGRAFSKI IN GEOLOŠKI OPIS

Območje, ki ga Ilešič imenuje Tržiške Alpe, veže zahodni del Karavank s Kamniško – Savinjskimi Alpami in sega od Begunjščice do zahodnega obrobja Jezerskega (Ilešič, 1981). Razgiban gorski svet z globokimi tesnimi dolinami in s strmimi pobočji odraža tektonski značaj severnega roba ljubljanske kotline. Na nepropustnih kamninah se je razvila bogata hidrografska mreža. Osrednji vodotok je Tržiška Bistrica, ki jo zlasti v zgornjem toku napajajo številni manjši pritoki.



Slika 1: Pogled na vzhodni rob doline od Velikega vrha (1.634 m n.v.) do Zgornjega Ruša (1.614 m n.v.) s pobočja Košute.

Po gozdnogospodarski ureditvi večji del doline v zgornjem toku obsega enota Jelendol. Ločujejo jo ostri grebeni ali ozki naravni prehodi. Na severu se dvigne v enakomerno visoko Košuto (Košutnikov Turn 2.136 m n.v.), na vzhodu pa se preko bolj ali manj

položnega grebena prevesi na koroško in jezersko stran. Proti jugu dolino zapirajo Stegovnik, Konjščica in grebeni, ki se spuščajo v Jelendol (746 m n.v.). Na zahodu se dviga greben preko Kala do vrha Košute.

Velika razgibanost reliefa je posledica pestre geološke sestave in erozijskega delovanja vode. Tako v Jelendolu najdemo debelo in drobno zrnate kremenove konglomerate, ploščate in lapornate apnenice, ploščate dolomite, kremenove peščenjake, brečo, vijoličnordeče peščene škriljavce, lapornate škriljavce, sivkastorjave drobno ploščate laporje ter seveda apnenice (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

Na ostankih pliocenskega ravnika prevladujejo silikatne kamnine, pobočja so gladka in zložnejša, vanje so vrezani globoki jarki s stalno tekočo vodo. Pobočja na karbonatni podlagi so strma, lokalno so prepadne stene in kamniti vrhovi.

Posledično pestra je tudi pedološka slika: rendzina, izprana rjava tla in rjava entrofna tla na karbonatni podlagi ter ranker, kisl silikatna rjava tla, podzoljena rjava tla in podzol na silikatni podlagi so najpogostejše talne oblike (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Tla na karbonatni podlagi so plitvejša z več skeleta in bolj odporna na negativne vplive kot globlja in z vodo dobro preskrbljena tla na silikatni podlagi. Na mešani karbonatno-silikatni podlagi prevladujejo rjava pokarbonatna tla, globoka, obstojna in zelo rodovitna ter izprana rjava pokarbonatna tla (Marinček, 1978).

Strnjeni gozdovi GGE Jelendol gravitirajo v dolino Tržiške Bistrice, ki izvira v obliki več izvirov izpod Pečovnika. Številni potoki in studenci imajo zlasti spomladi in jeseni hudourniški značaj. Obilno vodnatost enote kot posledico pestre geološke podlage tvorijo tudi močvirja. Celoten predel pod Plešivcem, Pečovnikom in Velikim vrhom je izredno vodnat, pogosto celo močvirnat (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

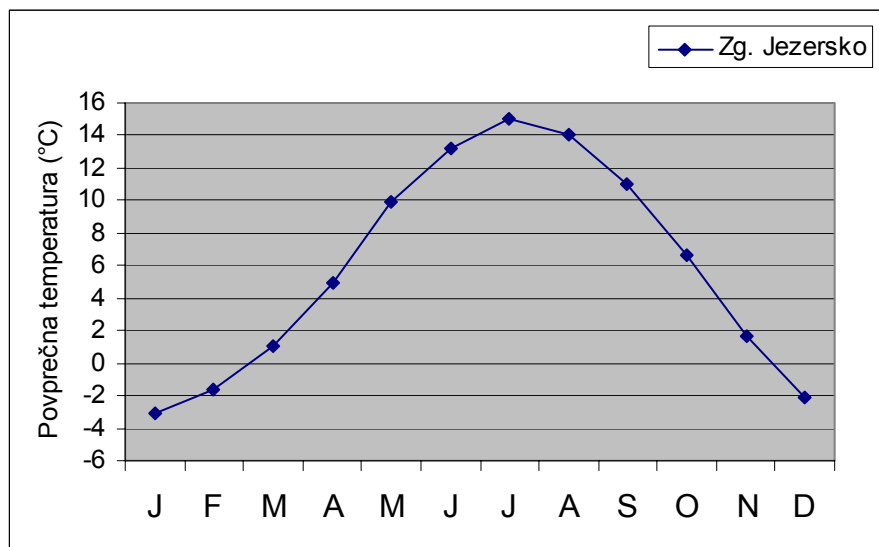
4.2 KLIMA

Klima Jelendola je predalpsko–alpska, s stabilnim ter mrzlim zimskim obdobjem in s svežimi poletji, prehodi so blagi in zabrisani. Zaradi velike reliefne razčlenjenosti imajo posamezne lege svojo lokalno klimo (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

Najbližji meteorološki postaji, kjer lahko dobimo podatke o temperaturah zraka in količini padavin za obdobje 1961–1990, sta Jelendol (760 m n.v.) in Zgornje Jezersko (894 m n.v.).

4.2.1 Temperature

Povprečna letna temperatura zraka na Zgornjem Jezerskem je 5,9 °C. Najhladnejši mesec je januar (-3,1 °C), nato temperature rastejo do julija (15,0 °C). Z naraščanjem nadmorske višine nastop najhladnejšega in najtoplejšega meseca kasni za zimskim in poletnim solsticijem (nad 2.000 m n.v. za dva meseca).

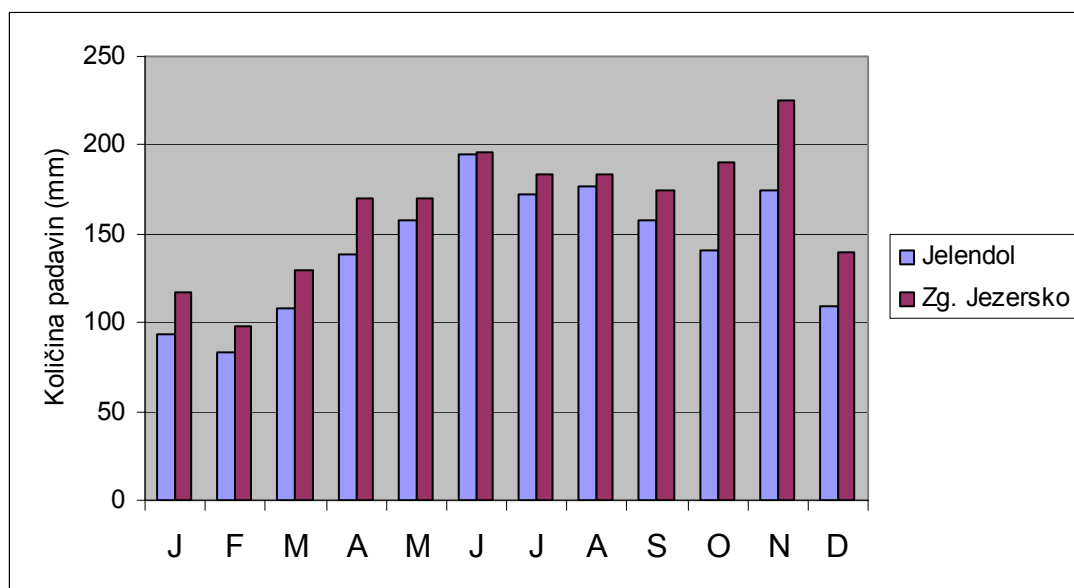


Slika 2: Povprečne mesečne temperature za obdobje 1961–1990 – Zgornje Jezersko (Klimatografija Slovenije 1995).

Dolžina vegetacijske dobe je med 4 in 5 mesecev. Brez slane je le mesec julij, v višjih legah je možna tudi takrat. Za pobočja pod Košuto je značilen močan pobočni veter, takoimenovani karavanški fen (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

4.2.2 Padavine

Letno je na področju 130–171 dni s padavinami nad 0,1 mm (Bernot, 1981). Povprečna količina padavin je blizu 2.000 mm (Zgornje Jezersko 1.976 mm in Jelendol 1.709 mm). Padavine so razporejene skozi vse leto, vendar se uveljavljata dva maksimuma, v novembru in juniju. V hladnem delu leta je padavin manj z minimumom v februarju.



Slika 3: Povprečna mesečna količina padavin za obdobje 1961–1990 (Klimatografija Slovenije 1995).

Sneg pade lahko že septembra in spomladi še v maju. Snežna odeja je v višjih legah obilnejša in leži do 5 mesecev in več, na trajanje vpliva tudi ekspozicija. V senčnih kotanjah najdemo zaplate snega do junija.

Pojav megle je v Jelendolu precej pogost, predvsem zaradi visoke zračne vlage, ki je preko 85 % skozi vse leto (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

4.3 FITOCENOLOŠKI OPIS

Območje GGE Jelendol je vegetacijsko in rastiščno analiziral Marinček leta 1978. V analizi ugotavlja, da zaradi pestre kamninske sestave in zelo razgibanega reliefa na vsakem koraku naletimo na različne terenske oblike, ki so v največji meri pogojene z geološko podlago. Zato ni čudno, da se tudi tla in vegetacija menjata zelo pogosto. Imamo velike površine gozdov, ki se po vegetacijskih in talnih lastnostih med seboj zelo malo, predvsem pa mestoma skrajno postopno ločijo. Drugje pa so meje ostre in jasne (Marinček, 1978).

Največje površine (72 %) pokrivajo bukove združbe, od tega kar 83 % predalpsko–dinarska jelova bukovja (*Abieti–Fagetum*) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Druga velika skupina so smrekove združbe (8 %), med katerimi je največ (58 %) acidofilnih gozdov smreke z viličastim mahom (*Bazzanio–Piceetum*). Dobrih 40 % smrekovij pokriva združba smreke z golim lepenom (*Adenostylo glabrae–Piceetum*) na karbonatni in karbonatno–silikatni podlagi, ki predstavlja okvir raziskave.

Ta klimatogena združba kontinentalnega dela naših Alp zavzema večje površine na južnih pobočjih Košute, vendar je bila večina gozdov tega pasu izkrčena za pašnike. Otoki te smrekove združbe se pojavljajo prav do 1.700 m n.v. Večje strnjene površine so na hladnih pobočjih med Fevčo in Pečovnikom, kjer pa je združba večinoma sekundarnega porekla (Marinček, 1978). V veliki meri antropozoogeno pogojena združba *Adenostylo glabrae–Piceetum* (golosečnje, zatiranje listavcev, paša v gozdu) nakazuje mnoge prehode k okolnim združbam, na katerih rastiščih je nastala, najčešče na rastišču *Abieti–Fagetum prealpinum* oziroma *Fagetum montanum prealpinum* (Marinček, 1978).

Drevesni sloj v glavnem sestavlja smreka, jelka se pojavlja le posamično. Povsod je primešana bukev, ki je zlasti na nižjih nadmorskih višinah močno vitalna. Na višjih, bolj izpostavljenih in kamnitih legah se pridruži macesen. Grmovni sloj je slabše razvit, uspevajo montanske vrste. Zelišča pokrivajo 50–70 % tal. Acidofilne in nevtrofilno–bazofilne vrste so v približno enakem razmerju; glede na edafske in ostale ekološke faktorje prevlada nekje prva nekje druga skupina rastlinskih vrst (Marinček, 1978). Mahovi pokrivajo do 40 % površja tal, prevladujejo acidofilne vrste.

4.4 ZGODOVINSKI PREGLED

Jelendolski gozdovi so imeli pomembno vlogo v življenju in razvoju okoliških krajev kot dopolnilo kmetijskega gospodarstva. Z nastankom fužin in kovačij v Tržiču je oglarjenje postalo poglavitni poklic kmetov in kajzarjev.

V okviru tržiške posesti so gozdovi prehajali v roke različnih lastnikov. Do konca 14. stoletja je posest goriških grofov, ko pripade Habsburžanom. Proti koncu 17. stoletja je prišlo tržiško gospostvo v posest grofov Auerspergov (Mohorič, 1965).

Jelendolske gozdove so močno izkoriščali oglarji tudi iz bolj oddaljenih krajev. Leta 1800 sta izvedenca po nalogu komisije pregledovala stanje gozdov. Soseska Jelendola je ob tem prosila, da bi si mogli s kuhanjem oglja zaslužiti za preživetje. Zaradi opustošenja gozdov so bili prisiljeni oglariti v gostem gozdnem predelu, ki je segal od Tegošč do Velikega Javornika. V tem starem gozdu, ki ima več jelovine kot bukovine, sta izvedenca našla mnogo praznih jas (Mohorič, 1965).

Začetek 19. stoletja je gospodoval grof Radetzky. Po letu 1848 je zemljiško gospostvo prenehalo, novi zakoni pa so razveljavili kmečke pravice v gozdu. Veleposest barona Dietricha je leta 1873 kupila Kranjska industrijska družba (KID) in v veliki meri gozdove razbremenila vsakih služnosti. Kako intenzivno je KID izkoriščala gozdove, dokazuje dejstvo, da je zaposlovala pri napravljanju drv in oglja 390 oglarjev, medtem ko jih je na šestkrat večji gozdni posesti na Pokljuki, na Jelovici, na Mežaklji, v Bohinju in na blejskem veleposestvu delalo vsega skupaj le 443 oglarjev (Mohorič, 1965).

Po gospodarski krizi je KID obrate in gozdove prodala zaradi finančnih težav. Večino tržiških zemljišč je leta 1891 kupil berlinski finančnik Julij baron Born in začel s sistematičnim urejanjem in izkoriščanjem jelendolskih gozdov. Zgradili so tudi velike obore, kamor je naselil kozoroge in jelene. Po Bornovem naročilu so v letu 1895 zgradili novo cesto iz Tržiča skozi predor v Putrhof (danes Jelendol), kjer je dal postaviti moderen gradič Sv. Katarina. Zgrajene so bile številne gozdne poti, gozdarska poslopja, naprave za predelavo lesa in tehnični pripomočki (elektrarne, gozdna železnica, gravitacijske

žičnice...) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Sin Karel Born je nadaljeval z načrtnim urejanjem gozdov in vlaganji v gospodarstvo, močno je pospeševal tudi divjad. Leta 1905 je dvorni svetnik prof. Guttenberg izdelal nov gozdnogospodarski načrt, ki pa ni dal prestroгих določb (Mohorič, 1965). Z goloseki ter klasičnimi oplodnimi sečnjami so raznodobne jelendolske gozdove spremenili v bolj ali manj enodobne, s poudarkom na smreki. Izjema so bili varovalni gozdovi, s katerimi se je vedno gospodarilo v smislu krepitve varovalne funkcije (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

Po drugi svetovni vojni je z nacionaliziranimi Bornovimi gozdovi gospodarilo Gozdno gospodarstvo iz Kranja, domačini so se zaposlili v tržiški industriji. V nekdanji Putrhof so naselili gozdne delavce in njihove družine iz drugih jugoslovanskih republik. Izkoriščanje gozdov se je nadaljevalo s planskimi sečnjami, ki so še naprej pospeševale smreko. Delež bukve so dodatno zniževale močne sečnje za ogrevanje z drvimi.

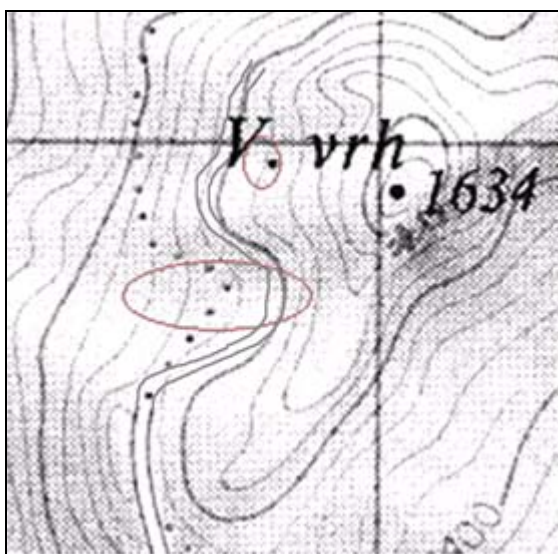
Po družbenih spremembah in Zakonu o denacionalizaciji leta 1991 je del gozdov prešel na občino Tržič, z državnimi gozdovi je začel upravljati Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije. Premoženje agrarnim skupnostim je bilo vrnjeno, medtem ko postopki o vrnitvi gozdov dedičem barona Borna še niso zaključeni.

5 METODE DELA

5.1 LEGA POPISNIH PLOSKEV

Strnjena površina združbe *Adenostylo glabrae-Piceetum* pod Velikim vrhom je v veliki meri zajeta v odseku 63 A (27,04 ha) in zajema 92 % njegove površine. Na obrobju sta prisotni še *Bazzanio-Piceetum typicum* (3 %) in bukova združba *Abieti-Fagetum homogynetosum* (5 %). Združba porašča gladko, proti zahodu padajoče pobočje na nadmorski višini 1.370–1.600 m. Povprečni naklon je 30°, apnenčasta matična podlaga se odraža v večji kamnitosti (20 %). Sestoji so ohranjeni (spremenjenost drevesne sestave do 30 %), gradi jih smreka (89 %) s posamično primešano bukvijo (7 %), jelko (2 %) in macesnom (2 %). V naravnih sestojih se pojavlja veliko mahu in borovnice, predvsem pa veliko lišajev. V mokrih predelih na grobozrnatih kremenovih peščenjakih s psevdooglejeno podzolno podlago se pojavlja združba smreke z viličastim mahom, oblika s šotnimi mahovi (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000).

Del združbe *Adenostylo glabrae-Piceetum* je zajet v odseku 62 B in prevladuje s 60 %. Odsek predstavlja varovalne gozdove na kremenčevih skrjavcih, pobočja so jarkasta, strma in kamnita.



Slika 4: Lega območja izbranih popisnih ploskev (M = 1 : 12.500).

Do območja raziskave pridemo po gozdni cesti, ki vodi od Medvodja preko Bukovega hriba pod Veliki vrh (1.634 m n.v.) in Pečovnik (1.636 m n.v.). Objekti ležijo na zahodnem pobočju Velikega vrha v odseku 63 A na nadmorski višini okoli 1.430–1.530 m.

5.2 IZBOR POPISNIH PLOSKEV

Poleti 2003 je potekal ogled in izbor objektov, vključenih v raziskavo pomlajevanja smrekovih gozdov v okviru združbe *Adenostylo glabrae–Piceetum*. Strnjena površina te združbe pod Velikim vrhom je bila pri tem izločena iz izbora in je postala predmet te raziskave. Pri terenskem ogledu se je izkazalo, da površina kartirane združbe ni povsem homogena glede talnih in vegetacijskih lastnosti. S prevladujočo karbonatno matično podlago se prepletajo silikatne kamnine v večji ali manjši meri. Na mestih, kjer slednje prevladujejo, se pojavlja združba *Bazzanio–Piceetum*. Velik del površine, zlasti strmejša pobočja pod cesto, zaznamuje velika kamnitost. Položnejši predeli so pogosto vlažni, ponekod se pojavlja stoječa ali tekoča voda.



Slika 5: Ostri prehodi na terenu – izbran del sestoja in izločena mala vrzel.

Dejanska površina za izbor primerljivih ploskev se je tako močno zmanjšala. Omejili smo se na terensko zaokroženo površino, ki vključuje veliko vrzel in pobočje nad njo. Pri izbiri popisnih ploskev v strnjenem sestoju smo zaradi velike presvetljenosti sestojev vključili tudi prostorsko ločen primerljiv sestoj in malo vrzel. V analizo smo vključili osem popisnih ploskev, ki vključujejo pet manjših vrzeli (0,5–5 arov), veliko vrzel (nad 30 arov) in tri dele sestoja v neposredni okolici.

Velike vrzeli v odseku 63 A so nastale v letih 1990 in 1993, starost dreves na panju je bila 115 do 125 let. Starosti malih vrzeli ni mogoče določiti, domnevamo lahko, da so večinoma nastale pred več desetletji. Lesna zaloga sestoja je 415 m³/ha.

5.3 POSTAVITEV SISTEMATIČNE MREŽE PLOSKVIC

Sredi vsake vrzeli smo izbrali izhodiščno točko za polaganje sistematične mreže 5 m x 5 m v glavnih smereh neba, prav tako v izbranih delih sestoja. V veliki vrzeli se mreža ploskvic na vzhodnem in južnem robu nadaljuje v okoliški sestoj in predstavlja poseben stratum, na severni strani se konča v jarku potoka. Zakoličene točke, vseh skupaj 227, so predstavljale središča vzorčnih ploskvic velikosti 1,5 m x 1,5 m.

