

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

Jan MILOSAVLJEVIĆ

**POMLADITVENA EKOLOGIJA PRAGOZDA LOM V
BOSNI IN HERCEGOVINI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2015

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

Jan MILOSAVLJEVIĆ

**POMLADITVENA EKOLOGIJA PRAGOZDA LOM V BOSNI IN
HERCEGOVINI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**REGENERATION ECOLOGY OF OLD-GROWTH FOREST LOM IN
BOSNIA AND HERZEGOVINA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2015

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Naloga je bila izdelana v sodelovanju s Katedro za gojenje gozdov na gozdarski fakulteti v Banji Luki.

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Jan Milosavljević

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	18:228.81(497.15Lom)(043.2)=163.6
KG	pragozd, pomlajevanje, ekologija pomlajevanja, zmes mladja, struktura mladja, lastnosti mladja, bela jelka, svetlobno sevanje, veliki lesni ostanki, medsebojno nadomeščanje, Lom
KK	
AV	MILOSAVLJEVIĆ, Jan
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	2015
IN	POMLADITVENA EKOLOGIJA PRAGOZDA LOM V BOSNI IN HERCEGOVINI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VII, 64 str., 13 pregl., 16 sl., 0 pril., 30 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen diplomskega dela je ugotoviti kombinacije ekoloških dejavnikov, ki vplivajo na pojav mladja in ugotoviti njegovo strukturo in dinamiko. Raziskave so potekale v visokogorskem dinarskem jelovo-bukovem pragozdnem rezervatu Lom v Bosni in Hercegovini, za katerega so značilne majhne gostote rastlinojede divjadi in v preteklosti manj izraženi škodljivi vplivi onesnaženosti ozračja. Terensko zbiranje podatkov je potekalo leta 2010, kjer smo na površini 15 ha postavili mrežo 150 raziskovalnih ploskev. Ocenili smo deleže zastiranj pritalne vegetacije, v ustrezen višinski razred smo beležili vse primerke drevesnih vrst, pozorni smo bili tudi na mesto njihovega pojava. Na sredini vsake ploskve smo izmerili vrednosti relativnega svetlobnega sevanja. Povprečna vrednost za direktno sevanje je znašala 5,5 %, za difuzno svetlobno sevanje pa 5,4 %. Gostota klic je v Lomu znašala 2,2 m⁻², mladja pa 2,0 m⁻². Ugotovili smo pozitiven vpliv velikih lesnih ostankov na pojav klic iglavcev in primerkov smreke do 20 cm višine. V višinskem razredu do 20 cm s 76 % prevladuje jelka, katere delež z naraščanjem višine upada, povečuje pa se delež bukve, ki v razredu nad 250 cm višine zavzema 72 %. Večje jakosti difuznega sevanja so pozitivno vplivale na pojav klic jelke in nižjega bukovega mladja. Ugotovili smo, da se jelka nemoteno pomlajuje in zadovoljivo vrašča v višje debelinske razrede, kar zagotavlja stabilnost sestoja, in potrdili domnevo o veliki dinamiki jelovo-bukovih gozdov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	18:228.81(497.15Lom)(043.2)=163.6
CX	old-growth, natural regeneration, regeneration ecology, regeneration composition, regeneration dynamics, seedlings characteristics, silver fir, diffuse and direct radiation, coarse woody debris, reciprocal replacement, Lom
CC	
AU	MILOSAVLJEVIĆ, Jan
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	2015
TI	REGENERATION ECOLOGY OF OLD-GROWTH FOREST LOM IN BOSNIA AND HERZEGOVINA
DT	Graduation thesis (University studies)
NO	VII, 64 p., 13 tab., 16 fig., 0 ann., 30 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The purpose of our research was to investigate influence of ecological factors on regeneration occurrence with special references to its structural characteristics and dynamics. We studied mixed old-growth Fagus-Abies-Picea forest reserve of Lom in the Dinaric Mountains of Bosnia and Herzegovina. Forest is characterized by low densities of ungulates and less air pollution in the past. We carried out the investigation in 2010 when the grid of 150 research plots was established on a surface of 15 ha. On each plot the coverage of tree regeneration and ground vegetation, regeneration density in different height classes were recorded with special emphasis on the spatial pattern of its occurrence. Relative diffuse and direct radiation was estimated using digital hemispherical photographs. Average direct radiation value was 5,5 % and diffuse radiation value 5,4 %. The average total one-year-old seedling density in Lom was 2,2 m⁻² and regeneration density 2,0 m⁻², respectively. There was a significant relationship between coarse woody debris coverage and occurrence of conifer one-year-old seedlings, and smaller spruce seedlings. The abundance of fir regeneration was the highest within the small seedling class (h < 20 cm) amounting 76 %. The amount of fir decreased with increasing tree height. However, in the height class 20-250 cm, the beech seedlings with 72 % dominated. The highest density of fir one-year-old seedlings and smaller beech seedlings appeared on micro-sites, where higher values of direct radiation are present. Analyses suggested that fir regenerates continuously and recruits successfully into larger height classes which ensures the stability of forest stand and confirms the assumption of the high dynamics in fir-beech forest.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
KAZALO SLIK.....	VII
1 UVOD.....	1
2 PREGLED LITERATURE.....	6
3 NAMEN NALOGE, CILJI, HIPOTEZE.....	16
4 METODE.....	17
4.1 OBJEKT RAZISKAVE.....	17
4.1.1 Geomorfološke in hidrološke značilnosti.....	17
4.1.2 Podnebje.....	17
4.1.3 Geološka podlaga.....	18
4.1.4 Vegetacija.....	19
4.1.5 Lesna zaloga.....	19
4.2 METODE DELA.....	19
4.2.1 Postavitev raziskovalnih ploskev.....	19
4.2.2 Meritve in ocene parametrov.....	21
4.3 ANALIZA PODATKOV.....	25
5 REZULTATI.....	26
5.1 OPIS STANJA.....	26
5.1.1 Osnovni ekološki dejavniki.....	26
5.1.2 Zastiranje pritalne vegetacije.....	27
5.1.3 Struktura gostote pomladka.....	31
5.1.4 Lastnosti dominantnih primerkov mladja.....	33
5.2 BIVARIATNE ANALIZE.....	34
5.2.1 Povezave med ekološkimi dejavniki.....	34
5.2.2 Povezanost zastiranja zeliščne plasti s svetlobnimi razmerami.....	36
5.2.3 Analiza pojava pomladka glede na svetlobne razmere.....	37
5.3 VEGETACIJSKA ANALIZA.....	40
5.3.1 Testiranje statistično značilnih povezav.....	40
5.3.2 Analiza glavnih koordinat.....	41
6 RAZPRAVA.....	43
6.1 PRIMERJAVA REZULTATOV Z REZERVATOMA RAJHENAVSKI ROG IN ČORKOVA UVALA.....	43
6.2 PRIMERJAVA GOSTOT IN ZMESI MLADJA V LOMU Z RAJHENAVSKIM ROGOM IN ČORKOVO UVALO.....	44
6.3 VPLIV SVETLOBNEGA SEVANJA.....	48
6.4 VPLIV VELIKIH LESNIH OSTANKOV.....	50
6.5 VPLIVI NA POJAV MLADJA.....	51
6.6 DOMINANTNI PRIMERKI.....	53
6.7 MEDSEBOJNO NADOMEŠČANJE.....	54
7 SKLEPI.....	57
8 POVZETEK.....	59
9 VIRI.....	62
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1. Skupna pokrovnost (N=148)	26
Preglednica 2. Osnovne karakteristike jakosti svetlobnega sevanja, temeljnice, nagiba in kamnitosti (N=148)	27
Preglednica 3. Zastiranje vrst skupine zelišč, ki so poraščale več kot 5 % ploskev (N=148) .	28
Preglednica 4. Zastiranje grmovnic, ki so poraščale več kot 5 % ploskev (N=148).....	29
Preglednica 5. Zastiranje praprotnic, ki so poraščale več kot 5 % ploskev (N=148)	30
Preglednica 6. Prikaz gostot klic in primerkov do 20 cm višine (N=148).....	32
Preglednica 7. Prikaz gostot klic in primerkov do 20 cm višine glede na mesto pojava (N=148)	32
Preglednica 8. Število in deleži pomladka glavnih drevesnih vrst po višinskih razredih in temeljnica sestoja	33
Preglednica 9. Povprečne vrednosti za: h (višina), l (dolžina), DK (delež krošnje), d (premer na korenovcu), Pr1, Pr2, Pr3 (višinski prirastki zadnjih treh let).....	33
Preglednica 10. Statistično značilne povezave med jakostjo difuznega svetlobnega sevanja in ostalimi ekološkimi dejavniki (N=148)	35
Preglednica 11. Statistično značilne povezave med pokrovnostjo posameznih vrst pritalne vegetacije in difuznim svetlobnim sevanjem (N=148)	37
Preglednica 12. Rezultati regresijske analize za statistično značilne spremenljivke (N=148)	40
Preglednica 13. Prvi koloni prikazujeta splošne lastnosti pragozdnih rezervatov Rajhenavski Rog (Slovenija) in Čorkova Uvala (Hrvaška) (Roženberger in sod., 2007: 434). V tretji koloni so prikazane splošne značilnosti pragozdnega rezervata Lom (Bosna in Hercegovina) (Vir: Maunaga in sod., 2005).....	43

KAZALO SLIK

Slika 1. Shematski prikaz povezanosti med rastiščem in okoljem (Kotar, 2011: 12).....	2
Slika 2. Na sliki so okoli zakoličene raziskovalne ploskve zbrani predstavniki banjaluške, beograjske in ljubljanske katedre za gojenje gozdov	20
Slika 3. Prikaz postavitve mreže raziskovalnih ploskev	20
Slika 5. Deleži zastiranja glavnih drevesnih vrst po višinskih razredih. Vrednosti v stolpcih predstavljajo dejanske vrednosti zastiranja v % (N=148).....	30
Slika 6. Zastiranje pritalne vegetacije po skupinah in višinskih razredih (N=148)	31
Slika 7. Prikaz povezanosti med jakostjo difuznega svetlobnega sevanja in temeljnico sestoja (N=148)	35
Slika 8. Prikaz povezanosti med jakostjo difuznega svetlobnega sevanja in nagibom (N=148)	36
Slika 9. Prikaz povezanosti med skupno temeljnico in nagibom (N=148)	36
Slika 10. Povezanost med skupnim zastiranjem pritalne vegetacije in jakostjo direktnega svetlobnega sevanja (N=148)	37
Slika 11. Zastopanost primerkov jelke gleda na jakost difuznega svetlobnega sevanja (N=148)	38
Slika 12. Zastopanost primerkov bukve gleda na jakost difuznega svetlobnega sevanja (N=148)	39
Slika 13. Zastopanost primerkov smreke glede na jakost difuznega svetlobnega sevanja (N=148)	39
Slika 14. Grafični prikaz statistično značilnih spremenljivk	41
Slika 15. Shematski prikaz nihanja števila dreves in lesne zaloge (Hartman, 1987: 28).....	46
Slika 16. Krivulje ponazarjajo spremembe v deležih jelke in bukve v Rajhenavskem Rogu in Pečki. Vodoravna os na sliki prikazuje leta (Hartman, 1987: 28).	55

1 UVOD

V Bosni in Hercegovini so v začetku 20. stoletja več kot polovico gozdnih površin predstavljali pragozdovi. Poglavitni razlog za tako obsežne nedotaknjene površine so bile slabe prometne povezave in neprimernost planinskih vodotokov za transport lesa (Maunaga in sod., 2005). Industrijsko izkoriščanje tedanjih pragozdov se je začelo proti koncu 19. stoletja z vladavino tedanje Avstro-Ogrske. Tekom razvoja je človek s svojim delovanjem posredno vplival na okolje, zato lahko danes v Evropi govorimo le še o pragozdnih ostankih (Diaci, 2006).

Pragozdovi predstavljajo dinamične ekosisteme, ki prehajajo skozi različne razvojne faze, in tako predstavljajo zmes starega in mladega, velikega in malega, živega in mrtvega. V takšnem okolju so vsi organizmi medsebojno povezani v življenjsko in prehransko verigo (Maunaga in sod., 2005).

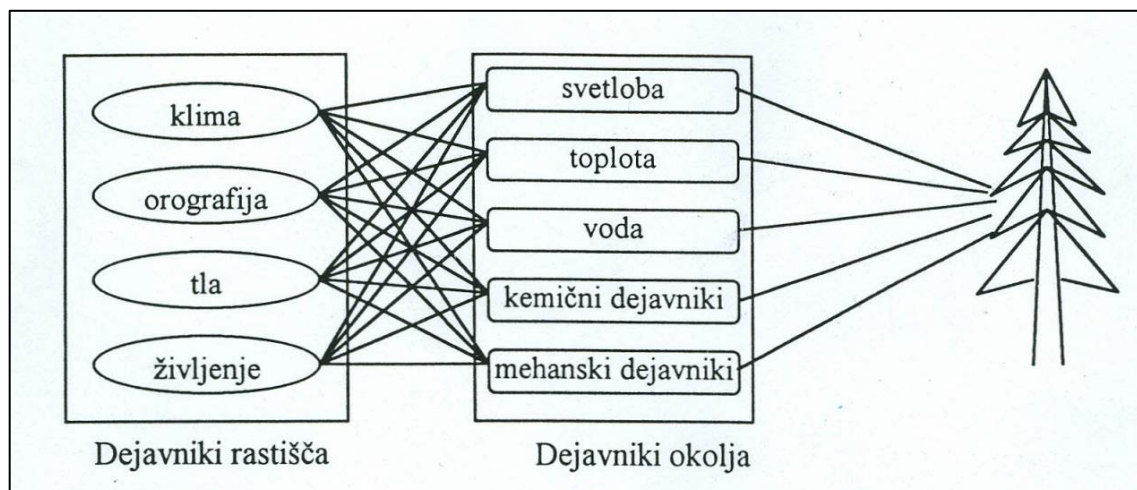
Za pragozd sta značilni dve prehranski verigi:

- 1.) rastline → rastlinojedi → mesojedi → razkrojevalci
- 2.) rastline → opad → razkrojevalci

Za prvo verigo je značilen zelo skromen pretok energije (5 %), zato so naravne gostote rastlinojedov v gozdu majhne. Po drugi verigi se pretaka 90–95 % energije. Za ohranitev gozdne stabilnosti je nujna ohranitev obeh omenjenih verig in njunih naravnih deležev v pretoku energije (Kotar, 1999).

Iz pragozdnega okolja ni možno nekaj odvzeti, ne da bi pri tem porušili oziroma ogrozili naravno ravnovesje. V pragozdnih sestojih se skrivajo podatki o bioloških zahtevah posameznih drevesnih vrst in rastlinske združbe v celoti. Raziskovanje razvoja in sprememb gozdov v takšnih popolnoma naravnih pogojih omogoča uporabo dobljenih rezultatov v gospodarskih gozdovih (Maunaga in sod., 2005).

Gozdna ekologija v splošnem izhaja iz obravnav pojmov okolja in rastišča. Organizem je v okolju izpostavljen različnim učinkom fizikalne, kemijske in biološke narave, na katere se tudi odzove (Kotar, 1999). Pojem rastišča zajema predvsem delovanje vplivov žive in nežive narave, ki gozdnim rastlinam in njihovim združbam opredeljujejo kakovost življenjskih razmer (Robič, 1981, cit. po Kotar, 1999).



Slika 1. Shematski prikaz povezanosti med rastiščem in okoljem (Kotar, 2011: 12)

Dejavniki okolja se po njihovem učinkovanju zelo spreminjajo, nihanja pa se pojavljajo časovno in krajevno. Že samo drevo s svojimi deli živi v zelo različnih okoljih (korenine, deblo, krošnja). Razvojna stopnja rastline in njeno fiziološko stanje oziroma čas, ko neki dejavnik učinkuje na rastlino, predstavljata velik praktičen pomen pri odzivu rastline na dani dejavnik. Samo pod določenimi pogoji na ekstremnih rastiščih posamezen dejavnik prevladuje v tolikšni meri, da je le-ta odločujoč za obstoj in uspevanje primerka (Kotar, 1999).

Diaci (1999) kot temeljni ekološki dejavnik izpostavlja svetlobno sevanje, katerega jakost in kakovost pomembno vplivata na številne fiziološke pojave pri rastlinah. Omenjeni avtor dodaja, da je sončno sevanje zelo pomembno zaradi njegovega neposrednega vpliva na ostale ekološke dejavnike, kot sta temperatura in vlažnost, lahko bi rekli, da posredno vpliva na številne druge dejavnike žive in nežive narave. Za srednjeevropske gorske pragozdove je značilna manjša raznovrstnost in manjše zastiranje zeliščne in grmovne plasti v primerjavi z gospodarskim gozdom (Bončina, 1997, cit. po Diaci, 2006). V gospodarskih gozdovih, predvsem na bogatih rastiščih, je zaradi bujno razvite pritalne vegetacije naravna obnova gozdov pogosto otežena, vendar gre v takšnih primerih v veliki meri za gozdnogojitvene napake (Diaci, 1999). Bujno razvita pritalna vegetacija pogosto otežuje uveljavljanje drevesnih vrst, lažje se uveljavljajo listavci, za katere je značilna hitrejša rast v mladosti in večja prilagodljivost habitusa (Diaci in sod., 2010).

Večina sodobnih pragozdnih raziskav poskuša poglobiti in razširiti že obstoječe znanje o ekoloških procesih, ki usmerjajo dinamiko teh gozdov (Nagel in sod., 2009). Tradicionalno

mišljenje, ki se je razvilo v Severni Ameriki in se kasneje razširilo tudi v Evropo, je predpostavljalo, da so pragozdovi stabilni ekosistemi v smislu vrstne sestave in strukture. Tako naj bi dani sestoj na določenem območju dosegel klimaks, kar predstavlja stabilno končno stanje (Nagel in sod., 2009). Kasnejše raziskave so potrdile drugačne poglede na pragozd. Hartman (1987) pravi, da je za pragozd značilna zelo velika dinamika razvojnih dogajanj, in dodaja, da je znotraj pragozdnega življenja stalna le sprememba. Kljub temu pragozdovi veljajo za stabilne sisteme, kar se odraža v razmeroma konstantnih lesnih zalogah, njihova dinamičnost pa se kaže v stalnih spremembah v vrstni zmesi in debelinski strukturi (Maunaga in sod., 2013).

Pomemben vpliv na dinamiko predstavljajo motnje, predvsem v obliki vetra in snega, ter gradacije škodljivcev in bolezni (Nagel in sod., 2009). Sestoji, ki se nahajajo na neprimernih rastiščih, so bolj podvrženi delovanju negativnih abiotских in posledično tudi biotских dejavnikov (Keren in sod., 2011). Motnje v obliki vetrolomov srednjih jakosti se pojavljajo v razdobjih, ki so enaka ali krajša od življenjske dobe dreves graditeljev strehe sestoja, in tako pomembneje vplivajo na sestojno strukturo in dinamiko gozdov kot motnje majhnih jakosti, katerih posledica je odmrtnje posameznih dreves (Nagel in Diaci, 2006). Izruvana drevesa predstavljajo glavni vzrok za obrat prsti, obenem pa jame, kupi in razpadajoča debela, ki so posledica izruvanja, ustvarjajo malopovršinske okoljske heterogenosti, ki pomembno vplivajo na vrstno pestrost (Falinski, 1978, cit. po Nagel in sod., 2006).

V jelovo-bukovih gozdovih južne in osrednje Evrope prevladujejo motnje, ki se odražajo v obliki majhnih do srednje velikih sestojnih vrzeli (Nagel in Diaci, 2006, Nagel in sod., 2006, Roženberger in sod., 2007). Za pragozdni rezervat Lom so značilne motnje majhnih jakosti, ki se kažejo predvsem v odmiranju posameznih dreves in so posledica endogenih procesov (Motta in sod., 2011, Bottero in sod., 2011). Takšne motnje delujejo na majhnih površinah in se tekom časa pojavljajo neprekinjeno (Runkle, 1990, cit. po Nagel in Svoboda, 2008). Vrzeli, ki so posledica odmrtnje posameznega drevesa, nastajajo dalj časa; tako se posamezni viri sproščajo bolj postopoma, kar je v prid pomlajevanju bolj sencovzdržnih drevesnih vrst (Fahey, 2000, cit. po Nagel in Svoboda, 2008). Z obzirom na dejstvo, da so pragozdni ostanki stabilni ekosistemi, ki se spontano razvijajo brez neposrednega človekovega vpliva, je celoten proces razvoja pomladka pogojen z

genotipom in okolico, rezultanta le-teh je pojav mladice določenega fenotipa (Govedar in Stanivuković, 2008). Regeneracija v pragozdu poteka v sestojnih vrzelih, nastalih kot posledica odmrtnosti skupine dreves ali posameznega drevesa oziroma odmrtnosti posameznih delov drevesa (Diaci, 2006). Tako se omogoči pretok svetlobe vse do gozdnih tal (Mlinšek, 1989).

Značilen je neposredni vpliv velikih lesnih ostankov na pomlajevanje. Pomlajevanje na velikih lesnih ostankih predstavlja ugodno mikroklimo (vodni in toplotni režim) ter manjšo konkurenco v koreninskem pletežu (Diaci, 2006). Mrtva drevesa predstavljajo matični substrat za nastajanje organskega dela tal, kar je temelj za ohranjanje rastnega potenciala (Mlinšek, 1989). Trohneč les predstavlja popolne pogoje za razvoj mikoriznih gliv, ki skupaj z bakterijami tvorijo razširjen koreninski sistem drevesa. Trohneče deblo in njegova neposredna bližina predstavljata zatočišče za različne organizme, le-ti pa ustvarijo pomembna razmerja med koreninami, glivami, bakterijami in malimi živalmi (Mlinšek, 1989). Delež hidrofobnih snovi v lesu vpliva na vodno kapaciteto, zato je pomembna tako vrstna kot tudi debelinska sestava odmrlega drevja. Delež velikih lesnih ostankov se spreminja glede na razvojno fazo, v kateri se sestoj nahaja (Diaci, 2006).

Jelka je vrsta ozke ekološke valence in je zelo občutljiva na razne ekstremne vrednosti abiotičnih dejavnikov (Keren in sod., 2011). Posebno občutljiva je na onesnaženost ozračja, ki z ostalimi škodljivimi biotičnimi dejavniki predstavlja resen problem, ki vpliva na stabilnost jelovih gozdov. Omenjena dejstva še posebno pridejo do izraza v današnjem času zaradi vse bolj izraženih sprememb klimatskih dejavnikov, katerih vzrok je proces globalnega segrevanja in pojava kislega dežja, ki je bil še posebej izražen v 70. letih prejšnjega stoletja (Keren in sod., 2011). Na področju Bosne in Hercegovine v preteklosti niso zasledili pojava množičnega sušenja jelk (Pintarić, 2002). Na območju slovenskih Dinaridov smo v zadnjih desetletjih pričala oteženemu preraščanju in vraščanju jelovih mladice v višje debelinske razrede. Raziskovalci kot temeljni vzrok navajajo vplive velikih rastlinojedih parkljarjev (Hartman, 1987, Bončina in sod., 2003, Jarni in sod., 2004, Roženberger in sod., 2007, Diaci in sod., 2010). V Bosni in Hercegovini zaradi nizkih gostot rastlinojede divjadi ni zaznati škodljivih vplivov na mlajše jelke (Pintarić, 2002).

