

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

Katja Kunc

**VPLIV GOSPODARJENJA NA STABILNOST
VAROVALNIH GOZDOV NAD GLAVNO CESTO
GODOVIČ – IDRIJA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

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

Katja KUNC

**VPLIV GOSPODARJENJA NA STABILNOST VAROVALNIH
GOZDOV NAD GLAVNO CESTO GODOVIČ – IDRIJA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**INFLUENCE OF MANAGEMENT ON STABILITY OF PROTECTIVE
FORESTS ABOVE MAIN ROAD GODOVIČ – IDRIJA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

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.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija in za recenzenta izr. prof. dr. Boštjana Koširja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Katja Kunc

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 627.1:61(497.4*01 Godovič)(043.2)=163.6
KG	varovalni gozdovi/stabilnost/pomlajevanje/raznoverstnost/optimalna zgradba gozda/gospodarjenje/padajoče kamenje
AV	KUNC, Katja
SA	Diaci, Jurij (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2008
IN	VPLIV GOSPODARJENJA NA STABILNOST VAROVALNIH GOZDOV NAD GLAVNO CESTO GODOVIČ – IDRIJA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 60 str., 14 pregl., 27 sl., 3 pril., 27 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Nad glavno cesto Godovič – Idrija smo preučevali stabilnost varovalnih gozdov. Izbrali smo dve ploskvi; eno v gospodarjenem in drugo v negospodarjenem sestoju. Na vsaki ploskvi smo popisali drevje, odmrlo lesno maso, panje ter pomladek. Drevesa smo popisali na dveh ploskvah velikosti 3500 m ² , pomladek na skupno 70 ploskvicah (1,5 x 1,5 m). Pomladek smo popisali tudi na večji odprti površini na 10 ploskvicah. Stabilnost gozdov zagotavljamo z zadostnim pomlajevanjem, mnogovrstno sestavo ter optimalno – raznomerno zgradbo gozda. Na negospodarjeni ploskvi je bilo pomlajevanje nezadostno. Pomanjkljivo je bilo preraščanje v višje debelinske stopnje. Na gospodarjeni ploskvi je bilo pomladka dovolj. Na odprti površini je problem predstavljala zeliščna plast, ki je zavirala razvoj pomladka. Varovalna funkcija, glede na razdaljo dreves, ki ne sme preseči 40 m, ni bila zagotovljena. Razdalja je presežena, kar pomeni, da padajoče kamenje lahko pridobi visoko hitrost ter rušilno moč. Ocena tveganja za prehod skale skozi sestoj po modelu Rockfor.net za skalo premera enega metra je na obeh ploskvah velika (17-20 %). Predlagana rešitev je zmanjšanje prsnega premera ter povečanje gostote dreves. Gostota drevja je zadostna, če v izračunu upoštevamo še odmrlo stoječe drevje ter panje, oboje višje od prsne višine. Kot ovira za padajoče kamenje se lahko uporabi tudi prečno na pobočje padlo drevje.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Gth

DC FDC 627.1:61(497.4*01 Godovič)(043.2)=163.6

CX protective forests/stability/natural regeneration/diverse composition of species/optimal forest structure/management/rockfall

AU KUNC, Katja

AA DIACI, Jurij (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

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

PY 2008

TI INFLUENCE OF MANAGEMENT ON STABILITY OF PROTECTIVE FORESTS ABOVE MAIN ROAD GODOVIČ-IDRIJA

DT Graduation Thesis (University studies)

NO XI, 60 p., 14 tab., 27 fig., 3 ann., 27 ref.

LA sl

AL sl/en

AB Stability of protective forests above the main road Godovič – Idrija was analysed on two research plots. One plot was observed in a managed stand while the other in an unmanaged stand. On each plot stand parameters, coarse woody debris, stumps and natural regeneration of tree species were analysed. Trees were registered on two whole plot areas each measuring 3500 m² while regeneration was observed on 70 subplots (1,5 x 1,5 m). Natural regeneration of tree species was registered also on a larger open surface, on 10 subplots. Ecological stability in protection forests is assured by sufficient natural regeneration, diverse composition of species and optimal forest structure. Regeneration was insufficient on the unmanaged plot. Outgrowing to higher tree diameters was not ensured. Regeneration was successful on the managed plot. On the large cleared area a dense ground vegetation obstructed the development of seedlings. On all plots the protective function was not ensured since the distance between the trees should not exceed 40 m. Because this distance was exceeded the falling stones could gain high speed and destructive power. Rockfall hazard for a rock of one meter diameter, calculated using Rockfor.net tool, was high on both surfaces (17-20 %). The suggested solution is to reduce the breast diameter and increase the density of trees. The density is sufficient in case that in calculation are considered also dead stationary trees and stumps, both higher than breast height. Fallen trees can be positioned transversely to slope thus serving as an obstacle for falling stones.