5.4 POPIS PLOSKVIC

Popis je potekal v pozni jeseni leta 2003 in je za vsako ploskvico je vseboval naslednje podatke:

1. Podatki o ploskvici

- Številka vrzeli, zaporedna številka ploskvice.
- Relief, ekspozicija in nagib: določili smo jih v okviru ploskvice.
- Globina tal: merili smo s kovinsko šipko na 1 cm natančno na treh mestih po diagonali SW–NE.

2. Sestava površja

Sestavo površja na ploskvi smo ugotavljali v % brez prekrivanja. Ločili smo mladje, zelišča, kamnitost, korenine - rtine, odmrli les, gozdna tla in neporaslo. Mladje smo vedno upoštevali v celoti ne glede na prekrivanje zelišč. Poraslost z mahovi smo upoštevali kot zelišča, izjema je bil odmrli les, dvignjen od tal.

3. Mladje

Ločili smo mladje, ki raste na odmrlem lesu in v 10 cm obrobem pasu in ostalo.

Število mladja smo nato ugotavljali po:

- drevesnih vrstah,
- višinskih razredih: do 5 cm (vključene so maloštevilne klice), 5 do 10 cm, 10 do 20 cm, 20 do 50 cm, nad 50 cm,
- objedenosti vršnega poganjka.

Uvrščanje mladja v višinske razrede je lahko težavno zaradi objedanja, zato tega nismo upoštevali. Nasprotno smo v primeru krivosti mladja upoštevali zmanjšanje višine.

4. Dominantni osebki

Na ploskvah s prisotnim mladjem smo popisali dominantne osebke (smreke do 3, bukve do 2 in jelke), ki smo jih izbrali glede na velikost in vitalnost. Določili smo:

- drevesno vrsto,
- vitalnost: 1 – zelo vitalen, 2 – vitalen, 3 – nevitalen,
- višino, na 1 cm natančno,
- višinski prirastek, na 1 mm natančno, v zadnjih treh letih.

Pri merjenju višine nismo upoštevali objedanja in ne zmanjšanja krivih primerkov, ampak smo jih zravnali. Podatkov o prirastkih v zadnjih treh letih ni bilo mogoče vedno pridobiti zaradi prenizke starosti ali objedenosti. Na objedenem mladju prirastka v tekočem letu nismo merili.

5. Zeliščna plast

Na vsaki ploskvici smo določili:

- rastlinske vrste,
- razred pokrovnosti vsake vrste: 1 – do 1 %
2 – 2 do 5 %
3 – 6 do 10 %
4 – 11 do 20 %
5 – 21 do 30 %
6 – 31 do 50 %
7 – 51 do 75 %
8 – 76 do 100 %.

5.5 OCENJEVANJE SONČNEGA SEVANJA

Sončno sevanje je sestavljeno iz direktnega in difuznega sevanja in je odvisno od položaja sonca. Razmerje med direktno in difuzno svetlobo se časovno in prostorsko spreminja, velik vpliv imajo tudi klimatske razmere (Diaci, 1999). Ocenjevanje svetlobnih razmer je potekalo konec poletja 2004 z metodo digitalne fotografije hemisfere, ki daje v kombinaciji z računalniškim ovrednotenjem zanesljive ocene obeh komponent sevanja (Diaci in sod. 1999). Objektiv Fisheye FC–E8 0,21x je pritrjen na kamero Nikon E995, ločljivost 300 dpi, ISO 400. Fotografski aparat smo usmerjali s pomočjo stojala in svetlobnih diod za označevanje severa nad središčem vsake ploskvice na prsni višini. Fotografije smo snemali v zgodnjih jutranjih in poznih večernih urah ter preko dneva ob zastrtosti neba z oblaki, da smo izključili negativen vpliv direktne svetlobe.

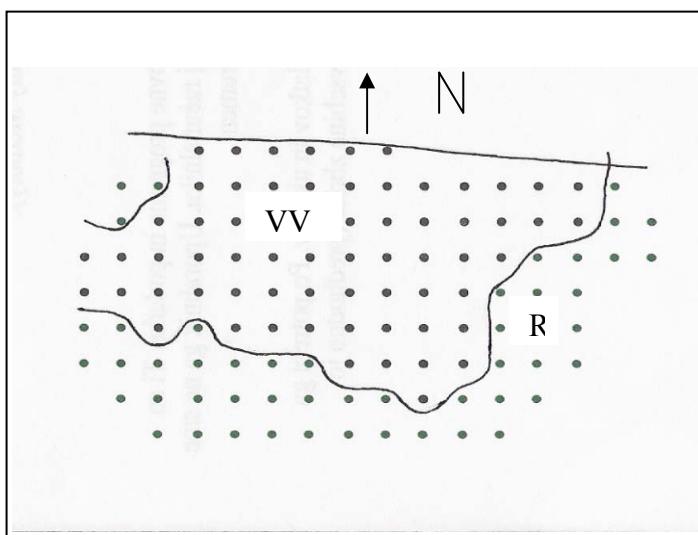
5.6 OBDELAVA PODATKOV

Zbrane podatke smo obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel 2003 in jih statistično izvrednotili s programom Statistica 6.0.

6 REZULTATI

6.1 OBLIKOVANJE STRATUMOV

Izbor ploskev in načrt vzorčenja je predvideval oblikovanje naslednjih stratumov glede na lokacijo: sestoj (S), mala vrzel (V) in velika vrzel (VV). Ob popisu se je izkazalo, da bi bilo zaradi obilnega pomlajevanja smiselno oblikovati poseben stratum – rob velike vrzeli (R). Vključuje ploskvice na robu in v sestoji, kriterij za razmejitev je okularno ocenjeno zastiranje s krošnjami.



Slika 6: Mreža ploskvic in razmejitev vrzeli na stratumu velika vrzel (VV) in rob velike vrzeli (R).

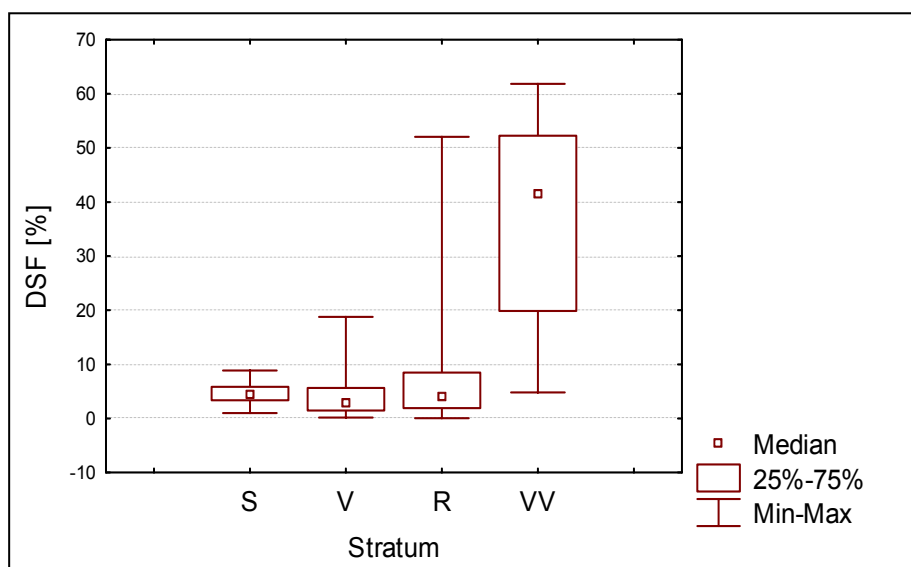
Preglednica 1: Število ploskvic po stratumih.

Stratum	S	V	R	VV	Skupno
Vsota	56	56	50	65	227

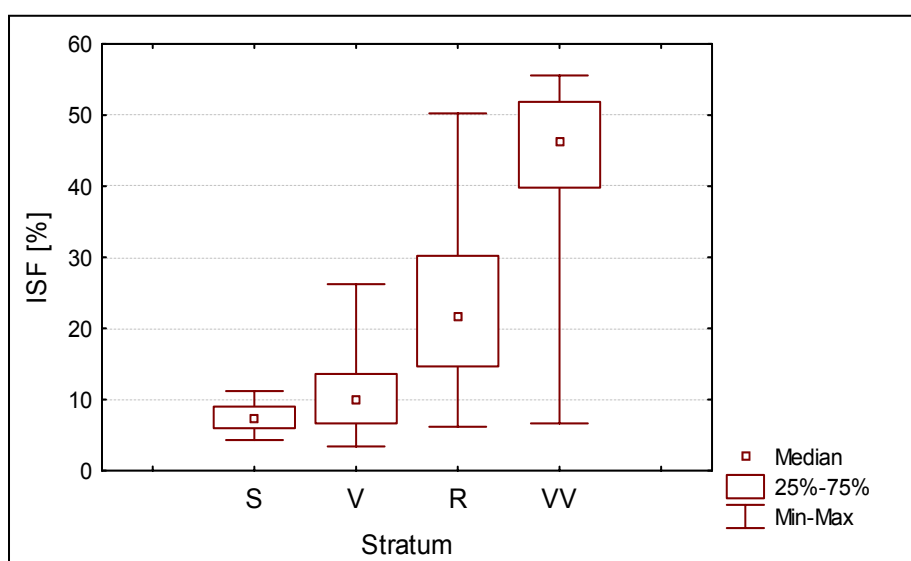
V delih sestoja je bilo postavljenih 16–20 ploskvic, medtem ko so v malih vrzelih razlike večje. V najmanjših smo postavili le po 5 ploskvic in v največji 28.

6.2 ANALIZA SVETLOBE

Direktno in difuzno sevanje se spreminja z geografsko lego, velikostjo in obliko vrzeli, s sklepom in z višino sestoja. Vrednosti direktnega sončnega sevanja (mediana = 5,61 %) so povsod nižje od difuznega sevanja (mediana = 14,66 %). Svetlobne razmere se zelo razlikujejo med stratumi tako v višini kot tudi v homogenosti vrednosti direktnega (DSF) in difuznega sevanja (ISF).



Slika 7: Direktna svetloba (v %) po stratumih.

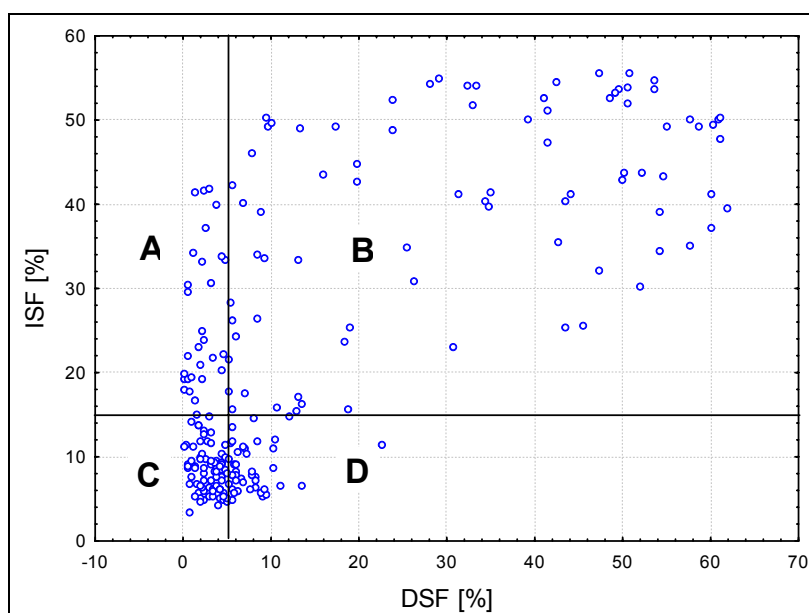


Slika 8: Difuzna svetloba (v %) po stratumih.

Največ svetlobe dobijo ploskvice v veliki vrzeli. Najmanj ISF je v sestoju in v malih vrzelih, DSF je nasprotno od pričakanj najmanj v malih vrzelih. Vzroki so v presvetljenosti sestojev in tesnejšem sklepu okoli malih vrzeli. Po heterogenosti izstopa stratum R z nizkimi vrednostmi DSF in visokim deležem ISF.

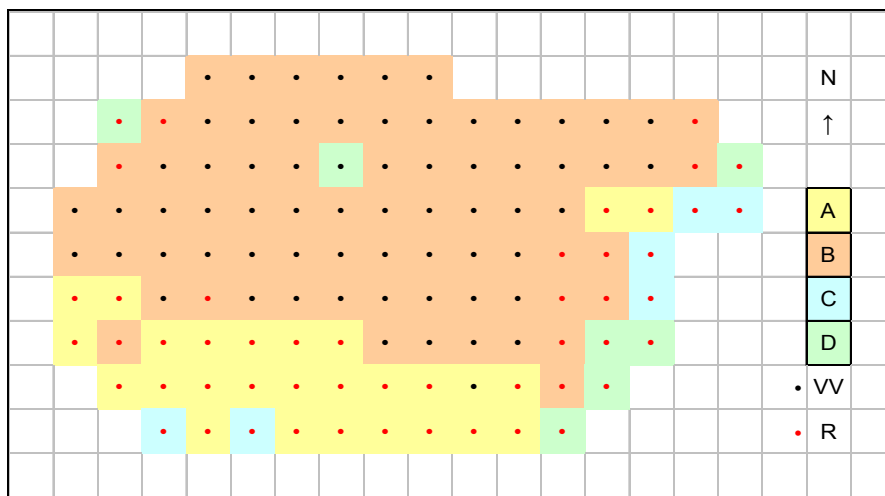
6.2.1 Oblikovanje skupin

Zaradi velike asimetrije v osvetljenosti smo ploskvice razdelili v štiri skupine glede na porazdelitev DSF in ISF, pri tem sta mejo predstavljali mediani.



Slika 9: Razporeditev ploskvic glede na direktno in difuzno svetlobo ter razdelitev na skupine.

V skupini A ($N = 34$) so ploskvice z velikim deležem ISF in majhnim DSF, v skupini B ($N = 80$) z velikim deležem ISF in DSF. Ploskvice z nizkim deležem ISF in DSF sestavljajo skupino C ($N = 79$), z nizkim deležem ISF in visokim DSF pa skupino D ($N = 34$). Glede na razporeditev po stratumih je opazen sledeči vzorec: sestoj in male vrzeli so slabo osvetljeni, prevladuje C (71 % in 59 %). Rob je bolje osvetljen, najpogostejša je skupina A (52 %), sledi B (24 %). V veliki vrzeli je skoraj izključno zastopana skupina B (97 %).

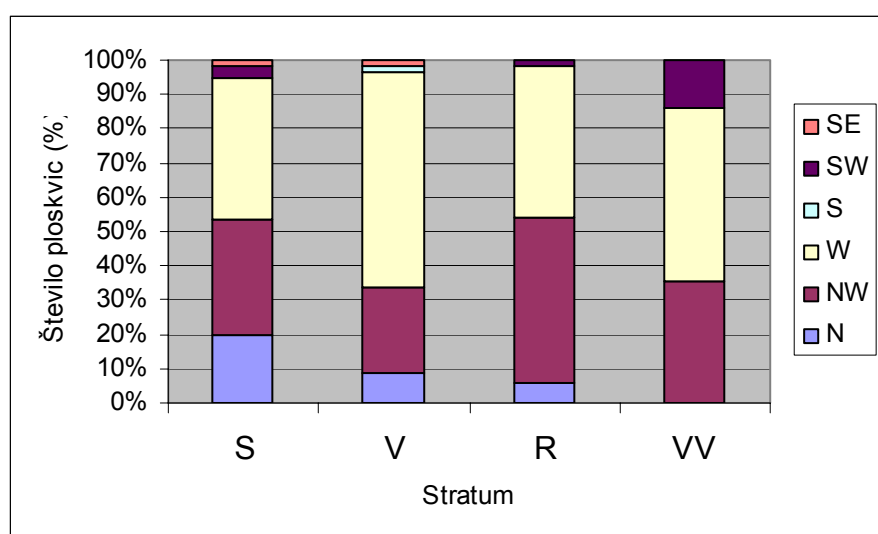


Slika 10: Porazdelitev skupin v veliki vrzeli in na robu.

Prostorska asimetrija v osvetljenosti v smeri sever–jug je dobro vidna, opazna pa je tudi v smeri vzhod–zahod zaradi zahodne ekspozicije pobočja. V stratumu V enak vzorec lahko zasledimo le v večjih vrzelih (PRILOGA A). Stratum R je na jugu vrzeli enakomerno osvetljen in dobi najmanj direktne svetlobe, medtem ko je na vzhodu dobro osvetljen le rob. Uporabljeni izrazi na jugu, vzhodni,...vedno predstavljajo dejanske smeri neba.

6.3 SPLOŠNA ANALIZA PLOSKVIC

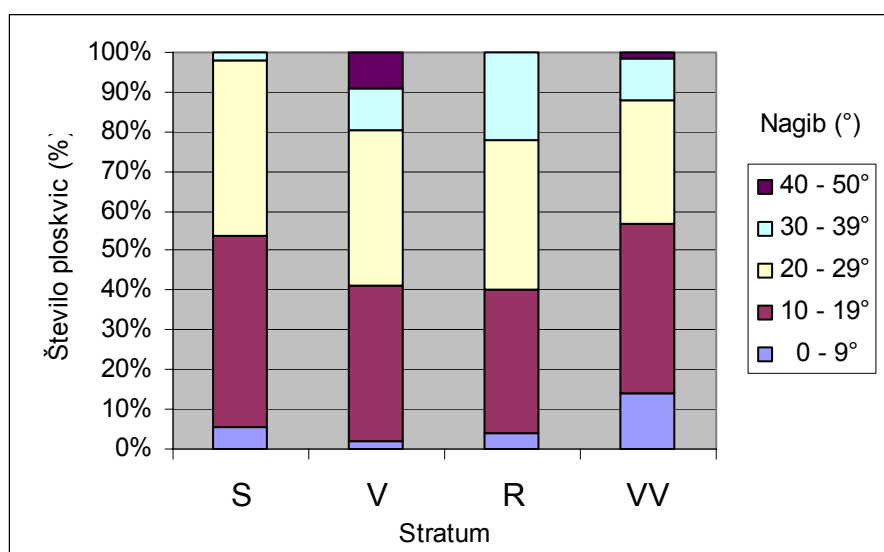
6.3.1 Ekspozicija



Slika 11: Delež ploskvic različne ekspozicije po stratumih.

Zaradi zahodne lege izbranega pobočja tudi pri ploskvicah prevladujeta zahodna (50 %) in severo-zahodna ekspozicija (35 %). Severno lego ima 8 % ploskvic, najpogosteje v sestoji. N in NW ekspozicijo ima polovica ploskvic na robu in v sestoji. Južna lega (S, SE) v našem primeru ne pomeni večje osvetljenosti, saj so ploskvice obrnjene proti pobočju zaradi konkavnega mikroreliefa.

6.3.2 Nagib

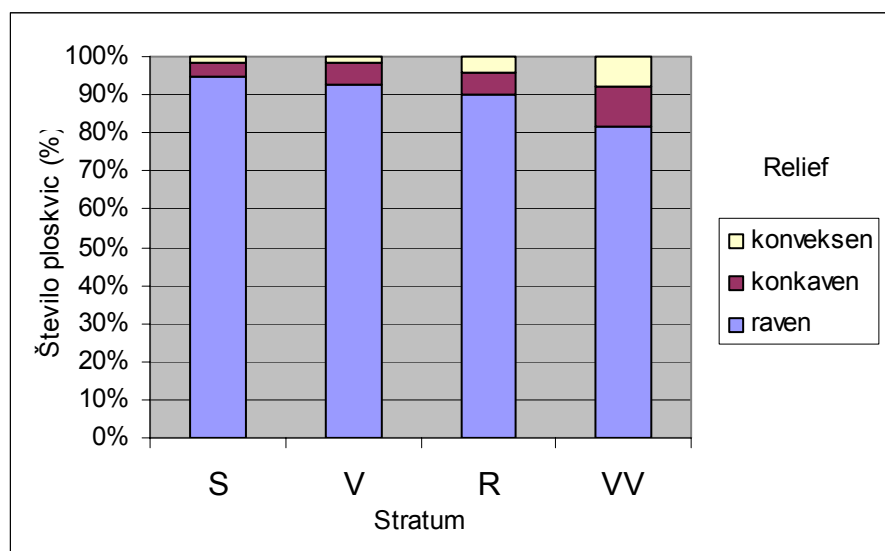


Slika 12: Delež ploskvic z različnim razredom nagiba (v°) po stratumih.