Arhivski podatki kažejo, da se deleži glavnih drevesnih vrst v klimaksnih gozdovih jelke in bukve skozi čas spreminjajo (Bončina in sod., 2003). V zadnjem obdobju je opazno

zmanjševanje deleža jelke v jelovo-bukovih pragozdovih (Diaci in sod., 2010). Gre za medsebojno nadomeščanje jelke in bukve, ki je opazno tako v Alpah in Karpatih kot tudi v Dinaridih. Pri medsebojnem nadomeščanju gre za kompleksen pojav, ki se odvija na različno velikih prostorskih enotah, od ravni odraslega drevesa, preko sestoja vse do regionalnih in globalnih ravni. Gre za kombinacijo naravnih in antropogenih vplivov, ki delujejo posredno in neposredno, zato je razmejitev med vplivnimi dejavniki zelo težavna (Diaci in sod., 2010).

Na območju slovenskih dinarskih jelovo-bukovih gozdov z izjemo ograjenih raziskovalnih ploskev gozdarji in raziskovalci v zadnjih desetletjih opažajo zelo oteženo preraščanje jelovih mladice. Omenjeno dejstvo je bilo povod, da raziskavo, v kateri smo podrobno preučili strukturo in dinamiko mladja, izvedemo v pragozdnem rezervatu Lom. Z raziskavo smo želeli pojasniti kombinacije ekoloških dejavnikov, ki vplivajo na pojav mladja. Jedro rezervata je predmet kontinuiranih raziskovanj, zanj so značilne majhne gostote velike rastlinojede divjadi in v preteklosti manj izraženo onesnaženje ozračja, ki predstavljajo temeljni razlog za oteženo pomlajevanje in sušenje jelovih dreves drugje v Evropi.

2 PREGLED LITERATURE

Zaradi obsežnosti obravnavane literature smo pregled dozdašnjih raziskav razdelili v več delov. V prvem sklopu so prikazane raziskave, katerih predmet obravnave so pretežno pragozdni rezervati znotraj verige Dinarskega gorstva. Osredotočili smo se predvsem na raziskave, ki se ukvarjajo z naravnim pomlajevanjem, katerega preučevanje je pogosto vezano na razvojne faze. Vključene so tudi raziskave, ki v celoti ali delno preučujejo dinamiko gozdnih sestojev.

Bončina in sod. (2003) so s pomočjo arhivskih podatkov analizirali dolgoročne spremembe v vrstni sestavi dinarskih jelovo-bukovih gozdov. Raziskava je obravnavala tri prostorsko ločene gospodarske sestoje, podatki iz pragozdnega rezervata Rajhenavski Rog so služili kot referenčni. Analizirani sestoji so se nahajali na apneni in dolomitni podlagi. Pred več kot stoletjem je na večini analiziranih območij prevladovala bukev, sledilo je obdobje bujnega pomlajevanja jelke. Delež jelke v lesni zalogi je zelo izrazito rasel med leti 1940 in 1970, od takrat delež upada. Parametri sestojne strukture nakazujejo zmanjševanje deleža jelke tudi v prihodnosti in tako potrjujejo hipotezo o medsebojnem nadomeščanju jelke in bukve, ki je kombinacija naravnega procesa in antropogenih vplivov, zelo pomemben pa je tudi vpliv velikih rastlinojedov. V sredini 19. stoletja so se gostote jelenjadi in srnjadi močno zmanjšale, maksimum so ponovno dosegle leta 1970 in v naslednjih treh desetletjih povsem onemogočile naravno pomlajevanje jelke. Delež smreke je v zadnjem stoletju ostal precej konstanten, zelo izrazito pa je zmanjševanje deleža jelke, posebno v gospodarskih gozdovih.

Diaci in sod. (2010) so v prispevku analizirali sobivanje jelke in bukve v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih. V članku so obravnavane raziskave pragozdnih rezervatov iz Slovenije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine ter Slovaške in podatki iz gospodarskih gozdov, pridobljeni v Sloveniji. Z izjemo dveh primerov gre za jelovo-bukove gozdove na karbonatnih sedimentih. Raziskovalci so se osredotočili predvsem na ekologijo pomlajevanja v sestojnih vrzelih, preučili so vpliv velikih rastlinojedcev, podrobneje pa so se posvetili tudi vprašanju medsebojnega nadomeščanja jelke in bukve. Pri slednjem gre za zelo zapleten proces, ki se odvija na različnih prostorskih ravneh. Nanj vplivajo tako naravni kot tudi antropogeni dejavniki, katerih natančna razmejitev je težavna. Ugotovljene so bile velike razlike v gostotah jelovega pomladka. V slovenskih gozdovih jelovega

pomladka, višjega od 50 cm, niso zasledili, opazno pa je tudi zmanjševanje jelke v vseh debelinskih razredih, s poudarkom na prvih debelinskih stopnjah, kar nakazuje na dolgotrajno objedanje velikih rastlinojedih parkljarjev, katerih gostote so v Sloveniji veliko večje kot v tujini. Na področju držav nekdanje Jugoslavije je jelovega pomladka značilno več in se pogosto pojavlja v skupinah, vraščanje v višje debelinske stopnje pa poteka nemoteno.

Govedar (2002) je v raziskavi v pragozdnem rezervatu Janj v Bosni in Hercegovini analiziral strukturo in naravno pomlajevanje sestoja, ki pripada asociaciji *Piceo-Abieti-Fagetum*, na nadmorski višini 1359 m. Podrobneje je preučil strukturo in karakteristike podmladka in izmeril vrednosti svetlobnega sevanja. Geološko podlago gradijo triadni dolomiti, na katerih so se v mozaični strukturi razvile rendzine in sive prsti. Rezultati so pokazali, da se sestoj nahaja na prehodu med terminalno in inicialno razvojno fazo z zelo izraženim spodnjim slojem, kjer povsem prevladuje bukev. Zgornji sloj gradijo prastara drevesa smreke in jelke, ki v primerjavi z bukvi dosegajo veliko večje višine. V mladju s 64 % prevladuje bukev, z 19 % ji sledi smreka, jelka pa zavzema 17-procentni delež glede na skupno gostoto mladja. Rezultati svetlobnih snemanj kažejo, da indeks listne površine raste z večanjem zastiranja strehe sestoja, obenem pa se številčnost pomladka zmanjšuje. Glede na veliko zaprtost strehe sestoja se v najtežjem položaju nahajajo primerki smreke, ki se zaradi pomanjkanja svetlobe pogosto sušijo.

Govedar in Stanivuković (2008) sta v pragozdnem rezervatu Peručica, ki se nahaja v južnih Dinaridih v Bosni in Hercegovini, preučevala naravno pomlajevanje bukve, strukturo sestoja in zastopanost posameznih razvojnih faz. Izmerila sta tudi osnovne lastnosti bukovega pomladka. Raziskovani sestoj se nahaja na nadmorski višini okoli 1330 m in pripada združbi *Piceo-Abieti-Fagetum dinaricum*. Prevladujejo kambične in eluvialno-iluvialne prsti, ki so se razvile na karbonatnih sedimentih. Rezultati so pokazali, da jelka prevladuje tako v številu primerkov na hektar, deležu v lesni zalogi, deležu v lesni zalogi mrtvih dreves kot tudi mrtvih ležečih debel. Na območju raziskav prevladuje inicialna razvojna faza, sledi ji združena terminalno-inicialna razvojna faza. Pomladitvena jedra pripadajo zgodnji inicialni razvojni fazi, kjer s 93-procentnim deležem prevladuje bukev, vendar je treba omeniti, da več kot 70 % pomladka ne presega višine 50 cm.

Hartman (1987) je v monografiji o pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog analiziral stanje in predvidel bodoči razvoj. Podrobneje se je posvetil vprašanju sobivanja jelke in bukve in tako oblikoval sheme predvidenega razvoja gozda, nadomeščanja jelke in bukve tekom posameznih razvojnih faz oziroma v celotnem razvojnem ciklusu. Na podlagi dolgoletnih opazovanj sestojev v pragozdnih rezervatih Rajhenavski Rog in Pečka je oblikoval shemo nihanja deležev jelke in bukve skozi čas. Avtor navaja, da sta v jelovo-bukovih pragozdovih le jelka in bukev konkurenčno enakovredni drevesni vrsti in se medsebojno dopolnjujeta in zamenjujeta.

Klopčič in Bončina (2011) sta na območju slovenskih jelovo-bukovih gozdov preučevala dinamiko jelke skozi več kot stoletje dolgo obdobje. Ugotovitve, predstavljene v opisu članka (Bončina in sod., 2003), so raziskovalci podkrepili s podatki, zbranimi v zadnjem desetletju. Tekom preučevanega obdobja so raziskovalci zaznali velike spremembe v rasti prsnih premerov dreves, lesni zalogi in vrstni sestavi. Znatnih sprememb je bila deležna jelka, katere delež v vrstni sestavi se tudi dalje vztrajno zmanjšuje. Značilne razlike in tudi nekatere podobnosti so bile zaznane v dinamiki gozdnih sestojev na regionalnem prostorskem vzorcu. Na dinamiko gozdov vpliva kompleks naravnih in antropogenih dejavnikov, velik pomen predstavlja pretekla raba gozdov in sistem gospodarjenja, pomembno vlogo pa igra tudi vpliv velike rastlinojede divjadi in lokacija preučevanih območij.

V drugem delu predstavljene literature smo se osredotočili na raziskave, ki preučujejo vplive motenj, predvsem eksogenih motenj v obliki vetrolomov. Raziskovalci so se osredotočali predvsem na vzorce pomlajevanja znotraj osnovnih in zaradi dinamike delovanja motenj tudi razširjenih sestojnih vrzeli. V ta del so vključene tudi raziskave, ki preučujejo vpliv velikih rastlinojedov na dinamiko pomlajevanja.

Jarni in sod. (2004) so na območju Kočevskega Roga preučevali vpliv velikih rastlinojedov na naravno pomlajevanje. Sestoj pripada združbi *Abieti-Fagetum dinaricum*, kjer so se na karbonatnih sedimentih razvile prsti tipa eutrični kambisol. Znotraj ograjene površine so raziskovalci zasledili znatno večje število primerkov jelke, gorskega javorja in bresta, ki so značilno višji od tistih, ki se nahajajo izven ograje. Na neograjeni površini raziskovalci niso zasledili primerka jelke, višjega od 20 cm, medtem ko se v ograjeni površini jelka povsem nemoteno pomlajuje in prehaja v višinske razrede do 50 cm. Z obzirom na zelo

počasno rast jelovih mladice in dejstvo, da je bila ograja postavljena pred 11 leti, je povsem normalno, da jelovi primerki v ograjenem območju niso presegali višine 50 cm. Gostote bukovih mladice so bile veliko večje na neograjenih površinah. Raziskava je pokazala, da veliki rastlinojedi pomembno vplivajo na naravno pomlajevanje in strukturo sestojev in da ob izključitvi njihovega vpliva pomlajevanje v teh gozdovih poteka uspešno.

Nagel in Diaci (2006) sta v pragozdnem rezervatu Pečka, katerega značilnosti so predstavljene v povzetku članka (Nagel in sod., 2006), preučevala vplive dveh zaporednih vetrolomov leta 1983 in 2004. V analizo so bila zajeta popolnoma izruvana drevesa in debla, ki so bila prelomljena pod začetkom krošnje. Sestojne razmere pred vetrolomom leta 1983 so bile določene na podlagi inventurnega popisa leta 1980. Oba vetroloma sta prizadela predvsem drevesa srednjih in velikih dimenzij prsnih premerov, bolj dovzetna so bila jelova drevesa od bukovih. V vetrolomu leta 2004 je bilo 70 % pokončanih dreves izruvanih, to so bili predvsem primerki tanjših dimenzij. Drevesa, uničena v vetrolomu, so bila večjih dimenzij kot primerki, ki so v tem času odmrli v procesu naravnega odmiranja. Tega so bili deležni predvsem primerki med 10 in 30 cm prsnega premera in so bili naključno razporejeni po sestoji. Raziskovalca sklepata, da se motnje v obliki vetrolomov srednje jakosti pojavljajo v intervalu, ki je enak ali krajši življenjski dobi večine dreves, ki so graditelji strehe sestoja, in tako pomembno vplivajo na dinamiko gozdov.

Nagel in sod. (2006) so v jelovo-bukovem pragozdnem rezervatu Pečka 21 let po vetrolomu srednje jakosti preučevali vzorce prostorskega pojavljanja mladja in podstojnih primerkov. Rezervat Pečka se nahaja na platoju visokega krasa (900 m nadmorske višine) znotraj verige Dinarskega gorovja z zelo izraženim kraškim reliefom, kjer so se na karbonatnih sedimentih razvile rjave prsti. Rezultati so pokazali, da je odprtost strehe sestoja, ki je bila na vetrolomni površini dvakrat večja kot na kontrolni ploskvi, značilno vplivala na prostorski pojav in gostoto mladja, vendar na obeh ploskvah prevladuje bukov pomladek. Na vetrolomni površini so raziskovalci zasledili večje gostote višjih primerkov bukovega mladja in podstojnih primerkov, le-ti so se na kontrolni ploskvi pojavljali zgolj v vrzelih. Zaznali so le nižje primerke mladja jelke, katerih pojav je bil omejen na območja pod zastorom, večje gostote pa so bile prisotne na vetrolomni površini.

Nagel in sod. (2010) so v pragozdnem rezervatu Peručica, katerega značilnosti so predstavljene v članku (Govedar in Stanivuković, 2008), preučevali, kako motnje v obliki

vrzeli vplivajo na dinamiko in sobivanje drevesnih vrst. Predmet raziskave sta bili struktura in zmes pomladka znotraj vrzeli v primerjavi s preostalim delom sestoja. Na podlagi zastopanosti pomladka in vrstnega razmerja med vrzelniki in polnilci vrzeli so bili ugotovljeni vzorci medsebojnega nadomeščanja. Raziskava je pokazala, da je bukev najbolj zastopana drevesna vrsta v vseh razvojnih fazah. Sledita ji jelka in gorski javor, s to razliko, da je jelka bolj zastopana na ravni podstojnih primerkov. Prehod javorja v višje razvojne faze je bil mogoč le v velikih vrzelih. Rezultati kažejo podobno frekvenco pojavljanja dominantnih vrst tako v osnovnih in razširjenih vrzelih kot tudi v preostalem sestoku. V razvojnih fazah pomladka vse kaže na nadaljnjo dominanco bukovih primerkov z zelo majhno možnostjo nadomestitve z jelko ali javorjem. Na ravni podstojnih primerkov je bila verjetnost nadomestitve buke in jelke podobna, z večjo verjetnostjo medvrstnega kot istovrstnega nadomeščanja, kar so pokazale tudi analize polnilcev vrzeli.

Nagel in Svoboda (2008) sta v pragozdnem rezervatu Peručica raziskovala procese delovanja motenj, ki ustvarjajo vrzeli, in tako pomembno vplivajo na vzorce pojavljanja posameznih drevesnih vrst. V raziskavo je bilo zajetih 87 vrzeli, pet vrzeli je bilo večjih kot 1500 m² in so posledica motenj večjih intenzitet. Delež majhnih vrzeli (do 100 m²) je znašal 70 % in so posledica odmrtnosti posameznih dreves, medtem ko je delež večjih vrzeli (100 m² do 500 m²) znašal 28 %. Več kot polovica vrzeli je nastala zaradi odmrtnosti več kot enega drevesa. Ti primerki so se pogosto nahajali v različnih fazah razkroja, kar pomeni, da so se vrzeli širile tekom različnih motenj, ki so delovale v preteklosti. V vrstni primerjavi je bil delež vrzelnikov v primerjavi z deležem v strehi sestoja večji za jelko kot za bukev, medtem ko so bili prsni premeri v povprečju skoraj popolnoma enaki. Zgolj 22 % dreves je odmrlo stoječih, medtem ko je bilo več kot 50 % izruvanih ali prelomljenih, kar kaže na vplive delovanj vetrolomov, ki igrajo pomembno vlogo v dinamiki gozdov.

Roženberger in sod. (2007) so v pragozdnih rezervatih Rajhenavski Rog (Slovenija) in Čorkova Uvala (Hrvaška) preučevali vpliv svetlobnega sevanja na vzorce pomlajevanja v sestojnih vrzelih. Oba omenjena rezervata se nahajata znotraj verige Dinarskega gorovja in sta izpostavljena vplivu podobnih ekoloških dejavnikov. Analizirane so bile po dve največje vrzeli (700–2000 m²) v obeh rezervatih in sedem manjših vrzeli (200–500 m²). Vrzeli so bile približno enako stare (do 10 let) in z obilno zastopanim mladjem. Analiziranih je bilo 773 ploskev, ki so bile glede na vrednosti direktnega in difuznega

sevanja razdeljene v štiri skupine. Rezultati so pokazali večje gostote pomladka v Rajhenavskem Rogu, predvsem zaradi obilnega pomlajevanja bukve, kjer so bile ugotovljene tudi večje gostote pomladka na mrtvem lesu, medtem ko v Čorkovi Uvali izstopa predvsem bolj razvita zeliščna plast in večje gostote jelovega pomladka. Za Čorkovo Uvalo so značilne veliko manjše gostote rastlinojedih parkljarjev.

Tretji del predstavljene literature zajema predvsem mikrorastiščne podnebne značilnosti jelovo-bukovih gozdnih sestojev in globalne podnebne spremembe ter njihov vpliv na zdravstveno stanje jelovega pomladka in razširjenost jelke.

Anić in sod. (2009) so preučevali vpliv globalnih podnebnih sprememb na ekološko nišo jelke. Na osnovi klimatskih podatkov iz obdobja med leti 1950 in 2000 so postavili model za obdobje od 2000 do 2100, ki predpostavlja dvakratno povečanje koncentracije toplogrednih plinov, kar bi povzročilo povečanje povprečne letne temperature za 2,5 °C in zmanjšanje povprečne letne količine padavin za 152 mm glede na obdobje od leta 1950 do 2000. Rezultati kažejo na zelo nagle spremembe podnebnih vplivov, zato obstaja velika verjetnost, da se jelka ne bo sposobna pravočasno prilagoditi, posledično ji grozi zmanjšanje areala za kar 85 % glede na današnjo razširjenost.

Govedar in sod. (2010) so na območju Driniča v Bosni in Hercegovini raziskovali mikroklimatske značilnosti mešanega sestoja jelke in smreke, ki pripada fitocenološki združbi *Abieti-Piceetum illyricum subass. fagetosum*. Sestoj se nahaja na nadmorski višini 822 m na blago nagnjenem terenu in ima jugovzhodno lego. Geološko podlogo sestavljajo saharoidni dolomiti, na katerih prevladuje kalkokambisol (siva prst na dolomitu). Raziskave so potekale na dveh ploskvah velikosti 20 m x 20 m, od katerih se je ena nahajala pod popolnim zastorom, druga pa pod delnim zastorom krošenj. Izmerjene so bile temperature zraka (na dveh metrih višine), prsti (na 10 cm globine), točke rosišča ter relativna vlažnost zraka in zračni pritisk. Izmerjene so bile tudi jakosti svetlobnega sevanja. Rezultati so pokazali veliko manjše nihanje temperature prsti v primerjavi z nihanjem temperature zraka. Maksimalna temperatura tal nastopi s šesturno zakasnitvijo glede na maksimalno temperaturo zraka. Za ploskev, ki se je nahajala pod delnim zastorom, so bila značilna večja nihanja temperature zraka in relativne vlažnosti ter do trikrat večje jakosti svetlobnega sevanja kot v razmerah pod gostim zastorom krošenj.

Keren in sod. (2011) so v raziskavi, ki je bila izpeljana na štirih raziskovalnih ploskvah velikosti 25 m x 25 m na področju planine Grmeč, od katerih sta se dve ploskvi nahajali na južni in dve na severni ekspoziciji, preučevali zdravstveno stanje jelovega pomladka v pasu gorskih bukovih gozdov *Fagetum montanum illiricum*. Vsakemu primerku jelovega pomladka so ocenili indeks sušenja, stopnjo deformacije in razbarvanja krošenj po enotni metodi za spremljanje prekomernega onesnaženja v Evropi. Raziskovalne ploskve so se nahajale v sestojih, ki so strukturno raznodobni, na relativno slabih rastiščnih bonitetah, glede na vrste, ki so bile prisotne. Rezultati so pokazali, da je pomladek jelke izpostavljen procesu intenzivnega sušenja, kar je najverjetneje posledica suše v vegetacijski dobi leta 2003 (največja suša v zadnjih 50 letih) in velike skalovitosti na južni ekspoziciji. Glavni vzrok za sušenje jelke na severni ekspoziciji je poleg suše tudi intenzivni napad s strani *Pityophtorus micrographus* in glive *Armillaria spp.* Posledice sušenja jelke v mlajših razvojnih stadijih se odražajo v spremenjeni oziroma narušeni strukturi raznodobnih mešanih gozdov.

Vilhar in sod. (2006) so raziskovali mikroklimatske razmere v sestojnih vrzelih pragozdnega rezervata Rajhenavski Rog in jih primerjali z raziskavami, izvedenimi v gospodarskem gozdu Snežna jama. Raziskovalci so se posvetili predvsem vprašanju mikroklimatskih razlik med meritvami na sredini vrzeli različnih velikosti in gozdnim sestojem ter razlikam med meritvami na sredini vrzeli v gospodarskem gozdu in pragozdu. Rezultati meritev kažejo, da je temperatura v pragozdu na dveh metrih višine nižja kot v gospodarskem gozdu, ravno obratno pa se dogaja z zračno vlago. Nekoliko presenetljivi so rezultati meritev v gospodarskem gozdu, ki so pokazali višjo temperaturo zraka na sredini male vrzeli v primerjavi s sredino velike vrzeli. Ugotovitve kažejo, da na mikroklimatske razmere odločilno vpliva zgradba sestoja, oblikovanost roba vrzeli in značilnosti razgibanega kraškega površja.

V zadnjem sklopu literature predstavljamo raziskave, katerih predmet proučevanja je bil pragozdni rezervat Lom in so potekale tako na stalnih kot tudi na začasnih raziskovalnih ploskvah.