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	X
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	4
3 NAMEN IN HIPOTEZE.....	8
4 PREDSTAVITEV OBJEKTA IN RAZISKAVE	9
4.1 GOZDNOGOSPODARSKA PREDSTAVITEV TER DOSTOP IN LEGA OBJEKTOV RAZISKAVE.....	9
4.1.1 Prva ploskev	9
4.1.2 Druga in tretja ploskev.....	12
4.2 PODNEBJE	16
5 METODE DELA	17
5.1 TERENSKA IZVEDBA.....	17
5.1.1 Sestoj pomlajen na večji površini.....	17
5.1.2 Raziskovalni ploskvi v odraslem sestoju	18
5.1.2.1 Popis dreves.....	18
5.1.2.2 Analiza pomlajevanja	20
5.2 ANALIZA PODATKOV	22
6 REZULTATI.....	25
6.1 ANALIZA MLADJA	25
6.1.1 Prva ploskev	25
6.1.2 Druga ploskev	26
6.1.3 Tretja ploskev	28
6.1.4 Primerjava med ploskvami.....	29
6.2 POPIS DREVES, DREVESNIH OSTANKOV, JEDER MLADJA TER PANJEV	34
6.2.1 Prva ploskev	34

6.2.1.1	Drevesna sestava.....	34
6.2.1.2	Pomladek v jedrih, v vrzelih ali pod zastorom	35
6.2.1.3	Drevesni ostanki in panji	35
6.2.2	Druga ploskev	36
6.2.2.1	Drevesna sestava.....	36
6.2.2.2	Pomladek v jedrih, v vrzelih ali pod zastorom	36
6.2.2.3	Drevesni ostanki in panji	37
6.2.3	Primerjava med ploskvami.....	38
6.3	IZRAČUN RAZDALJE MED DVEMA ZAPOREDNIMA TRKOMA SKALE OB DREVO TER VERJETNOST TVEGANJA PREHODA PADAJOČEGA KAMENJA SKOZI SESTOJ PO MODELU ROCKFOR.NET	42
7	RAZPRAVA.....	46
8	SKLEPI.....	55
9	POVZETEK.....	56
10	VIRI	58
	ZAHVALA	61
	PRILOGE.....	62

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled drevesne sestave na prvi ploskvi po poškodovanosti (št./ha).....	26
Preglednica 2: Pregled drevesne sestave na drugi ploskvi po poškodovanosti (št./ha).....	27
Preglednica 3: Pregled drevesne sestave na tretji ploskvi po poškodovanosti (št./ha).....	28
Preglednica 4: Povprečne vrednosti naklona, ekspozicije, pokrovnosti ter skalovitosti po ploskvah.....	29
Preglednica 5: Pregled številčnosti in deležev pomladka glede na vrzeli	32
Preglednica 6: Pregled vrzeli na drugi ploskvi.....	37
Preglednica 7: Shannon-ov indeks raznolikosti.....	41
Preglednica 8: Simpson-ov indeks diverzitete.....	41
Preglednica 9: Razdalja med dvema zaporednima trkoma skale ob drevo (m) pred odstranitvijo dreves s slabo stabilnostjo	42
Preglednica 10: Razdalja med dvema zaporednima trkoma skale ob drevo (m) po navidezni odstranitvi dreves s slabo stabilnostjo	43
Preglednica 11: Razdalja med dvema zaporednima trkoma skale ob drevo (m) z dodano 3. in 4. debelinsko stopnjo	44
Preglednica 12: Verjetnost tveganja za prehod skale skozi sestoj na prvi ploskvi (Probable Rockfall Hazard).....	44
Preglednica 13: Verjetnost tveganja za prehod skale skozi sestoj na drugi ploskvi (Probable Rockfall Hazard).....	45

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer poškodbe na vozilu zaradi padajočega kamenja.....	2
Slika 2 : Znak za padajoče kamenje	11
Slika 3: Zgornje levo oglišče, gledano po pobočju navzgor, prve, negospodarjene ploskve, ki je postavljeno pod skalami, na manjšem platoju	11
Slika 4: Pogled z zgornjega levega oglišča, prve ploskve, gledano po pobočju navzgor, v sestoj.....	12
Slika 5: Dostop na drugo ploskev in pogled z zgornje strani. Zgornje levo oglišče (gledano po pobočju navzgor) je označeno s palico.....	14
Slika 6: Pogled z zgornjega levega oglišča druge ploskve v sestoj.....	15
Slika 7: Položaji ploskev (Interaktivni Atlas Slovenije, 1998, 1: 50000)	15
Slika 8: Klimogram za merilno postajo Vojsko za obdobje 1961-1990 (klimatski podatki za 30-letno obdobje).....	16
Slika 9: Število pomladka po drevesnih vrstah po ploskvah.....	29
Slika 10: Grafična predstavitev mešanosti pomladka po ploskvah	30
Slika 11: Pregled poškodovanosti ter številčnosti pomladka po ploskvah.....	30
Slika 12: Številčnost pomladka po drevesnih vrstah ter višinskih razredih	31
Slika 13: Deleži pomladka glede na vrzeli v skupnem številu po ploskvah.....	32
Slika 14: Sestava pomladka v odstotkih glede na vrzel in skupno število po ploskvah.....	33
Slika 15: Deleži drevesnih vrst v pomladku in skupnem številu glede na vrzel	33
Slika 16: Debelinska struktura po številu dreves ter lesni zalogi na prvi ploskvi	34
Slika 17: Debelinska struktura po številu dreves ter lesni zalogi na drugi ploskvi	36
Slika 18: Število osebkov na obeh ploskvah po debelinskih stopnjah	38
Slika 19: Drevesna sestava lesne zaloge po ploskvah ter drevesnih vrstah.....	39
Slika 20: Višinske krivulje ter statistična predstavitev višinske rasti glede na premer na prvi in drugi ploskvi	39
Slika 21: Poškodovanost po debelinskih stopnjah na prvi in drugi ploskvi	40
Slika 22: Deleži drevesnih ostankov v skupni drevesni masi na ploskvah	41
Slika 23: Primer zaustavljene skale s prve ploskve.....	43
Slika 24: Vir padajočega kamenja na prvi ploskvi	48