Povprečni nagib ploskvic je 20° , razlike med stratumi so majhne. Največji je v malih vrzelih (23°) in najmanjši v veliki vrzeli (18°). Položnih ploskvic (do 10°) je le 7 %, večina jih je v veliki vrzeli. Ploskvic z naklonom 30° in več je 14 %, najmanj jih je v sestoji.

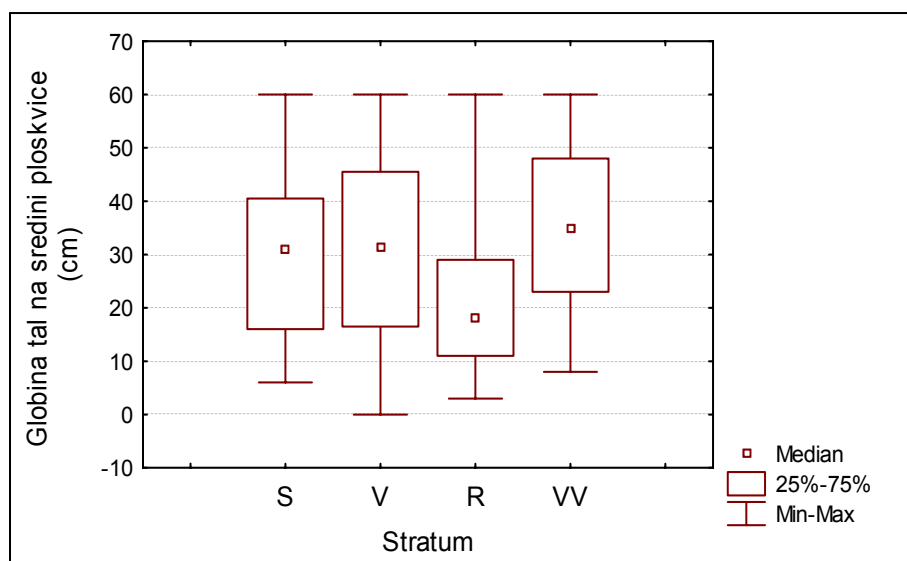
6.3.3 Relief

Ploskvice smo kar v 89 % določili kot ravne, kar je verjetno posledica premalo natančne definicije. Mikrorelief se je lahko razlikoval tudi znotraj ploskvice, vendar smo upoštevali le izrazite spremembe, ki so vplivale na pomlajevanje (npr. na panju). Neupoštevane so tudi z opadom zapolnjene konkavne mikrolege.



Slika 13: Delež ploskvic z različnim reliefom po stratumih.

6.3.4 Globina tal



Slika 14: Globina tal na sredini ploskvice (v cm) po stratumih.

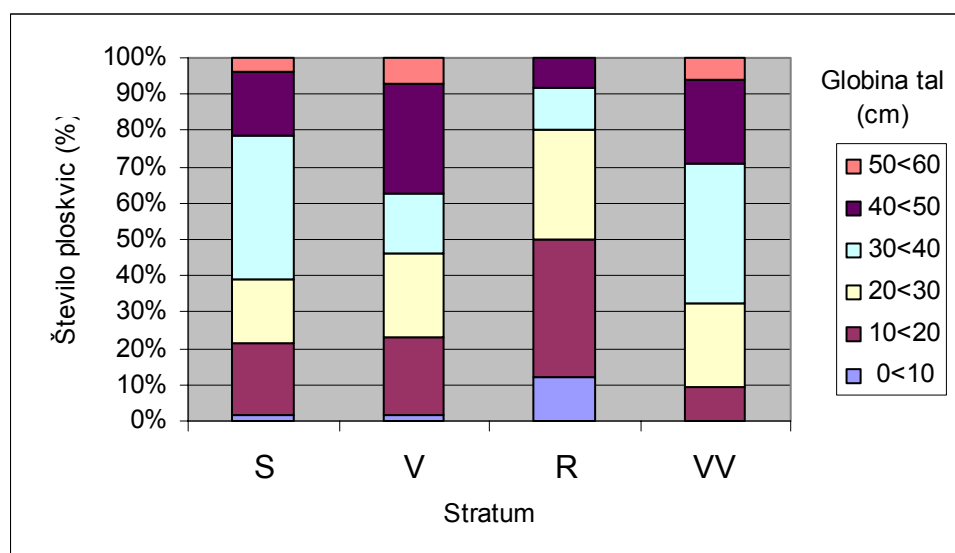
Povprečna globina tal na vseh ploskvicah je 30 cm. Najmanjša je na robu (22 cm) in največja v veliki vrzeli (35 cm). Razlike med stratumi smo preverili s Kruskal–Wallisovim testom.

Preglednica 2: Povprečna globina tal (v cm) po stratumih in rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3).

	S	V	R	VV	N	H	p
Tla1	31	32	22	34	222	18,67	0,0003
Tla2	30	31	21	35	225	21,98	0,0001
Tla3	31	33	22	35	220	18,71	0,0003
Tla	31	32	22	35	227	33,19	0,0000

Tla1 – globina tal na SW robu ploskvice, Tla2 – globina tal na sredini ploskvice, Tla3 – globina tal na NE robu ploskvice, Tla – povprečna globina tal na ploskvi.

Razlike med stratumi so statistično značilne, podrobnejši pregled po razredih globine pa pokaže, da so slednji v stratumih s podobnimi medianami zastopani z različnimi deleži.

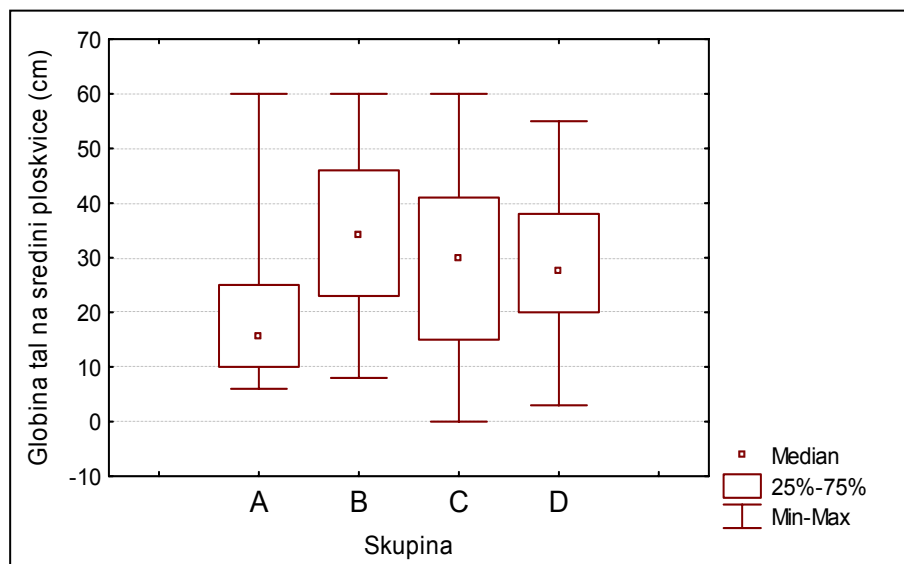


Slika 15: Delež ploskvic z različnim razredom globine tal (v cm) po stratumih.

1/4 vseh ploskvic ima tla globoka do 20 cm, 1/4 pa ima tla globoka 40 cm in več. Zelo plitva tla so najpogostejša na robu, 1/2 ploskvic ima globino tal do 20 cm. Globoka tla so najpogostejša v malih vrzelih in v veliki vrzeli.

6.3.4.1 Globina tal po skupinah

Zaradi predvidevanj, da je globina tal pomemben dejavnik, nas je zanimalo, kakšne so razlike med skupinami.



Slika 16: Globina tal na sredini ploskvice (v cm) po skupinah.

Povprečna globina tal je najmanjša v skupini A in največja v skupini B. Razlike med skupinami smo preverili s Kruskal-Wallisovim testom in ugotovili, da so vse statistično značilne ($p < 0,0500$).

Preglednica 3: Povprečna globina tal (v cm) po skupinah in rezultati Kruskal-Wallisovega testa (st.p.=3).

	A	B	C	D	N	H	p
Tla1	22	33	30	31	222	12,05	0,0072
Tla2	22	34	29	28	225	16,55	0,0009
Tla3	24	34	31	29	220	11,42	0,0096
Tla	22	34	30	29	227	21,47	0,0001

6.4 SESTAVA POVRŠJA

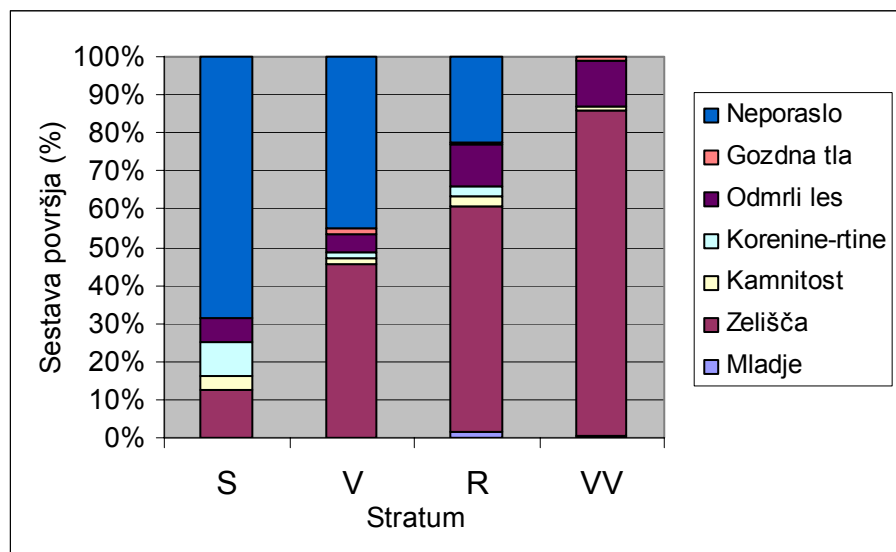
Preglednica 4: Srednje in ekstremne vrednosti komponent sestave površja (v %).

	povprečje	mediana	min	max
Mladje	0,4	0,0	0,0	15,0
Zelišča	51,8	50,0	1,0	100,0
Kamnitost	2,1	0,0	0,0	40,0
Korenine - rtine	3,4	0,0	0,0	50,0
Odmrli les	8,3	2,0	0,0	75,0
Gozdna tla	0,8	0,0	0,0	35,0
Neporaslo	33,1	23,0	0,0	95,0

Komponenta površja, ki nas najbolj zanima (mladje), ima najmanjši delež. Opaznejši je delež odmrlega lesa, v sestavi površja pa kar 1/2 zavzemajo zelišča. Maksimalne vrednosti vseh komponent so sicer velike, vendar se je njihov delež z izjemo zelišč tem vrednostim približal le na redkih ploskvicah.

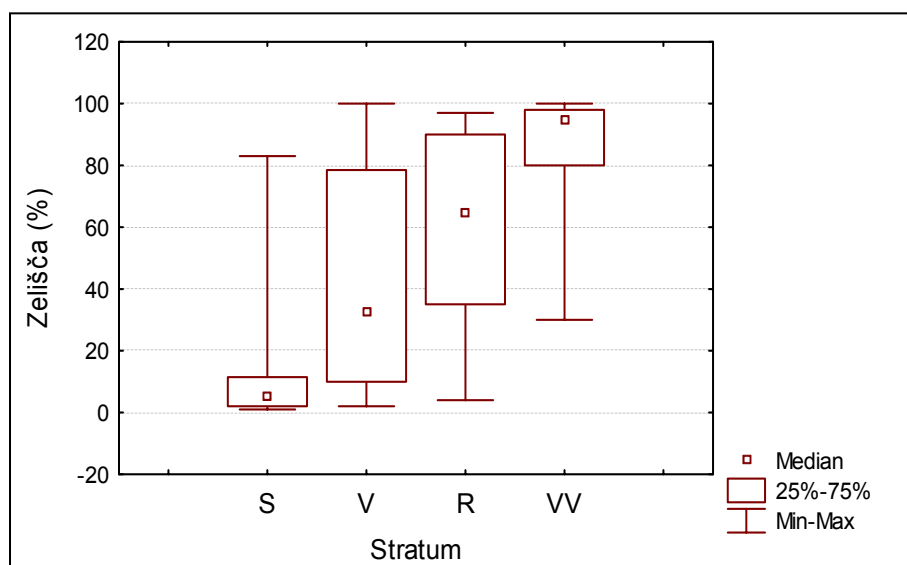


Slika 17: Rob velike vrzeli na SE – razlike med vzhodnim in južnim delom so tako v poraslosti z zelišči kot v prisotnosti odmrlega lesa.



Slika 18: Povprečna sestava površja (v %) po stratumih.

Posamezne komponente so v stratumih zelo različno zastopane. V sestoju in v veliki vrzeli je sestava površja skoraj diametralna poraslosti z zelišči. V sestoju je največji delež korenin in rtin, v veliki vrzeli jih nadomesti odmrli les.



Slika 19: Poraslost površja z zelišči (v %) po stratumih.

Podrobnejši pregled poraslosti površja z zelišči pokaže, da ima 37 % ploskvic delež zelišč do 30 % in 36 % ploskvic delež nad 80 %. V sestoju močno prevladujejo (89 %) ploskvice z deležem zelišč do 30 %, veliko jih je tudi v malih vrzelih (46 %), na robu jih je malo

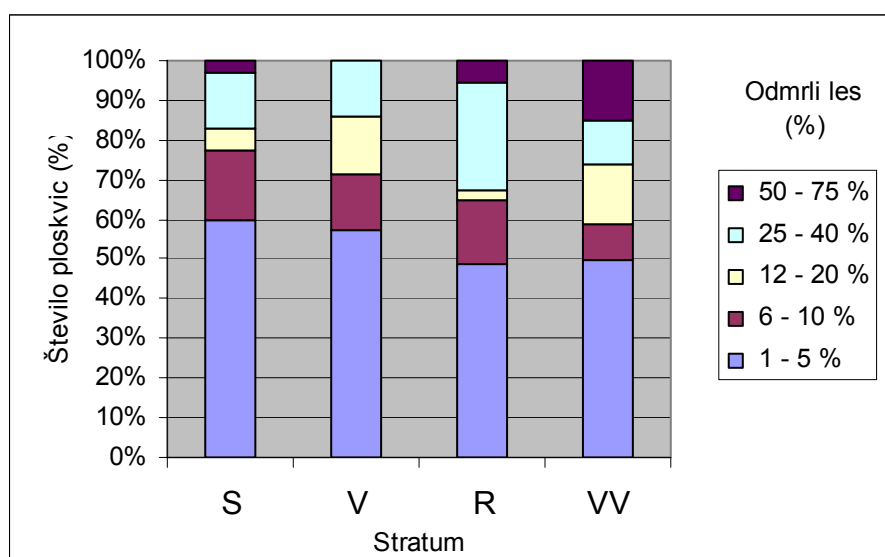
(16 %), v veliki vrzeli jih sploh ni. Posamezne ploskvice v sestoji so porasle preko 50 oziroma 80 % z zelišči, vendar so v teh primerih to pravzaprav mahovi. Največjo poraslost z zelišči (90 do 100 %) ima 23 % ploskvic v malih vrzelih, 28 % na robu in kar 62 % v veliki vrzeli.

Kako močna je odvisnost poraslosti površja z zelišči od svetlobe, smo ugotavljali s Spearmanovo korelacijo ranga. Odkrili smo, da je pozitivna statistično značilna ($p < 0,0500$) povezava najmočnejša pri difuzni svetlobi.

Preglednica 5: Odvisnost poraslosti površja z zelišči od direktne, difuzne in skupne svetlobe.

	N	Spearman R	p-nivo
DSF [%] & zelišča	227	0,40	0,0000
ISF [%] & zelišča	227	0,75	0,0000
TSF [%] & zelišča	227	0,53	0,0000

Delež odmrlega lesa v sestavi površja je zelo majhen. Presenetljiv je delež na robu, kjer se odmrli les pojavlja kar na 74 % ploskvic, od teh ima 1/3 ploskvic delež nad 25 %. V veliki vrzeli je ploskvic z odmrlim lesom 71 %, v sestoji 61 % in v malih vrzelih 50 %.



Slika 20: Delež ploskvic z različnim deležem odmrlega lesa (v %) po stratumih

Prisotnost na velikem številu ploskvic pomeni, da so deleži na posameznih ploskvicah zelo majhni. Ploskvice z večjim deležem odmrlega lesa (25 % in več) se najpogosteje nahajajo na robu in v veliki vrzeli. Odmrli les je prisoten na velikem številu ploskvic, zato so nas zanimala razlike med pomlajenimi in nepomlajenimi ploskvicami.

Preglednica 6: Delež odmrlega lesa (v %) na ploskvicah s pomlajeno smreko po stratumih.

	S	V	R	VV	Skupno
Nepomlajeno	2,3	1,5	13,8	10,3	6,0
Pomlajeno	7,9	11,4	10,5	14,1	10,5

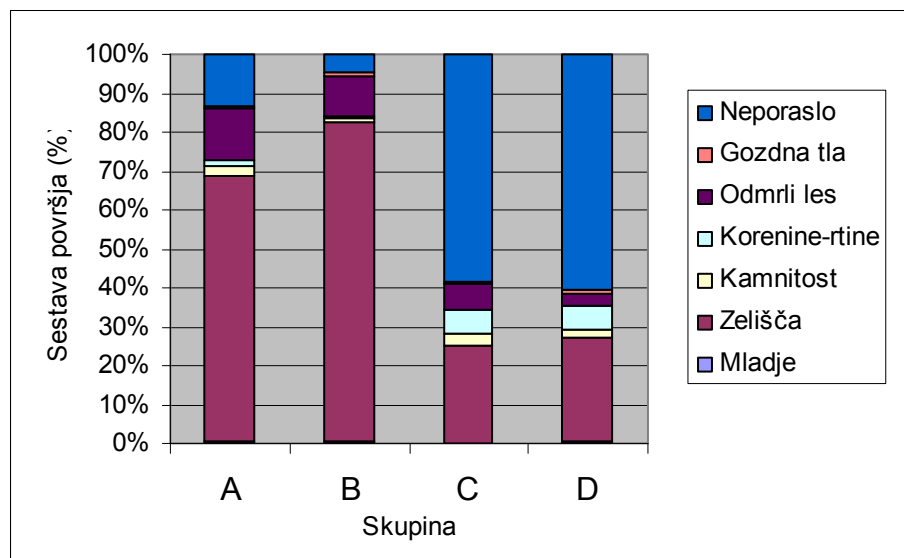
Na ploskvicah s pomlajeno smreko je delež odmrlega lesa večji, izjema je stratum rob. Podrobnejši pregled pokaže, da je v sestoji in v malih vrzelih le 5 % nepomlajenih ploskvic, ki imajo nad 5 % odmrlega lesa. Takšnih ploskvic je največ na robu (38 %), v veliki vrzeli jih je 28 %. S povečevanjem deleža odmrlega lesa se število na njem pomlajenih smrek povečuje, vendar je zelo visok delež (nad 50 %) neugoden, zlasti kadar je v obliki kupa vej.

Druge komponente sestave površja imajo zelo majhne deleže v vseh stratumih, vendar so razlike statistično značilne ($p < 0,0500$).

Preglednica 7: Povprečna sestava površja (v %) po stratumih in rezultati Kruskal–Wallisovega testa ($N=227$, st.p.=3).

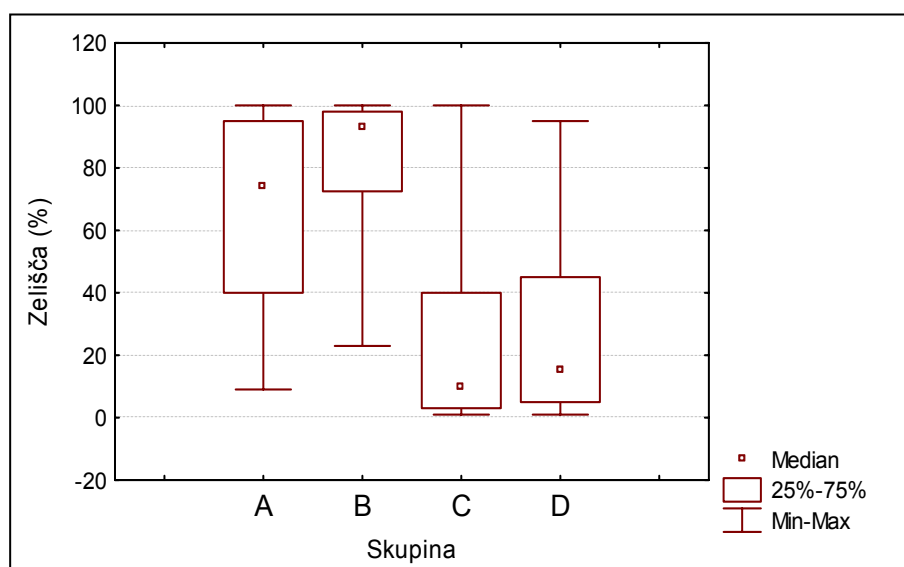
	S	V	R	VV	H	p
Mladje	0,0	0,1	1,4	0,4	48,84	0,0000
Zelišča	12,4	45,3	59,4	85,6	120,03	0,0000
Kamnitost	3,7	1,6	2,4	1,0	14,85	0,0020
Korenine-rtine	9,2	2,0	2,9	0,2	69,40	0,0000
Odmrli les	6,0	4,5	11,0	11,6	10,41	0,0154
Gozdna tla	0,1	1,4	0,4	1,1	18,22	0,0004
Neporaslo	68,6	45,1	22,5	0,2	143,21	0,0000

6.4.1 Sestava površja po skupinah



Slika 21: Povprečna sestava površja (v %) po skupinah.