Bottero in sod. (2011) so z namenom pojasnitve dinamike rasti v vrzelih preučevali velikost, starost in obliko vrzeli ter strukturo in zmes polnilnikov vrzeli. Meritve so se vršile v osnovnih in razširjenih vrzelih. Vrzal je bila definirana kot odprtina v sklepu

krošenj, ki je večja od 10 m², in je bila posledica odmrta vsaj enega drevesa prsnega premera, večjega od 25 cm. V vsaki vrzeli je bila določena vrsta tvorca vrzeli, način odmrta (izruvano, prelomljeno, odmrlo stoječe), premer, višina in smer, v kateri je deblo padlo. Znotraj vrzeli so bili prešteti vsi primerki do 7,5 cm prsnega premera, natančneje so bili premerjeni tudi primerki do 20 m višine. Na raziskovalnem območju je bilo prisotnih 56 vrzeli, kar je ustrezalo deležu 19 % in 41 % za osnovne oziroma razširjene vrzeli, mediana za velikost vrzeli pa je znašala 77 m². Vrzelniki so bili v 14 % primerov izruvana drevesa, 60 % je bilo prelomljenih debel, v 26 % primerov je šlo za stoječa odmrta drevesa. Analizirane vrzeli so bile stare med 20 in 140 let, večina pa se je nahajala v razponu starosti med 50 in 100 let. V razredu do 100 cm višine je s 67-procentnim deležem prevladuje jelka. Z večanjem višine se je delež čedalje bolj nagibal v korist bukve, ki v kategoriji med 7,5 cm prsnega premera in 20 m višine zavzema 80-procentni delež. Rezultati kažejo, da je pragozdni rezervat Lom izpostavljen motnjam majhnih jakosti. Vrzeli so nastale predvsem kot posledica naravnega odmrta posameznih dreves. Eksogeni procesi, predvsem veter in sneg, zavzemajo sekundarno vlogo in so pomembni predvsem pri širitvah že obstoječih vrzeli.

Bucalo in sod. (2008) so v knjigi z naslovom Flora pragozdnega rezervata Lom v sliki in besedi predstavili floro omenjenega območja, ki so jo zaradi večje preglednosti razdelili na glive, lišaje, mahove, praprotnice in višje rastline. V uvodnem delu so predstavljene tudi osnovne karakteristike pragozdnega rezervata.

Garbarino in sod. (2012) so preučevali vzorce pomlajevanja v vrzelih, ki so nastale kot posledice motenj. Analizirali so 650 sestojnih vrzeli. Za jedro rezervata so bile ugotovljene majhne gostote vrzeli, ki so naključno razporejene, med njimi je 89 % vrzeli manjših od 100 m². V mladju do višine 1 m je prevladovala jelka, vendar je že v kategoriji do 7,5 cm prsnega premera vodilno vlogo prevzela bukev. Pionirske vrste, smreka in svetloljubne drevesne vrste, so se pojavljale predvsem v večjih in razpotegnjenih vrzelih.

Maunaga in sod. (2005) so v knjigi z naslovom Študija pragozdov Lom in Janj predstavili načrt gospodarjenja za gozdove s posebnim namenom v strogih naravnih rezervatih. Na podlagi preteklih raziskav in raziskav, ki so bile izvedene z namenom oblikovanja knjige, je zelo podrobno predstavljeno današnje stanje v rezervatu. Na podlagi ugotovljenega stanja so prikazane variante bodočega razvoja.

Motta in sod. (2011) so preučevali strukturne značilnosti sestoja, ki se nahaja v jedru rezervata, na 1,1 ha veliki stalni raziskovalni ploskvi pa so rekonstruirali starostno strukturo in režim motenj, ki so delovale v preteklosti. Analizirane so bile tudi vrzeli, ki so podrobneje pojasnjene v opisu članka (Bottero in sod., 2011). Ugotovljene so bile zelo velike količine velikih lesnih ostankov, katerih količina predstavlja kar 42,9 % celotne lesne zaloge sestoja. V pomladku je bukev najbolj zastopana drevesna vrsta, sledita ji jelka in smreka. Raziskovalci so zasledili zelo velika drevesa, prsnega premera večjega od 120 cm, ki se glede na drevesno vrsto starostno niso veliko razlikovala in so presegala starost 400 let. Ugotovitve kažejo, da je bil pragozdni rezervat Lom v zadnjih stoletjih izpostavljen vplivu motenj majhnih jakosti. Zato so drevesa v Lomu odmirala predvsem posamično ali v majhnih skupinah.

Stupar in sod. (2014) so na območju planine Klekovača, kjer se nahaja tudi objekt našega raziskovalnega dela, preučevali zastopanost bukve, jelke in smreke ter vplive gospodarjenja na njihov pojav in strukturo. V raziskavi so se avtorji oprli tudi na prve popise v gospodarskih gozdovih tega območja in pragozdnega rezervata Lom, ki jih je izvedel Tregubov leta 1940, ki navaja, da so bili v prvi polovici preteklega stoletja na širšem območju planine Klekovača prisotni gozdovi pragozdnega značaja. Raziskovalci so oblikovali pet razredov glede na strukturo iglavcev in sestavo v različnih plasteh. Izvedli so tudi PCA analizo na podlagi Ellenbergovih fitoindikacijskih vrednosti, katere rezultati so pokazali, da se posamezni razredi nahajajo pod vplivom različnih ekoloških dejavnikov različnih intenzitet. Za vsak razred so napovedali stadij sukcesije gleda na izvirno stanje, ki so ga predstavljali klimaksni gozdovi smreke, jelke in bukve. Sestoji, kjer je bil prisoten prebiralen način gospodarjenja, so obdržali značilnosti izvirnega sestoja, medtem ko je pri nekaterih sestojih ostalo odprto vprašanje regresije razvoja. Vzrok so lahko močni posegi človeškega izvora oziroma avtorji kot možno razlago navajajo vrstno alternacijo, ki lahko vodi k oblikovanju čistih bukovih sestojev.

V zadnjem delu so povzete osnovne lastnosti svetlobnega sevanja.

Fizikalno gledano svetloba predstavlja valovanje energijskega spektra valovnih dolžin med 360 in 720 nm, z biološkega vidika pa označuje tisti del spektra, ki ga je sposobno zaznati človeško oko in vsebuje večji del fotosintetsko aktivnih sevanj (Kotar, 1999). Sonce je vir difuzne in direktne svetlobe, njegov položaj in nadmorska višina pa imata pomemben vpliv

na spektralno sestavo svetlobnega sevanja. Pri jasnem vremenu sta prisotni tako direktna kot tudi difuzna svetloba, medtem ko je v popolnoma oblačnem vremenu prisotna samo difuzna svetloba (Kotar, 1999). S prodiranjem svetlobe skozi sestoje se spreminjata njena intenziteta in kakovost (Kotar, 2011). Omenjeni avtor dodaja, da vrhovi krošenj absorbirajo najbolj fotosintetsko aktiven del spektra (rdeči in modrovijolični), prepustijo pa manj koristen del svetlobe. V polno-poraslem gozdnem sestoju na gozdna tla prispe manj kot 1 % polne sončne svetlobe (Krimmins, 1997, cit. po Kotar, 2011). V starejših sklenjenih, enomernih in enoslojnih sestojih znaša relativna stopnja osvetljenosti na tleh med 1 in 35 %, pri izključno difuzni svetlobi (Kotar, 1999). V omenjenih sestojih obstaja tesna povezava med sklepom krošenj in jakostjo osvetljenosti na tleh, na relativno stopnjo osvetljenosti v sestoju pa vpliva tudi drevesna sestava. V starem sestoju dosežejo smreka, jelka in bukev relativno veliko število dreves na enoto površine in zato oblikujejo tesen sklep krošenj. Tako lahko v gosto sklenjenih sestojih vrednosti relativne osvetlitve znašajo samo 0,1 %, medtem ko se vrednosti v povprečju na večjih površinah gibljejo med 1 in 5 %. Velikost in delež svetlobnih odprtih v sestoju ter višina Sonca pa vplivajo na delež direktne svetlobe v skupni svetlobi sestoja (Kotar, 1999).

3 NAMEN NALOGE, CILJI, HIPOTEZE

Namen diplomskega dela je preučiti ekologijo pomlajevanja v pragozdnem rezervatu Lom, kjer je pogostost zunanjih motenj večjih jakosti domnevno majhna. Izsledke naše raziskave želimo primerjati s podobnimi raziskavami, ki preučujejo naravno pomlajevanje v pragozdovih in se nahajajo na območju Dinaridov.

Cilji naloge:

- ugotoviti strukturo in dinamiko pomlajevanja,
- ugotoviti, kakšne kombinacije ekoloških dejavnikov pozitivno vplivajo na pojav mladja,
- ugotoviti vpliv velikih lesnih ostankov na pojav in razvoj mladja,
- ugotoviti vpliv svetlobnih razmer na pojav mladja,
- ugotoviti, v kolikšni meri je izražen vpliv medsebojnega nadomeščanja jelke in bukve,
- izbrati dominantne primerke posameznih drevesnih vrst in predstaviti njihove rastne karakteristike.

Delovne hipoteze:

- listavci in smreka so bolj odzivni na svetlobne razmere in konkurenčnejši na območjih z večjimi intenzitetami svetlobnega sevanja kot jelka,
- gostota mladja se z večanjem nagiba in skalovitosti zmanjšuje,
- vlažna, zastrta in s hranili bogata območja pozitivno vplivajo na pojav jelke,
- veliki lesni ostanki pozitivno vplivajo na pojav mladja, predvsem iglavcev,
- večje gostote pomladka smreke pričakujemo na skrajnostnih legah, kjer je na strmih terenih večja skalovitost,
- večja temeljnica bukovih dreves pozitivno vpliva na pojav jelovih mladice in obratno,
- večji zastor bukovega mladovja pozitivno vpliva na pojav jelovih mladice.

4 METODE

4.1 OBJEKT RAZISKAVE

Raziskave so potekale v jedru pragozdnega rezervata Lom, ki se nahaja v zahodni Bosni na severni strani masiva planine Klekovača (Bucalo in sod., 2008). Pragozdni rezervat se razprostira med $44^{\circ} 27'$ in $44^{\circ} 28'$ severne geografske širine in od $16^{\circ} 27'$ do $16^{\circ} 30'$ vzhodne geografske dolžine, jedro rezervata zavzema površino 55,8 ha (Maunaga in sod., 2005). Po kategorizaciji IUNC območje spada v kategorijo strogih naravnih rezervatov in zavzema površino 297,8 ha (Bucalo in sod., 2008).

4.1.1 Geomorfološke in hidrološke značilnosti

Pragozdni rezervat Lom se nahaja v zgornjem delu planinskega klimatskega pasu, natančneje v razponu od 1250 do 1521 m nadmorske višine (Bucalo in sod., 2008). Približno polovica območja se nahaja v višinskem pasu od 1300 do 1400 m, dobra četrtina območja se razprostira med 1400 in 1500 m, manj kot odstotek območja se nahaja nad 1500 m nadmorske višine (Bucalo in sod., 2008). Nadmorska višina našega raziskovalnega objekta je nihala med 1300 in 1400 m nadmorske višine.

Prevladujoči elementi reliefa so predvsem pobočja, platoji, uvale, vrtače, brezna in snežnice, kar nakazuje na zelo veliko razgibanost površja. Značilna je velika površinska skalovitost, ponekod najdemo tudi do več deset metrov dolge kamnite pregrade v obliki sten (Bucalo in sod., 2008).

V hidrološkem pogledu je rezervat zelo siromašen, saj sta prisotna le dva naravna izvira vode, od tega eden v letnem obdobju presahne (Bucalo in sod., 2008). Na območju naše raziskave ni bilo drugih stalnih površinskih voda.

4.1.2 Podnebje

Območje rezervata se nahaja v zmerno kontinentalnem podnebnem področju (Bucalo in sod., 2008). Zaradi vpliva nadmorske višine je na območju rezervata planinska klima, ki jo nakazujejo večja količina padavin, dolgotrajna snežna odeja in kratka vegetacijska doba, značilno je tudi manjše nihanje letnih temperatur kot v nižjih predelih (Bucalo in sod., 2008).

Rezervat se nahaja na meji stika kontinentalnih in maritimnih zračnih mas (Maunaga in sod., 2005). Kontinentalni vpliv je bolj izražen v vegetacijskem obdobju, medtem ko je vpliv maritimnih zračnih mas večji v času zime. Na najvišji točki rezervata se povprečna letna temperatura giblje med 3,5 in 5 °C (Maunaga in sod., 2005). Obdobje s srednjo temperaturo, višjo kot 5 °C, traja okoli 160 dni, približno 100 dni v letu pa je srednja dnevna temperatura višja od 10 °C (Panov in Fukarek, 1967, cit. po Bucalo in sod., 2008). Snežna odeja višine nad 30 cm se v povprečju zadržuje med 70 in 100 dnevi (Maunaga in sod., 2005). Vsota letnih padavin znaša 1597 mm, od tega 746 mm v vegetacijskem obdobju. Značilna sta dva padavinska maksimuma, prvi v oktobru, redkeje v novembru ali decembru, in drugi v maju. Za najbolj suh mesec velja januar, redkeje februar in junij. Kombinacija velikih količin padavin in temperature izključuje možnost pojava suše v poletnih mesecih (Maunaga in sod., 2005).

4.1.3 Geološka podlaga

Glavni matični substrat predstavlja čisti triadni apnenec, mestoma se na manjših površinah pojavlja lapornati in dolomitizirani apnenec, zaznani pa so tudi preboji dolomita (Bucalo in sod., 2008). Triadni apnenci so izrazito zakraseli, kar se odraža v reliefu, ki je zelo vrtačast. Skalovitost v rezervatu variira, vendar je na posameznih območjih zelo izražena. Najbolj razprostranjeni tipi prsti so kalkomelansoli in kombinacija kalkomelansoli-kalkokambisoli, na manjših površinah pa najdemo tudi komplekse kalkokambisol-lubisol. Na območju našega raziskovanja je prevladovala kombinacija kalkokambisol-lubisol (Bucalo in sod., 2008).

Zaradi izraženosti kraškega reliefa in lastnosti dolomitizirane matične kamenine so v večji meri razvite plitke prsti (Bucalo in sod., 2008). Rjave prsti pokrivajo območja z manjšimi nakloni, ravnice in robove vrtač. Čisti lubisol najdemo na ravninah, v uvalah in vrtačah, kalkomelansoli pa so na grebenih in območjih z večjimi nakloni terena. Prsti na območju pragozdnega rezervata Lom so slabo preskrbljene s fiziološko aktivnim fosforjem, preskrbljenost s fiziološko aktivnim kalijem pa je srednja do slaba. V odvisnosti od intenzitete razkroja organske snovi, ki se z mikrolokacijo zelo razlikuje, je zastopan surovi polrazkrojeni in razkrojeni humus. V posebnih sestojnih razmerah nastaja poseben tip

surovega humusa, t. i. lignohumus, kar se v veliki meri odraža na vrstni sestavi pritalne vegetacije (Bucalo in sod., 2008).

4.1.4 Vegetacija

V dejanski in potencialni vegetaciji pragozdnega rezervata prevladuje *Piceo–Abieti–Fagetum*, klimakсни gozd bukve, jelke in smreke (Bucalo in sod., 2008). V gozdu so zastopane vse tri razvojne faze (inicialna, optimalna, terminalna), značilno je zastopana podfaza staranja, ki zavzema 29 % površine, medtem ko terminalna in optimalna faza prekrivata 75 % površine rezervata (Bucalo in sod., 2008). Istočasno se na majhnih območjih odvija tako propadanje kot tudi pomlajevanje in vrast, kar vodi v oblikovanje prebiralne strukture (Maunaga in sod., 2005). Inicialna razvojna faza zavzema le 5-procentni delež (Bucalo in sod., 2008).

Na relativno majhni površini je zastopana združba *Aceri–Fagetum subalpinum*, subalpinski gozd bukve, *Abieti–Piceetum* prehodna združba smreke in jelke in negozdne fitocenoze (Bucalo in sod., 2008).

4.1.5 Lesna zaloga

Povprečna lesna zaloga najpogostejše gozdne združbe v rezervatu, *Piceo–Abieti–Fagetum* pragozdnega tipa, ki je skoraj v popolnem sklopu, znaša 727,8 m³/ha (Bucalo in sod., 2008). Iglavci zavzemajo 70-procentni delež v lesni zalogi, listavcem pripada 30 %, vendar se v zadnjem obdobju delež opazno spreminja v korist listavcev (Maunaga in sod., 2005). Omenjeni avtor dodaja, da povprečni letni prirastek v jedru rezervata znaša 9,2 m³/ha in je znatno večji kot v ostalem delu rezervata, kjer znaša 7,3 m³/ha.

4.2 METODE DELA

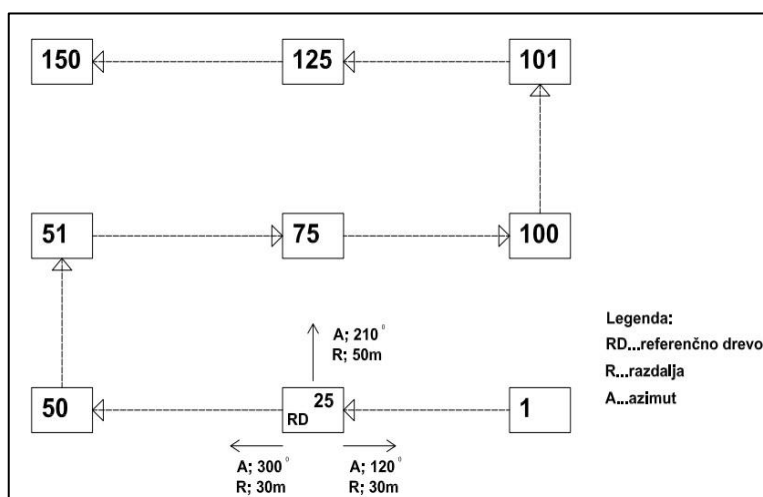
4.2.1 Postavitev raziskovalnih ploskev

Na opisani lokaciji smo konec meseca julija leta 2010 zakoličili in popisali 150 osnovnih raziskovalnih ploskev površine 2,25 m² in razširjenih raziskovalnih ploskev površine 6,75 m², ki so bile simetrično razporejene na površini 15 ha. Dela smo se lotili s terenskim ogledom rezervata, pomagali smo si s terensko karto, kompasom in GPS napravo.



Slika 2. Na sliki so okoli zakoličene raziskovalne ploskve zbrani predstavniki banjaluške, beograjske in ljubljanske katedre za gojenje gozdov

Približno v sredini rezervata smo izbrali referenčno drevo (smreka 116, N 44.45939 E 16.47658), ki nam je služilo kot izhodiščna točka za postavitev mreže raziskovalnih ploskev. Lokacije vseh sledečih ploskev so bile točno določene na osnovi azimuta in razdalje (slika 3).



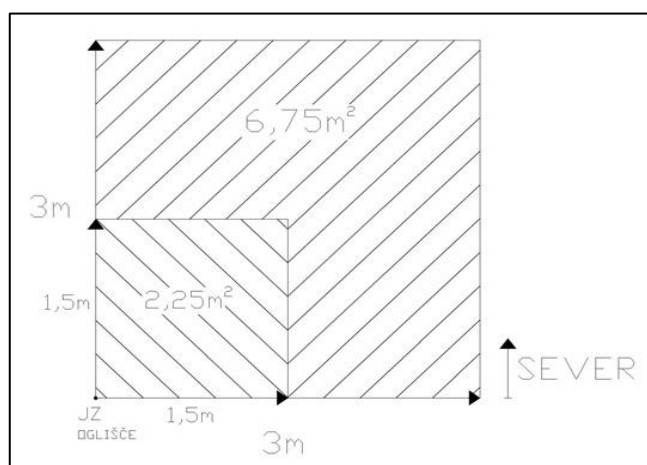
Slika 3. Prikaz postavitve mreže raziskovalnih ploskev

Ploskve so bile razdeljene v tri med seboj vzporedne transekte, ki so bili orientirani z azimutom 120° oziroma 300°. Referenčno drevo je določalo lokacijo raziskovalne ploskve

z zaporedno številko 25, ki se je nahajala v sredini prvega transeкта. Vsak transekt je sestavljalo 50 raziskovalnih ploskev, ki so bile med seboj oddaljene 30 m.

Središče drugega transeкта je predstavljala raziskovalna ploskev z zaporedno številko 75, ki je bila od referenčnega drevesa oddaljena 50 m in določena z azimutom 210° , središče tretjega transeкта je bilo določeno z enakim azimutom in razdaljo 100 m.

Na opisani način smo določili lokacije raziskovalnih ploskev, ki smo jih označili s kovinskimi palicami, na katere smo zaradi lažjega iskanja privezali kose markirnega traku. Lokacija kovinske palice je predstavljala JZ oglišče raziskovalne ploskve (slika 4).



Slika 4. Prikaz postavitve osnovne in razširjene raziskovalne ploskve

Lokacijo ploskve smo priredili samo v primeru, ko se je na ploskvi nahajalo drevo, ki je zavzemalo več kot 20 % površine osnovne raziskovalne ploskve, takrat smo ploskev predstavili v smeri linije transeкта za takšno razdaljo, da je drevo izpadlo iz ploskve.

4.2.2 Meritve in ocene parametrov

Na vsaki raziskovalni ploskvi smo merili in ocenjevali naslednje parametre:

4.2.2.1 Zastiranje tal v deležih

Ocenjevali smo pokrovnost zelišč, pomladka, skalovitosti, ostankov dreves in ostalega na 1 % natančno. Vsota vseh ocen pokrovnosti na ploskvah je bila enaka 100 %, saj smo ocenjevali pokrovnost le za tiste elemente, ki so bili vidni v pogledu iz tlora.

4.2.2.2 Pokrovnost pomladka in zelišč v deležih

Za vsako vrsto posebej smo ocenili njeno zastrtost v treh različnih višinskih kategorijah na 1 % natančno. Upoštevali smo tudi zastiranje primerkov, ki so rasli izven ploskve, vendar so le-to tudi zastirali. Zastrtost smo ločeno ocenili tudi kadar so se površine zastiranja posameznih primerkov prekrivale, kar pomeni, da je bila vsota deležev zastiranj lahko tudi večja kot 100 %.

Kategorije po višini:

- I. Višina do 20 cm
- II. Višina od 21 do 130 cm
- III. Višina od 131 do 250 cm

Enak postopek smo ponovili tudi za zelišča, ki pa so se pojavljala zgolj v prvih dveh višinskih kategorijah, se pravi do višine 130 cm.

4.2.2.3 Gostote glavnih drevesnih vrst

Na vsaki ploskvi smo prešteli vse primerke posamezne drevesne vrste, ki smo jih kategorizirali v osem razredov, ki so bili omejeni z višino oz. prsnim premerom. Vsakemu primerku smo ocenili tudi njegovo poškodovanost, ki smo jo razdelili v tri kategorije. Pri štetju klic in primerkov, ki so glede na višino sodili v prve višinske kategorije, zlasti jelovih in smrekovih, smo bili posebej pozorni, če morda poganjajo iz mrtvega oz. razpadajočega se lesa in to tudi ustrezno zabeležili.