Slika 25: Vpliv temeljnice sestoja na verjetnost tveganja prehoda skal skozi sestoj, z dolžino 500 m, naklonom 38°, nad katerim je skalna stena višine 10 m, z različnimi kombinacijami premera dreves ter volumna skal (Dorren, Berger 2006)	49
Slika 26: Poškodbe na drevju zaradi padajočega kamenja ter 'efekt skrivanja'	51
Slika 27: Primer zaustavljene skale zaradi prečno padlega debla	52

KAZALO PRILOG

Priloga A: Obrazec za popis mladja	62
Priloga B: Posnetki dreves, drevesnih ostankov ter panjev na prvi ploskvi.....	63
Priloga C: Posnetki dreves, drevesnih ostankov ter panjev na drugi ploskvi.....	64

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

H: višina osebkov, dreves

DBH: premer drevesa v višini 1,3 m

H': Shannonov indeks

λ : Simpsonov indeks diverzitete

MTFD_{Gsteiger}: srednja drevesna prosta razdalja

PRH: verjetnost prehoda skale skozi sestoj (Probable Rockfall Hazard)

1 UVOD

Gospodarjenje z gozdovi v republiki Sloveniji se je izvajalo in se izvaja na načelih trajnosti, sonaravnosti in večnamenskosti gozdov. Načrtno delo zagotavlja trajno ohranjanje gozdov in vseh njegovih funkcij. Pridobivanje lesa in drugih gozdnih dobrin ter raba gozda morata biti skladna s potenciali in kapacitetami gozdov, ki jih določa naravni razvoj gozdnih združb. Temu so prilagojeni gozdnogojitveni ukrepi, ki zagotavljajo ohranjanje naravne sestave gozdnih življenjskih združb in njihovo biotsko raznovrstnost ter krepijo vsestransko odpornost gozdov in njihovo sposobnost uresničevanja proizvodnih, ekoloških in socialnih funkcij gozdov (Resolucija o nacionalnem gozdnem programu, 2007).

V vse bolj obremenjenem okolju ima gozd izjemno pomembno vlogo pri ohranjanju biotske raznovrstnosti in ekološkega ravnotežja v naravi. Ima tudi nenadomestljivo vlogo pri varovanju tal na strmih legah, še posebej v visokogorju. Pred naravnimi nevarnostmi ščiti nižje ležeča zemljišča in objekte. Gozdovi z izjemno poudarjeno funkcijo varovanja gozdnih zemljišč in sestojev so razglašeni za varovalne gozdove. Gospodarjenje v teh gozdovih je v povprečju nizke intenzivnosti, z osnovo krepitve ekoloških funkcij (Resolucija o nacionalnem gozdnem programu, 2007).

Slovenija je reliefno zelo razgibana. Gozdovi poraščajo kar tri četrtine površja, kjer so nakloni terena večji kot 20 odstotkov, in kar 90 odstotkov površine, kjer je naklon terena večji kot 35 odstotkov. V Sloveniji je opaziti erozijske pojave na površini 900000 ha (Resolucija o nacionalnem gozdnem programu, 2007).

Varovalni gozdovi so gozdovi, ki varujejo zemljišča usadov, izpiranja in krušenja, gozdovi na strmih obronkih ali bregovih voda, gozdovi, ki so izpostavljeni močnemu vetru, gozdovi, ki v hudourniških območjih zadržujejo prenatrsko odtekanje vode in zato varujejo zemljišča pred erozijo in plazovi, gozdni pasovi, ki varujejo gozdove in zemljišča pred vetrom, vodo, zameti in plazovi, ter gozdovi na zgornji meji gozdne vegetacije (Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom, 2007).

Stabilen varovalni gozd lahko nekajkrat zmanjša delež skalnih okruškov, ki ogrožajo npr. prometnico (Chauvin in Renaud, 1996, cit. po Zemljič in Horvat, 1999). Na pobočju z naklonom 38 stopinj, se ogroženost zaradi padajočega kamenja zmanjša za 63 odstotkov, če je prisotno gozdno rastje (Dorren in sod., 2005).

Glavna cesta Godovič – Idrija nas popelje iz Godoviča, ki leži 580 metrov nad morjem, do 246 metrov nižjega mesta Idrija. Cesta je speljana po številnih serpentinah ter usekih v brežino. V zgornjem delu ceste predstavljajo problem zelo labilne in erodibilne brežine, kar rešujejo z visečimi mrežami. V spodnjem delu, ki je speljan po ozki soteski reke Zale, pa glavni problem predstavlja padajoče kamenje. Kamenje pada s strmih pobočij nad brežinami, ki so mestoma zaradi same strmine in skalovitosti slabo poraščena z gozdnim drevjem.