Sestava površja po skupinah te jasno razmeji: v skupinah A in B je mnogo večji delež zelišč, korenine - rtine iz skupin C in D pa nadomesti odmrlega lesa, ki ga je imata zelo podobno sestavo površja, še največja razlika je v deležu odmrlega lesa, ki ga je manj v skupini D. Razlika med skupinama A in B je nekoliko večja, v slednji je večji delež zelišč.



Slika 22: Poraslost površja z zelišči (v %) po skupinah.

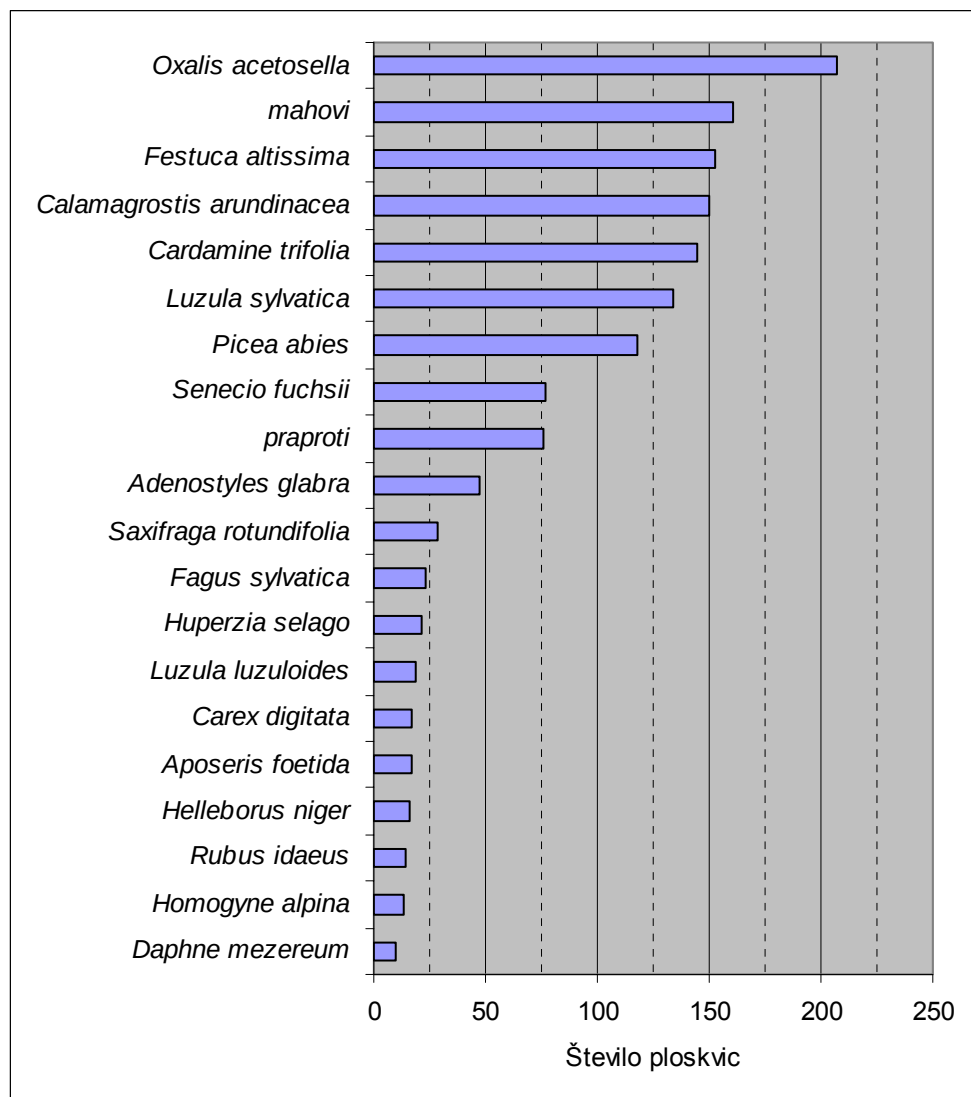
Razlike v sestavi površja med skupinami smo preverili s Kruskal–Wallisovim testom. Ugotovili smo, da se vse komponente sestave površja z izjemo gozdnih tal statistično značilno ($p < 0,0500$) razlikujejo.

Preglednica 8: Povprečna sestava površja (v %) po skupinah in rezultati Kruskal–Wallisovega testa ($N=227$, $st.p.=3$).

	A	B	C	D	H	p
Mladje	0,8	0,7	0,1	0,3	10,97	0,0119
Zelišča	68,1	82,0	25,0	26,9	110,08	0,0000
Kamnitost	2,6	1,1	3,2	1,9	21,40	0,0001
Korenine-rtine	1,2	0,4	6,3	6,3	54,27	0,0000
Odmrli les	13,3	10,2	6,5	3,1	11,81	0,0081
Gozdna tla	0,4	1,1	0,4	1,1	1,17	0,7601
Neporaslo	13,6	4,6	58,5	60,4	141,10	0,0000

6.5 VEGETACIJA

Kljub poznemu jesenskemu času smo popisali preko 40 različnih rastlinskih vrst. Vse vrste mahov smo združili v eno skupino, v kateri se največkrat pojavljata *Ctenidium molluscum* in *Polytrichum sp.* Enako smo združili tudi vse vrste praproti. V času popisa je mnogo poletnih zelišč že propadlo, zato je bila njihova prisotnost na ploskvicah redko opažena. Veliko vrst se tako pojavlja samo na nekaj ploskvicah, nekatere pa so prisotne skoraj na vsaki ploskvici (*Oxalis acetosella*, mahovi). Prav tako je bolj ali manj podcenjeno zastiranje vrst, ki so sicer lahko pogosto prisotne (praproti, *Adenostyles glabra*, *Senecio fuchsii*).



Slika 23: Rastlinske vrste, ki se najpogosteje pojavljajo na ploskvicah.

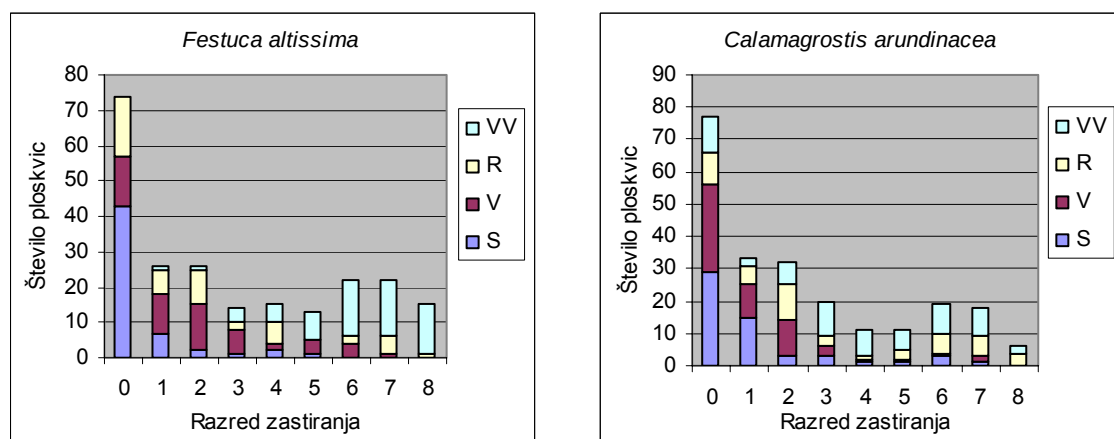
Pogostost pojavljanja neke vrste ne pomeni tudi velike pokrovnosti. Razlike v povprečnem zastiranju so med vrstami zelo velike, spreminjajo pa se tudi razmerja med stratumi. Vrste z velikim zastiranjem niso zastopane z enakim deležem v vseh v stratumih. V povprečju največ zastirajo trave (*Festuca altissima*, *Calamagrostis arundinacea*) in mahovi.

Preglednica 9: Povprečno zastiranje (v razredih) najpogostejših rastlinskih vrst po stratumih.

	S	V	R	VV	Skupno
<i>Adenostyles glabra</i>	0	1	2	1	1
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	2	2	5	5	4
<i>Cardamine trifolia</i>	1	1	1	1	1
<i>Festuca altissima</i>	1	3	4	6	4
<i>Luzula sylvatica</i>	1	2	2	2	2
<i>Oxalis acetosella</i>	1	1	1	1	1
<i>Luzula luzuloides</i>	1	0	1	0	1
<i>Senecio fuchsii</i>	0	1	1	3	2
mahovi	2	4	3	2	3
praproti	1	1	1	1	1

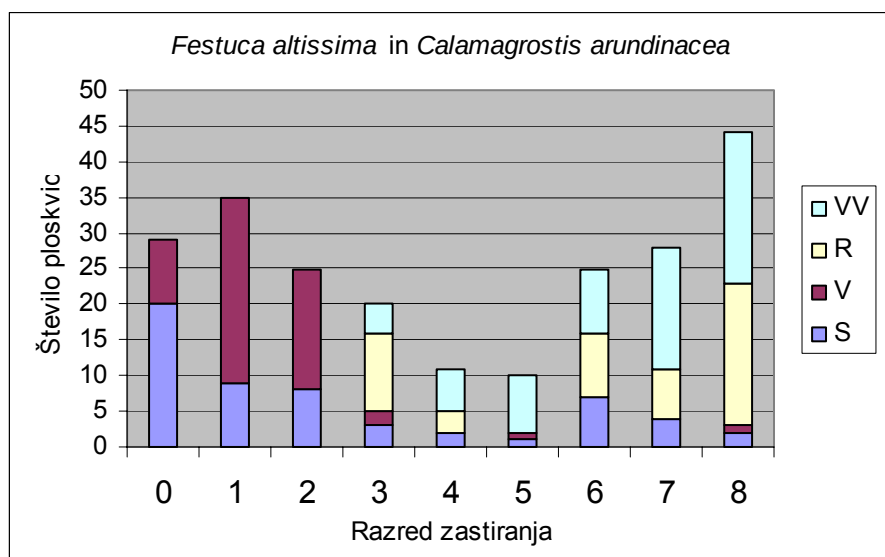
Razred pokrovnosti: 1 – do 1 %, 2 – 2 do 5 %, 3 – 6 do 10 %, 4 – 11 do 20 %, 5 – 21 do 30 %, 6 – 31 do 50 %, 7 – 51 do 75 %, 8 – 76 do 100 %.

Trave imajo v vseh stratumih visok razred zastiranja glede na ostale vrste. Izjema so mahovi, ki v malih vrzelih dosežejo največje vrednosti. V sestoji je povprečno zastiranje vseh vrst majhno, največ je trav in mahov, podobno je v malih vrzelih. Na robu že prevladajo trave, mahov pa je nekoliko manj. V veliki vrzeli popolnoma prevladajo trave, ki se jim pridruži *Senecio fuchsii*. Razlike med stratumi v zastiranju najpogostejših rastlinskih vrst smo preverili s Kruskal–Wallisovim testom in pri vseh odkrili statistično značilne razlike ($p < 0,0500$).



Slika 24: Število ploskvic po razredih zastiranja in stratumi pri *Festuca altissima* in *Calamagrostis arundinacea*.

Podrobnejši pregled zastiranja obeh vrst trav pokaže, da *Calamagrostis arundinacea* na robu in v sestoji dosega višji razred pokrovnosti na večjem številu ploskvic kot *Festuca altissima*. Obratno *Festuca altissima* zlasti v veliki vrzeli na velikem številu ploskvic doseže najvišje razrede pokrovnosti. Omeniti moramo, da se vrsti pogosto pojavljata skupaj in je bilo predvsem v veliki vrzeli nemogoče natančno razmejiti obe vrsti. Kot največji konkurentki mladju ju lahko obravnavamo skupaj. Povprečno zastiranje trav se s tem močno poveča (na razred 6) in doseže v sestoji razred 3, v malih vrzelih 4, na robu 6 in v veliki vrzeli celo razred 8.



Slika 25: Število ploskvic po razredih zastiranja in stratumih pri *Festuca altissima* in *Calamagrostis arundinacea* skupaj.

Na robu kar 40 % ploskvic travi zastirata v najvišjem razredu pokrovnosti, v veliki vrzeli je takih ploskvic 32 %. Presenetljivo je v sestoji več ploskvic z višjimi razredi pokrovnosti (6–8 razred 23 %) kot v malih vrzelih. V sestoji je ploskvic z najnižjimi razredi pokrovnosti (1 in 2) le 30 %, medtem ko močno prevladujejo v malih vrzelih (77 %).



Slika 26: Z visoko travo porasla velika vrzel v smeri SW–NE.

Med najpogostejšimi vrstami smo s Spearmanovo korelacijo ranga ugotovili pozitivno odvisnost od svetlobe pri obeh travah in *Senecio fuchsii*. Odvisnost je še posebej močna pri difuzni svetlobi. Prav tako statistično značilno, a negativno povezavo smo odkrili pri vrstah *Adenostyles glabra*, *Oxalis acetosella* in mahovih.

Z istim testom smo raziskali tudi vpliv globine tal na zastiranje zelišč in trav. Odkrili smo, da je poraslost z zelišči statistično značilno povezana ($p < 0,0500$) z globino tal. Odvisnost pri obeh travah je šibkejša, pri *Festuca altissima* ni več značilna.

Preglednica 10: Odvisnost zastiranja zelišč in trav od globine tal.

	N	Spearman R	p-nivo
tla & zelišča	227	0,23	0,0005
tla & <i>Festuca altissima</i>	227	0,12	0,0612
tla & <i>Calamagrostis arundinacea</i>	227	0,17	0,0084

6.6 MLADJE

Na področju popisnih ploskev v sestoji najdemo tri drevesne vrste, graditeljico sestoja smreko, primešano bukev in dve drevesi jelke. Mladje teh vrst je tudi zajeto v popis na ploskvicah, mladje med ploskvicami pa je izpadlo. Tako je bilo opaženih par jerebik do 5 cm in nekaj macesnov do 20 cm višine.

Preglednica 11: Gostota mladja (na ha) po drevesnih vrstah.

Drevesna vrsta	N/ha	%
<i>Abies alba</i>	59	0%
<i>Fagus sylvatica</i>	764	3%
<i>Picea abies</i>	28.605	97%
Skupno	29.427	100%

Gostota jelke je izjemno nizka (popisane 3 mladice), vendar pričakovana zaradi pomanjkanja odraslih dreves. Gostota bukve je nizka glede na zastopanost v sestoji. Na severnem robu velike vrzeli je del sestoja pomlajen z bukvijo, vendar ni bil zajet v raziskavo. Gostota smreke je zadovoljivo visoka ($2,8/\text{m}^2$). Zaradi nizkih vrednosti smo jelko in bukev izpustili iz nadaljnjih analiz.

Preglednica 12: Gostota smreke (na ha) po višinskih razredih.

Višinski razred	N/ha	%
sm <5	10.690	37%
sm 5<10	15.017	53%
sm 10<20	2.271	8%
sm 20<50	627	2%
Skupno	28.605	100%

Vse mladje na ploskvah je nižje od 50 cm, višjih od 20 cm je le 666 osebkov na ha. V višinski razred do 5 cm so zajete tudi klice, vendar je njihovo število zelo nizko (pod 1000 na ha). Močno prevladujejo višine 5 do 10 cm, mladja do 10 cm je kar 90 %. Že v naslednjem letu se je smreka dobro pomladila, opaženih je bilo zelo veliko klic.

Smreka se je v velikem številu pomladila na odmrlem lesu, kar nakazuje pomembnost njegove prisotnosti.

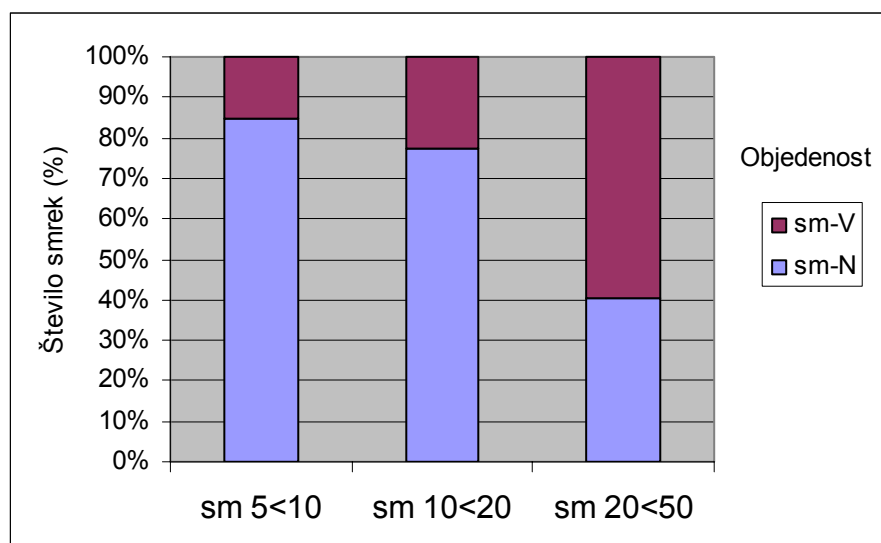
Preglednica 13: Gostota smreke (na ha) glede na prisotnost odmrlega lesa.

Talni substrat	N/ha	%
sm-les	6.207	22%
sm-ost	22.398	78%
Skupno	28.605	100%

Preglednica 14: Gostota smreke (na ha) glede na vršni poganjek (sm-N–nepoškodovan, sm-V–objeden).

Objedenost	N/ha	%
sm-N	14.704	82%
sm-V	3.211	18%
Skupno	17.915	100%

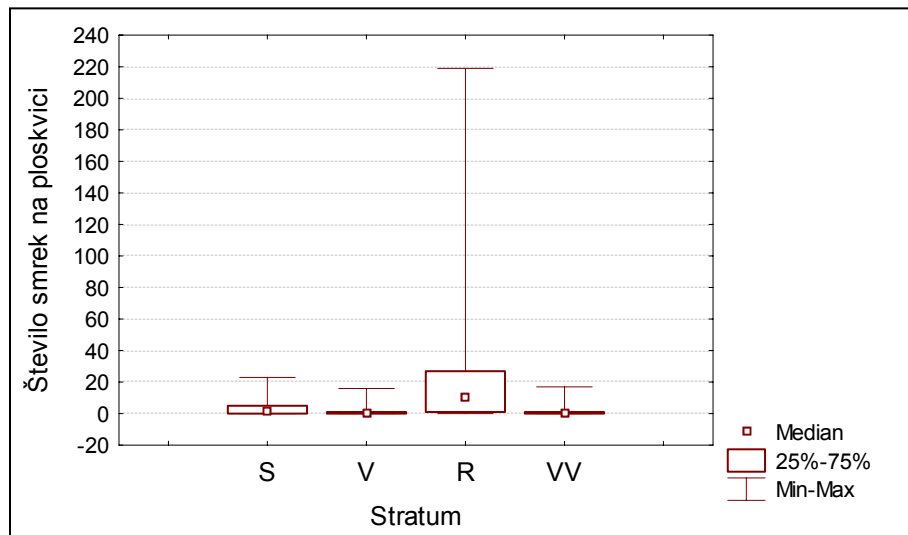
Poškodovanost vršnega poganjka zaradi objedanja divjadi smo ugotavljali na mladju, višjem od 5 cm. Objedanje v skupnem številu ne predstavlja velikega problema, kar pa se povsem spremeni s pregledom po višinskih razredih. Objedanje divjadi se z višino mladja stopnjuje, smrek od 20 do 50 cm z nepoškodovanim vršnim poganjkom je le dobrih 40 %. Tako je v skromno zastopanemu najvišjemu višinskemu razredu število nepoškodovanih smrek samo 255 na ha.



Slika 27: Objedenost smreke (v %) po višinskih razredih.