Kategorije po višini oz. premeru:

- I. Klice
- II. Višina do 20 cm
- III. Višina od 21 do 50 cm
- IV. Višina od 51 do 130 cm
- V. Višina od 131 do 250 cm
- VI. Višina nad 250 cm oz. do 5 cm prsnega premera
- VII. Prsni premer od 5 do 10 cm
- VIII. Prsni premer večji kot 10 cm, do te mere, da korenovec primerka ne zavzema več kot 20 % površine osnovne raziskovalne ploskve

Kategorije po poškodovanosti:

- I. Do 10 % poškodb stranskih poganjkov
- II. Nad 10 % ali poškodovani terminalni poganjek
- III. Primerek je močno poškodovan in nima izraženega terminalnega poganjka

4.2.2.4 Izbor dominantnih primerkov in njihove lastnosti

Na ploskvah smo določili do tri dominantne primerke posamezne drevesne vrste. Dominantni so bili tisti primerki, ki niso kazali znakov poškodovanosti ali pa so bili najboljši možni izbor glede na ostale primerke na dani ploskvi. Pogoji za uvrstitev primerka med dominantne primerke je bila tudi možnost meritve vseh zahtevanih parametrov.

Vsakemu izmed dominantnih primerkov smo izmerili:

- I. Višino (vertikalna razdalja od tal do vrha terminalnega poganjka na cm natančno)
- II. Dolžino krošnje (vertikalna razdalja od prve veje do vrha terminalnega poganjka na cm natančno)
- III. Dolžino ((dolžina iztegnjenega primerka na cm natančno) celotna dolžina stebela, ki jo izmerimo tako, da upogibljiv meter prilegamo stebelu in tako izmerimo njegovo celotno dolžino)
- IV. Premer na koreninskem vratu (na mm natančno)
- V. Premer na 10 cm višine (na mm natančno)
- VI. Dolžinski prirastek zadnjih treh let (ločeno po letih, na 0,5 cm natančno)
- VII. K1, ki je maksimalna dimenzija tlorisa krošnje, na višini V1 (na cm natančno)
- VIII. K2, ki je maksimalna dimenzija tlorisa krošnje pravokotno na K1, na višini V2 (na cm natančno)
- IX. Srednja višina med V1 in V2 (na cm natančno)
- X. Poškodovanost:
 1. Do 10 %
 2. Nad 10 % ali poškodovan terminalni poganjek
 3. Oblika bonsaja
- XI. Rast (oblika razrasti celotne rastline):
 1. Pokončna

2. Deformacija stebila

3. Plagiotropna

XII. Poganjek (oblika razrasti terminalnega poganjka):

1. Enoosen

2. Dvovrhat

3. Metlast

Za primerke iglavcev smo izmerili tudi dolžino stranskih poganjkov na 1 cm natančno.

4.2.2.5 Gostote glavnih drevesnih vrst na razširjenih raziskovalnih ploskvah 3 x 3 m

Obstoječe raziskovalne ploskve smo iz stojišča razširili za dolžino stranice ploskve v obe smeri in tako dobili raziskovalne ploskve v velikosti 3 x 3 m (slika 2). Na vsaki ploskvi smo prešteli primerke posamezne drevesne vrste, ki so bili višji od 250 cm ali so imeli prsni premer večji kot 5 cm. Takšne primerke smo dodatno kategorizirali v tri razrede, ki so bili omejeni z višino oz. prsnim premerom.

Kategorije po višini oz. premeru:

I. Višina nad 250 cm oz. do 5 cm prsnega premera

II. Prsni premer od 5 do 10 cm

III. Prsni premer večji kot 10 cm

4.2.2.6 Število dreves po Bitterlichovi metodi

Po Bitterlichovi metodi ($k=2$) smo iz JZ oglišča ploskve vizirali okoliško drevje. Primerke smo kategorizirali po drevesnih vrstah in še dodatno glede na to, če so bili primerki živi ali mrtvi.

4.2.2.7 Meritve jakosti svetlobnega sevanja

Na višini 1,3 m nad sredino vsake raziskovalne ploskve smo s pomočjo prilagodljivega samoizravnalnega stativa, na katerem je bil nameščen digitalni fotoaparater Nikon COOLPIX 5000, z objektivom ribje oko »fish eye« FC-08 posneli hemisferične fotografije. V želji, da posnamemo hemisferične fotografije visoke kakovosti, smo večji delež fotografij posneli v oblačnem vremenu, nekatere pa tudi zjutraj, tik po sončnem vzhodu. Fotografije je posnel mag. Ivan Bjelanović.

4.3 ANALIZA PODATKOV

Zaradi neparametrične porazdelitve ocenjevanih in merjenih znakov smo za preverjanje statistično značilnih povezav med analiziranimi spremenljivkami uporabili Spearmanov koeficient korelacije (r_s).

Nekatere spremenljivke smo zaradi bolj preglednega grafičnega prikazovanja razdelili v tercilne razrede, za kar smo uporabili statistični program IBM SPSS Statistics 20. Za želeno spremenljivko smo uporabili funkcijo (Transform, Visual Binning) in z ukazom (Make Cutpoints) ugotovili tercilne razrede. Ustrezne vrednosti, ki pripadajo kategorizirani neodvisni spremenljivki, smo izračunali z uporabo funkcije (Analyze, Reports, Report Summaries in Columnnes). Grafe smo oblikovali v programu Mikrosoft Excel 2010.

Pri PCA analizi smo v prvem koraku izvedli regresijsko analizo. Tako smo ugotovili, katere spremenljivke veljajo za statistično značilne in jih nato vključili v ordinacijo. Ordinacijo smo izvedli po metodi glavnih koordinat (Principle coordinate analysis), kjer smo uporabili Bray-Curtisove razdalje med popisi. Analize je izvedel dr. Andrej Rozman.

Analize hemisferičnih fotografij smo opravili s pomočjo programske opreme GLA 2.0 (Gap Light Analyzer). Rezultati analize so bile vrednosti za deleže direktnega svetlobnega sevanja (F_{dir}), difuznega svetlobnega sevanja (F_{dif}), indeks listne površine (LAI) in odprtost strehe sestoja. Izračunali smo tudi vrednosti za deleže skupnega svetlobnega sevanja (F_{tot}), kjer gre za aritmetično sredino vrednosti F_{dif} in F_{dir} . Hemisferične fotografije je ovrednotil mag. Srđan Keren.

5 REZULTATI

5.1 OPIS STANJA

5.1.1 Osnovni ekološki dejavniki

V prvem koraku nas je zanimalo, kako se razporejajo deleži skupne pokrovnosti. Ocene zastiranj smo razporedili v pet kategorij (preglednica 1). Vsota je vedno znašala 100 %, saj smo vrednosti zastiranj ocenjevali iz tlorisa. V kategorijo zelišč smo uvrstili zastiranje celotne pritalne vegetacije, z izjemo zastiranja drevesnih vrst, le-te smo beležili kot pomladek. V razredu ostalo so največji delež prispevala tla, prekrita z listjem, najpogosteje bukovim listnim opadom. Prav tako smo v razred ostalo beležili tla, prekrita s koreninami živih dreves, razgaljena tla ali površino preraščeno z mahom.

Preglednica 1. Skupna pokrovnost (N=148)

Zastiranje (%)	Povprečje	Maksimum	Standardni odklon
Skale	2,2	40,0	5,0
Zelišča	18,1	90,0	17,2
Pomladek	14,0	90,0	21,4
Drevesni ostanki	11,0	94,0	17,4
Ostalo	54,7	92,0	25,1

Ocene zastiranj so med ploskvami zelo variirale. Minimalne vrednosti za vse kategorije so znašale 0 %, zato jih v preglednici nismo prikazali. Z izjemo skal so maksimalne vrednosti ostalih kategorij presegale 90 %. S 54,7 % je v povprečju največji delež pripadal razredu ostalo, ki je imel tudi največji standardni odklon. Najmanjši delež so z 2,2 % zastirale skale.

Izmerjene vrednosti svetlobnega sevanja so se gibale med 0 in 20,5 % (preglednica 2). Oba omenjena ekstrema so dosegle vrednosti direktnega svetlobnega sevanja, katerega povprečna vrednost je znašala 5,5 %. Ožji interval razpršenosti smo zasledili pri difuznem svetlobnem sevanju, temu primerno je bil manjši tudi standardni odklon. Vrednosti skupnega sevanja, ki predstavlja matematično kombinacijo direktnega in difuznega svetlobnega sevanja, so variirale med 0,8 % in 14,8 %.

Večja povprečna vrednost, standardni odklon in interval razpršenosti izmerjenih vrednosti pripadajo direktnemu svetlobnemu sevanju, vendar je na 51 % ploskev večjo vrednost zavzelo difuzno sevanje. Na eni izmed ploskev je bila vrednost za difuzno sevanje kar za

več kot sedemkrat večja od vrednosti za direktno sevanje (pl. št. 41, Fdir 1,7 %, Fdif 13,2 %). V primeru, ko je bila izmerjena vrednost direktnega sevanja 0 %, je znašala vrednost za difuzno sevanje 1,8 %. Največji presežek v prid direktnega sevanja smo zasledili v primeru, ko je vrednost za več kot štirikrat presegla vrednost difuznega sončnega sevanja (pl. št. 133, Fdir 18,8 %, Fdif 4,3 %).

Preglednica 2. Osnovne karakteristike jakosti svetlobnega sevanja, temeljnice, nagiba in kamnitosti (N=148)

	Povprečje	Minimum	Maksimum	Standardni odklon
Svetloba (%)				
Direktna	5,5	0,0	20,5	3,7
Difuzna	5,4	1,0	13,2	2,2
Skupna	5,5	0,8	14,8	2,6
Temeljnica (m²ha⁻¹)				
Jelka	12,2	0,0	26,0	6,2
Bukev	14,9	0,0	30,0	5,7
Smreka	10,7	0,0	32,0	6,3
Skupna	37,8	19,4	64,0	8,8
Nagib	7,5	0,0	40,0	7,6
Kamnitost (%)	3,6	0,0	40,0	6,5

Temeljnica je v povprečju znašala 37,8 m²ha⁻¹ s standardnim odklonom 8,8 m²ha⁻¹ (preglednica 2). Največjo povprečno temeljnico je s 14,9 m²ha⁻¹ zavzela bukev. Zanimivo, da je z 32,0 m²ha⁻¹ maksimalno vrednost temeljnice na stojišče dosegla smreka, ki je s povprečjem 10,7 m²ha⁻¹ zaostajala za jelko in bukvijo. Minimumi za temeljnice vseh treh drevesnih vrst so znašali 0 m²ha⁻¹, vendar je do takšne situacije pri jelki in bukvi prišlo samo na enem stojišču, medtem ko smo vrednost 0 za smreko zabeležili v osmih primerih oziroma na 5 % stojišč.

Povprečna vrednost ocene kamnitosti, ki smo jo zasledili na 54 % ploskev, je znašala 3,6 %. Vrednosti nagiba so se gibale med 0° in 40°.

5.1.2 Zastiranje pritalne vegetacije

Pri ocenjevanju deležev zastiranja posameznih vrst pritalne vegetacije smo izvedli enkraten popis, ki je potekal v zadnjem tednu meseca julija, ko so bili nekateri razločevalni znaki že zabrisani oziroma težko razpoznavni. V nekaterih primerih smo se odločili združiti ocene zastiranja posameznih vrst znotraj iste družine in jih beležiti kot družino, v nekaterih

primerih pa smo več vrst skupaj beležili pod rodovnim imenom. Vrste smo razporedili v štiri skupine glede na to, ali pripadajo drevesnim vrstam, grmovnicam, praprotnim, ostale vrste smo uvrstili v skupino zelišč.

V skupini zelišč smo izvedli združevanje v primeru trav, kjer smo izločili gozdno bekico (*Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin) in jo beležili kot samostojno vrsto, ostale vrste te iste družine, gozdna glota (*Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv.), gozdna bilnica (*Festuca altissima* All.), rumenkasta bekica (*Luzula luzulina* (Vill.) Dalla Torre et Sarnth.), pa smo skupaj beležili kot trave (*Poaceae*). Tudi borovnico (*Vaccinium myrtillus* L.) smo kot predstavnika polgrmovnih vrst vključili med zelišča.

Preglednica 3. Zastiranje vrst skupine zelišč, ki so poraščale več kot 5 % ploskev (N=148)

Vrsta	Zastirnost v %	
	Povprečna	Maksimalna
(<i>Ajuga reptans</i> L.) plazeči skrečnik	0,3	30,0
(<i>Arenaria agrimonoides</i> (L.) DC.) navadni strček	0,9	10,0
(<i>Cardamine trifolia</i> L.) trlistna penuša	2,5	25,0
(<i>Galeobdolon flavidum</i> (F.Herm.) Holub) navadna rumenka	0,4	5,0
(<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop) dišeča lakota	1,1	33,0
(<i>Oxalis acetosella</i> L.) navadna zajčja deteljica	2,9	35,0
(<i>Paris quadrifolia</i> L.) volčja jagoda	0,1	5,0
(<i>Petasites albus</i> (L.) Gaertn.) beli repuh	0,1	4,0
(<i>Prenanthes purpurea</i> L.) škrlatnordeča zajčica	0,4	11,0
(<i>Sanicula europaea</i> L.) navadni ženikelj	0,2	5,0
(<i>Vaccinium myrtillus</i> L.) borovnica	2,6	50,0

Najpogostejše opaženi vrsti pritalne vegetacije sta bili trlistna penuša in navadna zajčja deteljica, ki sta poraščali nekaj več kot 79 % ploskev. Navadna zajčja deteljica je v povprečju zastirala 2,9 %, kar je največ med zelišči (preglednica 3). Bila je zelo pogosta vrsta, vendar je zastirala relativno majhne površine. Pretežno se je nahajala v obliki manjših zaplat nepravilnih oblik. V več kot treh četrtinah primerov pojava katerekoli izmed omenjenih vrst sta se vrsti pojavili skupaj, vendar se je trlistna penuša pojavljala bolj raztrošeno po ploskvah. Borovnica je s 50 % dosegla maksimalno zastiranje v skupini zelišč, poraščala je nekaj več kot 30 % ploskev. Poleg že omenjenih smo zabeležili tudi sledeče vrste: navadna črnoga (*Actaea spicata* L.), podlesna vetrnica (*Anemone nemorosa* L.), brstična konopnica (*Dentaria bulbifera* L.), smrdljčka (*Geranium robertianum* L.), navadna nokota (*Lotus corniculatus* L.), vretenčasti salomonov pečat (*Polygonatum*

verticillatum L. All.), velika kopriva (*Urtica dioica* L.), širokolistna grašica (*Vicia oroboides* Wulf.), vendar se le-te vrste niso nahajale na več kot 5 % ploskev.

5.1.2.1 Zastiranje grmovnic

V primeru grmovnic smo pod imenom robida (*Rubus*) združili vrsti srhkostebelna robida (*Rubus hirtus* Waldst. et Kit.) in zelo majhen delež vrste skalna robida (*Rubus saxatilis* L.). Z imenom kosteničevje (*Lonicera*) smo označevali vrsti črno kosteničevje (*Lonicera nigra* L.) in planinsko kosteničevje (*Lonicera alpigena* L.).

Preglednica 4. Zastiranje grmovnic, ki so poraščale več kot 5 % ploskev (N=148)

Vrsta	Zastrtost v %	
	Povprečna	Maksimalna
(<i>Euonymus latifolia</i> (L.) Mill.) širokolistna trdoleska	0,5	22,0
(<i>Lonicera</i>) kosteničevje	0,7	20,0
(<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.) kranjska kozja češnja	0,9	57,0
(<i>Rubus</i>) robida	4,5	82,0

Med grmovnicami je izstopala robida, ki se je pojavila na 21 % ploskev, povprečno je zastirala 4,5 %, maksimalna zastrtost pa je znašala 82 % (preglednica 4). V petih primerih je robida dosegla zastrtost, večjo od 45 %. Glede na pogostost pojavljanja ji je sledila širokolistna trdoleska, ki se je nahajala na 12 % ploskev, maksimalna zastrtost pa je znašala 22 %. Kranjska kozja češnja, ki je bila zabeležena le na dobrih 5 % ploskev, je v enem primeru dosegla zastrtost, večjo od 55 %, kar je v našem primeru relativno veliko. V razredu grmovnic smo zasledili tudi vrste navadni volčin (*Daphne mezereum* L.), navadni šipek (*Rosa canina* L.), malinjak (*Rubus idaeus* L.), ki se niso pojavile na več kot 5 % ploskev in so v povprečju zastirale manj kot 1 %. Med njimi je maksimalno zastrtost dosegel navadni šipek v primeru, ko je zastiral 25 %.

5.1.2.2 Zastiranje praprotnic

Največje povprečno zastiranje med praprotnicami sta z vrednostjo približno treh četrtin odstotka zavzeli vrsti navadna podborka in navadna glistovnica (preglednica 5). Navadna podborka se je v primerjavi z navadno glistovnico, ki se je pojavila na 16 % ploskev, pojavljala redkeje, vendar je dosegala večje zastrtosti, maksimalna zastrtost je znašala 30 %.

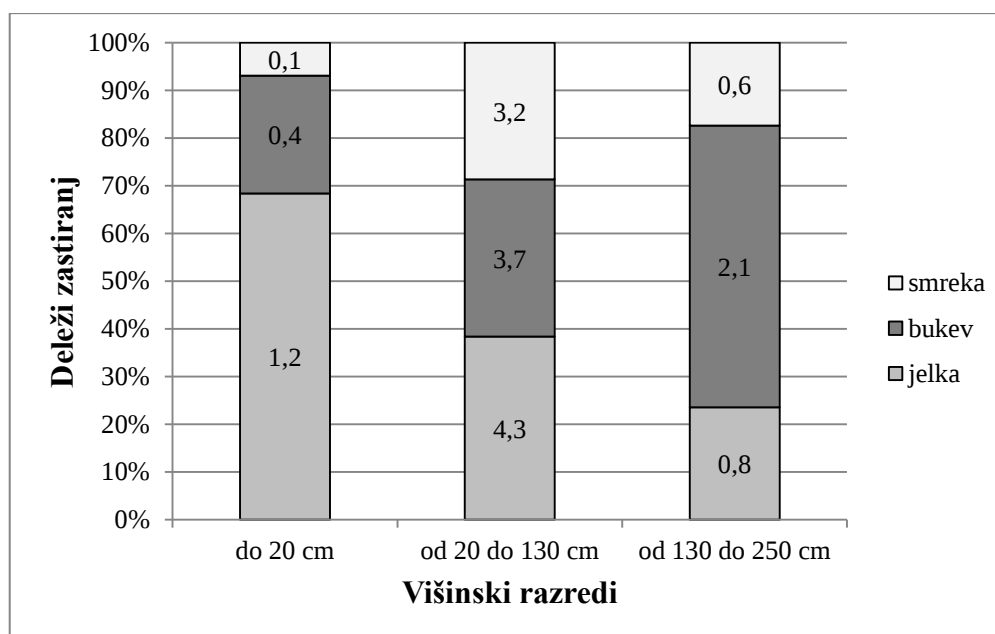
Preglednica 5. Zastiranje praprotnic, ki so poraščale več kot 5 % ploskev (N=148)

Vrsta	Zastrtost v %	
	Povprečna	Maksimalna
(<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth) navadna podborka	0,8	30,0
(<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray) širokolistna glistovnica	0,1	5,0
(<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott) navadna glistovnica	0,7	15,0

Preostale vrste, ki smo jih zabeležili v skupini praprotnic, so: brinolistni lisičjak (*Lycopodium annotinum* L.), navadna sladka koreninica (*Polypodium vulgare* L.) in bodeča podlesnica (*Polystichum aculeatum* L. Roth). Te vrste so v povprečju zastirale manj kot desetino odstotka, njihova maksimalna zastrtost pa ni presegla 5 %.

5.1.2.3 Zastiranje drevesnih vrst

Med popisom smo zasledili 6 različnih drevesnih vrst. Osredotočili smo se zgolj na belo jelko, bukev in navadno smreko. Poleg že omenjenih vrst smo zasledili tudi veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.), jerebiko (*Sorbus aucuparia* L.) in gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), vendar so te vrste zastirale zanemarljivo majhne deleže, zato jih grafično nismo prikazali.

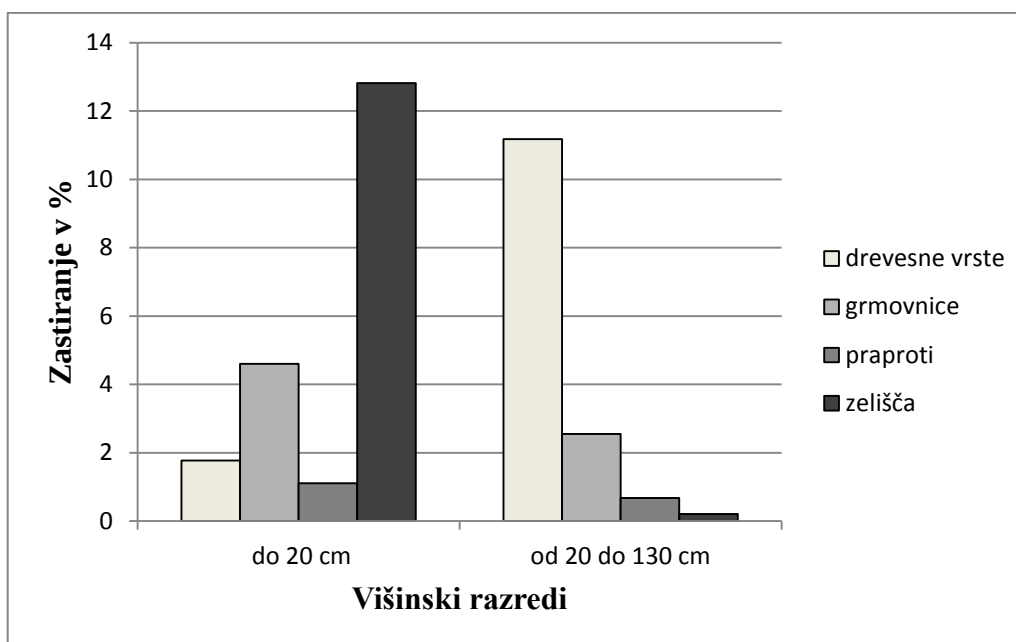


Slika 5. Deleži zastiranj glavnih drevesnih vrst po višinskih razredih. Vrednosti v stolpcih predstavljajo dejanske vrednosti zastiranj v % (N=148).