Padajoče kamenje predstavlja neposredno nevarnost prometu, ki se odvija na zgoraj omenjeni relaciji. Obremenjenost ceste kažejo podatki štetja prometa v letu 2007, ko je bilo na relaciji Spodnja Idrija – Godovič, števno mesto Idrija, dnevno naštetih 4544 vozil. Po navedbah zavarovalnice Maribor naj bi bilo na območju Nove Gorice v 90 odstotkih obravnavanih škod na vozilih v letu 2007 krivo kamenje. Škodo je povzročalo padajoče kamenje z brežine na vozilo ter ležeče kamenje na vozišču. Po podatkih Aleksandra Paglavca, zavarovalniškega agenta, je bilo v letu 2007 samo v njegovem zastopstvu od 314 prijavljenih avtomobilskih škod, kar 7 primerov zaradi padajočega kamenja.



Slika 1: Primer poškodbe na vozilu zaradi padajočega kamenja (A. Paglavec, 2007)

Vemo, da ima dober varovalni gozd veliko gostoto dreves z različnimi premeri, mozaično sestavo razvojnih faz, ter da mora biti stabilen in vitalen z obilnim in kakovostnim podmladkom.

V nalogi smo analizirali drevesno sestavo na dveh različnih ploskvah. Eno v gospodarjenem gozdu, z mozaičnim prepletom razvojnih faz, ter drugo v negospodarjenem, kjer prevladuje starejša razvojna faza. Ugotavljali smo učinke obeh sestojev na izboljšanje oziroma poslabšanje varovalne funkcije gozda. Analizirali smo tudi podmladek. Zanimalo nas je, kakšen podmladek je na bližnji odprti površini, kjer je bila izvajana sečnja ter spravilo z žičnim žerjavom ter podmladek v obeh odraslih sestojih.

2 PREGLED OBJAV

Fink (2001) v svoji diplomski prikazuje stanje varovalnih gozdov v Sloveniji preko številnih parametrov. Opisuje značilnosti varovalnih gozdov, kriterije opredeljevanja, pravni status, definicije, izrazoslovje ter gospodarjenje in načrtovanje v teh gozdovih.

Košir (1976) je vrednotil gozdni prostor po varovalnem in lesno proizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer. Osnova mu je bilo proučevanje in kartiranje gozdnih združb ter gozdnovegetacijske karte Slovenije. Glede na varovalni in lesnoproizvodni pomen gozdov je določil sisteme gospodarjenja ter možnosti in pogoje za sočasno uporabo oziroma poglobljena neskladja pri uporabi gozdnega prostora.

Anko, Golob in Smolej (1985) so na podlagi popisa iz leta 1980 povzeli analizo stanja varovalnih gozdov v Sloveniji. Ločili so dve različni opredelitvi varovalne funkcije. In sicer trajno in začasno varovalno funkcijo. Varovalno funkcijo so umestili v razvoj obravnavanja le te v zakonodaji. Analizirali so nekatere parametre, ki vplivajo na opredeljevanje varovalnih gozdov ter pogoje gospodarjenja za varovalno funkcijo.

V zborniku republiškega seminarja z naslovom Varovalnost gozda v Sloveniji (1987) je več avtorjev obravnavalo varovalne gozdove. Robič je razčlenil ekološki vidik varovalne funkcije gozda, ki se odraža v primarni biološki produkciji, v transformaciji sončne energije ter akumulaciji organske snovi, energije in vode. Golob se je ukvarjal s pojmom pravno varovanega varovalnega gozda. Navedel je tudi primere iz tujine. Mlinšek je v prispevku z naslovom Varovalni gozd – tokrat drugače predstavljen, kritiziral klasično delitev gozdov na varovalne in na nevarovalne. Vsak gozd namreč opravlja varovalno funkcijo. Rebula je obravnaval potrebnost in možnost poseganja v varovalni gozd ter razčlenil vrste ukrepov v varovalnih gozdovih. Navedel je, da mora biti gojitveno in sečnospravilno načrtovanje, zelo podrobno in na visoki strokovni ravni. Ugotovil je, da sečnja v varovalnih gozdovih ni tehnološki, temveč gospodarski problem. Winkler je ekonomsko vrednotil varovalno in druge splošnokoristne funkcije. Ugotovil je, da vrednost trajnega gozda vključuje vrednost lesnoproizvodne in vseh splošno koristnih funkcij gozda.

Posamične koristi je mogoče izračunati pri lesnoproizvodni funkciji in le pri nekaterih splošnokoristnih funkcijah. Gašperšič se je ukvarjal z vprašanjem skladnega razvijanja in krepitve varovalne funkcije gozdov z gozdnogospodarskimi načrti. V članku je prikazal glavne konflikte v odnosu do varovalne funkcije pri gojenju gozdov, tehnologiji pridobivanja lesa in gozdnih gradnjah. Pogačnik je izpostavil varovalne gozdove v kranjskem gozdnogospodarskem območju v zadnjem obdobju. Prikazal je problematiko izločanja varovalnih gozdov ter podal predloge za enotnejše vrednotenje varovalne funkcije pri izločanju varovalnih gozdov. Podal je tudi cilje pri gospodarjenju z varovalnimi gozdovi.