6.7 ANALIZA MLADJA SMREKE PO STRATUMIH

6.7.1 Mladje



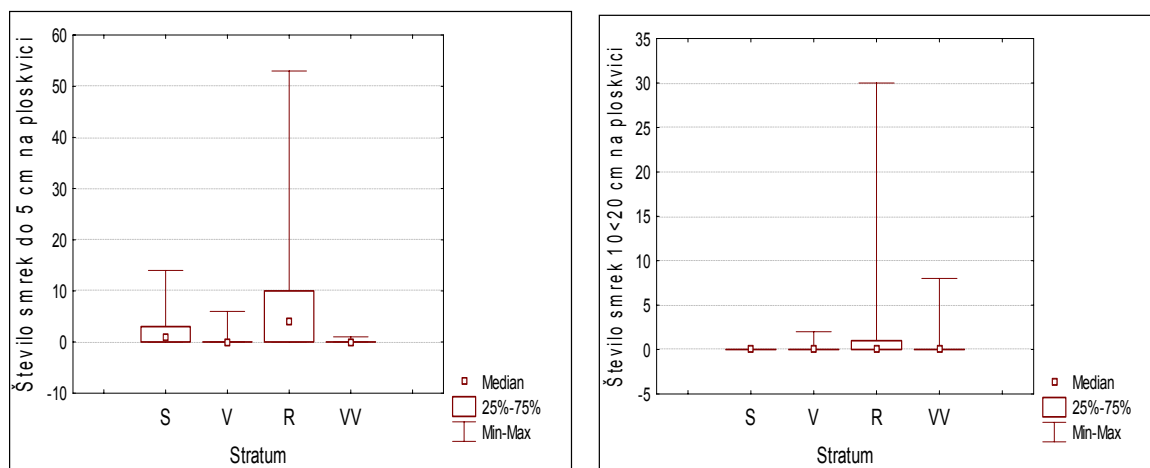
Slika 28: Gostota smreke (na ploskvici) po stratumih.

Gostota mladja smreke se zelo razlikuje glede na stratum in višinsko strukturo. Razlike smo preverili s Kruskal–Wallisovim testom.

Preglednica 15: Gostota smreke (na ha) po stratumih in višinskih razredih ter rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).

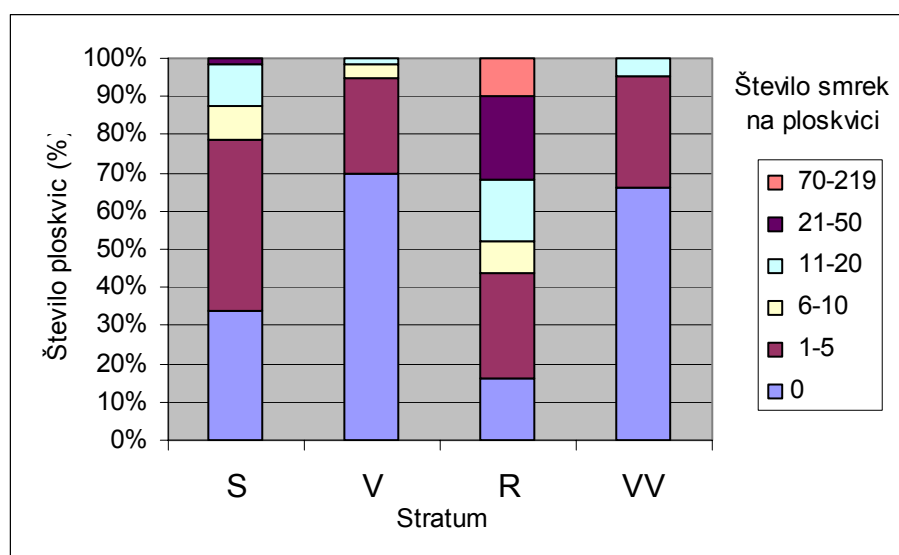
Podatki	S	V	R	VV	H	p
N/ha	4.092	1.096	21.694	1.723	66,28	0,0000
sm <5	2.721	529	7.401	39	93,44	0,0000
sm 5<10	1.371	489	12.844	313	71,67	0,0000
sm 10<20	0	78	1.449	744	39,83	0,0000
sm 20<50	0	0	0	627	39,80	0,0000

Močno izstopa pomlajevanje na robu, kjer se nahaja 3/4 vseh smrek. V sestoju je gostota večja kot v vrzelih, vendar kar 2/3 zavzema najnižji višinski razred, medtem ko v vrzelih mladje doseže večje višine. V malih vrzelih je mladja do 10 cm 93 %, podobno razporeditev po višinskih razredih najdemo tudi na robu, le da je večji delež v drugem višinskem razredu. V veliki vrzeli so zastopani vsi višinski razredi, kar 80 % smrek je višjih od 10 cm. Smrek do 5 cm močno primanjkuje (popisana 1 mladica).



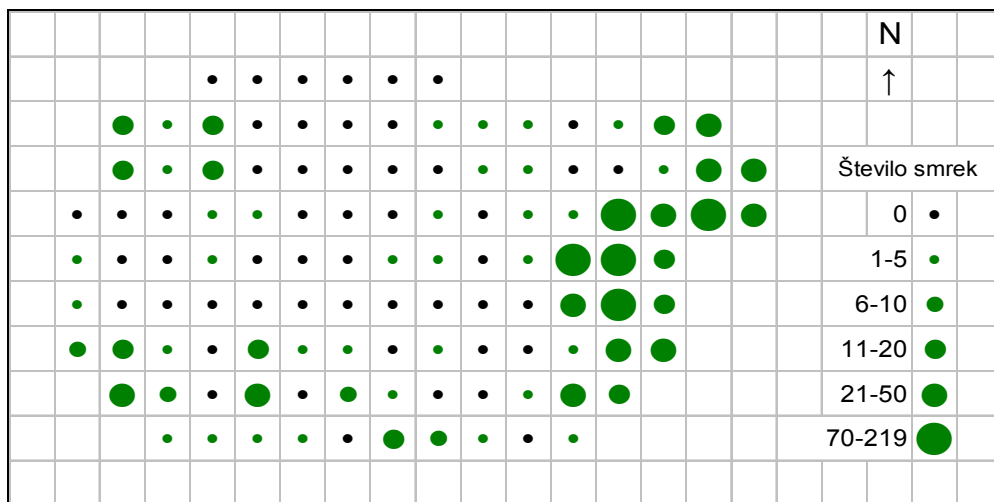
Slika 29: Gostota smreke (na ploskvi) v prvem in tretjem višinskem razredu po stratumih.

Zaradi velikih razlik med stratumi smo proučili število pomlajenih ploskvic in koliko smrek je na njih. Praznih je kar 48 % ploskvic, velik delež (32 %) ima največ 5 smrek. Več kot 20 smrek smo našli le na 7 % ploskvic, nahajajo pa se skoraj izključno na robu.



Slika 30: Delež ploskvic in število smrek na ploskvi po stratumih.

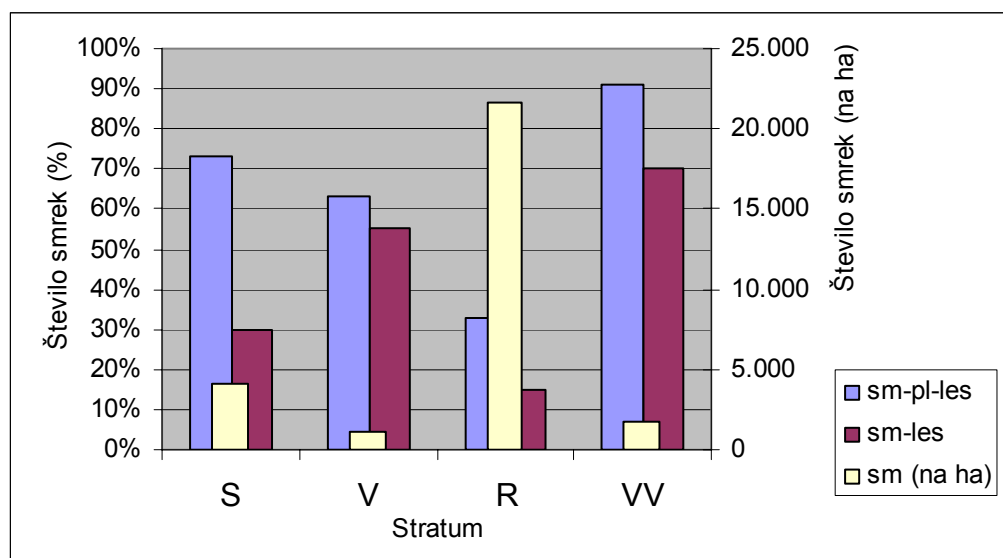
Prazne ploskvice prevladujejo v vrzelih ne glede na velikost. Gostota smreke je velika le na robu, zato nas je zanimal položaj teh ploskvic, zlasti razporeditev ploskvic s pomlajeno smreko v veliki vrzeli in na robu.



Slika 31: Položaj in število smrek na ploskvicah v veliki vrzeli in na robu.

Vzhodni rob velike vrzeli ima pomlajene vse ploskvice, število smrek na njih pa je veliko. Pomlajevanje na južnem robu je nekoliko slabše, podobno je tudi v sestoju. Najslabše je v malih vrzelih, kjer je pomlajenih zelo malo ploskvic, poleg tega so gostote nizke. Več kot 5 smrek smo našli le na treh ploskvicah (PRILOGA B).

Ker je delež odmrlega lesa zelo majhen tudi na pomlajenih ploskvicah, smo si ogledali njegov vpliv na število smrek.



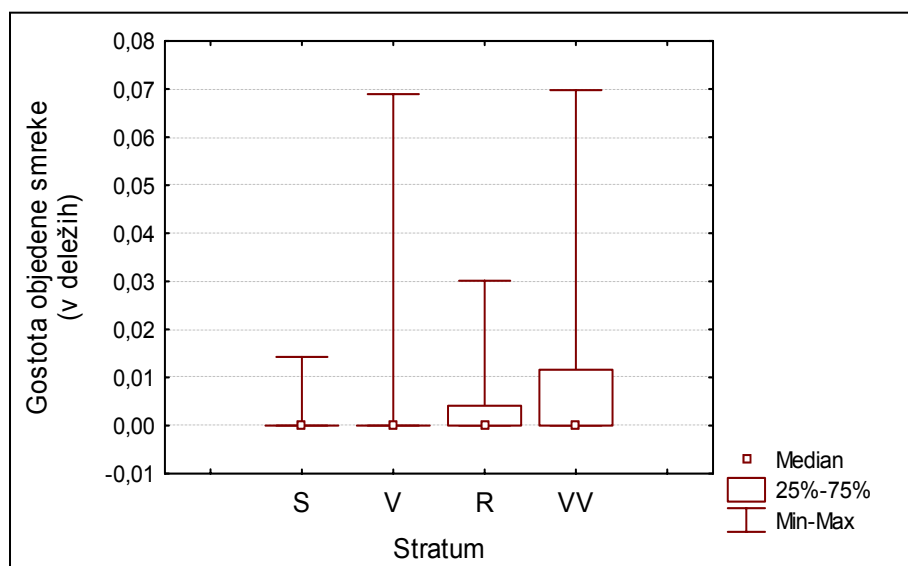
Slika 32: Gostota smreke (na ha), delež smrek na ploskvicah s prisotnim odmrlim lesom (sm-pl-les) in delež smrek na lesu (sm-les) po stratumih.

Na ploskvicah s prisotnim odmrlim lesom se je pomladilo 43 % smrek, od teh 50 % na lesu. V vrzelih in v sestoju se je na ploskvicah z odmrlim lesom pomladil velik del smreke, vendar je delež na lesu pomlajenih smrek v sestoju majhen. Visoko je zlasti število smrek v veliki vrzeli na ploskvicah s prisotnim odmrlim lesom. Nasprotno se je na robu večina smrek pomladila na ploskvicah brez odmrlega lesa.

Preglednica 16: Pomlajevanje na odmrlem lesu –rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).

Talni substrat	H	p
sm-les	4,07	0,2535
sm-ost	31,11	0,0000

Pri testiranju razlik med stratumi s Kruskal–Wallisovim testom smo izključili vpliv gostote mladja znotraj stratumu. V vsakem stratumu smo upoštevali relativno število smrek na ploskvicah. Statistično značilne ($p < 0,0500$) razlike smo odkrili le pri mladju, ki se ni pomladilo na odmrlem lesu.



Slika 33: Gostota smreke z objedenim vršnim poganjkom (v deležih znotraj stratumu) po stratumi.

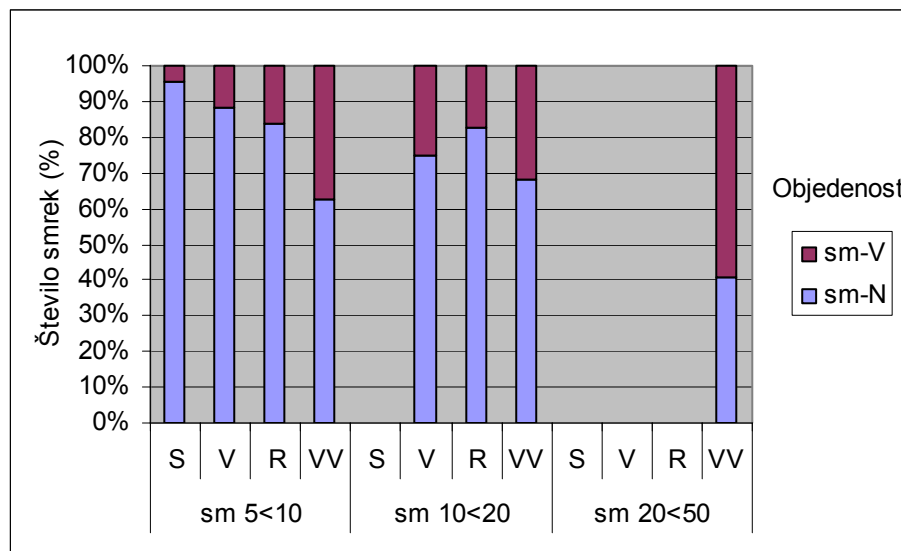
Objedanje je najmanjše v sestoju in največje v veliki vrzeli, če upoštevamo relativno gostoto smreke v vsakem stratumu.

Preglednica 17: Gostota smreke (na ha) po poškodovanosti vršnega poganjka in stratumih ter rezultati

Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).

Objedenost	S	V	R	VV	H	p
sm-N	1.312	489	11.943	959	30,12	0,0000
sm-V	59	78	2.349	724	33,26	0,0000

Razlike med stratumi smo preverili s Kruskal–Wallisovim testom in prav tako izključili vpliv gostote mladja znotraj stratuma. Statistično značilne razlike ($p < 0,0500$) so pričakovane glede na višinsko strukturo.

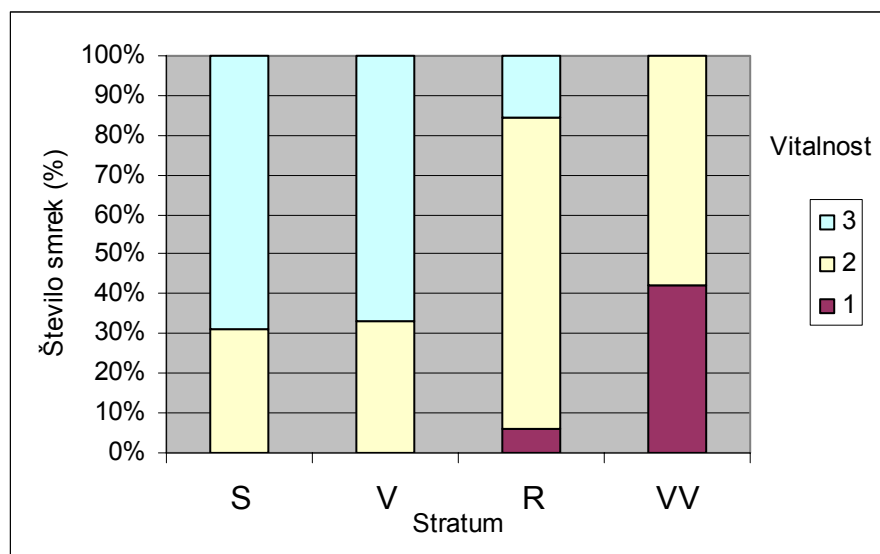


Slika 34: Delež nepoškodovanih in objedenih vršnih poganjkov po višinskih razredih in stratumih.

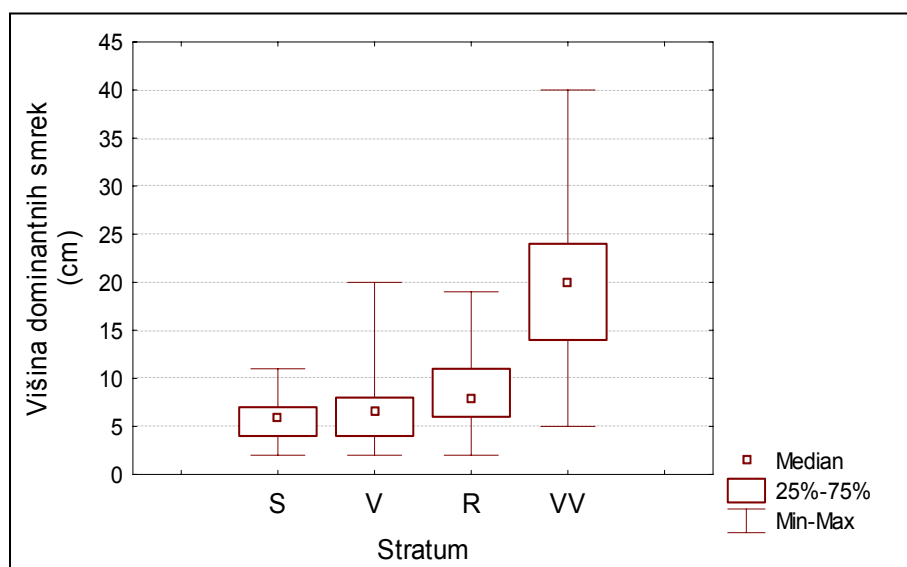
Stopnjevanje objedanja z višino se nakazuje v vseh stratumih, vendar je vpliv različen. Mladje v istem višinskem razredu je bolj objedeno v vrzelih in na robu, delež objedenih smrek pa je vedno največji v veliki vrzeli.

6.7.2 Dominantni osebki

Vitalnost, višino in prirastke smo ocenjevali pri dominantnih osebkih, največjem in najvitalnejšem mladju na ploskvicah. Prevladujejo smreke srednje vitalnosti (55 %), zelo vitalnih je le 10 %. V sestoju in malih vrzelih prevladujejo nevitalne smreke, medtem ko zelo vitalne najdemo zlasti v veliki vrzeli. V veliki vrzeli smo precej zelo vitalnih osebkov zaradi objedenosti uvrstili v srednji razred vitalnosti.

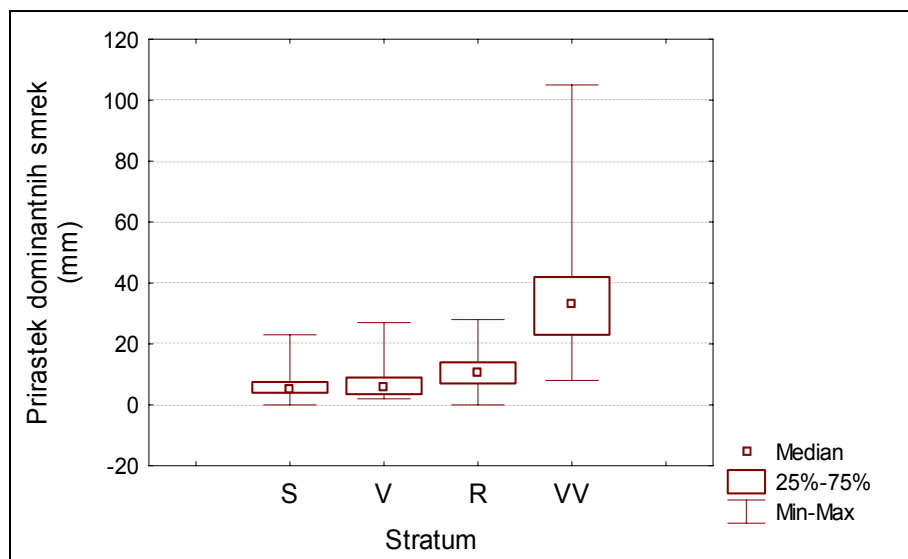


Slika 35: Delež dominantnih smrek po stratumih glede na vitalnost.



Slika 36: Višina dominantnih smrek (v cm) po stratumih.

V povprečju so dominantne smreke najnižje v sestoju, najvišje v veliki vrzeli.