V višinskem razredu do 20 cm prevladuje bela jelka, kjer zavzema 68-procentni delež, nato pa vrednosti z višino padajo, in tako v višinskem razredu od 130 do 250 cm zavzema le še nekaj manj kot 25-procentni delež (slika 5). Ravno obratno se dogaja z deleži zastiranja bukve, ki z višino vztrajno rastejo in dosežejo v višinskem razredu od 130 do 250 cm 59-procentni delež. Navadna smreka zavzema največji delež v višinskem razredu od 20 do 130. Vse tri drevesne vrste dosežejo največjo povprečno zastrtost v višinskem razredu od 20 do 130 cm.

5.1.2.4 Primerjava zastiranja pritalne vegetacije

V višinskem razredu do 20 cm z deležem 63 % prevladujejo zelišča, ki povprečno zastirajo slabih 13 %, vrednost z višino pade na le nekaj več kot 0,2 %. S 23-procentnim deležem jim v kategoriji do 20 cm višine sledijo grmovnice, drevesne vrste pa zavzemajo le 8-procentni delež, kar ustreza zastiranju 1,7 %. V višinskem razredu od 20 do 130 cm s povprečnim zastiranjem 11 % prednjačijo drevesne vrste in tako prispevajo 76-procentni delež, sledijo jim grmovnice z deležem 18 %.



Slika 6. Zastiranje pritalne vegetacije po skupinah in višinskih razredih (N=148)

5.1.3 Struktura gostote pomladka

Pri popisu pomladka smo primerke razdelili v starostne in višinske kategorije. Enoletne primerke smo beležili kot klice. Gostote klic in primerkov do 20 cm višine prikazuje

preglednica 6. Skupna gostota klic je znašala 2,2 primerka na m², od tega je 99,1-procentni delež zavzemala jelka, preostanek je pripadal smreki in bukvi.

Preglednica 6. Prikaz gostot klic in primerkov do 20 cm višine (na m²) (N=148)

Drevesna vrsta	Gostote	
	Klice	Do 20 cm višine
Jelka	2,23	1,12
Smreka	0,01	0,07
Bukev	0,01	0,29

Pri klicah in primerkih do 50 cm višine smo bili še dodatno pozorni na mesto njihovega pojava in jih tako razdelili v rubriki lesni ostanki in ostalo (preglednica 7). Delež velikih lesnih ostankov je v povprečju zastiral 11 % površja, vendar moramo biti pozorni, da gre tu za oceno iz tlorisa in je dejanski delež lesnih ostankov nekoliko večji. Na velikih lesnih ostankih nismo zasledili klic bukve. Značilna je bila povezava med gostotami smrekovih primerkov v razredu do 20 cm višine in zastopanostjo velikih lesnih ostankov (N=148, $r_s=0,252$, $p=0,002$). Značilna je bila tudi tesna pozitivna povezava med zastopanostjo lesnih ostankov in gostoto klic jelke (N=148, $r_s=0,243$, $p=0,003$). Prav tako je bila značilna tudi tesna negativna povezava med zastiranjem pritalne vegetacije in gostoto klic jelke (N=148, $r_s=-0,211$, $p=0,010$).

Preglednica 7. Prikaz gostot klic in primerkov do 20 cm višine (na m²) glede na mesto pojava (N=148)

Drevesna vrsta in višinska kategorija	Gostote	
	Lesni ostanki	Ostalo
Jelka klice	5,06	1,88
Jelka do 20 cm	0,85	1,15
Smreka klice	0,05	0,01
Smreka do 20 cm	0,30	0,04

Število klic jelke na lesnih ostankih predstavlja 25-procentni delež glede na skupno število klic. Število primerkov se pri jelki z višino zmanjšuje, v razredu do 20 cm višine smo zabeležili le še polovico primerkov glede na število klic, medtem ko se pri smreki število primerkov z višino močno poveča, a se razmerje glede na mesto pojava ne spremeni prav veliko in tako skoraj ohrani razmerje 50 %. V višinskem razredu od 20 do 50 cm smo na lesnih ostankih zasledili 3 primerke smreke in primerek jelke, medtem ko bukovih primerkov na lesnih ostankih nismo zasledili.

Gostote mladja z izjemo klic so prikazane v preglednici 8. Primerki v višinskem razredu nad 250 cm so navzgor omejeni z 10 cm prsnega premera. Zasledili smo zelo majhno število primerkov gorskega javorja. Zaradi premajhnega vzorca mu v analizah nismo posvetili posebne pozornosti. Vzorec je zajemal 148 raziskovalnih ploskev.

Preglednica 8. Število in deleži pomladka glavnih drevesnih vrst po višinskih razredih in temeljnica sestoj

Višinski razredi	Drevesne vrste (število in deleži na ha)						Skupaj
	Jelka	Delež (%)	Bukev	Delež (%)	Smreka	Delež (%)	
Do 20 cm	11052	76	2874	20	681	5	14607
Od 20 do 250 cm	2193	49	1452	32	859	19	4504
Večje od 250 cm	281	23	874	72	67	5	1222
Temelnica (m^2ha^{-1})	33	33	36	37	30	30	
Skupaj	13526		5200		1607		20333

Največje število primerkov jelke in bukve smo zasledili v višinskem razredu do 20 cm, kjer s 76-procentnim deležem povsem prevladuje jelka. Število primerkov se z višino zmanjšuje, izjema je smreka, ki ima največjo gostoto v višinskem razredu od 20 do 250 cm, kjer zavzema 19-procentni delež. Upad števila primerkov z višino je pri jelki veliko bolj izrazit kot pri bukvi, zato deleži bukve z višino vztrajno rastejo in v višinskem razredu nad 250 cm zavzamejo 72-procentni delež. Deleži temeljnice so približno enako razporejeni med glavne drevesne vrste, s 37 % rahlo prevladuje bukev, s 33 % sledi jelka, smreka zavzema 30-procentni delež.

5.1.4 Lastnosti dominantnih primerkov mladja

Na osnovnih raziskovalnih ploskvah smo skupno izmerili in analizirali 31 primerkov bukve, 79 primerkov jelke in 21 primerkov smreke. Primerki, predvsem tisti do 20 cm višine, so bili uvrščeni med dominantne v primeru, če so bili merljivi vsi zahtevani parametri. Karakteristike dominantnih primerkov prikazuje preglednica 8.

Preglednica 9. Povprečne vrednosti za: h (višina), l (dolžina), DK (delež krošnje), d (premer na korenovcu), Pr1, Pr2, Pr3 (višinski prirastki zadnjih treh let)

Drevesna vrsta	h (cm)	l (cm)	DK	d (cm)	Pr1 (cm)	Pr2 (cm)	Pr3 (cm)
Bukev	58,61	72,90	0,69	0,91	3,19	2,27	3,20
Jelka	44,63	45,71	0,50	1,09	2,46	2,12	2,42
Smreka	64,57	67,62	0,54	1,93	1,65	1,33	1,43

•DK (delež krošnje) je definiran kot razmerje med višino krošnje in višino primerka

V povprečju so bukovi primerki dosegali večje višine in višinske prirastke v obdobju zadnjih treh let, imeli so tudi večji delež krošnje kot primerki jelke in smreke. Smreka je v primerjavi z jelko dosegla večje povprečne izmerjene vrednosti, le višinsko priraščanje je bilo manjše.

Zgolj na eni raziskovalni ploskvi se je pojavila kombinacija dominantnih primerkov vseh treh omenjenih drevesnih vrst. Nikoli ni prišlo do situacije, da bi se na isti ploskvi pojavili dominantni primerki bukve in smreke, medtem ko so bile kombinacije jelovih in bukovih oziroma jelovih in smrekovih dominantnih primerkov dokaj pogoste. Pri bukvi je v dveh primerih prišlo do situacije, da so bili na eni ploskvi prisotni več kot trije primerki, ki so ustrezali kriterijem za uvrstitev med dominantne primerke, enako velja tudi za jelko, medtem ko je do takšne situacije pri smreki prišlo le enkrat.

Primerki mladja drevesnih vrst v Lomu niso kazali znakov objedanja. Pri dominantnih primerkih bukve je bila pri 10 % primerkov prisotna deformacija stebila, v 6 % primerov je bila izražena plagiotropna rast. Oblika razrasti terminalnega poganjka pri bukovih primerkih je bila v večini enoosna, v 26 % primerov je bil terminalni poganjek dvovrhat, metlasta razrast pa je bila prisotna na 3 % dominantnih primerkov.

5.2 BIVARIATNE ANALIZE

5.2.1 Povezave med ekološkimi dejavniki

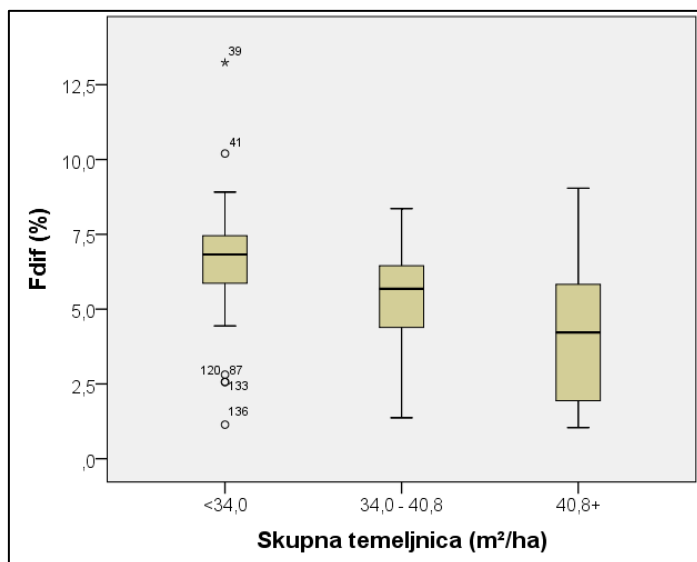
Preverili smo, kakšne so povezave med ekološkimi dejavniki. Povezave med jakostjo difuznega svetlobnega sevanja in ostalimi ekološkimi dejavniki, ki so se izkazale za statistično značilne, prikazuje preglednica 10.

Preglednica 10. Statistično značilne povezave med jakostjo difuznega svetlobnega sevanja in ostalimi ekološkimi dejavniki (N=148)

Dejavniki	Fdif %	
	Sig. (2-tailed)	Koeficient korelacije
Nagib	0,000	0,402**
Sp_skale	0,008	0,217**
Sp_ostalo	0,044	-0,165*
G_jelka	0,000	-0,339**
G_smreka	0,015	-0,199*
G_bukev	0,006	-0,223**
G_skupno	0,000	-0,560**

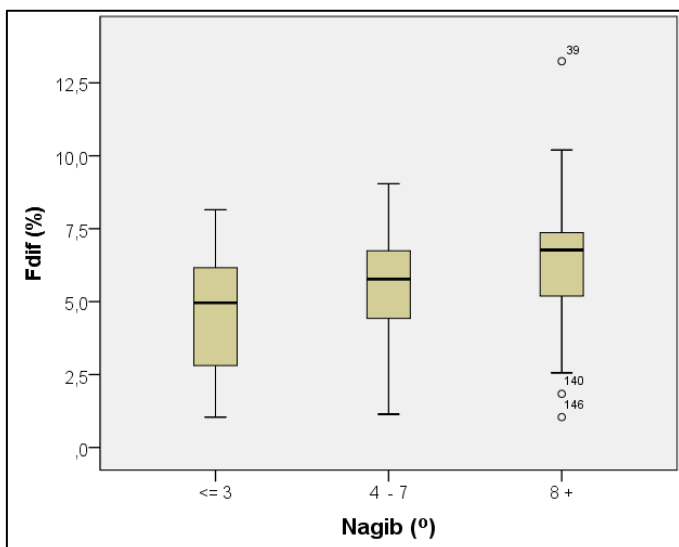
• Nagib (nagib terena), Sp_skale (zastiranje skal), Sp_ostalo (zastiranje ostalega), G_jelka (temeljnica jelke), G_smreka (temeljnica smreke), G_bukev (temeljnica bukeve), G_skupno (skupna temeljnica)

Grafično smo se odločili prikazati zgolj zanimivejše značilne povezave med kombinacijami ekoloških dejavnikov.



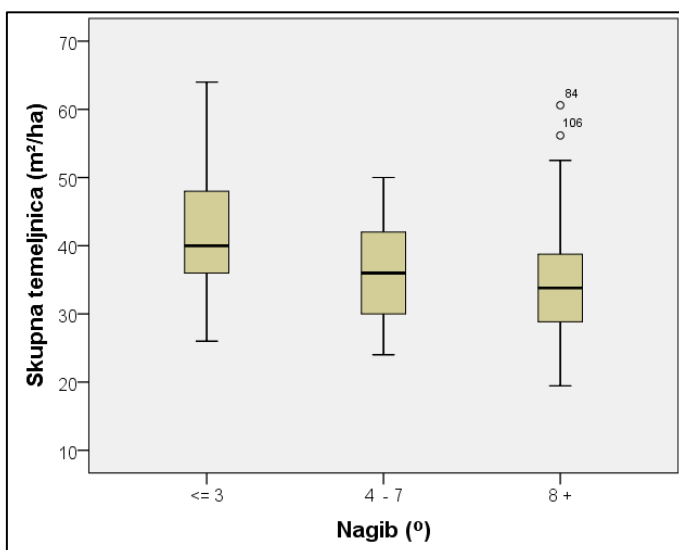
Slika 7. Prikaz povezanosti med jakostjo difuznega svetlobnega sevanja in temeljnico sestoja (N=148)

Slika 7 ponazarja upad jakosti difuznega svetlobnega sevanja z rastjo temeljnice sestoja.



Slika 8. Prikaz povezanosti med jakostjo difuznega svetlobnega sevanja in nagibom (N=148)

Na sliki 8 je prikazano, kako se z večanjem nagiba terena značilno povečuje jakost difuznega svetlobnega sevanja.



Slika 9. Prikaz povezanosti med skupno temeljnico in nagibom (N=148)

Slika 9 prikazuje, kako se z večanjem nagiba zmanjšuje temeljnica sestoja.

5.2.2 Povezanost zastiranja zeliščne plasti s svetlobnimi razmerami

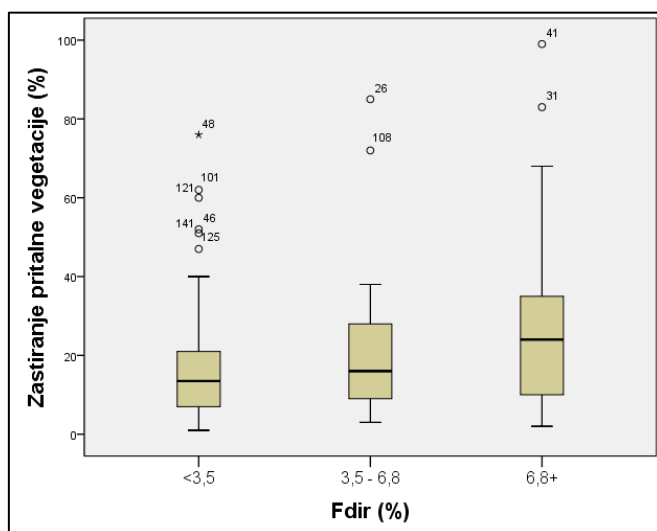
Najprej smo preizkusili statistične povezave med direktnim oziroma difuznim svetlobnim sevanjem in zastiranjem posameznih vrst pritalne vegetacije. Značilne povezave so prikazane v preglednici 11.

Preglednica 11. Statistično značilne povezave med pokrovnostjo posameznih vrst pritalne vegetacije in difuznim svetlobnim sevanjem (N=148)

Vrsta	Fdif %	
	Sig. (2-tailed)	Koeficient korelacije
Navadni strček	0,003	-0,245**
Trilistna penuša	0,000	0,322**
Škrlatnordeča zajčica	0,011	-0,209*
Navadni ženikelj	0,022	-0,188*

Značilna je bila tudi šibka povezanost med zastiranjem kosteničevja in jakostjo direktnega sončnega sevanja (N=148, $r_s=0,179$, $p=0,029$).

Preizkusili smo tudi povezanost med jakostjo svetlobnega sevanja in zastiranjem pritalne vegetacije po skupinah. Analiza je pokazala močno pozitivno povezanost med zastiranjem grmovnic in jakostjo direktnega svetlobnega sevanja (N=148, $r_s=0,274$, $p=0,001$) in šibko pozitivno povezanost med zastiranjem praprotnic in jakostjo difuznega svetlobnega sevanja (N=148, $r_s=0,181$, $p=0,028$).



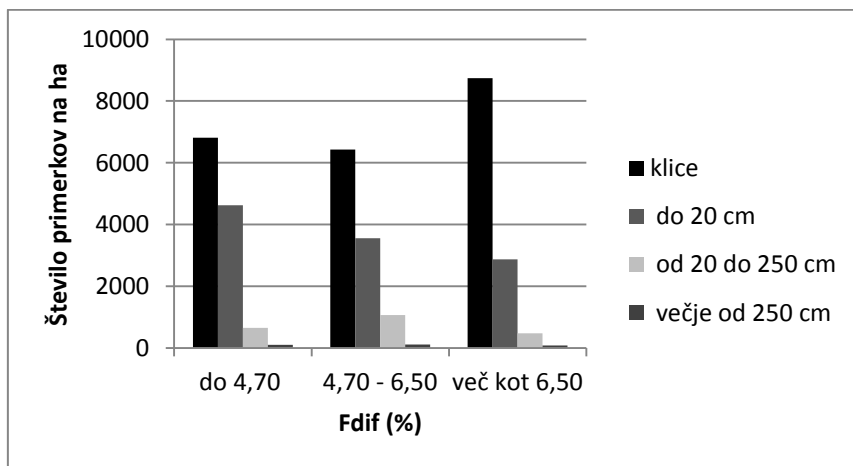
Slika 10. Povezanost med skupnim zastiranjem pritalne vegetacije in jakostjo direktnega svetlobnega sevanja (N=148)

Analiza je pokazala tudi šibko pozitivno povezanost med jakostjo direktnega svetlobnega sevanja in skupnim zastiranjem pritalne vegetacije (slika 10) brez zastiranja drevesnih vrst (N=148, $r_s=0,205$, $p=0,013$). Značilna je bila tudi tesna negativna povezava med gostotami klic jelke in zastiranjem pritalne vegetacije (N=148, $r_s=-0,211$, $p=0,010$).

5.2.3 Analiza pojava pomladka glede na svetlobne razmere

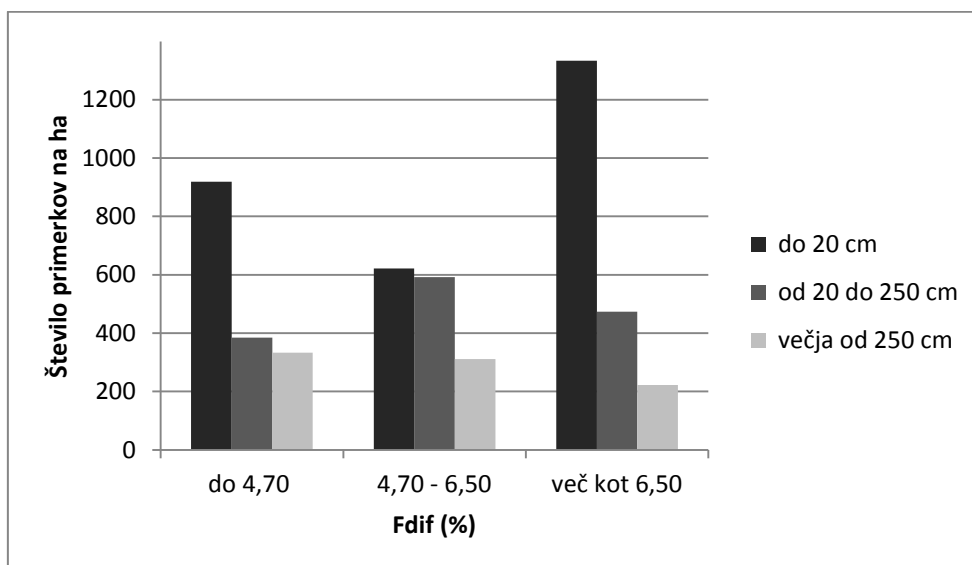
Pri analizi povezanosti gostot mladja in klic z jakostmi svetlobnega sevanja nismo uspeli dokazati statistično značilnih povezav. Zastopanost primerkov jelke glede na jakost difuznega sončnega sevanja, katerega smo zaradi preglednejšega prikazovanja razdelili na tercele, prikazuje slika 11.

Največje število klic jelke se je pojavilo v tretjem tercilu jakosti svetlobnih sevanj. Število jelk v razredu do 20 cm višine se je z jakostjo difuznega svetlobnega sevanja zmanjševalo. V višinskem razredu od 20 do 250 cm sprva opazimo rast števila primerkov, ki v drugem tercilu doseže vrednost 1067 primerkov na hektar, nato pa v zadnjem tercilu sledi upad. Število jelovih primerkov, višjih od 250 cm, je približno enakomerno razporejeno med tercilne vrednosti svetlobnega sevanja, maksimum dosežejo v drugem tercilu s 111 primerki na hektar.



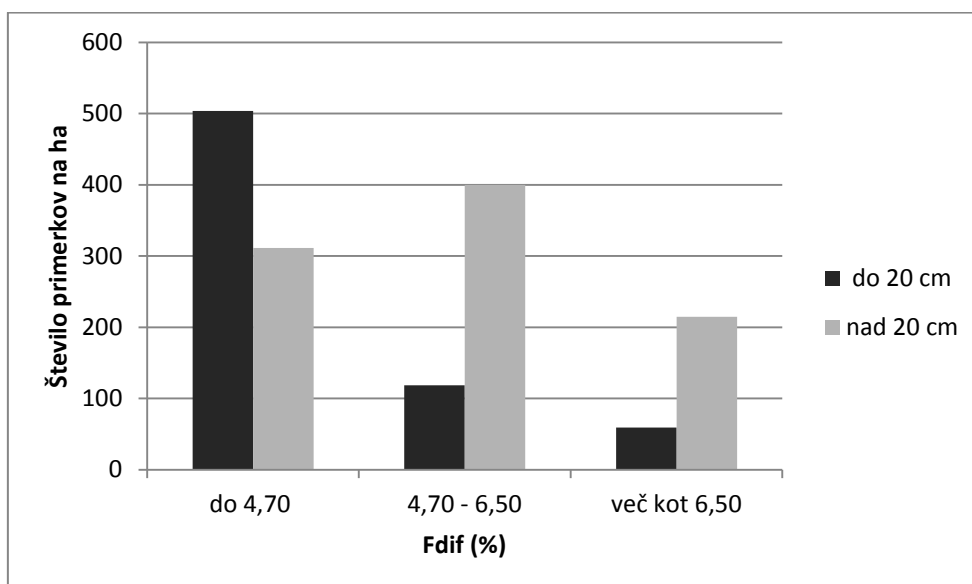
Slika 11. Zastopanost primerkov jelke glede na jakost difuznega svetlobnega sevanja (N=148)

V analizo pojava bukovega mladja glede na jakost difuznega svetlobnega sevanja zaradi premajhnega vzorca nismo vključili bukovih klic (slika 12). Število primerkov bukve do višine 20 cm je največjo vrednost zavzelo v tretjem tercilu jakosti svetlobnega sevanja. Primerki od 20 do 250 cm višine dosežejo maksimum v drugem tercilu z vrednostjo 593 primerkov na hektar. V kategoriji primerkov, višjih od 250 cm, opazimo upadanje števila primerkov z večanjem jakosti difuznega svetlobnega sevanja.