V zborniku je zajeta tudi analiza varovalnih gozdov v Sloveniji, iz popisa 1980. Predstavljene so analize nekaterih parametrov, zajetih v tem popisu, ki očitno vplivajo na izločanje varovalnih gozdov. Prispevek obravnava: spremembo površin varovalnih gozdov, rastlinsko združbo, naklon, kamnino, nadmorsko višino, lesno zalogo, pravni status varovalnih gozdov in lastništvo. Na koncu so zbrana še poročila oziroma problematike po posameznih gozdnogospodarskih območjih.

Wehrli in sod. (2007) so se ukvarjali s teorijo in prakso upravljanja in ravnanja z varovalnimi gozdovi. Ugotovili so, da lahko upravljanje z varovalnimi gozdovi izboljšamo s sodelovanjem med zainteresiranimi državami. Sodelovanje, izmenjava izkušenj in znanj, je nujno za pripravo temeljnih izhodišč, na katerih se bo gradilo nadaljnje upravljanje z varovalnimi gozdovi v Evropi. V sklopu meddržavnega sodelovanja, je bilo izpeljanih nekaj uspešnih primerov z različnimi INTERREG projekti. V INTERREG projekte je vključenih devet držav, med katerimi je tudi Slovenija. V okviru projektov so razvijali splošne strategije za vse gorske gozdove v Evropi. Horvat, Maričič, Papež (2005) predstavljajo projekt INTERREG. Ugotovili so, da nam bodo evropski projekti dali skupne strategije in priporočila za konkretne ukrepe na posameznih področjih zagotavljanja varnosti pred naravnimi nesrečami. Detajlno so predstavili projekt NAB (Naturpotentiale Alpiner Berggebiete) ter NMF (Network Mountain Forest). Namen prvega je izpopolnitev in razvoj varstva prebivalstva ter infrastrukture pred naravnimi nesrečami. Namen drugega pa izdelava skupne strategije gospodarjenja z gorskimi gozdovi na območju Alp ter

opredelitev konkretnih ukrepov za ohranitev oziroma izboljšanje stanja gozdov s posebnim poudarkom na njegovi varovalni funkciji.

Brang (2001) se je ukvarjal z odpornostjo in z elastičnostjo gozda. Pojasnil in ilustriral jo je s primeri. Vključevanje pojma odpornosti in elastičnosti v gozdarsko načrtovanje je prikazal v petih korakih: 1) identifikacija motenj in počasnih, neželenih sprememb, 2) identifikacija značilnosti, ki se navezujejo na odpornost in elastičnost gozda do različnih motenj, 3) identifikacija spremenljivk, za spremljanje teh značilnosti, 4) osnovanje ciljnih vrednosti za vsako spremenljivko, 5) realizacija, skupaj s spremljanjem izvedenega.

Dorren in sod. (2004) so se ukvarjali s celovitostjo, stabilnostjo in upravljanjem varovalnih gozdov v Alpah. Ekosistemsko celovitost opisujejo kot sposobnost ekosistema, da ohrani strukturo in funkcije v procesih, značilnih za določeno ekoregijo. Za ekološko stabilnost morajo biti izpolnjeni trije pogoji. In sicer: raznolika sestava drevesnih vrst, zadostno naravno pomlajevanje ter optimalna, večplastna in mozaična zgradba gozda. Poznati moramo tudi izvor gozda, preteklost gospodarjenja ter zgodovino naravnih motenj. V članku sta navedena dva konkretna primera iz varovalnega gozda. Eden iz Avstrije, drugi iz Francije. Ukvarjali so se tudi s problemom slabe povezanosti teorije in prakse v varovalnih gozdovih. V ta namen so razvili metodo za doseganje večje količine znanja o povezavi med abiotskimi (padajoče kamenje) in biotskimi (zgradba varovalnega gozda) dejavniki v varovalnih gozdovih.

Dorren in Berger (2006) sta se ukvarjala z iskanjem ravnotežja med tradicionalnimi ukrepanji v varovalnih gozdovih ter modernimi tehnologijami. Iskala sta dobre in slabe prakse iz tradicionalnega ukrepanja. Ocenjevala sta nove tehnologije, še posebej tiste, ki se uporabljajo v gozdovih, ki varujejo pred padajočim kamenjem. Na koncu sta združila najboljše od starih in novih tehnologij.

Brang in sod. (2006) so predstavili pojavnost, omejitve, ekologijo, sestojne strukture in dinamiko, odpornost ter elastičnost varovalnega gozda v Alpah. Skupaj s švicarskimi strokovnjaki so razvili smernice za upravljanje z varovalnimi gozdovi, kot primer standardiziranega odločanja.