Slika 37: Prirastki dominantnih smrek (v mm) v letu popisa po stratumih.

Podobno sliko prirastkov kot v letu popisa dobimo tudi za leti pred popisom.

Preglednica 18: Število, povprečja in mediane izmerjenih višin (v cm) in prirastkov (v mm) dominantnih smrek po stratumih.

		S	V	R	VV	Skupno
sm-višina	število	87	30	115	50	282
	povprečje	5,4	7,0	8,5	19,3	9,3
	mediana	6,0	6,5	8,0	20,0	7,0
sm-i	število	78	28	104	40	250
	povprečje	5,8	6,9	11,4	37,5	13,2
	mediana	5,0	6,0	11,0	33,0	9,0
sm-i-1	število	84	24	112	46	266
	povprečje	7,0	8,7	13,1	43,2	16,0
	mediana	6,5	9,0	11,0	37,0	10,0
sm-i-2	število	76	25	105	46	252
	povprečje	7,2	9,1	11,8	34,2	14,2
	mediana	7,0	9,0	11,0	30,5	10,0

sm-i – prirastek v letu popisa, sm-i-1 – prirastek v letu pred popisom, sm-i-2 – prirastek dve leti pred popisom.

Letni prirastki se razlikujejo med stratumi, pa tudi med leti. V vseh letih so najnižji v sestoju in najvišji v veliki vrzeli. V sestoju in malih vrzelih se s časom znižujejo. Trend padanja je manj očiten na robu, obratno je v veliki vrzeli nakazan trend naraščanja prirastkov. Razlike med stratumi smo preverili s Kruskal–Wallisovim testom.

Preglednica 19: Višina in prirastki – rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3) med stratumi.

	N	H	p
sm-višina	282	122,31	0,0000
sm-i	257	126,24	0,0000
sm-i-1	266	134,20	0,0000
sm-i-2	252	105,08	0,0000



Slika 38: Močno objedena smreka ob panju – običajen pogled na mladje v veliki vrzeli.

6.8 ANALIZA MLADJA SMREKE PO SKUPINAH

6.8.1 Mladje

Smrekovo mladje je dokaj enakomerno zastopano v vseh svetlobnih skupinah, večje razlike so v razporeditvi po višinskih razredih.

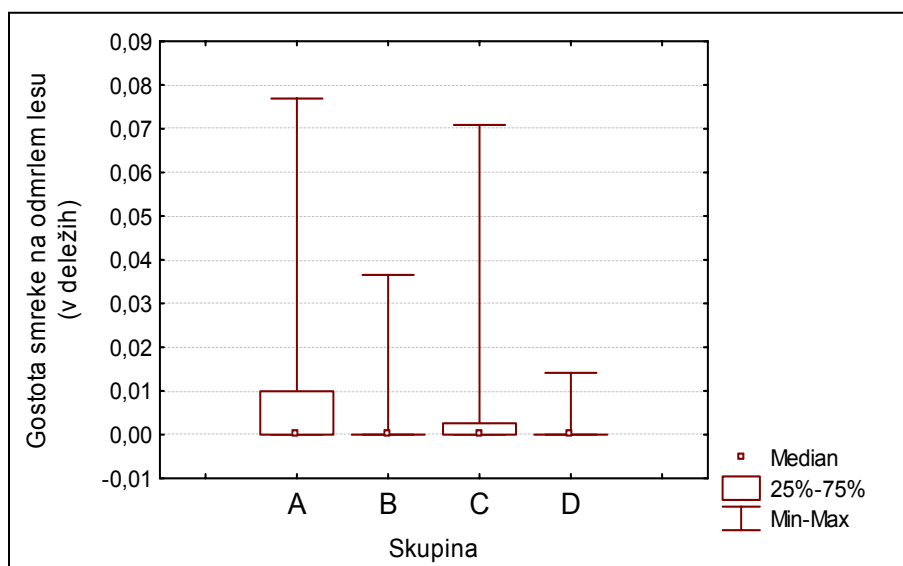
Preglednica 20: Gostota smreke (na ha) po višinskih razredih in skupinah ter rezultati Kruskal–Wallisovega testa (N=227, st.p.=3).

Podatki	A	B	C	D	H	p
N/ha	7.890	9.104	7.460	4.151	5,06	0,1673
sm <5	2.310	2.252	3.994	2.134	26,74	0,0000
sm 5<10	5.091	4.660	3.309	1.958	8,25	0,0411
sm 10<20	489	1.566	157	59	20,81	0,0001
sm 20<50	0	627	0	0	29,34	0,0000

Preglednica 21: Mediane direktne, difuzne in skupne svetlobe (v %) po skupinah.

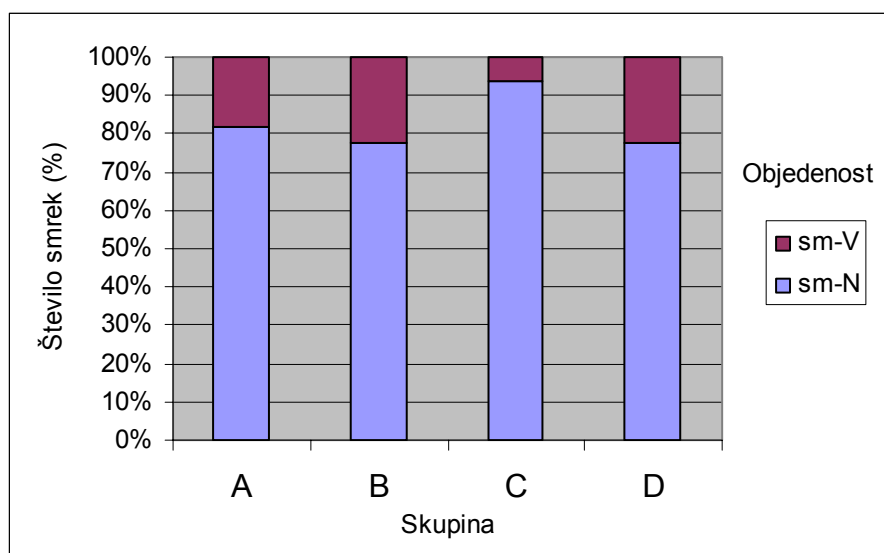
Mediane	A	B	C	D
DSF (%)	2,20	34,58	3,12	7,40
ISF (%)	22,14	42,71	8,43	7,66
TSF (%)	5,31	35,61	3,76	7,52

V skupinah C in D, kjer je malo difuzne svetlobe, je nad polovico smrek v najnižjem višinskem razredu. V skupinah A in B, kjer je veliko difuzne svetlobe, je nižja od 5 cm četrtnina smrek, opaznejši je delež smrek nad 10 cm (6 %, 24 %). Najvišji višinski razred dobimo samo v skupini B.



Slika 39: Gostota smreke na odmrlem lesu (v deležih znotraj skupine) po skupinah.

Prisotnost odmrle lesne mase ima večji pomen za pomlajevanje v skupinah A in C (30 % in 31 %). V skupini B je delež pomlajevanja na odmrlem lesu polovico manjši (14 %), v D pa je le 5 %.



Slika 40: Delež nepoškodovanih in objedenih vršnih poganjkov po skupinah.

Delež poškodovanega mladja zaradi objedanja vršnega poganjka je podoben v vseh skupinah, najnižji je v skupini C.

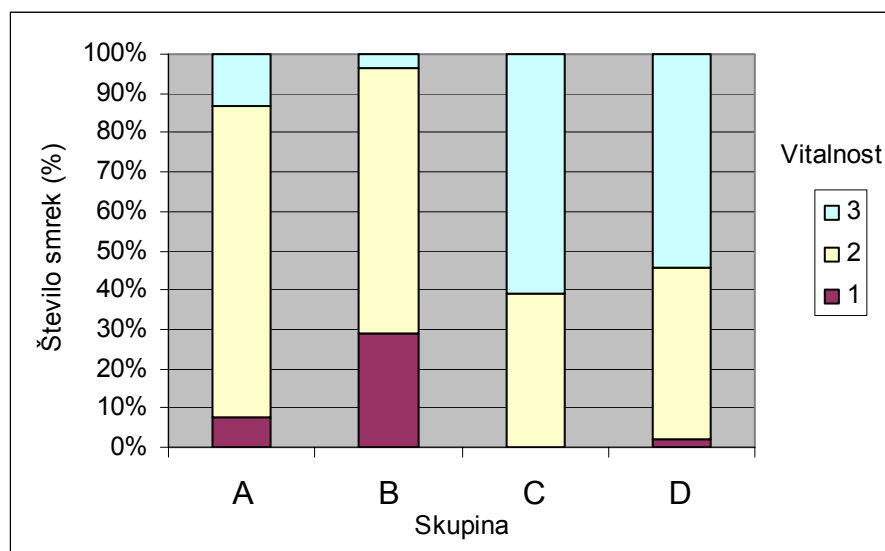
Pri testiranju razlik med skupinami s Kruskal–Wallisovim testom smo izključili vpliv gostote mladja znotraj skupine. Odkrili smo, da samo razlike v gostoti nepoškodovanih smrek niso statistično značilne ($p < 0,0500$).

Preglednica 22: Pomlajevanje na odmrlem lesu in poškodovanost vršnega poganjka –rezultati Kruskal–Wallisovega testa ($N=227$, $st.p.=3$).

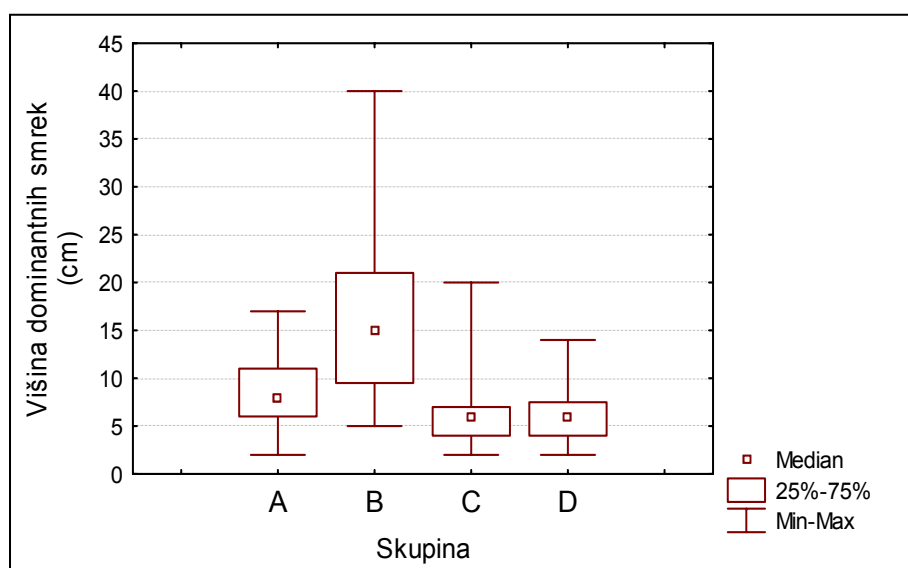
	H	p
sm-les	9,41	0,0243
sm-ost	9,91	0,0194
sm-N	4,74	0,1922
sm-V	16,51	0,0009

6.8.2 Dominantni osebki

Zelo vitalne dominantne smreke so najpogostejše v skupini B (82 %), kljub temu v skupinah A in B prevladujejo srednje vitalne smreke. Nevitalni dominantni osebki prevladujejo v skupinah C (65 %) in D (24 %).

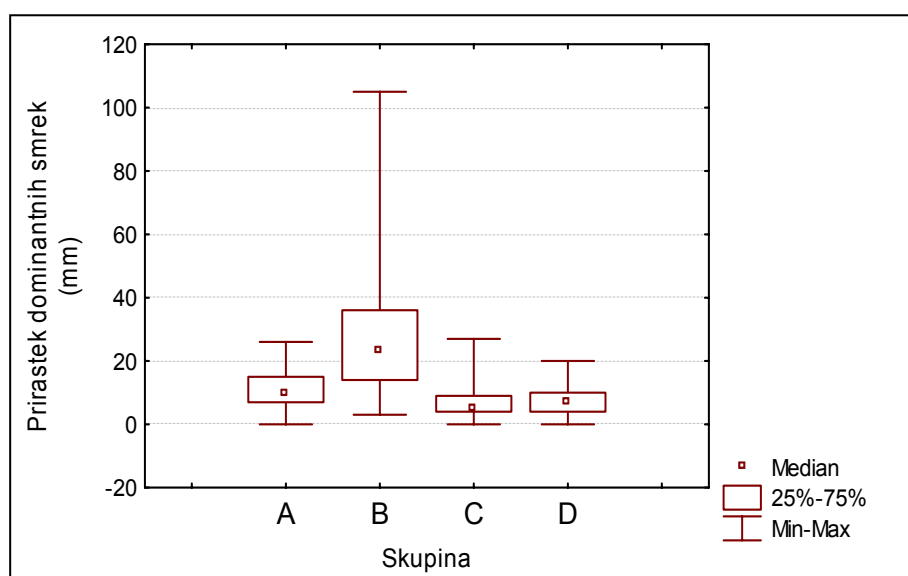


Slika 41: Delež dominantnih smrek po skupinah glede na vitalnost.



Slika 42: Višina dominantnih smrek (v cm) po skupinah.

Povprečna višina dominantnih smrek je najvišja v skupini B, v ostalih treh skupinah je več kot polovico manjša. Podobne rezultate smo dobili tudi pri prirastkih, le da so razlike še nekoliko večje.



Slika 43: Prirastki dominantnih smrek (v mm) v letu popisa po skupinah.

Preglednica 23: Število, povprečja in mediane izmerjenih višin (v cm) in prirastkov (v mm) dominantnih smrek po skupinah.

		A	B	C	D	Skupno
	število	53	80	105	44	282
sm-višina	povprečje	7,9	15,9	6,2	6,1	9,3
	mediana	8,0	15,0	6,0	6,0	7,0
	število	52	67	97	42	257
sm-i	povprečje	11,6	27,7	6,6	7,4	13,2
	mediana	10,0	23,0	5,0	7,0	9,0
	število	52	76	95	43	266
sm-i-1	povprečje	13,2	32,3	7,7	8,8	16,0
	mediana	11,5	25,0	7,0	7,0	10,0
	število	47	75	91	39	252
sm-i-2	povprečje	11,7	26,2	8,3	8,1	14,2
	mediana	11,0	20,0	8,0	8,0	10,0

Prirastki v skupini B so v vseh treh letih najvišji, najnižji so v skupini C in tudi D. Po letih so bili najvišji v drugem letu, izjema je skupina C, kjer je kljub temu viden jasen trend zmanjševanja. Razlike med skupinami smo preverili s Kruskal–Wallisovim testom.

Preglednica 24: Višina in prirastki – rezultati Kruskal–Wallisovega testa (st.p.=3) med skupinami.

	N	H	p
sm-višina	282	109,92	0,0000
sm-i	257	102,91	0,0000
sm-i-1	266	117,37	0,0000
sm-i-2	252	83,76	0,0000

6.9 INTERAKCIJE – VPLIVI NA MLADJE

6.9.1 Gostota mladja

6.9.1.1 Svetloba

S Spearmanovo korelacijo ranga smo ugotavljali odvisnost gostote mladja od svetlobnega sevanja. Med testiranimi znaki ni statistično značilnih povezav ($p > 0,0500$).

Preglednica 25: Odvisnost gostote smreke in mladja od direktne, difuzne in skupne svetlobe.

	N	Spearman R	p-nivo
DSF [%] & sm	227	-0,08	0,2321
DSF [%] & ml	227	-0,07	0,3098
ISF [%] & sm	227	-0,05	0,4856
ISF [%] & ml	227	-0,06	0,3690
TSF [%] & sm	227	-0,07	0,3227
TSF [%] & ml	227	-0,06	0,3866

Nasprotno smo odkrili obstoj statistično značilnih povezav ($p < 0,0500$) med svetlobo in gostoto smreke v posameznih višinskih razredih. Negativna odvisnost gostote smreke postopno prehaja v pozitivno.

Preglednica 26: Odvisnost gostote smreke po višinskih razredih od direktne, difuzne in skupne svetlobe.

	N	Spearman R	p-nivo
DSF [%] & sm <5	227	-0,23	0,0004
DSF [%] & sm 5<10	227	-0,17	0,0082
DSF [%] & sm 10<20	227	0,16	0,0184
DSF [%] & sm 20<50	227	0,37	0,0000
ISF [%] & sm <5	227	-0,27	0,0000
ISF [%] & sm 5<10	227	-0,06	0,3461
ISF [%] & sm 10<20	227	0,27	0,0000
ISF [%] & sm 20<50	227	0,36	0,0000
TSF [%] & sm <5	227	-0,25	0,0001
TSF [%] & sm 5<10	227	-0,14	0,0313
TSF [%] & sm 10<20	227	0,21	0,0017
TSF [%] & sm 20<50	227	0,37	0,0000

Na gostoto v najnižjem višinskem razredu svetloba vpliva negativno, na gostoto smrek višjih od 10 cm pa pozitivno. Pri testu odvisnosti na ploskvicah z malo ISF (skupini C in D) pa smo odkrili, da je vpliv svetlobe vedno pozitiven, čeprav pri DSF ni statistično značilen ($p < 0,0500$).

6.9.1.2 Sestava površja

Preglednica 27: Odvisnost gostote smreke od nekaterih komponent sestave površja.

	N	Spearman R	p-nivo
Zelišča & sm	227	-0,21	0,0019
Korenine - rtine & sm	227	0,30	0,0000
Odmrli les & sm	227	0,21	0,0018

S Spearmanovo korelacijo ranga smo ugotovili, da so vse testirane komponente sestave površja v statistično značilni odvisnosti ($p < 0,0500$). Število smrek na posamezni ploskvici je tem večje, čim več je korenin - rtin oziroma odmrlega lesa in čim manj je zelišč, vendar so povezave zelo šibke. Podrobnejši pregled je pokazal, da se vpliv zeliščne plasti spreminja z višinskimi razredi in prehaja iz negativnega v pozitivnega: v najnižjem je negativna povezava najmočnejša, pri smrekah nad 10 cm je vpliv pozitiven.

6.9.1.3 Tla

Odvisnost gostote smreke od globine tal smo ugotavljali s Spearmanovo korelacijo ranga. Odkrili smo statistično značilno ($p < 0,0500$), a šibko negativno povezavo: z globino tal se število smrek na ploskvicah zmanjšuje.

Preglednica 28: Odvisnost gostote smreke od globine tal.

	N	Spearman R	p-nivo
Tla1 & sm	222	-0,23	0,0005
Tla2 & sm	225	-0,24	0,0002
Tla3 & sm	220	-0,19	0,0040
Tla & sm	227	-0,29	0,0000

6.9.1.4 Vegetacija

Festuca altissima in *Calamagrostis arundinacea* sta vrsti z največjim zastiranjem, ki je bolj ali manj odvisno od svetlobe. Zanimalo nas je, kakšen vpliv imata obe vrsti trav na gostoto smreke. Pri *Festuca altissima* smo ugotovili, da je odvisnost gostote smreke v nižjih višinskih razredih (do 10 cm) statistično značilno negativna ($p < 0,0500$), pozitivna postane samo v najvišjem višinskem razredu. Drugače vpliva *Calamagrostis arundinacea*: večje zastiranje pozitivno vpliva na gostoto, vendar odvisnost v nižjih višinskih razredih ni statistično značilna. Obe vrsti trav skupaj sta v statistično značilni negativni povezavi ($p < 0,0500$) le z gostoto smreke do 5 cm.

Preglednica 29: Odvisnost gostote smreke od zastiranja *Festuca altissima* in *Calamagrostis arundinacea*.

	N	Spearman R	p-nivo
<i>Festuca altissima</i> & sm	227	-0,28	0,0000
<i>Festuca altissima</i> & sm <5	227	-0,40	0,0000
<i>Festuca altissima</i> & sm 5<10	227	-0,29	0,0000
<i>Festuca altissima</i> & sm 10<20	227	0,04	0,5222
<i>Festuca altissima</i> & sm 20<50	227	0,22	0,0007
<i>Calamagrostis arundinacea</i> & sm	227	0,19	0,0039
<i>Calamagrostis arundinacea</i> & sm <5	227	0,03	0,6621
<i>Calamagrostis arundinacea</i> & sm 5<10	227	0,07	0,2882
<i>Calamagrostis arundinacea</i> & sm 10<20	227	0,35	0,0000
<i>Calamagrostis arundinacea</i> & sm 20<50	227	0,22	0,0009
C+F & sm	227	-0,05	0,4974
C+F & sm <5	227	-0,22	0,0010
C+F & sm 5<10	227	-0,12	0,0741
C+F & sm 10<20	227	0,26	0,0001
C+F & sm 20<50	227	0,28	0,0000

6.9.2 Dominantni osebki

S Spearmanovo korelacijo ranga smo ugotavljali odvisnost višine in prirastkov dominantnih osebkov smreke od svetlobe in nekaterih komponent sestave površja. Visoko značilno pozitivno povezavo z zelišči smo odkrili tudi pri vitalnosti. Ravno obraten (negativen) je vpliv neporaslega.