Slika 12. Zastopanost primerkov bukve glede na jakost difuznega svetlobnega sevanja (N=148)

V primeru smreke smo se zaradi premajhnega vzorca odločili združiti primerke višinskih razredov nad 20 cm (slika 13). Zaradi istega razloga nismo prikazali zastopanosti smrekovih klic. Število smrekovih primerkov do višine 20 cm se z večanjem jakosti difuznega svetlobnega sevanja zmanjšuje. Primerki, višji od 20 cm, dosežejo maksimum v drugem tercilu z vrednostjo 400 primerkov na hektar.



Slika 13. Zastopanost primerkov smreke glede na jakost difuznega svetlobnega sevanja (N=148)

5.3 VEGETACIJSKA ANALIZA

5.3.1 Testiranje statistično značilnih povezav

Sprva smo z regresijsko analizo preverili, katere so statistično značilne spremenljivke (preglednica 12), ki smo jih nato vključili v ordinacijo (slika 14). Testirali smo Landoltove fitoindikacijske vrednosti, spremenljivke gostot naravnega pomlajevanja, temeljnice drevesnih vrst in ostale ekološke dejavnike. Dim 1 in Dim 2 predstavljata koordinate posameznih spremenljivk, katerih smer delovanja je prikazana ordinaciji.

Preglednica 12. Rezultati regresijske analize za statistično značilne spremenljivke (N=148)

	Dim1	Dim2	r ²	Pr (>r)
•Fitoindikacija				
Temperature_mean	-0,18206	-0,98329	0,0989	0,001 ***
Continentality_mean	-0,67271	0,73991	0,0324	0,088 .
Light_mean	0,34716	-0,93781	0,0626	0,006 **
Moisture_mean	-0,16458	0,98636	0,2636	0,001 ***
Reaction_mean	-0,89717	-0,44169	0,3103	0,001 ***
Nitrogen_mean	0,25587	-0,96671	0,1491	0,001 ***
Humus_mean	-0,40872	0,91266	0,6548	0,001 ***
Aeration_mean	-0,50220	-0,86475	0,6184	0,001 ***
•Pomlajevanje				
Reg.Abies	-0,64599	0,76335	0,0377	0,054 .
RegAb2m	0,62576	0,78001	0,1501	0,001 ***
RegFa2m	0,91987	-0,39223	0,2226	0,001 ***
RegTot2m	0,94252	0,33415	0,2377	0,001 ***
RegAb7cm	-0,51488	0,85726	0,0302	0,091 .
•Temeljnica				
BA.Total	0,80883	0,58804	0,0601	0,008 **
BA.Picea	0,71471	0,69942	0,0588	0,012 *
BA.Fagus	0,53200	0,84674	0,0304	0,100 .
•Ekološki dejavniki				
Nagib	-0,66240	-0,74915	0,1091	0,001 ***
sp_zel	0,77321	-0,63415	0,0758	0,004 **
sp_pom	0,98350	0,18091	0,0909	0,001 ***
Sp_ost	-0,87685	0,48077	0,1093	0,001 ***
DIF	-0,55545	-0,83155	0,0728	0,008 **
TOT	-0,17165	-0,98516	0,0421	0,053 .
CanOP	-0,51754	-0,85566	0,0594	0,021 *

•Fitoindikacijske spremenljivke: Temperature_mean (temperaturne razmere), Continentiality_mean (kontinentalnost podnebja), Light_mean (svetlobne razmere), Moisture_mean (vlažnost tal), Reaction_mean (reakcija tal), Nitrogen_mean (hranilnost tal), Humus_mean (humoznost tal), Aeration_mean (zračnost tal).

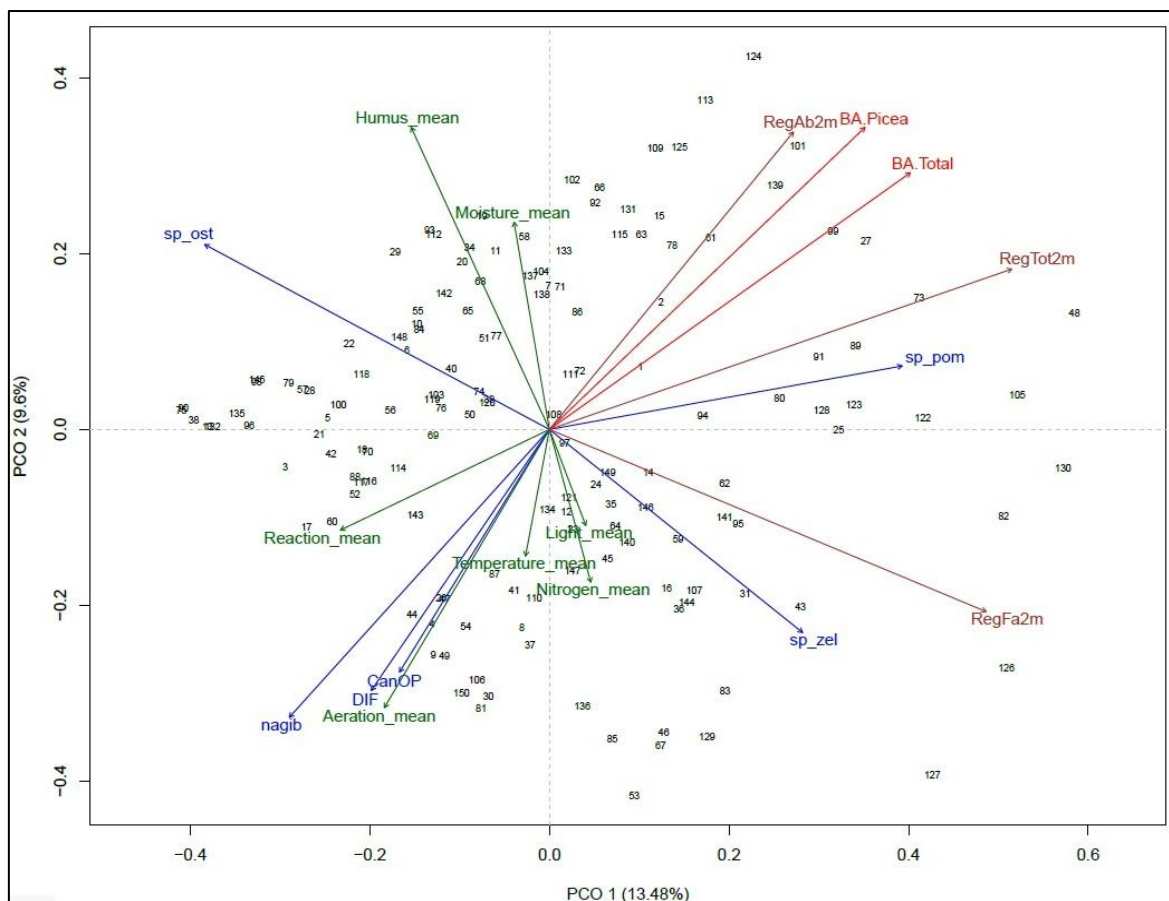
•**Spremenljivke pomlajevanja:** Reg.Abies (gostota vseh jelovih primerkov), RegAb2m (gostote jelk velikosti od 20 do 250 cm), RegFa2m (gostote bukvic velikosti od 20 do 250 cm), RegTot2m (gostote vseh drevesnih vrst velikosti od 20 do 250 cm), RegAb7cm (gostote jelk velikosti nad 250 cm in tanjših od 10 cm prsnega premera).

•**Spremenljivke temeljnice:** BA.Total (temeljnica vseh drevesnih vrst), BA.Picea (temeljnica smreke), BA.Fagus (temeljnica bukve).

•**Spremenljivke ekoloških dejavnikov:** nagib (nagib terena), sp_zel (zastiranje zelišč), sp_pom (zastiranje pomladka), sp_ost (zastiranje ostalega), DIF (jakost difuznega svetlobnega sevanja), TOT (srednja vrednost jakosti difuznega in direktnega svetlobnega sevanja), CanOP (odprtost strehe sestoja).

5.3.2 Analiza glavnih koordinat

Za izvedbo ordinacije po metodi glavnih koordinat (Principle coordinate analysis) smo uporabili Bray-Curtisove razdalje med popisi. Ordinacijo z vključenimi statistično značilnimi spremenljivkami prikazuje slika 14. Prva ali glavna os (PCO 1) pojasni 13,5 % variabilnosti, druga os (PCO 2) pa 9,6 % variabilnosti.



Slika 14. Grafični prikaz statistično značilnih spremenljivk

Ekološke spremenljivke nakazujejo, da na pojav jelovega mladja od 20 do 250 cm višine pozitivno vpliva večja skupna temeljnica, temeljnica smreke in temeljnica bukve (na sliki

14 ni prikazanega vektorja, ki ponazarja temeljnico bukve, vendar so dimenzije vektorja navedene v preglednici 12). Negativen vpliv predstavljajo predvsem večji nagibi terena, povečana odprtost strehe sestoja, večje jakosti difuznega in skupnega svetlobnega sevanja in večja temperatura zraka. V preglednici 12 so navedene koordinate vektorja, ki ponazarja mlajše jelke v celoti, na katerega izrazito pozitivno vpliva kontinentalnost podnebja ter humoznost in vlažnost tal, negativen je vpliv zastiranja zelišč in svetlobnega sevanja.

Na pojav bukovega mladja so pozitivno vplivale večje količine svetlobnega sevanja ter večja preskrbljenost tal s hranili. Negativen vpliv predstavljata kontinentalnost podnebja in vlažnost tal.

6 RAZPRAVA

6.1 PRIMERJAVA REZULTATOV Z REZERVATOMA RAJHENAVSKI ROG IN ČORKOVA UVALA

Raziskave v Sloveniji in na Hrvaškem so bile izvedene med leti 2001 in 2004 (Roženberger in sod., 2007). Vsi trije pragozdni rezervati imajo veliko skupnih značilnosti. Nahajajo se znotraj verige Dinarskega gorovja in pripadajo sestojem, kjer prevladujeta jelka in bukev, s primesjo smreke. Ostale lastnosti raziskovalnih območij prikazuje preglednica 13.

Območje raziskave	Rajhenavski Rog (SLO)	Čorkova Uvala (HR)	Lom - jedro (BiH)
Površina	52,1 ha	79,5 ha	55,8 ha
Lokacija	45° 66' N, 15° 01' E	44° 55' N, 15° 32' E	44° 27' N, 16° 28' E
Nadmorska višina	740 - 880 m	860 - 1030 m	1250 - 1522 m
Letna količina padavin	1500 - 1900 mm	1600 - 1700 mm	~1600 mm
Povprečna letna temperatura	6 - 8°C	7°C	3,5 - 5°C
Višina sestoja	Bukev 39 m, jelka 41 m	Bukev 38 m, jelka 42 m	/
Lesna zaloga	747 m ³ ha ⁻¹ (2007)	660 m ³ ha ⁻¹ (2006)	755 m ³ ha ⁻¹

Preglednica 13. Prvi koloni prikazujeta splošne lastnosti pragozdnih rezervatov Rajhenavski Rog (Slovenija) in Čorkova Uvala (Hrvaška) (Roženberger in sod., 2007: 434). V tretji koloni so prikazane splošne značilnosti pragozdnega rezervata Lom (Bosna in Hercegovina) (Vir: Maunaga in sod., 2005).

Povprečna gostota mladja v jedru pragozdnega rezervata Lom je znašala 2,0 m⁻². Gostote mladja v Rajhenavskem Rogu so bile z vrednostjo 6,2 m⁻² veliko večje kot v Čorkovi Uvali, kjer je povprečna gostota mladja znašala 1,3 m⁻² (Roženberger in sod., 2007). Gostota mladja jelke je v Lomu znašala 1,4 ha⁻¹, vendar kar 81,7-procentni delež prispevajo primerki do 20 cm višine. Gostote mladja jelke so v Čorkovi Uvali znašale 0,6 m⁻², v Rajhenavskem Rogu pa 0,3 m⁻², kjer pa raziskovalci niso zasledili primerka jelovega mladja, ki bi presegel višino 50 cm (Roženberger in sod., 2007).

Roženberger in sod. (2007) so v Rajhenavskem Rogu izmerili večje jakosti relativnega svetlobnega sevanja kot v Čorkovi Uvali. V obeh rezervatih so bile izmerjene vrednosti razmeroma nizke in niso presegle vrednosti 23 % za jakost direktnega svetlobnega sevanja in vrednosti 18 % za difuzno svetlobno sevanje (Roženberger in sod., 2007). Maksimalne izmerjene jakosti direktnega in difuznega svetlobnega sevanja v Lomu so znašale 20,5 oziroma 13,2 %, medtem ko so bile povprečne vrednosti veliko manjše.

Zastiranje pritalne vegetacije je bilo v Čorkovi Uvali s povprečnim deležem 38,6 % veliko večje kot v Rajhenavskem Rogu, kjer je pritalna vegetacija v povprečju zastirala 13,1 % (Roženberger in sod., 2007). V Lomu je pritalna vegetacija v povprečju zastirala 22,0-procentni delež, v ocenah zastiranja iz tlorisa je bila vrednost razumljivo nekoliko nižja, znašala je 18,1 %.

V Rajhenavskem Rogu so bili povprečni deleži zastiranja mladja s 56,8 % veliko večji kot v Čorkovi Uvali, kjer je mladje v povprečju zastiralo 19,5 % (Roženberger in sod., 2007). V Lomu je mladje v povprečju zastiralo 16,4 %, v ocenah zastiranja iz tlorisa je vrednost znašala 14,0 %.

6.2 PRIMERJAVA GOSTOT IN ZMESI MLADJA V LOMU Z RAJHENAVSKIM ROGOM IN ČORKOVO UVALO

Rezultate naše raziskave smo primerjali z izsledki raziskav, izvedenih v pragozdih rezervatih Rajhenavski Rog in Čorkova Uvala. Vsi trije rezervati so že dalj časa v središču pozornosti raziskovalcev, kar nam je v veliko pomoč pri razumevanju razvoja sestojev. Primerjava je še posebno zanimiva, saj so bili deli metod terenskega zbiranja podatkov v vseh treh primerih povsem enaki. Bistvena razlika je le v tem, da so se raziskovalne ploskve v Rajhenavskem Rogu in Čorkovi Uvali nahajale znotraj vrzeli, medtem ko so bili transekti raziskovalnih ploskev v Lomu postavljeni ne glede na njihov položaj. Samo 10 % raziskovalnih ploskev se je nahajalo v vrzelih, le-te so bile zelo majhne in so nastale kot posledica odmrtnosti posameznega dela drevesa, enega drevesa ali manjše skupine dreves. Zaradi majhnega deleža raziskovalnih ploskev, ki so se nahajale v vrzelih, in posledično premajhnega vzorca le-tem v analizah nismo posvečali posebne pozornosti. Analize, izvedene v jedru rezervata, so pokazale, da vrzeli zavzemajo 19,3 % območja, največja izmerjena vrzel je merila 708 m², dve tretjini vrzeli pa je bilo manjših od 100 m² (Motta in sod., 2011).

V pragozdu pogosto pride do razmer, da so na istem prostoru zastopane različne razvojne faze (Govedar in Stanivuković, 2008). Na nastanek združenih razvojnih faz pomembno vpliva pomlajevanje pod zastorom starih dreves, ki so v fazi fiziološkega slabljenja, odmiranja in razpadanja. Takšne razmere se pojavijo predvsem v razvojni fazi staranja, ko stara drevesa odmirajo, pod njihovimi krošnjami pa se razvija incialna faza (Govedar in

Stanivuković, 2008). Inicialna razvojna faza v jedru rezervata Lom zavzema le 5 % površine (Bucalo in sod., 2008).

Z ozirom na dejstvo, da so bile analize gostot mladja v Rajhenavskem Rogu in Čorkovi Uvali izvedene v vrzelih, je povprečna gostota mladja v Lomu razmeroma velika. Ob podrobnem pogledu na rezultate nam poleg zelo majhnega deleža jelke in velikih gostot bukovega mladja v Rajhenavskem Rogu posebno pozornost pritegneta dve stvari. Prva stvar je velika količina mladja z navdušujoče visokim deležem jelke v Lomu, kot drugo pa nam je v velik razmislek ugotovitev, da se deleži jelke z večanjem višine mladja zelo naglo zmanjšujejo.

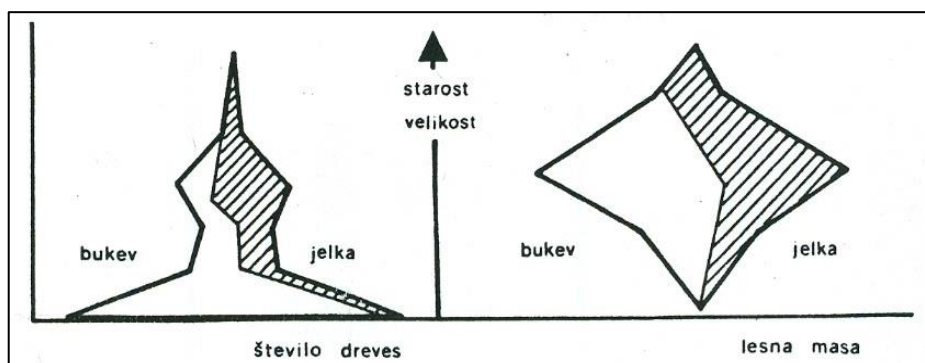
Visoke gostote mladja pod zastorom potrjujejo tudi analize, izvedene v vrzelih jedra pragozdnega rezervata Lom, kjer so bile ugotovljene vrednosti gostot mladja v primerjavi z našimi vrednostmi celo nekoliko manjše. Povprečna gostota primerkov od 10 do 100 cm višine je znašala 1638 ha^{-1} in 297 ha^{-1} v razredu od 100 cm višine do 7,5 cm debeline prsnega premera (Bottero in sod., 2011). Delež jelke je z višino upadel s 67 % na 18 %, delež bukve pa je naglo zrasel iz prvotnih 17 % na 74 %. Analize so pokazale, da na gostoto primerkov v vrzelih odločilneje vpliva starost kakor velikost vrzeli. Omeniti je treba, da so starosti analiziranih vrzeli v Lomu nihale med 20 in 140 let (Bottero in sod., 2011). Analizirane vrzeli v Rajhenavskem Rogu in Čorkovi Uvali so bile stare približno 10 let (Roženberger in sod., 2007).

Podobno so pokazale tudi analize pomlajevanja, izvedene v pragozdnem rezervatu Peručica (Nagel in sod., 2010). Raziskovalci so večje gostote pričakovali v razvitem mladovju znotraj vrzeli zaradi domneve, da je za vrast v višje razvojne faze potrebna večja količina svetlobnega sevanja. Ugotovili so, da so gostote mladja v vrzelih podobne tistim, ki skozi različne razvojne faze mladovja potekajo pod zastorom, kar nasprotuje mišljenju, da so vrzeli primarnega pomena za pomlajevanje v pragozdovih. Analize niso pokazale povezanosti med velikostjo vrzeli in gostotami mladja. Velikost vrzeli je imela zelo majhen vpliv na pojav sencovzdržnih drevesnih vrst, saj so bile te prisotne že pred nastankom vrzeli (Nagel in sod., 2010).

Tudi Garbarino in sod. (2012) na podlagi izsledkov raziskav, izvedenih v jedru rezervata Lom, poudarjajo pomen pomlajevanja pod zastorom, saj so analize vrzeli pokazale, da

imajo velikost, orientiranost in oblika vrzeli zelo majhen vpliv na pojav sencovzdržnih drevesnih vrst. Avtorji izpostavljajo predvsem vpliv vrzeli na konkurenčnost, tekmovalnost in razvoj drevesnih vrst (Garbarino in sod., 2012).

Hartman (1987) je na podlagi raziskav, izvedenih v Rajhenavskem Rogu, predstavil model, ki prikazuje spreminjanje števila dreves in lesne zaloge v pragozdu (slika 15). Široko podnožje piramide števila dreves ponazarja obilno mladje, kjer povsem prevladuje bukev. V ožjem delu piramide se pospešeno odvija boj za svetlobo. Primerki, katerim uspe preboj v streho sestoja, predstavljajo odebeljeni del, sam vrh piramide pa zavzemajo redki orjaki, ki po svojih merah izstopajo iz sestoja. To mesto v Rajhenavskem Rogu pripada jelki. Glede na število dreves pa je oblikovan tudi polieder lesnih mas, prikazuje ga desna stran sheme (Hartman, 1987).



Slika 15. Shematski prikaz nihanja števila dreves in lesne zaloge (Hartman, 1987: 28)

Dendrokronološke analize vseh treh prevladujočih drevesnih vrst v Lomu so na podlagi zelo ozkih branik v središčih debel pokazale, da je večina dreves odraščala pod zastorom (Motta in sod., 2011). Na uveljavljanje jelke v veliki meri vplivajo kombinacije ekoloških dejavnikov in tekmovalnost z ostalimi drevesnimi vrstami, predvsem bukvijo (Diaci in sod., 2010). Jelka je tipična sencovzdržna drevesna vrsta, ki to lastnost uspešno ohranja in izrablja tudi v mladovju višine več metrov, kjer bukev za preživetje potrebuje večje količine svetlobnega sevanja (Diaci in sod., 2010). Bukev je v primerjavi z jelko bolj konkurenčna na območjih z večjimi jakostmi relativnega svetlobnega sevanja, kar je posledica hitrejše višinske rasti (Nagel in sod., 2010). Pod zastorom je bukev deležna večje mortalitete, kar je posledica manj izražene sencovzdržnosti v primerjavi z jelko (Nagel in sod., 2010). Bukev je na ravni podstojnih primerkov v primerjavi z jelko pod zastorom sposobna preživeti krajši čas, kar je posledica dejstva, da se z večanjem višine

sencovzdržnost bukve zmanjšuje (Kneeshawin sod., 2006, Messier in sod., 1999, Valladares in Niinemets, 2008, cit. po Nagel in sod., 2010). Uveljavljanje jelke je posledica pomlajevanja v malih vrzelih ali pod zastorom, skratka uspešno se pomlajuje na območjih, kjer prevladujejo endogene motnje (Nagel in sod., 2010). Jedro pragozdnega rezervata Lom je bilo v preteklosti izpostavljeno zelo majhnim jakostim biotskih in abiotskih motenj, kar je vzrok za majhen delež vrzeli in temu primerno veliko zastrtost območja (Bottero in sod., 2011). Veter, sneg in insekti so najbolj pogost vzrok za pojav motenj na tem območju (Schelhaas in sod., 2003, cit. po Motta in sod., 2011). Tudi Garbarino in sod. (2012) so v raziskavah potrdili hipotezo, da v jedru rezervata Lom prevladujejo vrzeli majhnih velikosti, ki so posledica predvsem endogenih motenj.