Motta in Haudemand (2000) sta na primeru gozda Ban de Ville nad Courmayeurjem (dolina Aosta, Italija) proučevala stabilnost varovalnih gozdov. V izogib zmedi in nerazumevanju sta pojem stabilnost razčlenila na več lastnosti le-te. Kot je pokazal primer gozda Ban de Ville, je neprimerna vrstna sestava z enomerno horizontalno in vertikalno teksturo vzrok za naravno degradacijo, prisotnost naravnih škodljivcev ter posledično upad zmožnosti opravljanja varovalne funkcije. Izpolnjevanje različnih funkcij gorskega gozda, se je v zadnjem času radikalno spremenilo. Pomen tradicionalnih funkcij se je zmanjšal, pojavile pa so se nove. Zavarovanje ljudi in infrastrukture se je izkazalo za najpomembnejše. Za izpolnjevanje varovalne funkcije so se najbolj izkazali raznodobni, raznomerni in malopovršinski sestoji. Za pravilno gozdarsko obravnavo takih sestojev je potrebno poznavanje lokalnih razmer, preteklih ukrepov in motenj ter posamična obravnava drevesnih vrst.

Berger in Dorren (2007) sta v članku opisala orodje Rockfor.net, ki služi za izračun ogroženosti s padajočimi skalami v povezavi z debelinsko strukturo in gostoto dreves v varovalnem gozdu. V članku sta razložila ozadje nastajanja orodja, opisala uporabljene kalkulacije oziroma metode kalkulacij ter predstavila primere, kateri so služili za potrjevanje rezultatov orodja.

Zemljič in Horvat (1999) sta opisala načela zaščite objektov pred padajočim kamenjem. Ločila sta različne načine varovanja, ki se razlikujejo glede na obseg ogroženosti.

Dorren in sod. (2005) so dokazali, da gozd lahko nudi učinkovito zaščito pred padajočim kamenjem. S poizkusi so kvantificirali hitrosti, odskočne višine ter ostale procese, ki nastopijo ob pojavu padajočega kamenja na poraščenem in na neporaščenem pobočju. Ugotovili so tudi, da je na pobočju boljše imeti več tanjših dreves, kot pa majhno število debelih.

Dorren in sod. (2007) so raziskovali padajoče kamenje. Zanimalo jih je predvsem kje se pojavlja in kakšna je njegova rušilna in udarna moč. Raziskovali so vpliv gozda na zmanjšanje energij kamenja ter kako bi še izboljšali varovalno funkcijo gozdov.

3 NAMEN IN HIPOTEZE

Namen diplomske naloge je na primerih pokazati vpliv gospodarjenja na stabilnost varovalnih gozdov ter oceniti kakovost opravljanja varovalne funkcije. Na dveh ploskvah, z različno zgodovino gospodarjenja smo popisali in izmerili vsa živa in mrtva drevesa. Doličili smo tudi jedra s pomladkom ter vzorčno popisali pomladek. Pomladek smo vzorčno popisali tudi na bližnji odprti površini, nastali po večjepovršinski sečnji.

Glavni cilji diplomske naloge so:

- ugotoviti primernost zgradbe sestojev glede na najpogostejše naravne nevarnosti,
- prikazati ugodne oziroma neugodne vplive dosedanjega gospodarjenja na varovalno vlogo gozdov,
- analizirati pomladek ter pokazati nujnost prisotnosti le tega,
- primerjati zagotavljanje varovalne funkcije gozdov na obeh ploskvah.

Opredelili smo naslednje delovne hipoteze:

- v varovalnih gozdovih je potrebno prilagojeno gozdnogojitveno ukrepanje,
- neukrepanje v varovalnih gozdovih lahko privede do nestabilnosti,
- močnejši posegi lahko ogrozijo ekološko stabilnost sestojev ter posledično njihovo varovalno vlogo,
- pomanjkanje pomladka v varovalnih gozdovih ogroža njihovo primarno vlogo,
- glede na dimenzije padajočega kamenja je temeljnica preučevanih sestojev prevelika,
- na negospodarjeni ploskvi je premalo pomladka ter prevelika lesna zaloga.

4 PREDSTAVITEV OBJEKTA IN RAZISKAVE

Idrijski gozdovi so znani po svoji reliefni razgibanosti. Bivši rudniški gozdovi se razraščajo po dolgih in strmih pobočjih, pod katerimi tečejo številni vodotoki. V geografskem smislu imajo prehodni značaj med Alpami in dinarskim svetom. Veliko je grap in jarkov, najdemo pa tudi planotast svet. Pojavi žledo- in vetrolomov in z njimi povezane obsežne škode v idrijskih gozdovih v obdobju zadnjih 50 let so prispevali k nastanku velikopovršinskih, enomernih mladih sestojev, ki jih gradi bukev z večjim deležem primesi plemenitih listavcev (Pelhan, 2004).

4.1 GOZDNOGOSPODARSKA PREDSTAVITEV TER DOSTOP IN LEGA OBJEKTOV RAZISKAVE

Dostop do vseh ploskev je po glavni cesti Godovič – Idrija.

4.1.1 Prva ploskev

Prva ploskev se nahaja v območni enoti Tolmin, krajevni enoti Idrija, v gozdnogospodarski enoti Idrija I, oddelek 39, odsek 39d. Po gozdnogospodarskem načrtu od leta 1995 do 2004, je bil odsek d razdeljen na dva dela. Odsek d, ki spada v gospodarski razred varovalni gozdovi ter na odsek e, ki spada v gospodarski razred jelovo bukovih gozdov na dobrih rastiščih. V gozdnogospodarskem načrtu za leto 2004 do 2014 sta združena v odsek d.