Preglednica 30: Odvisnost višine in prirastkov smreke od prisotnosti zelišč in odmrlega lesa.

	N	Spearman R	p-nivo
Zelišča & sm-višina	282	0,47	0,0000
Zelišča & sm-i	257	0,48	0,0000
Zelišča & sm-i-1	266	0,51	0,0000
Zelišča & sm-i-2	252	0,49	0,0000
Odmrli les & sm-višina	282	0,02	0,7764
Odmrli les & sm-i	257	0,09	0,1451
Odmrli les & sm-i-1	266	0,10	0,1110
Odmrli les & sm-i-2	252	0,12	0,0535

Vpliv odmrlega lesa na višino in prirastke ni statistično značilen ($p < 0,0500$), pač pa je v šibki pozitivni povezavi z vitalnostjo. Prav tako nismo odkrili značilne odvisnosti znakov od globine tal.

Preglednica 31: Odvisnost višine in prirastkov smreke od direktne, difuzne in skupne svetlobe.

	N	Spearman R	p-nivo
DSF [%] & sm-višina	282	0,44	0,0000
DSF [%] & sm-i	257	0,37	0,0000
DSF [%] & sm-i-1	266	0,42	0,0000
DSF [%] & sm-i-2	252	0,40	0,0000
ISF [%] & sm-višina	282	0,65	0,0000
ISF [%] & sm-i	257	0,64	0,0000
ISF [%] & sm-i-1	266	0,69	0,0000
ISF [%] & sm-i-2	252	0,65	0,0000
TSF [%] & sm-višina	282	0,51	0,0000
TSF [%] & sm-i	257	0,47	0,0000
TSF [%] & sm-i-1	266	0,52	0,0000
TSF [%] & sm-i-2	252	0,49	0,0000

Vsi testirani znaki so v statistično značilni pozitivni povezavi ($p < 0,0500$). Odvisnost višin in prirastkov od difuzne svetlobe je močnejša kot od direktne. Razlike v odvisnosti prirastkov so tudi med leti; najmočnejša je v letu pred popisom, najšibkejša v letu popisa.

7 RAZPRAVA

Na območju raziskave se je pomladilo 5 drevesnih vrst, od katerih smo v popis zaradi sistematične mreže ploskvic zajeli le 3. Vendar pa so gostote mladja z izjemo smreke tako nizke, da jih nismo podrobneje analizirali in smo se usmerili samo na pomlajevanje smreke. Gostota jelke v odraslem sestoju ne zagotavlja dovolj semenskega materiala, vendar to še ne pojasni primanjkljaja v mladju. Iz višine in starosti popisanih jelk (pod 10 cm, dvoletne) lahko sklepamo, da zanjo po nasemenitvi niso zagotovljeni pogoji preraščanja v višje višinske razrede, najverjetnejši vzrok je objedanje divjadi. Že Accetto (1986) je ugotovil njeno veliko ogroženost na piceetalnih rastiščih, ki je najverjetneje posledica revnejše prehranske ponudbe, in stopnjevanje objedanja z višinskimi pasovi. Gostota bukve je pod pričakovanji glede na delež v odraslem sestoju in opažanja v neposredni okolici ploskev.



Slika 44: Ploskvica na robu poleti 2005 – že v letu po popisu se je smreka uspešno nasemenila.

Gostota smreke je zadovoljivo visoka v vseh višinskih razredih, kljub temu da so v najnižjem zajete tudi klice. Teh je bilo izredno malo, tako da jih nismo popisovali ločeno. Stanje se je bistveno spremenilo že v letu 2004. Zlasti smreka se je dobro nasemenila, klice pa so v veliki meri preživele še naslednje leto. Nasemenitev torej ni problem, čeprav Diaci (2002) opozarja na veliko mortaliteto v naslednjih letih in Robič (1985) celo v mesecih.

Razlike v pomlajevanju smo zaznali že ob samem popisu, obdelava podatkov je le potrdila smiselnost oblikovanja dodatnega stratumu. Gostota smreke je statistično značilno največja na robu velike vrzeli. V sestoji, malih vrzelih in v veliki vrzeli so gostote mladja nizke; nekoliko višja gostota je v sestoji, najmanjša v malih vrzelih. Pomlajene ploskvice so razporejene zelo neenakomerno. Skoraj polovica ploskvic je praznih, nekoliko večji kot navaja Robič (1985) je delež ploskvic, ki ima več kot 10 smrek na m². Položaj teh ploskvic kaže, da je pomlajevanje uspešno le na robu velike vrzeli. Podobno kot ugotavljajo Diaci in sod. (2000) lahko zaključimo, da je pomlajevanje v vseh vrzelih izrazito neuspešno in v sestoji le zadovoljivo. K slabšemu uspehu od pričakovanega v stratumu sestoj prispevajo ploskvice v delu sestoja, ki je očitno nekoliko mlajši in ni presvetljen, kar je opazno tudi v neprisotnosti zelišč. Ker je v neposredni okolici male vrzeli, smo ga vseeno vključili v raziskavo. Poleg tega tudi v tej vrzeli ni pomlajevanja, zato sklepamo, da vzroki niso samo v različnih svetlobnih razmerah in prisotnosti zeliščne plasti.

Položaja znotraj vrzeli v naši raziskavi nismo določali, čeprav bi bilo to smiselno zlasti na robu. Ta stratum je najmanjši in naknadno oblikovan, a še vedno nehomogen. Temu se nismo mogli popolnoma izogniti v nobenem stratumu, čeprav smo popisne ploskve izbirali na zaokroženem področju. Ob tem smo si zastavili vprašanje, ali se variabilnost znotraj stratumu izravna v večjem merilu (Gray in Spies, 1997). Vzhodni rob velike vrzeli je glede poraslosti in vegetacije zelo podoben veliki vrzeli in ga je bilo težko razmejiti. Nasprotno je na južnem robu prehod mnogo izrazitejši, trave skoraj v celoti zamenja goli lepen. Ta del je glede vegetacije kot tudi mladja bolj podoben sestoji. Gostota mladja na robu bi se z razlikovanjem položaja bistveno spremenila. Razlike v velikosti in poraslosti malih vrzeli so prav tako velike, vendar je gostota mladja povsod nizka.

Domneve, da so razlogi za dobljene rezultate v različnih svetlobnih pogojih, nismo popolnoma potrdili. S posegi v sestojo neposredno vplivamo na spremembo svetlobnih razmer, vendar hkrati spreminjamo tudi druge dejavnike, kot so padavine, konkurenca, vlažnost (Diaci, 1999). Direktne svetlobe je pričakovano največ v veliki vrzeli, razlike med ostalimi stratumi so majhne. Kljub temu presenečajo najnižje povprečne vrednosti v malih vrzelih. Višje vrednosti v sestoji so posledica presvetljenosti, okoli malih vrzeli pa je sklep očitno tesnejši. Razlike med stratumi v osvetljenosti z difuzno svetlobo so v skladu s pričakovanji, male vrzeli dobijo večji delež ISF kot sestoja. Največ ISF je v veliki vrzeli, vrednosti so dokaj visoke tudi na robu.

Glede na porazdelitev DSF in ISF smo ploskvice razdelili v štiri skupine. Ploskvice v sestoji in v malih vrzelih dobijo malo DSF in ISF, nasprotno v veliki vrzeli dobijo veliko DSF in ISF. Zopet izstopa stratum R oziroma vzhodni del roba z velikim deležem ISF. Prostorska asimetrija v smeri S–N je najbolj vidna v veliki vrzeli, čeprav mreža ploskvic ni potegnjena povsem do severnega roba. Dobro je nakazana tudi v malih vrzelih, ki so velike 5 arov. Presenetljivo dobro vidna je asimetrija v smeri E–W, pojasnimo jo lahko z zahodno lego pobočja. Na njen pomen opozarja tudi Diaci (2002).

Po nastanku vrzeli se zelišča hitro razrastejo (Diaci, 2002). Številne raziskave kažejo pozitiven vpliv svetlobe na zeliščno plast (Pisek, 2000, Poljanec, 2000, Diaci in sod., 2005), ki je v našem primeru močnejši zlasti pri difuzni svetlobi. Z razdelitvijo na skupine enako kot Diaci (2002) pojasnimo poraslost z zelišči, ki je pričakovano najmanjša v sestoji in največja v veliki vrzeli. Rezultati preučevanja vpliva so enaki kot navajajo drugi raziskovalci (Robič, 1985, Pisek, 2000, Hunziker in Brang, 2005): konkurenca zeliščne plasti statistično značilno negativno vpliva na gostoto mladja, vendar je povezava šibka.

Na robu se zdi razkorak največji – gostote mladja v tem stratumu ne moremo pojasniti z zastiranjem zelišč. *Calamagrostis arundinacea* in *Festuca altissima* skupaj imata visok razred zastiranja. Trave, ki predstavljajo najmočnejšo konkurenco (Brang in Roduner, 1996, Diaci in sod., 2005), se zlasti na vzhodnem delu roba pojavljajo skoraj v enaki meri kot v veliki vrzeli. Robič (1985) namreč ugotavlja, da ne glede na stopnjo zastrtosti tal s krošnjami v sestojih *Calamagrostis villosa* ne smemo pričakovati smrekovih mladice.

Nasprotno v naši raziskavi nismo odkrili negativnega vpliva *Calamagrostis arundinacea* na gostoto smrek do 10 cm, kar ne pomeni, da ga ni. Možna razlaga je, da ni tako zelo konkurenčna in porašča v večji meri predele, na katerih je močnejši vpliv drugih dejavnikov.

Porazdelitev mladja po višinskih razredih je pokazala, da so med stratumi velike statistično značilne razlike, ki jih v veliki meri lahko pojasnimo z različnimi svetlobnimi razmerami in posledično z zastiranjem in konkurenco zeliščne plasti.

V sestoji je dovolj semenskega materiala, da se smreka dobro nasemeni, hkrati pa nima konkurence zelišč. Svetlobe je premalo, da bi mladje preživel in preraščalo v naslednje višinske razrede. V malih vrzelih je dovolj svetlobe, da se pojavi zeliščna plast, ki pa še ne predstavlja ovire za nasemenitev. Glavni omejitveni dejavnik za preraščanje je še vedno pomanjkanje svetlobe, čeprav mladje v večjih vrzelih že doseže večje višine. Osvetljenost je mnogo boljša na robu velike vrzeli, saj omogoča preživetje in dokaj uspešno preraščanje. Poveča se tudi konkurenca zelišč, zlasti trav, vendar je nasemenitev še vedno uspešna, kar kaže velik delež mladja v najnižjem višinskem razredu. V veliki vrzeli je svetlobe za dosego večjih višin dovolj, primanjkuje mladja v nižjih višinskih razredih. Razrasle trave vedno bolj onemogočajo uspešno nasemenitev.

Razlike v gostoti mladja med stratumi so statistično značilne, vendar nismo odkrili odvisnosti od svetlobe kot jo ugotavlja Pisek (2000). Gostota mladja v posameznih skupinah se ne razlikuje veliko. Statistično značilne razlike se pokažejo šele, ko si ogledamo razporeditev po višinskih razredih. V skupinah C in D, kjer je malo ISF, prevladuje najnižji višinski razred, mladje višine nad 20 cm pa je samo v skupini B. Skupina A je za preživetje mladja in preraščanja v višino mnogo bolj ugodna kot skupini C in D, čeprav ima v povprečju manj direktne svetlobe. To je v skladu z ugotovitvami Diacija (2002), da so najugodnejše lege z malo DSF in veliko ISF.

Sklepamo lahko, da ima ISF zelo pomembno vlogo po nasemenitvi smreke, ker omogoča preživetje v pogojih z malo DSF, za uspešno preraščanje v višino pa potrebuje veliko DSF (Hunziker in Brang, 2005). Na gostoto smreke svetloba proti pričakovanjem nima

značilnega vpliva, pač pa je vpliv svetlobe v posameznem višinskem razredu različen: iz negativne zveze prehaja v pozitivno. Povečano sevanje znižuje gostoto smreke do 5 cm, kar lahko pojasnimo s povečano konkurenco zelišč. Na nadaljnji razvoj svetloba vpliva ugodno, z rastjo se zmanjšuje tudi konkurenca zeliščne plasti.

V skladu z ugotovitvami drugih raziskovalcev (Dai, 1996, Pisek, 2000, De Chantal in sod., 2003, Diaci in sod., 2005, Hunziker in Brang, 2005) smo potrdili vpliv svetlobe na višino in prirastke dominantnih osebkov. Pozitivna odvisnost je statistično značilna pri DSF in ISF, vendar je pri slednji močnejša. Podrobnejša analiza v celoti potrjuje prejšnje ugotovitve. Dominantne smreke so najnižje v sestoji, nizka povprečna višina je tudi v malih vrzelih in na robu. Razlike so statistično značilne tudi pri prirastkih, ki so najmanjši v sestoji in v malih vrzelih, nekoliko večji pa na robu. To je v skladu s pričakovanji glede na povprečne višine in svetlobne razmere. Kljub nihanjem prirastkov med leti je zaznaven trend zmanjševanja v sestoji in v malih vrzelih. Pomanjkanje svetlobe je glavni vzrok izgubljanja vitalnosti in propadanja mladja. Zelo vitalne dominantne smreke najdemo skoraj izključno v veliki vrzeli in na dobro osvetljenem delu roba. De Chantal in sod. (2003) pa opozarjajo, da ima robni pas vrzeli poleg svetlobe še druge karakteristike, ki prav tako vplivajo na višino.

Odvisnost od svetlobnih razmer potrjuje pregled po skupinah. Najnižje dominantne smreke so v skupinah C in D, nekoliko višje v A in najvišje v skupini B, kjer imajo dovolj svetlobe za razvoj (Diaci, 2002). Enaka razmerja veljajo tudi za prirastke. Najvišji so v skupini B in najnižji v C, kjer se kljub nihanjem med leti jasno kaže trend zmanjševanja. Zmanjševanje vitalnosti kaže tudi prevlada nevitarnih smrek v skupinah C in D, medtem ko zelo vitalne najdemo v skupini B in delno v A.

Ob upoštevanju svetlobnih razmer je primerno oblikovanje vrzeli, ki so velike do 5 arov, nadaljnje odpiranje je najugodnejše na južnem in delno tudi vzhodnem robu vrzeli. Takšno velikost vrzeli priporočajo tudi drugi raziskovalci (Diaci in sod., 2000, 2005). Ugoden vpliv na gostoto smreke lahko dosežemo z dodajanjem direktne ali difuzne svetlobe, dokler so vrednosti druge komponente nizke. Nadaljnje dodajanje svetlobe pomlajevanje zavira, omogoča pa rast in razvoj mladja.



Slika 45: Pomlajevanje na vzhodnem robu velike vrzeli.

Velikih razlik v gostoti mladja med stratumi nismo v celoti pojasnili z vplivom svetlobe in zeliščne plasti. Možen vzrok bi lahko bil menjavanje talnih tipov na majhnih razdaljah, vendar imamo za dokazovanje premalo podatkov. O tem lahko sklepamo le iz podatkov o globini tal in opažanj o spremembah v vegetaciji. Med stratumi smo ugotovili statistično značilne razlike v globini tal in sicer izstopa rob, kjer je povprečna globina kar tretjino manjša. Odvisnost gostote smreke od globine tal je statistično značilno negativna, čeprav je povezava zelo šibka. Nasprotno ugotavlja Pisek (2000), da so na pobočju globlja tla ugodnejša za nasemenitev. Izkazalo se je, da so plitvejša tla bolj ugodna kot globoka, ki so pogosto dokaj vlažna. V nasprotju z drugimi avtorji (Diaci in sod., 2000, 2005, Pisek, 2000, Poljanec, 2000) na popisnih ploskvah svetloba ni omejitveni dejavnik na legah z velikim sevanjem in ne povzroča izsuševanja zgornje plasti tal. Kljub temu opažanja v okolici dopuščajo takšen vpliv (N rob velike vrzeli).

Prisotnost odmrlega lesa po ugotovitvah mnogih avtorjev (Pisek, 2000, Poljanec, 2000) ugodno vpliva na pomlajevanje smreke. V skladu s pričakovanji smo statistično potrdili

pozitivno odvisnost gostote smreke in sicer od odmrle lesne mase kot tudi korenin - rtin. Predeli s prisotnimi koreninami - rtinami ali odmrlo lesno maso so ugodni iz več ozirov. Pogosto predstavljajo nekoliko dvignjene lege, kar izboljša toplotne, svetlobne, ponekod tudi vlažnostne pogoje. Med stratumi nismo ugotovili statistično značilnih razlik v prisotnosti odmrlega lesa, nasprotno smo odkrili razlike med skupinami.

Delež odmrlega lesa je zelo majhen in na skupno gostoto smreke nima večjega vpliva. Največji pomen za pomlajevanje ima v vrzelih, na robu je majhen. Vendar ob izključenem vplivu gostote mladja znotraj stratuma nismo odkrili statistično značilnih razlik. Šibek pozitiven vpliv odmrlega lesa na gostoto smreke je podoben v vseh stratumih. Različen pomen se pokaže šele, ko pogledamo razlike v gostoti smreke, ki se ni pomladila na odmrlem lesu. Statistično značilne razlike med stratumi smo ugotovili tudi ob izključitvi vpliva gostote znotraj stratuma. Pomlajevanje brez prisotnosti odmrlega lesa v veliki vrzeli ne bi bilo uspešno. Okolica panjev predstavlja najugodnejše lege tudi v malih vrzelih, kjer se večina mladja nahaja na ploskvicah s prisotnim odmrlim lesom.

Uskladitev porušenega razmerja razvojnih faz v enoti bo dolgotrajna, četudi ne bo večjih motenj (divjad, ujme), poleg tega je pomlajenih površin v sestojih v obnovi občutno premalo (Gozdnogospodarski načrt ..., 2000). Močan zaviralni dejavnik pomlajevanja je preštevilna divjad. Objedanje v povprečju ne nakazuje vse razsežnosti problema, kar sta ugotovila že Perko (1977) in Accetto (1986). Objedenost smreke z nadmorsko višino pojema (15 % nad 1.300 m), gostota mladja je večja tudi na rastiščih s kislo reakcijo tal (Accetto, 1986), vendar se je po naših ugotovitvah na območju raziskave stanje poslabšalo.

Razlike v gostoti objedenih in neobjedenih smrek med stratumi so statistično značilne tudi ob izključitvi vpliva gostote mladja znotraj stratuma. Največje objedanje je v veliki vrzeli in najmanjše v sestoju, kar je pričakovano iz dveh vidikov. Prvi je višinska struktura mladja, saj se objedanje z višino mladja stopnjuje. Velikost vpliva objedanja na smreko v nižjih višinskih razredih bi lahko odkrili le na ograjenih površinah (Diaci, 2005). Drugi so opažanja, da divjad za pašo izbira odprte predele: enako visoko mladje v sestoju je mnogo manj objedeno.

V raziskavi nismo razlikovali enkratnega in večkratnega objedanja vršnega poganjka. Če privzamemo, da je že enkratno objedanje škodljivo, se problem pomlajevanja v veliki vrzeli zaostri. Bolj kot objedanje nas zanima, ali ostanek mladja zadostuje za normalno obnavljanje sestojev. Če sodimo po rezultatih iz velike vrzeli, ostane zelo nizka gostota nepoškodovanega mladja, ki poleg tega še dolgo časa ne bo zraslo izven dosega divjadi. Perko (1977) ocenjuje, da je gostota 6.000 na ha oziroma 4.000 na skeletnih tleh tako nizka, da onemogoča vsako gospodarjenje.

7.1 SKLEPNE UGOTOVITVE IN PREDLOGI

Iz dobljenih rezultatov in primerjav z drugimi raziskavami lahko sklenemo, da nismo dobili vseh odgovorov kakor smo pričakovali. Z zbranimi podatki nismo v celoti pojasnili velike uspešnosti pomlajevanja na vzhodnem robu velike vrzeli. Zelo pomembna dejavnika sta matična podlaga in talni substrat, ki bi morda lahko pojasnila razlike med stratumi. Čeprav smo pri izbiri popisnih ploskev skušali zajeti čim bolj homogene predele, je očitno še vedno prisoten vpliv prepletanja matične podlage. Po drugi strani pa smo skušali raziskati zaokroženo področje, kjer obstaja problem pomlajevanja. Pri tem smo se potrdili v prepričanju, da prenašanje zaključkov ni mogoče. Območja z menjavanjem talnih tipov so poseben izziv in potrebujejo individualen pristop pri obravnavi. Naslednje raziskave naj bi v ta namen zajele vse potrebne podatke.