Mladje jelke je najbolj priljubljena vrsta prehrane za populacijo srnjadi in jelenjadi (Bončina in sod., 2003). Na območju Čorkove Uvale populacija srnjadi znaša 0,8 in jelenjadi 0,2 primerka na 100 ha (Anonymous, 2007, cit. po Roženberger in sod., 2007). Na območju Rajhenavskega Roga so gostote velikih rastlinojedov veliko večje, in sicer 0,9 in 6,6 primerka srnjadi oziroma jelenjadi na 100 ha površine (Jerina, 2006, 2007, cit. po Roženberger in sod., 2007). V času izvajanja terenskih analiz v Lomu nismo opazili znakov prisotnosti rastlinojede divjadi, tudi gozdarji iz gospodarske enote Drinič so potrdili, da so za okoliške gozdove značilne majhne gostote divjadi.

Velike vrzeli so nujno pomembne za uveljavljanje manj sencovzdržnih drevesnih vrst, kot je gorski javor, saj je ta dovolj konkurenčen le na večjih odprtih območjih (Whitmore, 1989, cit. po Garbarino in sod., 2012). Tudi Motta in sod. (2011) so v raziskavi potrdili, da motnje majhnih jakosti, ki prevladujejo v Lomu, onemogočajo pojav javorja, ki velja za bolj svetloljubno drevesno vrsto v primerjavi z ostalimi tremi dominantnimi drevesnimi vrstami. V analizah, izvedenih v jedru rezervata, je bil pojav že tako majhnega števila primerkov nizkega mladja javorja prisoten le v velikih vrzelih (Bottero in sod., 2011). Pod zastorom se primerki mladja gorskega javorja pojavljajo v zelo majhnem številu, uveljavljanje primerkov gorskega javorja je vezano predvsem na velike vrzeli (Garbarino in sod., 2012).

V Peručici so raziskovalci ugotovili, da so gostote javorja z velikostjo vrzeli naraščale, vrast v višje debelinske stopnje pa je bila mogoča le v vrzelih, večjih od 440 m² (Nagel in sod., 2010).

V raziskavi, izvedeni v pragozdu Pečka, so raziskovalci na vetrolomni površini pričakovali večje gostote gorskega javorja kot na kontrolni ploskvi pod zastorom (Nagel in sod., 2006). Rezultati so pokazali, da velikost vrzeli ni vplivala na pojav svetloljubnih drevesnih vrst. Avtorji pojasnjujejo, da se je z odmrtnjem starih dreves zgolj sprostilo že prisotno bukovo mladje, ki je bilo bolj konkurenčno v primerjavi z ostalimi drevesnimi vrstami. (Nagel in sod., 2006).

Bottero in sod. (2011) so na podlagi dendrokronoloških analiz primerkov, večjih kot 7,5 cm prsnega premera in manjših kot 20 m višine, v jedru rezervata Lom ugotovili, da se primerki smreke skozi zadnja stoletja pojavljajo precej konstantno, vendar v majhnem številu. Težko so pojasnili skoraj konstanten delež smreke skozi različne faze mladovja in v temeljnici sestoja (Bottero in sod., 2011). Garbarino in sod. (2012) so ugotovili, da se primerki smreke v Lomu uveljavljajo predvsem v velikih in podolgovatih vrzelih.

V raziskavi, izvedeni v pragozdu Janj, je v debelinskem razponu od 7,5 do 27,5 cm prsnega premera smreka zavzemala le odstotni delež glede na število primerkov (Govedar, 2002). Avtor pojasnjuje, da se primerki smreke zaradi nezadostne količine svetlobe niso bili sposobni razviti do mere debelinskega pragu (Govedar, 2002).

V Peručici je bilo ugotovljeno, da se na ravni pomladka z vidika številčnosti in priraščanja v najtežji situaciji nahajajo primerki smreke. Zasenčenost in čakanje na ugodne pogoje za rast se pogosto zaključí s sušenjem primerkov (Govedar, 2002).

6.3 VPLIV SVETLOBNEGA SEVANJA

Nižje jakosti relativnega svetlobnega sevanja v Lomu so v primerjavi z Rajhenavskim Rogom in Čorkovo Uvalo povsem razumljive, saj so bile jakosti v Lomu z redkimi izjemami zelo majhnih vrzeli merjene pod zastorom. Roženbergar in sod. (2007) so ugotovili, da jakosti relativnega svetlobnega sevanja z velikostjo vrzeli naraščajo, vendar so bile ob primerjavi vrzeli podobnih velikosti izmerjene jakosti v Čorkovi Uvali manjše kot v Rajhenavskem Rogu. Večje izmerjene vrednosti svetlobnega sevanja v Rajhenavskem Rogu delno pojasnjujejo zelo številčne bukove primerke, ki na ravni mladja povsem prevladujejo.

Roženberger in sod. (2007) so ugotovili, da so na območjih, ki so izpostavljeni visokim vrednostim difuznega in nizkim vrednostim direktnega svetlobnega sevanja, gostote bukovih klic in nizkega mladja dosegle najnižje vrednosti, kar velja tako za Rajhenavski Rog kot tudi Čorkovo Uvalo. Višji primerki bukovega mladja, ki so v obeh rezervatih dosegli največje gostote, niso kazali statistično značilnih povezav z mikrorastiščnimi razmerami. Testi logistične regresije so pokazali negativno povezavo med pojavom nizkega mladja jelke in jakostjo direktnega svetlobnega sevanja v Rajhenavskem Rogu in Čorkovi Uvali, kjer je bila omenjena negativna povezava dokazana tudi za gostote višjih primerkov jelovega mladja (Roženberger in sod., 2007).

V Lomu se je največje število klic jelke pojavilo na območjih, ki so pod vplivom večjih jakosti difuznega svetlobnega sevanja. Število jelovih primerkov do 20 cm višine se je z večanjem jakosti difuznega svetlobnega sevanja zmanjševalo. Gostote klic jelke so bile v tesni negativni povezavi z zastiranjem pritalne vegetacije. Bukovo mladje do velikosti 20 cm je največje gostote doseglo pri velikih vrednostih difuznega svetlobnega sevanja. Višji primerki mladja bukve niso kazali posebnih povezav z jakostjo difuznega svetlobnega sevanja, saj so v tercilnih razredih zavzemali približno enake gostote. Gostote primerkov smreke do velikosti 20 cm so z večanjem jakosti difuznega svetlobnega sevanja upadale, višje mladje smreke je najmanjše gostote doseglo na območjih, ki so pod vplivom velikih jakosti difuznega sevanja.

V Čorkovi Uvali so bili izmerjeni deleži zastiranja pritalne vegetacije večji kot v Rajhenavskem Rogu, večje vrednosti so dosegali na območjih z visokimi vrednostmi difuznega in nizkimi vrednostmi direktnega svetlobnega sevanja (Roženberger in sod., 2007). Ugotovljeni deleži zastiranja pritalne vegetacije so bili v Lomu višji kot v Rajhenavskem Rogu in nižji kot v Čorkovi Uvali. V raziskavi smo dokazali statistično značilno pozitivno povezanost med jakostjo direktnega svetlobnega sevanja in zastiranjem pritalne vegetacije. Glede na posamezne skupine pritalne vegetacije smo ugotovili pozitivno povezavo med zastiranjem grmovnic in jakostjo direktnega svetlobnega sevanja. Razumljivo je, da je delež zastiranja zelišč z višino upadel, delež zastiranja drevesnih vrst pa narasel. V Rajhenavskem Rogu in Čorkovi Uvali so bili največji deleži zastiranja mladja izmerjeni na območjih z visokimi deleži direktnega in difuznega svetlobnega sevanja

(Roženberger in sod., 2007). V Lomu so deleži zastiranja nihali v skladu s spreminjanjem gostot drevesnih vrst po višinskih kategorijah.

Roženberger in sod. (2007) so ugotovili, da na območjih z visokimi vrednostmi difuznega in nizkimi vrednostmi direktnega svetlobnega sevanja bujna pritalna vegetacija ovira nasemenitev in rast drevesnih vrst. Značilnost omenjenih lokacij je, da prejmejo večje količine padavin in manj direktnega svetlobnega sevanja, kar vpliva na temperaturo zraka in prsti. Kljub podobni klimi, matični podlagi, prsti, ekspoziciji in reliefu se razlik v gostotah mladja in zastiranju pritalne vegetacije ne da pojasniti zgolj z jakostmi relativnega in difuznega svetlobnega sevanja (Roženberger in sod., 2007).

6.4 VPLIV VELIKIH LESNIH OSTANKOV

Za velike lesne ostanke je značilna izravnalna sposobnost, s pomočjo katere uravnavajo vodni režim v okolici (Diaci, 2006). Omenjena lastnost je posebnega pomena predvsem na apneni podlagi in v primerih, kadar gre za eksogeno obnovo pragozdov. Lesni ostanki plemenitih listavcev in bukve imajo zaradi manjšega deleža hidrofobnih snovi večjo vodno kapaciteto in so posledično izpostavljeni večjim spremembam vodnega režima kot iglavci (Diaci, 2006). Lesni ostanki bukve so predvsem zaradi povečanega delovanja gliv izpostavljeni hitrejšemu razkroju kot odmrla lesna masa jelke (Govedar in Stanivuković, 2008).

Analize kažejo na zelo izrazit pomen velikih lesnih ostankov na pojav smrekovega mladja. Smrekovih klic je sicer bilo zelo malo, vendar se jih je kar polovica pojavila na lesnih ostankih. V raziskavi smo ugotovili, da je polovica vseh primerkov smreke do 20 cm višine rasla na razkrajajočem se lesu, ki je zavzemal zgolj 11-procentni delež v skupni pokrovnosti. Na lesnih ostankih število primerkov smreke do 20 cm višine celo krepko presega število smrekovih klic. Pri jelki so nakazani drugačni vplivi velikih lesnih ostankov na gostote in pojav primerkov. Očiten je pozitiven vpliv lesnih ostankov na pojav jelke, saj se je kar tretjina vseh klic nahajala na razkrajajočem se lesu, vendar v razredu do 20 cm višine omenjeno razmerje upade na manj kot 10 %.

Dokazali smo tesno statistično značilno pozitivno povezavo med gostotami smrekovih primerkov do 20 cm višine in zastopanostjo velikih lesnih ostankov. Statistično značilen je bil tudi tesen pozitiven vpliv lesnih ostankov na pojav klic jelke.

Obstanek 20 % gozdnih vrst je odvisen od prisotnosti razkrajajočih lesnih ostankov (Christensen in sod., 2005, Siitonen, 2001, cit. po Govedar in Stanivuković, 2008). Samo razkrajajoči lesni ostanki ustvarjajo mikroklimatske pogoje, potrebne za ohranjanje in razvoj raznih vrst gliv, lišajev, mahov in hkrati tvorijo podlago za naravno obnavljanje sestojev (Otto, 1998, Crites in Dale, 1998, Ohlson in sod., 1997, cit. po Govedar in Stanivuković, 2008). Tekom razkrajanja se v okolico sproščajo hranila, ki v primeru endogenega pomlajevanja omogočajo nagel razvoj in rast nove generacije (Diaci, 2006). Omenjeni avtor navaja, da se vpliv lesnih ostankov na pomlajevanje kaže predvsem v manjši konkurenci na ravni koreninskega pleteža in ugodni mikroklimi za pomlajevanje (Diaci, 2006).

Motta in sod. (2011) so ugotovili, da je lesna zaloga velikih lesnih ostankov v jedru rezervata Lom znašala $327 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, kar ustreza 42,9-procentnemu deležu glede na lesno zalogo sestoja. Odmrla stoječa debela zavzemajo 72,2-procentni delež glede na lesno zalogo velikih lesnih ostankov (Motta in sod., 2011).

Nagel in sod. (2006) so v raziskavi, izvedeni na vetrolomni površini v pragozdu Pečka, ugotovili, da so primerki mladja jelke, ki so rasli v neposredni bližini razpadajočih lesnih ostankov, večji in manj poškodovani. To je potrdilo mnenje, da veliki lesni ostanki nudijo neke vrste zaščito pred velikimi rastlinojedi (Peterson in Pickett, 1995, cit. po Nagel in sod., 2006).

Govedar in Stanivuković (2008) sta v raziskavi, izvedeni v pragozdu Peručica, ugotovila, da količina odmrle lesne mase jelke prevladuje tako med stoječimi kot tudi ležečimi odmrlimi debli. Omenjena avtorja sta ugotovila, da je majhen delež velikih lesnih ostankov bukve posledica hitrega razpadanja, ki je značilno za bukev (Govedar in Stanivuković, 2008).

6.5 VPLIVI NA POJAV MLADJA

Rezultati PCO analize so pokazali, da se gostote jelk z naraščanjem kontinentalnosti podnebja ter humoznosti in vlažnosti tal povečujejo ter upadajo z naraščanjem jakosti svetlobnega sevanja in s tem tudi temperature zraka. Zastiranje zelišč se je z večanjem jakosti svetlobnega sevanja povečevalo, gostote mladja jelke pa so se zmanjševale. To nakazuje, da na območjih, ki so pod vplivom večjih jakosti svetlobnega sevanja, močnejše razvita pritalna vegetacija ovira pojav in rast jelovega mladja.

Mladju jelke v kategoriji od 20 do 250 cm višine ustreza večja sestojna temeljnica, dodatno je izražen pozitiven vpliv temeljnice smreke in bukve. To se odraža v večji zastrtosti območja in večji vlažnosti tal. Jelki ne ustrezajo območja, za katera so značilni večji nagibi terena, povečana odprtost strehe sestoja, večje jakosti difuznega in skupnega svetlobnega sevanja, kratka vplivi, ki ponazarjajo večje nihanje razmer v sestoji.

Vplivi, ki bi delovali na pojav bukovega mladja, niso bili tako izraziti, kar nakazuje, da bukovemu mladju ustrezajo zmerne kombinacije analiziranih dejavnikov. Analize so pokazale, da bukovemu mladju ustrezajo predvsem večje količine svetlobnega sevanja in s tem večja temperatura zraka ter boljša preskrbljenost tal s hranili. Na takšnih območjih je bukovo mladje tekmovalno najuspešnejše. Na večje gostote bukovega mladja je zaviralno delovala večja izraženost kontinentalnosti podnebja in vlažnosti tal.

Jelka je najbolj izrazita sencovzdržna drevesna vrsta, ki lahko pod zastorom preživi daljše obdobje kot bukev in smreka (Diaci, 2006). Sposobnost čakanja jelke predvsem na boljše svetlobne razmere se s kvaliteto rastiščnih pogojev podaljšuje (Pintarić, 2002). Zaradi bolj izražene sencovzdržnosti jelke velika lesna zaloga sestoja bolj ugodno vpliva na pomlajevanje jeke kot bukve (Bončina in sod., 2003). Jelka je uspešna predvsem na bolj hladnih in vlažnih mikrorastiščih, kjer prevladujejo skromne svetlobne razmere, značilen je pozitiven vpliv velikih lesnih ostankov in nizek pH tal (Diaci in sod., 2010). Omenjeni avtor izpostavlja, da je na bolj vlažnih in hladnih rastiščih jelka tekmovalno uspešnejša kot bukev, kar velja tako za talno kot tudi za zračno vlago. Optimalne pogoje za jelko predstavljajo z vodo dobro preskrbljena tla, visoka zračna vlažnost in vsaj tri mesece rastne dobe (Pintarić, 2002). Zaradi velikih količin padavin in nizke temperature zraka na območju planine Klekovača (Lom) ne obstaja nevarnost pojava suše v poletnih mesecih (Maunaga in sod., 2005). Zaradi vpliva zastrtosti na mikroklimo je v poletnih mesecih za pragozd značilna nižja temperatura zraka kot za gospodarski gozd ali gozdni rob (Bucalo

in sod., 2005). V pragozdnem okolju je povprečna dnevna temperatura zraka nižja kot v gospodarskem gozdu, ravno obratno se dogaja z zračno vlago (Vilhar in sod., 2006). Na sušenje jelk v nižjih razvojnih fazah odločilno vplivata suša in sončna pripeka, katerih pojav je v zadnjem obdobju zaradi vse bolj izraženih podnebnih sprememb vse pogostejši (Keren in sod., 2011).

Gorskemu javorju ustrezajo vlažna (a ne mokra) in s hranili dobro preskrbljena tla (Pintarić, 2002). Nizko mladje gorskega javorja je sposobno preživeti zasenčeno obdobje, vendar se z višino zahteve po svetlobi hitro povečujejo. Na višjih nadmorskih višinah se primerki gorskega javorja pojavljajo predvsem na južnih, s soncem obsijanih legah (Pintarić, 2002). Vse kaže, da na težave pri uveljavljanju gorskega javorja v Lomu odločilno vpliva pomanjkanje svetlobnega sevanja.

6.6 DOMINANTNI PRIMERKI

Motta in sod. (2011) so v analizah, izvedenih v jedru rezervata, ugotovili, da večina primerkov mladja jelke in smreke kaže izrazito pokončno rast, medtem ko je pri primerkih bukve pogostejše izražena plagiotropna rast. S tem, ko je bukovo mladje dalj časa izpostavljeno rasti pod zastorom, izgublja zmožnost ponovne višinske rasti, česar posledica je plagiotropna rast (Roženberger, 2007, cit. po Motta in sod., 2011).

Govedar (2002) je v pragozdu Peručica izvedel analize dominantnih primerkov mladja. Primerki jelke so v povprečju dosegli višino 123 cm, smreke 106 cm in bukve 77 cm. Povprečna dolžina prirastkov je za jelko in bukev znašala približno 5 cm, za smreko pa 2 cm. Rezultati so pokazali, da se indeks listne površine z večanjem zastrtosti sestoja povečuje, hkrati se gostote mladja zmanjšujejo (Govedar, 2002). Prav tako v Peručici sta Govedar in Stanivuković (2008) ugotovila, da se pri mladju bukve z večanjem višine primerka, premera na korenovcu, širine krošnje in dolžine stranskega poganjka povečuje dolžina vršnega poganjka.

Roženberger in sod. (2007) so ugotovili, da so bili primerki mladja, izpostavljeni visokim vrednostim relativnega svetlobnega sevanja, značilno višji in so dosegali večje prirastke. Delež močno objedenih primerkov je v Rajhenavskem Rogu znašal 26,3 % za bukev in

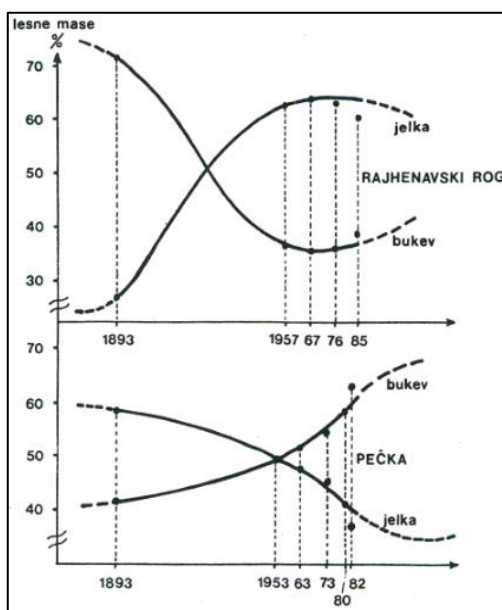
31,8 % za jelko. V Čorkovi Uvali so vrednosti znašale 13,9 % za bukev in 11,3 % za jelko (Roženberger in sod., 2007).

Pri jelovih in smrekovih primerkih je bila izražena pokončna rast z enoosno obliko razrasti terminalnega poganjka. Tudi razmerje med višino in dolžino primerka kaže, da je bila pokončna rast pri jelki in smreki veliko bolj izražena kakor pri bukvi, katere dominantni primerki so dosegli največje povprečne višinske prirastke. Dolžine prirastkov zadnjih treh let so bile majhne. Jelka je bila v primerjavi s smreko deležna precej večje višinske rasti, kar nakazuje, da so rastiščne in sestojne razmere, ki vladajo v Lomu, bolj v prid jelke. V povprečju so dominantni primerki smreke dosegli največje višine, deležni pa so bili najmanjšega višinskega priraščanja.

6.7 MEDSEBOJNO NADOMEŠČANJE

Proces medsebojnega nadomeščanja je bil prvič omenjen pred več kot 100 leti pod izrazom izmenjevanje drevesnih vrst oziroma alternacija (Diaci in sod., 2010). Prvotno je izraz označeval proces, vezan na prostorsko območje odraslega drevesa ali manjše skupine dreves (Fox, 1977, cit. po Diaci in sod., 2010). Tu gre predvsem za večjo verjetnost nasemenitve določene vrste pod krošnjami drugih drevesnih vrst (Diaci in sod., 2010). Veliko je vplivov, ki na nadomeščanje delujejo posredno in neposredno. Pomembnejši dejavniki so predvsem spremembe v zgradbi gozda, ki se v času pojavijo zaradi različnih rastnih zakonitosti in življenjskih dob posameznih drevesnih vrst ter režimov motenj. Izpostaviti je treba tudi vlogo variabilnosti mikrorastišč in demografskih vzrokov, ki so posledica toksinov, zajedavcev in bolezni, vezanih na starševsko drevo, večje tekmovalnosti za hranila med primerki iste vrste in posledice enostranskega izkoriščanja rastišča (Diaci in sod., 2010).

Procesu medsebojnega nadomeščanja v pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog se je prvi podrobneje posvetil Hartman (1987). Na podlagi dolgotrajnih opazovanj rezervatov Rajhenavski Rog in Pečka je oblikoval shemo (slika 16), ki prikazuje nadomeščanje jelke in bukve kot simetrično nihanje, vendar so pri naravnem razvoju prisotna odstopanja, ki so izražena tako po višini kot tudi po časovnem trajanju (Hartman, 1987).



Slika 16. Krivulje ponazarjajo spremembe v deležih jelke in buke v Rajhenavskem Rogu in Pečki. Vodoravna os na sliki prikazuje leta (Hartman, 1987: 28).

Razvojni cikel v dinarskih jelovo-bukovih pragozdovih traja približno 400 do 500 let (Maunaga in sod., 2013). Proces medsebojnega nadomeščanja v Rajhenavskem Rogu je zelo hiter in izrazit (Hartman, 1987). V pičlih sto letih je jelka nadomestila ostarelo bukovo populacijo, zdaj pa svoje mesto ponovno prepušča bukvi. Pragozd Pečka se nahaja v fazi staranja, tu gre za popolno prevlado buke. Na podlagi arhivskih popisov, sušenja jelk nižjih debelinskih stopenj in preštevilčne populacije divjadi se zdi, da se tudi Rajhenavski Rog približuje fazi staranja, s tem pa jelka svoje mesto počasi prepušča bukvi (Hartman, 1987).