V gospodarskem razredu 70000 (varovalni gozdovi) so skupinsko in posamično mešani raznodobni gozdovi, kjer prevladujejo bukev, smreka in črni gaber. Gospodarjenje je prilagojeno vzdrževanju in krepitvi varovalne funkcije gozdov. V gozdovih z izključno varovalno funkcijo se izvajajo sanitarne sečnje ter ponekod panjevske sečnje. V gozdovih na boljših rastiščih se gospodari malopovršinsko in skupinsko postopno oziroma skupinsko prebiralno.

Nadmorska višina odseka je od 430 do 580 m. Ekspozicija je vzhodna, položaj je vznožje. Relief je valovit z naklonom od 31 do 52 stopinj. Kamenina je dolomit. V samem odseku prevladuje združba *Abieti Fagetum Dinaricum Hacquetietosum* (61 %), sledita ji *Ostryo – Fraxinetum Orni* (23 %) in *Ostryo Fagetum Typicum* (16 %). Prevladujoča vrsta je bukev, sledijo ji smreka, gorski javor in jelka. Način spravila je z žičnico, pravilna razdalja je od 100 do 170 m. Lesna zaloga znaša 325 m³/ha.

Leta 1999 je bil celoten odsek poškodovan zaradi snegoloma; največ po jarkih. V preteklosti so se vršila redčenja in sanitarne sečnje, les pa se je ročno in s konji spravljalo do ceste. V letih od 1997 do 2001 je bilo za posek na celotnih 10,47 hektarjih odkazano 583 m³ lesa. Od tega največ v letih 1997 (130 m³), 1998 (133 m³) ter 1999 (222 m³). Na območju, kjer je postavljena naša ploskev, poseganj ni bilo, saj nismo kartirali nobenega panja.

V odseku je varovalna funkcija prve in druge stopnje ter zaščitna funkcija prve stopnje.

Celoten odsek je državni gozd.

Prva, negospodarjena ploskev, se nahaja približno na 8,5 km, če gledamo označbe ceste G 102-1034. Na cesti iz Godoviča proti Idriji, gremo mimo odcepa za Jelični Vrh ter se spustimo v dolino struge potoka Zala. Ko prečkamo most, zagledamo tudi prve hiše. Parkiramo na izogibališču oziroma na neoznačeni avtobusni postaji, ki se nahaja v smeri Idrija – Godovič. Od tu se peš odpravimo ob glavni cesti proti Idriji. Po približno 200 m zagledamo znak padajoče kamenje. V bližini je zgrajena manjša betonska ograja z znakom podjetja Zidgrad. Po njej se povzpne do jarka in iz njega v sesto. Do stalne vzorčne ploskve moramo opraviti strm vzpon v dolžini (horizontalni) 60 m. Zgornje levo oglišče stalne vzorčne ploskve, gledano po pobočju navzgor, se nahaja pod skalami na manjšem platoju.

Koordinate levega zgornjega kota stalne vzorčne ploskve, gledano po pobočju navzgor so: $y = 427312$, $x = 91963$.



Slika 2 : Znak za padajoče kamenje (David Pivk, junij 2008)



Slika 3: Zgornje levo oglišče, gledano po pobočju navzgor, prve, negospodarjene ploskve, ki je postavljeno pod skalami, na manjšem platoju (Katja Kunc, junij 2008)



Slika 4: Pogled z zgornjega levega oglišča, prve ploskve, gledano po pobočju navzgor, v sestoj (Katja Kunc, junij 2008)

4.1.2 Druga in tretja ploskev

Druga in tretja ploskev se nahajata v območni enoti Tolmin, krajevni enoti Črni Vrh, v gozdnogospodarski enoti Dole nad Idrijo, oddelku 50, odsek 50c.

V oddelku je mešan raznodoben gozd, kjer prevladujejo bukev, jelka, smreka, gorski javor ter jesen. Nadmorska višina je od 388 m do 680 m. Podlaga je dolomitizirani apnenec, tla so rjava pokarbonatna. Glede na odprtost gozda ter glede na spravilno sredstvo, lahko oddelek razdelimo na dva dela. V prvem, zgornjem delu je odprtost zadovoljiva, spravilno sredstvo je traktor. V drugem delu, kjer se nahaja naša ploskev, so strmine od 30 do 70 stopinj. Odprtosti je slaba, spravilno sredstvo je žičnica. Kljub temu, da je konfiguracija terena sprejemljiva za vlake, se le teh ne bo gradilo. Vzrok je glavna cesta, ki poteka ob vznožju oddelka.

Odsek 50c, spada v gospodarski razred gozdov z omejenim lesnoproizvodnim namenom. Poleg varovalne funkcije je poudarjena tudi lesnoproizvodna funkcija. Gospodarjenje je omejeno zaradi ceste. Prisotne so združbe: *Abieti Fagetum Dinaricum Hacquetietosum* (40 %), *Ostryo Fagetum Typicum* (40 %) ter *Abieti Fagetum Dinaricum Denterietosum* (20 %). Ekspozicija je južna, odsek se nahaja ob vznožju, relief je valovit. Lesna zaloga je 222 m³/ha.