Prav tako predlagamo, da se v prihodnje ločeno zbirajo podatki o klicah in ostalem mladju, saj je tudi pomanjkanje prvih pomemben kazalec. Zbiranje podatkov, ki niso dovolj podrobno opredeljeni, nima pravih koristi. Mikrorelief ploskvice je lahko še vedno prevelik okvir, kar se najpogosteje zgodi ob prisotnosti odmrle lesne mase. Podobno velja tudi za podatke o zastiranju zelišč in prisotnosti mladja. Ni vseeno, ali se mladje nahaja med zelišči ali na neporaslem delu ploskvice. Če bi želeli podrobneje raziskati vplive vegetacije, bi potrebovali natančne podatke o zastiranju vsaj najbolj konkurenčnih vrst oziroma o zastiranju v neposredni okolici prisotnega mladja. Izbira časa popisa naj sledi temu namenu. Nasprotno menimo, da je vpliv divjadi na pomlajevanje smreke dovolj raziskan in naše ugotovitve podpirajo obstoj zelo perečega problema.

Rezultati raziskave kažejo, da je pomlajevanje smreke najbolj uspešno na vzhodnem robu velike vrzeli. Vegetacija ni tako gosta kot v vrzeli, poleg tega ima mladje dovolj svetlobe zaradi zahodne ekspozicije pobočja. Za pomlajevanje je ugodnejša poraslost s travo (zlasti *Calamagrostis arundinacea*) kot z drugimi zelišči.

Za nasemenitev so pogoji najboljši v sestoju, kjer je prisotnega dovolj semena. Z razvojem mladice postajajo svetloljubne, zato so zanje razmere vse manj ugodne. To potrjuje analiza svetlobnih razmer: skupina C je najbolj ugodna za nasemenitev, nekoliko manj skupina A.

Na podlagi ugotovitev raziskave predlagamo nasemenitev v sestoju, mladje lahko ostane pod zastorom do 5 let oziroma do višine 5 cm. Pri odpiranju sestoja dodajamo difuzno svetlobo in omogočimo mladju razvoj do 10 cm. Za nadaljnji razvoj mladje potrebuje več direktne svetlobe, zato naj širjenje vrzeli poteka na južnem in vzhodnem robu oziroma na delu, kjer je več difuzne svetlobe.

Velik pomen imajo sečni ostanki, zlasti panji, v vrzelih naj ostanejo tudi morebitna odmrle drevesa. Večji delež odmrle lesne mase je zaželen zlasti v predelih, kjer je možno predvideti povečano vlažnost. Z vsemi temi ukrepi problem pomlajevanja ne bo rešen, bistveno se nam zdi ukrepanje v populaciji divjadi. Šele ob nizki gostoti le te bomo lahko realno razmišljali o pomlajevanju tudi ostalih drevesnih vrst.

8 POVZETEK

Območje GGE Jelendol je tipična alpska dolina, ki jo obkrožajo sorazmerno visoke gore. Prevladuje gozdnati tip krajine, travnate površine so potisnjene v glavnem na območje zgornje gozdne meje. Klima Jelendola je predalpsko–alpska. Na nepropustnih kamninah se je razvila bogata hidrografska mreža Tržiške Bistrice. Zaradi pestre kamninske sestave in zelo razgibanega reliefa se tudi tla in vegetacija menjata zelo pogosto. Prevladujejo bukove združbe, večje strnjene površine smrekovih združb pa so večinoma sekundarnega porekla.

Prevlada iglavcev je posledica golosečnega gospodarjenja in pospeševanja smreke. Veliko površin ostaja nepomlajenih zaradi propada sadik, objedanja divjadi in zatavljenja. Veliko je rahlih in vrzelastih sestojev in delno presvetljenih debeljakov, ki pa še niso prešli v fazo pomlajenca. Neuravnovešenost razvojnih faz je največja v gospodarskem razredu smrekovja, kjer prevladuje razvojna faza debeljak z drevjem, starejšim od 130 let.

Pozornost naloge smo usmerili na pojav, rast in razvoj mladja smreke kot prevladujoče drevesne vrste in vpliv svetlobe na naravno pomlajevanje. Na nadmorski višini 1.430–1.530 m smo v različno velikih vrzelih in v delih sestoja združbe *Adenostylo glabrae*–*Piceetum* postavili mrežo vzorčnih ploskvic. Pri popisu smo zbirali podatke o direktni in difuzni svetlobi, mikroreliefu, tleh (površje, globina), mladju (število, objedenost, višina, vitalnost, prirastek) in pritalni vegetaciji.

Svetlobne razmere se zelo spreminjajo z velikostjo in obliko vrzeli. Direktne svetlobe je največ v veliki vrzeli, razlike med ostalimi stratumi so majhne. Zaradi velike prostorske asimetrije v osvetljenosti v smeri N–S in E–W smo ploskvice razdelili v štiri skupine glede na porazdelitev DSF in ISF, mejo sta predstavljali mediani (5,61 % in 14,66 %). Ploskvice v sestoji in v malih vrzelih dobijo malo DSF in ISF, izstopa rob z velikim deležem ISF.

V sestavi površja imajo zelišča največji delež (52 %), opaznejši je le še delež odmrlega lesa. Pozitiven vpliv svetlobe na zeliščno plast je najmočnejši pri difuzni svetlobi. Poraslost z zelišči je najmanjša v sestoji in največja v veliki vrzeli. Konkurenca zeliščne

plasti statistično značilno negativno vpliva na gostoto mladja. V povprečju največ zastirajo trave (*Festuca altissima*, *Calamagrostis arundinacea*) in mahovi.

Na popisnih ploskvah smo našli 3 drevesne vrste, toda zadovoljivo visoka je le gostota smreke (28.605 na ha). Močno izstopa pomlajevanje na robu, kjer se nahaja 3/4 vseh smrek, vendar nismo odkrili statistično značilne ($p > 0,0500$) odvisnosti gostote mladja od svetlobe. Ta se je pokazala pri porazdelitvi po višinskih razredih. Pomanjkanje svetlobe je glavni omejitveni dejavnik za nadaljnji razvoj v sestoju in v malih vrzelih, z rastjo se zmanjšuje tudi konkurenca zeliščne plasti.

Vitalnost, višino in prirastke smo ocenjevali pri dominantnih osebkih. Potrdili smo pozitiven vpliv svetlobe na višino in prirastke, vse vrednosti so najvišje v veliki vrzeli. Prirastki so v vseh letih najnižji v sestoju in malih vrzelih, kjer je kljub nihanjem vrednosti med leti zaznaven trend zmanjševanja. Odvisnost potrjuje pregled po skupinah, kjer so najnižje vrednosti v skupinah C in D, najvišje pa v skupini B. Odvisnost višin in prirastkov od difuzne svetlobe je močnejša kot od direktne.

Velikih razlik v gostoti mladja med stratumi nismo v celoti pojasnili z vplivom svetlobe in zeliščne plasti. Pomen prisotnosti odmrlega lesa se pokaže šele z razlikami v gostoti smreke, ki se ni pomladila na njem. Pomlajevanje brez prisotnosti odmrlega lesa v veliki vrzeli ne bi bilo uspešno. Število smrek na ploskvici se statistično značilno povečuje z deležem korenin - rtin oziroma odmrlega lesa in zmanjšuje s poraslostjo zelišč in z globino tal. Globoka tla so najpogostejša v malih vrzelih in v veliki vrzeli, povprečje pa je najmanjše na robu.

Rezultati kažejo, da je za nasemenitev najugodnejše v sestoju. Z odpiranjem sestoja za difuzno svetlobo mladju omogočimo razvoj, širjenje vrzeli naj poteka na južnem in vzhodnem robu. Z vsemi temi ukrepi problem pomlajevanja še ne bo rešen, preštevilna divjad je močan zaviralni dejavnik pomlajevanja. Največje objedanje je v veliki vrzeli in najmanjše v sestoju, stopnjuje se tudi z višino mladja. Ukrepanje v populaciji divjadi je prvi pogoj za uspešno pomlajevanje tudi ostalih drevesnih vrst.

9 SUMMARY

Jelendol is a typical Alpine valley, surrounded by relatively high mountains, and has a prealpine continental climate. A forest landscape with few mountain pastures widely predominates. The hydrographic system of Tržiška Bistrica River evolved on impermeable parent materials. Diverse topography and geologic substrates give the soil and vegetation a large-scale heterogeneity. The predominant forest association is prealpine fir-beech forest, while spruce prevails on most of the area as a result of past forest management. A number of gaps, smaller and larger, remain without successful regeneration due to sapling destruction, browsing and vigorous growth of grasses. Too many forest stands are opened or have reduced canopy cover, though stands are still in optimal phase. This unbalance is the highest in spruce forests, where trees over 130 years old are common.

We focused on the emergence and development of spruce regeneration, with special regard to light conditions. In Alpine spruce forest (*Adenostylo glabrae-Piceetum*) gaps of different size and parts of the surrounding stand were selected at an elevation of 1.430–1.530 m. These research plots were covered with a grid to define the sampling plot locations. The following parameters were collected on each plot: direct and diffuse solar radiation, micro relief, soil depth, ground cover, woody regeneration (density, browsing, height, height increment) and ground vegetation.

Light conditions varied with gap size and shape. The highest values of direct radiation were assessed in the large gap, while in other strata values and differences were small. Due to solar radiation asymmetry (N–S and E–W) within gaps all plots were divided into four groups in regard to DSF and ISF distribution using median values. Plots with low levels of direct and diffuse radiation were in the stand and the small gaps, yet in the strata large gap edge, high values of diffuse were estimated.

The prominent type of ground cover was ground vegetation (52 %), mostly herbs, while among other types only the proportion of dead wood was noticeable. Beneath the canopy near the gaps, ground vegetation was sparse, yet the percentage increased with the gap

size, influenced by solar radiation. Therefore, the correlation between the herb layer and the regeneration density was tested. Consistent with other studies, a negative effect was significant. In the herb layer, dominant species were *Festuca altissima* and *Calamagrostis arundinacea*, so grass had the highest relative cover, followed by mosses.

Three tree species were listed, yet only spruce regeneration density was large enough (28.605 per ha) to analyze. The occurrence was significantly higher at the edge, where 3/4 of the total spruce regeneration was found, yet the regeneration density was not correlated with radiation. Nevertheless, the correlation proved significant when four height classes were included. The lack of radiation seems to be the main factor, which prevents further development in the stand and in the small gaps as well.

Height and height increment were measured on dominant woody regeneration. Calculations confirmed a radiation influence, as the highest values were obtained in the large gap. Average annual increments during the last three years were the lowest in the stand and in the small gaps; moreover, in spite of oscillation values were decreasing. As expected, heights and height increments were the highest in group B with abundant radiation, though the correlation was stronger with diffuse than direct radiation.

Light conditions could not explain all the differences in spruce regeneration density. Also, the presence of dead wood was of great importance, which clearly showed in the large gap. The number of spruce on each plot was positively correlated with dead wood and roots as well. On the contrary, effect of soil depth was negative. Again, deep soils were abundant in gaps, while the mean value was the lowest at the edge.

Considering light conditions we assume that natural spruce regeneration under canopy is the most appropriate. In the next few years the stand should be slightly opened to ensure sufficient diffuse radiation. Further expansion should slowly take place on the S and E edge of a gap. Nevertheless, we are confident that the natural regeneration problem will not be solved due to the impact of large herbivores. Browsing was the most severe in the large gap and it increased with regeneration height. Therefore, successful regeneration of all tree species will not be possible until the herbivore population is reduced.

10 LITERATURA

- ACCETTO M. 1986. Vpliv rastlinojede divjadi na Jelendolske gozdove v Karavankah. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 27: 37–88
- BERNOT F. 1981. Klima Gorenjske. V: Zbornik 12. zborovanja slovenskih geografov, Kranj – Bled. Ljubljana, Geografsko društvo Slovenije: 107–119
- 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
- BRANG P., RODUNER D. 1996. Vegetation konkurrenziert Fichtenansamung. http://www.waldwissen.net/themen/waldbau/waldverjuengung/index_SL (29.08.2005)
- CANHAM C.D. 1988. An index for understory light levels in and around canopy gaps. Ecology, 69:1634–1638
- DAI X. 1996. Influence of light conditions in canopy gaps on forest regeneration: a new gap light index and its application in a boreal forest in east-central Sweden. Forest Ecology and Management, 84: 187–197
- DE CHANTAL M., LEINONEN K., KUULUVAINEN T., CESCATTI A. 2003. Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in a boreal spruce forest. Forest Ecology and Management, 176: 321–336
- DIACI J. 1999. Meritve sončnega sevanja v gozdu. I. Presoja metod in instrumentov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 58: 105–138
- DIACI J. 2000. Naravno pomlajevanje v nasadih smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na Krašici. V: Nova znanja v gozdarstvu– prispevek visokega šolstva. Gozdarski študijski dnevi (20; 2000; Kranjska Gora). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 89–104

- 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., 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: 105–138
- DIACI J., KUTNAR L., RUPEL M., SMOLEJ I., URBANČIČ M., KRAIGHER H. 2000. Interactions of ecological factors and natural regeneration in an altimontane Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stand. *Phyton* (Horn, Austria), 40, 4: 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
- GORŠE K. 2001. Naravno pomlajevanje v smrekovih nasadih: diplomsko delo (BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 55 str.
- Gozdnogospodarski načrt GGE Jelendol 2000–2009. Tržič, Zavod za gozdove Slovenije, OE Kranj: 135 str.
- GRAY A.N., SPIES T.A. 1997. Microsite controls on tree seedling establishment in conifer forest canopy gaps. *Ecology*, 78: 2458–2473
- HANSSEN KH. 2003. Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. *Forest Ecology and Management*, 180: 199–213
- HORVAT–MAROLT S. 1967. Pomlajevanje na pohorskih posekah in konkurenčne razmere v koreninskem prostoru. *Gozdarski vestnik*, 25, 1: 1–14

- 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
- ILEŠIČ S. 1981. Gorenjska, njena regionalna opredelitev in notranja regionalna razčlenitev. V: Zbornik 12. zborovanja slovenskih geografov, Kranj – Bled. Ljubljana, Geografsko društvo Slovenije: 9–17
- Klimatografija Slovenije 1995. Padavine. 1961–1990. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije: 366 str.
- Klimatografija Slovenije 1995. Temperature. 1961–1990. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije: 366 str.
- MARINČEK L. 1978. Gozdne združbe – Jelendol: Vegetacijska in rastiščna analiza za območje GGE Jelendol. Ljubljana.
- MOHORIČ I. 1965. Zgodovina industrije, gozdarstva in obrti v Tržiču. Tretja knjiga. Tržič, Turistično društvo Tržič: 422 str.
- PERKO F. 1977. Vplivi divjadi na naravno obnovo jelovih in bukovih gozdov na visokem Krasu. *Gozdarski vestnik*, 35: 191–204
- PISEK R. 2000. Naravno pomlajevanje subalpinskega smrekovega gozda na Pokljuki: diplomsko delo (BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 83 str.
- POLJANEC A. 2000. Razvoj alpskega smrekovega gozda v dolini Lopučnice: diplomsko delo (BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 84 str.

- PRESEČNIK B. 2000. Pomlajevanje v odvisnosti od razvoja zeliščne podrasti in svetlobe v smrekovih nasadih na Krašici: diplomsko delo (BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 84 str.
- ROBIČ D. 1985. Problemi naravnega obnavljanja antropogenih altimontanskih smrekovij na Pohorju. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 26: 149–159
- ROBIČ D. 1998. Gorski gozd v Sloveniji, poizkus opredelitve in nekatere posebnosti ravnanja z njim. V: Gorski gozd. Gozdarski študijski dnevi (19; 1998; Logarska dolina). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 1–16
- ROBIČ D., VILHAR U., KRAIGHER H. 1998. Gozdnogojitveni vidiki kompeticije v rizosferi zatravljenega antropogenega altimontanskega smrekovja. V: Gorski gozd. Gozdarski študijski dnevi (19; 1998; Logarska dolina). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 255–268

ZAHVALA

Najprej se zahvaljujem prof. dr. Juriju Diaciju za vsestaransko pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela.

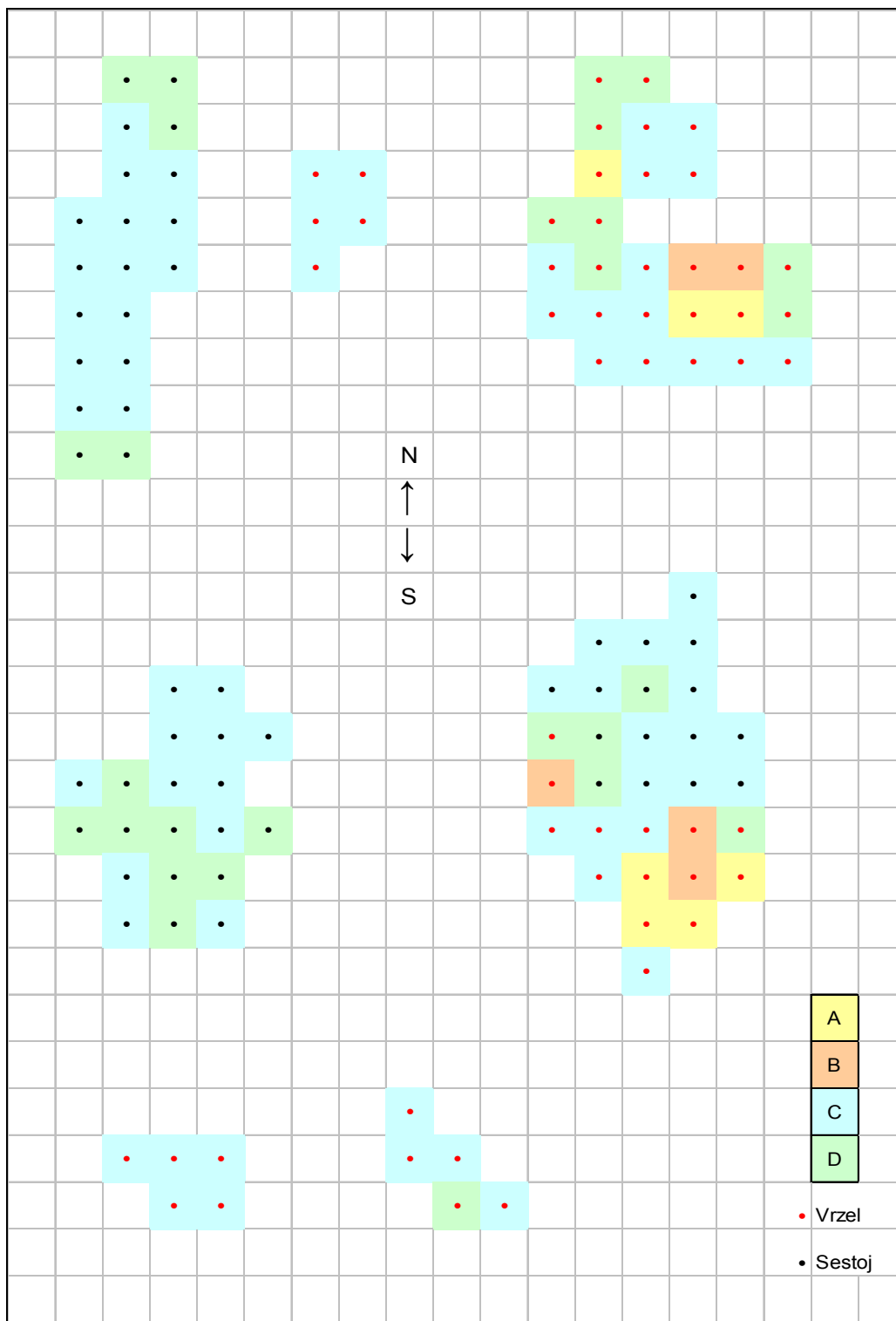
Recenzentu prof. dr. Andreju Bončini hvala za pregled diplomskega dela.

Bratu Juriju se zahvaljujem, da me je pritegnil k raziskavi in mi pomagal z nasveti in informacijami. Hvala tudi asistentu Dušanu Roženbergerju za pomoč pri statistični obdelavi podatkov ter vsem ostalim, ki so kakorkoli pripomogli k nastanku diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi staršem za vso podporo in razumevanje v času študija.

PRILOGE

PRILOGA A: Porazdelitev skupin v malih vrzelih in v delih sestoja.



PRILOGA B: Položaj in število smrek na ploskvicah v malih vrzelih in v delih sestoja.