Na ravni sestoja je zelo pomembno dopolnjevanje ekoloških niš jelke in buke (Diaci in sod., 2010). Jelka se pogosto pomlajuje pod odraslimi bukovimi drevesi, ki jo ščitijo pred poletno sončno pripeko in ostalimi neugodnimi dejavniki, obenem pa izkorišča spomladansko-jesenski čas za polno asimilacijo, saj je v tem času bukev neolistana (Diaci in sod., 2010).

Analize stanja v pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog so pokazale, da se kljub razmeroma konstantni lesni zalogi deleži posameznih drevesnih vrst in debelinska struktura sestoja zelo spreminjajo (Bončina in sod., 2003). Leta 1893 je delež jelke v skupni lesni zalogi sestoja znašal 27 % in se do leta 1976 povzpел na 64 %. V zadnjih desetletjih delež jelke upada, leta 1995 je zavzemal 57-procentni delež. Debelinska

struktura, slaba vitalnost jelke, obilno bukovo mladje in oteženo pomlajevanje jelke nakazujejo na nadaljnji upad deleža jelke v skupni lesni zalogi. Na razvoj sestojne strukture imajo močan vpliv velike gostote rastlinojede divjadi. Analize medsebojnega nadomeščanja nakazujejo, da gre za naraven proces (Bončina in sod., 2003). Antropogeni dejavniki naravni proces medsebojnega nadomeščanja vrst zgolj pospešujejo (Diaci in sod., 2010).

V Čorkovi Uvali je leta 1980 lesna zaloga v rezervatu znašala 671 m³/ha (Mayer in sod., 1980, cit. po Maunaga in sod., 2013). Do leta 2008 je lesna zaloga sestoj narasla na 680 m³/ha (Anić in Mikac, 2008, cit. po Maunaga in sod., 2013). Med leti 1970 in 1987 je delež jelke upadel za 2 %, medtem ko se je delež bukve povečal za več kot 10 % (Roženberger in sod., 2007).

Maunaga in sod. (2013) opažajo, da se je skupna lesna zaloga sestoj v Lomu med leti 1991 in 2008 povečala za 39 m³/ha, a je delež jelke v preučevanem obdobju upadel, na njen račun se je povečal delež bukve. Delež jelke v zmesi je skozi preučevano obdobje upadel s prvotnih 42 % na 37 %, smreka je ohranila 30-procentni delež. Očiten je upad števila primerkov med 10 in 20 cm prsnega premera in porast števila primerkov nad 80 cm prsnega premera (Maunaga in sod., 2013).

Na regionalni ravni se razlike v procesu medsebojnega nadomeščanja kažejo predvsem v različnih gostotah velikih rastlinojedih parkljarjev, v gospodarskih gozdovih pa je pomemben tudi način gojenja gozdov (Diaci in sod., 2010). Isti avtor navaja, da so spremembe opazne tudi na globalnih ravneh, kjer na tekmovalno razmerje vrst vpliva predvsem spreminjanje podnebja in režimov motenj. Zdajšnji podnebni vplivi pospešujejo bukev (Diaci in sod., 2010).

7 SKLEPI

V Lomu prevladujejo endogene motnje, kar pomeni, da večina dreves odmre skozi procese naravnega propada. Majhna odprtost strehe sestoja pojasni skromne vrednosti svetlobnega sevanja, izmerjenega v Lomu. Kljub temu so ugotovljene gostote mladja dovolj velike za nemoteno obnavljanje sestoja in vrast mladice v višje debelinske stopnje, kar ohranja stabilnost gozdnega sestoja. Spreminjajoči se deleži zastopanosti različnih drevesnih vrst na različnih ravneh mladja in temeljnice odraslega sestoja potrjujejo veliko dinamiko jelovo-bukovih gozdov.

Na ravni klic in primerkov do 20 cm višine povsem prevladuje jelka. Odsotnost klic bukve je posledica dejstva, da bukev v rastni sezoni 2009 ni semenila. Z naraščanjem višine mladja se na račun jelke vztrajno povečujejo deleži bukve, ki v razredu do 10 cm prsnega premera krepko prevladuje. Raziskava je pokazala, da je v Lomu pod zastorom odraslih dreves razvita zadostna količina mladja, ki vztrajno čaka na morebitne sprostitev svetlobnega sevanja vse do gozdnih tal. V takšnih primerih se na povečanje svetlobe najuspešneje odzove bukov mladje. Za majhne motnje v strehi sestoja, ki so posledica odmrta posameznega drevesa, je značilno, da se bukovi orjaki odzovejo s stranskim priraščanjem in hitro zapolnijo sproščeni prostor. V tem času so dominantni primerki bukovega mladja razvili tako veliko asimilacijsko površino, ki je zaradi ponovnega upada relativnega svetlobnega sevanja niso sposobni nadalje razvijati. Domnevamo, da so bukovi primerki večje mortalitete deležni na prehodu iz faze odraslega mladja v fazo podstojnih dreves. Da jelka učinkoviteje gospodari s svetlobo, potrjujejo visoki deleži jelke v mladju. Njena konkurenčna moč v razvojni stopnji odraslega mladja pa je posledica sposobnosti ohranjanja sencovzdržnosti. Zaradi skromnih svetlobnih razmer je v najtežjem položaju mladje smreke, ki z razvojem potrebuje vse večje količine svetlobnega sevanja.

Ugotovili smo, da so gostote primerkov jelke do 20 cm višine z večanjem jakosti difuznega svetlobnega sevanja upadale, kar pa ni veljalo za nizko bukov mladje in klice jelke, ki so se v največjem številu pojavljale na območjih, ki so pod vplivom visokih jakosti difuznega svetlobnega sevanja. Nekoliko manjši deleži zastiranja mladja so posledica skromnih svetlobnih razmer, ki vladajo v Lomu, deleži zastiranja drevesnih vrst so nihali v skladu s spreminjanjem gostot mladja.

Ugotovili smo pozitiven vpliv velikih lesnih ostankov na pojav klic in nizkega mladja iglavcev. Veliki lesni ostanki izrazito pozitivno vplivajo na pojav nizkega mladja smreke, ki se predvsem zaradi skromnih svetlobnih razmer težko uveljavlja. Na območjih, ki so pod vplivom večjih jakosti direktnega svetlobnega sevanja, značilno bolj razvita pritalna vegetacija otežuje razmere za pojav in rast smrekovega mladja.

Dominantni primerki mladja v Lomu dosegajo majhne višinske prirastke. V mladosti hitrejšo višinsko rast bukovih primerkov v primerjavi s primerki jelke in smreke potrjujejo večji povprečni letni prirastki bukovih dominantnih primerkov. V povprečju so dominantni primerki smreke dosegli večje višine, deležni pa so bili manjšega višinskega priraščanja, kar kaže na večjo svetloljubnost mladja smreke v primerjavi z mladjem jelke in bukve.

Analiza PCO je pokazala, da mladju jelke bolj ustrezajo zadržana in vlažna območja, ki so ponazorjena z večjo temeljnico sestoja. Večje gostote je mladje jelke doseglo na območjih, kjer je bila izraženost kontinentalnosti podnebja večja, ter na vlažnih in s hranili dobro preskrbljenih tleh. Za območja, ki so bila deležna večjih jakosti svetlobnega sevanja, je bila pritalna vegetacija značilno bolj razvita in pogosto ovira pojav in rast mladja jelke. Zaviralni vplivi so bili izraženi predvsem na območjih, za katere je bila značilna večja odprtost strehe sestoja, ki nakazuje na višjo temperaturo ozračja in manjšo vlažnost tal. Skratka, jelki ne ustrezajo območja, na katerih je izraženost nihanja klimatskih dejavnikov večja. Vplivi, ki bi delovali na pojav bukovega pomladka, niso bili tako izraziti kot pri mladju jelke, kar nakazuje, da bukovemu mladju ustrezajo zmerne kombinacije analiziranih dejavnikov. Gostote mladja so se večale z rastjo jakosti relativnega svetlobnega sevanja in upadale z izraženostjo kontinentalnosti podnebja. Kaže, da se bukov mladje v primerjavi z mladjem jelke lažje uveljavlja na območjih, kjer pritalna vegetacija (brez zastiranja mladja) zastira večje deleže.

Raziskave drugih avtorjev nakazujejo, da je tudi v Lomu nakazan proces medsebojnega nadomeščanja vrst. Delež jelke v temeljnici sestoja se v zadnjih desetletjih zmanjšuje, kljub temu se jelka nemoteno pomlajuje, mladje pa dosega razmeroma velike gostote. Domnevamo, da bo proces medsebojnega nadomeščanja predvsem zaradi manj izraženega vpliva rastlinojede divjadi počasnejši kot v pragozdovih na območju slovenskih Dinaridov.

8 POVZETEK

V raziskovalni nalogi smo podrobno preučili strukturo in dinamiko mladja ter vplive sestojnih in rastiščnih dejavnikov na pojav mladja v visokogorskem dinarskem jelovo-bukovem pragozdu Lom. Kot temeljni ekološki dejavnik, ki v veliki meri vpliva tudi na ostale ekološke dejavnike, smo izpostavili svetlobno sevanje in poskušali ugotoviti povezave med jakostjo svetlobnega sevanja in zastopanostjo mladja različnih višinskih razredov. Posvetili smo se tudi vprašanju izraženosti medsebojnega nadomeščanja vrst in pomena velikih lesnih ostankov na pojav mladja.

Ker na območju slovenskih Dinaridov raziskovalci opažajo oteženo preraščanje jelovih mladice, smo si za objekt raziskave izbrali pragozdni rezervat Lom. Za Lom so značilne majhne gostote rastlinojede divjadi in v preteklosti manj izraženo onesnaženje ozračja, kar je v nasprotju s primerljivimi pragozdnimi in gospodarskimi sestoji, ki se nahajajo na območju slovenskih Dinaridov. Za Lom so značilne tudi zunanje motnje majhnih jakosti, ki se pojavljajo redko. Omenjene domneve so povod, da smo raziskavo, katere osnovni namen je preučiti ekologijo pomlajevanja, izvedli v pragozdnem rezervatu Lom.

Lom se nahaja v severozahodnem delu Bosne in Hercegovine znotraj masiva planin Klekovača in Grmeč in se razprostira med 1250 m in 1521 m nadmorske višine (Bucalo in sod., 2008). Prevladujoči matični substrat je triadni apnenec, kar se odraža v veliki razgibanosti površja in mestoma zelo izraženi površinski skalovitosti. Kljub majhni količini stalnih površinskih voda je pojav suše zelo redek (Bucalo in sod., 2008).

V mesecu juliju leta 2010 smo v jedru rezervata Lom na površini 15 ha zakoličili 150 raziskovalnih ploskev velikosti 1,5 m x 1,5 m. Na vsaki ploskvi smo ocenili zastiranje pritalne vegetacije, ločeno za vsako vrsto in v treh višinskih razredih. Prešteli smo vse primerke drevesnih vrst in jih beležili med klice oziroma v ustrezen višinski razred, pozorni smo bili tudi na mesto njihovega pojava. Izbrali smo dominantne primerke in jim izmerili osnovne lastnosti. V pogledu iz tlora smo ocenili deleže zastiranja mladja, zeliščne plasti, velikih lesnih ostankov, skal in ostalega. Na sredini vsake raziskovalne ploskve smo izmerili jakost svetlobnega sevanja, iz jugozahodnega oglišča pa smo z Bitterlichovo ploščico izmerili temeljnico, ločeno za vsako drevesno vrsto. Za potrebe štetja primerkov, večjih od 250 cm višine oziroma debelejših od 5 cm prsnega premera,

smo osnovne raziskovalne ploskve razširili na površino 9 m². Vse raziskovalne ploskve so bile razporejene v tri med seboj vzporedne transekte. Vsak transekt je sestavljalo 50 ploskev. Vsaka ploskev je bila točno določena na podlagi azimuta in razdalje glede na izhodiščno točko, kar omogoča preverljivost in ponovljivost terenskih meritev.

Gostota mladja v Lomu znaša 2,0 primerkov na hektar, kar je zadovoljivo za nemoteno obnavljanje in ohranjanje stabilnosti pragozdnega sestoja. Z naraščanjem višine se večajo gostote in deleži zastiranja bukovega mladja, ravno nasprotno pa se dogaja z mladjem jelke. V najtežjem položaju je mladje smreke, ki največje gostote in zastiranje doseže v višinskem razredu od 20 cm do 130 cm, vendar v višinskem razredu nad 250 cm močno upade, kar je posledica skromnih svetlobnih razmer. Konkurenčna moč jelke in bukve je predvsem v sposobnosti na čakanje ugodnih svetlobnih razmer. Omenjeno lastnost jelka za razliko od bukve uspešno ohranja tudi v fazi razvitega mladja. Na podlagi spreminjanja gostot posameznih drevesnih vrst v različnih višinskih razredih smo potrdili domnevo o veliki dinamiki, ki je značilna za jelovo-bukove gozdove.

Skromne svetlobne razmere v Lomu so posledica velike zastopanosti terminalne in optimalne razvojne faze ter podfaze staranja in majhnih jakosti zunanjih motenj, kar se odraža v majhni odprtosti strehe sestoja. Za območja, ki so bila pod vplivom večjih jakosti direktnega svetlobnega sevanja, je bila pritalna vegetacija značilno bolj razvita. Večje jakosti difuznega svetlobnega sevanja so pozitivno vplivale na pojav klic jelke in gostote nižjega bukovega mladja, medtem ko so gostote primerkov jelke do 20 cm višine z naraščanjem jakosti difuznega svetlobnega sevanja upadale.

Na podlagi pozornosti na mesto pojava klic in nižjih primerkov posameznih drevesnih vrst smo preučevali pomen velikih lesnih ostankov na naravno pomlajevanje. Ugotovili smo zelo izrazit pozitiven vpliv razkrajajočih se lesnih ostankov na pojav klic iglavcev in primerkov smreke v razredu do 20 cm višine.

Analize dominantnih primerkov so pokazale, da najverjetneje zaradi skromnih svetlobnih razmer, ki vladajo v Lomu, mladje slabo višinsko prirašča. Največje povprečne letne višinske prirastke so dosegli dominantni primerki bukve. Analize povprečnih doseženih višin dominantnih primerkov in njihovih povprečnih višinskih prirastkov potrjujejo večjo

svetloljubnost primerkov mladja smreke v primerjavi z dominantnimi primerki bukve in jelke.

Rezultati PCO analize so potrdili, da mladju jelke ustrezajo vlažna in zastrta območja ter s hranili dobro preskrbljena tla. Ugotovili smo, da na območjih, ki so pod vplivom večjih jakosti svetlobnega sevanja, bolj razvita pritalna vegetacija pogosto ovira pojav in rast mladja iglavcev, kar pa ne moremo trditi za bukovo mladje. Povezave med gostotami bukovega mladja in vplivom posameznih fitoindikacijskih in ekoloških dejavnikov niso bile posebno izrazite, kar nakazuje na večjo sposobnost prilagajanja bukovega mladja, kateremu ustrezajo zmerne kombinacije omenjenih dejavnikov.

Tudi v Lomu se v zadnjem obdobju delež jelke v skupni lesni zalogi in temeljnici sestoji zmanjšuje, kar nakazuje na proces medsebojnega nadomeščanja vrst, vendar pričakujemo, da bo le-ta manj izrazit kot v primerljivih sestojih na območju slovenskih Dinaridov. Omenjena pričakovanja temeljijo na zadovoljivem in nemotenem vraščanju mladja jelke v višje debelinske stopnje, kar je najverjetneje posledica manjših gostot velike rastlinojede divjadi v današnjem času in v bližnji preteklosti. Iz ugotovljenega lahko sklepamo, da bi ob izključitvi negativnih vplivov, ki so posledica rastlinojede divjadi, tudi v slovenskih dinarskih gozdovih pomlajevanje in vraščanje jelke potekalo veliko bolj uspešno.

9 VIRI

- Anić I., Vukelić J., Mikac S., Bakšić D., Ugarković D. 2009. Uticaj globalnih klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele (*Abies alba Mill.*) u Hrvatskoj. Šumarski list, 133, 3-4: 135-144.
- Bončina A., Gasperšič F., Diaci J. 2003. Long-term changes in tree species composition in the Dinaric mountain forests of Slovenia. The Forestry Chronicle, 79, 2: 227-232.
- Bottero A., Garbarino M., Dukić V., Govedar Z., Lingua E., Nagel T. A., Motta R. 2011. Gap-Phase Dynamics in the Old-Growth Forest of Lom, Bosnia and Herzegovina. Silva Fennica, 45, 5: 875-887.
- Bucalo V., Brujić J., Travar J., Milanović Đ. 2008. Flora prašumskog rezervata Lom. Banja Luka, Šumarski fakultet: 550 str.
- Diaci J. 1999. Meritve sončnega sevanja v gozdu - I. Presoja metod in instrumentov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 58: 105-138.
- Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja: učbenik za študente univerzitetnega študija gozdarstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.
- Diaci J., Roženberger D., Nagel T.A. 2010. Sobivanje jelke in bukve v Dinaridih: usmeritve za ohranitveno gospodarjenje z jelko. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 91: 59-74.
- Garbarino M., Mondino E. B., Lingua E., Nagel T. A., Dukić V., Govedar Z., Motta R. 2012. Gap disturbances and regeneration patterns in a Bosnian old-growth forest: a multispectral remote sensing and ground-based approach. Annals of Forest Science, 69, 5: 617-625.
- Govedar Z. 2002. Elementi strukture i prirodno podmlađivanje mješovite sastojine bukve, jele i smrče u prašumi Janj. Šumarstvo, 54, 4-6: 9-24.
- Govedar Z., Stanivuković Z. 2008. Natural regeneration of beech in mixed stands of beech and fir with spruce (*Piceo-Abieti-Fagetum*) in the virgin forest »Peručica«. Bulletin of the Faculty of Forestry, 97: 107-126.

Govedar Z., Stanivuković Z., Keren S., Bjelanović I. 2010. Istraživanje mikroklimatskih karakteristika mešovite šume jele i smrče (*Abieti piceetum illyricum*) na području Driniča u Republici Srpskoj. Šumarstvo, 62, 3-4: 51-60.

Hartman T. 1987. Gozdni rezervati Slovenije: pragozd Rajhenavski Rog. (Strokovna in znanstvena dela, 89). Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo Biotehniške fakultete: 80 str.

Jarni K., Robič D., Bončina A. 2004. Analysis of the influence of ungulates on the regeneration of Dinaric fir-beech forests in the research site Trnovec in the Kočevje region. Zbornik gozdarstva in Lesarstva, 74: 141-164.

Keren S., Stanivuković Z., Govedar Z. 2011. Zdravstveno stanje podmlatka i mladika jele u pojasu bukovih šuma na planini Grmeč - GJ »Čelić kosa«. Šumarstvo, 63, 1-2: 55-69.

Klopčič M., Bončina A. 2011. Stand dynamics of silver fir (*Abies alba Mill.*)-European beech (*Fagus sylvatica L.*) forests during the past century: a decline of silver fir? Forestry, 84, 3: 259-271.

Kotar M. 1999. Gojenje gozdov, Ekologija gozda in gozdoslovje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 128 str.

Kotar M. 2011. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.

Maunaga Z., Burlica Č., Pavlović B., Bozalo G., Koprivica M., Lazarev V., Mataruga M., Rapajić Ž., Govedar Z., Stanivuković Z., Kovačević Z., Došenović L., Brujić J. 2005. Studija prašume Janj i Lom. Banja Luka, Univerziteta u Banjoj Luci, Šumarski fakultet: 143 str.

Maunaga Z., Motta R., Dukić V. 2013. Zaštićena područja-razvoj i budućnost prašume »Lom«. V: Scientific Conference Forests – an indicator of environmental quality. 2011. Šarić T., Beus V. (ur.). Sarajevo, Department of Natural Sciences and Mathematics: 41-60.

Mlinšek D. 1989. Pra-gozd v naši krajini. Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 157 str.

Motta R., Berretti R., Castagneri D., Dukić V., Garbarino M., Govedar Z., Lingua E., Maunaga Z., Meloni F. 2011. Toward a definition of the range of variability of central

European mixed *Fagus*–*Abies*–*Picea* forests: the nearly steady-state forest of Lom (Bosnia and Herzegovina). *Canadian Journal of Forest Research*, 41, 9: 1871-1884.

Nagel T. A., Diaci J. 2006. Intermediate wind disturbance in an old-growth beech–fir forest in southeastern Slovenia. *Canadian Journal of Forest Research*, 36, 3: 629-638.

Nagel T. A., Svoboda M., Diaci J. 2006. Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth *Fagus*–*Abies* forest in southeastern Slovenia. *Forest Ecology and Management*, 226, 1-2: 268-278.

Nagel T. A., Svoboda M. 2008. Gap disturbance regime in an old-growth *Fagus*–*Abies* forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina. *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 11: 2728-2737.

Nagel T. A., Diaci J., Roženberger D. 2009. Novi pogledi na istraživanje pršuma Dinarida. *Hrvatska misao*, 13, 1: 80-85.

Nagel T. A., Svoboda M., Rugani T., Diaci J. 2010. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus*–*Abies* forest of Bosnia–Herzegovina. *Plant ecology*, 208, 2: 307-318.

Pintarič K. 2002. Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća. Sarajevo, Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine : 221 str.

Roženberger D., Mikac S., Anić I., Diaci J. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech–fir forest reserves in South East Europe. *Forestry*, 80, 4: 431-443.

Stupar V., Brujić J., Milanović Đ., Cvjetićanin R. 2014. Association of beech, fir and spruce in Klekovača Mt.-management effects on its form and composition (28.05. 2014) <http://congress.sfb.bg.ac.rs/PDF/forestry/rad57f.pdf> (14.01. 2015)

Vilhar U., Simončič P., Kajfež-Bogataj L., Katzensteiner K., Diaci J. 2006. Mikroklimatske razmere v vrzelih in sestojih dinarskega jelovo-bukovega gozda. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 81: 21-36.

ZAHVALA

V največji meri se zahvaljujem mentorju prof. dr. Juriju Diaciju za napotke in usmeritve v času pisanja diplomske naloge. Dr. Dušanu Roženbergerju se zahvaljujem za uporabne nasvete v fazi analize podatkov.

Dr. Andreju Rozmanu se zahvaljujem za izvedbo vegetacijske analize.

Za pomoč pri terenskem delu se zahvaljujem Bogosavu Đuriću, mag. Srđanu Kerenu in mag. Ivanu Bjelanoviću. Ivanu gre posebna zahvala za posnete hemisferične fotografije, Srđanu pa za njihovo ovrednotenje.

Iskreno se zahvaljujem staršem, ki mi celo življenje stojijo ob strani in so mi omogočili študij.