V letu 1998 sta vihar ter težak sneg podrla 200 m³ lesa. Leta 2000 je bilo v sanacijo vključenih še dodatnih 400 m³ lesa, predvsem zaradi varnosti spodaj ležeče ceste. Spravljalo se je z žičnico Syncrofalke, spravilo navzdol. Linija je bila dolga od 200 do 250 m z enim čevljem. Realizacija spravila je bila 600 do 650 m³ lesa. Prevladovalo je debelo drevje, saj je bilo neto drevo večje od 4 m³. Največ je bilo bukke in zelo kvalitetnega jesena, sledila sta jelka ter javor. Posebnost projekta je bila zapora ceste, ki se je izvajala vsakih 15 minut. Kamion za odvoz lesa je na sečišče prihajal direktno z glavne ceste po nasutem gramozu (20 m³), ki je izravnal razliko v naklonih samega sečišča ter odkopne brežine. Težko je opredeliti ekonomski vidik tega projekta. Podatkov pri izvajalskem podjetju namreč ne hranijo več. Velik strošek je zagotovo predstavljala sama zapora ceste (cca. 15 000 EUR), ki so jo izvedli cestni delavci Cestnega podjetja Nova Gorica po naročilu Direkcije Republike Slovenije za ceste. Veliko je bilo neizkoriščenega časa zaradi 15 minutnih zapor med katerimi so morali delavci na sečišču zaradi nevarnosti prožitve površinskega kamenja popolnoma mirovati. Poudariti velja tudi, da se je delalo na zasebnem zemljišču, katerega lastnik ni nameraval izvesti sanacije. Od ujme podrti drevesa pa je bilo potrebno odstraniti zaradi varnosti ceste. Lastniku so izplačali rento.

V odseku je varovalna funkcija prve in druge stopnje, hidrološka funkcija druge stopnje ter zaščitna funkcija prve stopnje.

Celoten odsek spada pod zasebni gozd.

Druga, gospodarjena ploskev je od prve, negospodarjene točke po glavni cesti proti Idriji oddaljena še en kilometer. Parkiramo na počivališču ob cesti. Peš se odpravimo po desni strani ceste v smeri proti Idriji, dokler ne pridemo do odcepa gozdne ceste, kjer je postavljena zapornica. Po tej gozdni cesti, ki se kmalu spremeni v vlako in nekaj časa poteka po dnu Brusove grape hodimo vse do vrha, dokler se ne prevesi v Govekarjevo grapo. Stalna vzorčna ploskev je od tukaj oddaljena približno 15 m po padnici navzdol.

Stalna vzorčna ploskev ima koordinate $y = 426842$, $x = 92885$. Koordinate so lokacija levega zgornjega kota, gledano po pobočju navzgor.

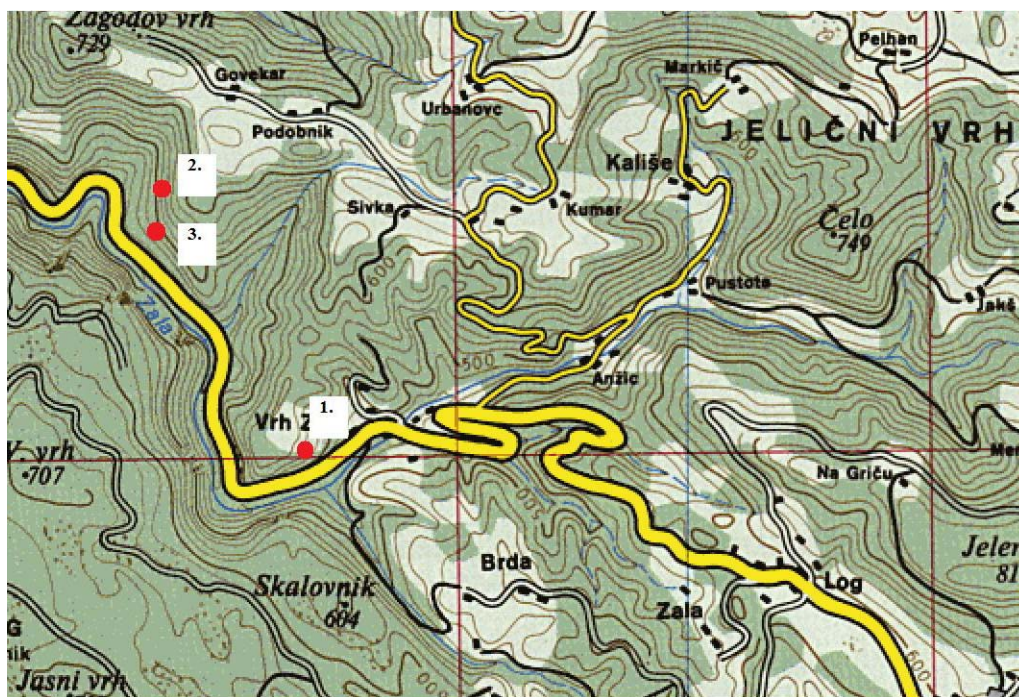


Slika 5: Dostop na drugo ploskev in pogled z zgornje strani. Zgornje levo oglišče (gledano po pobočju navzgor) je označeno s palico (Katja Kunc, junij 2008)



Slika 6: Pogled z zgornjega levega oglišča druge ploskve v sestoj (Katja Kunc, junij 2008)

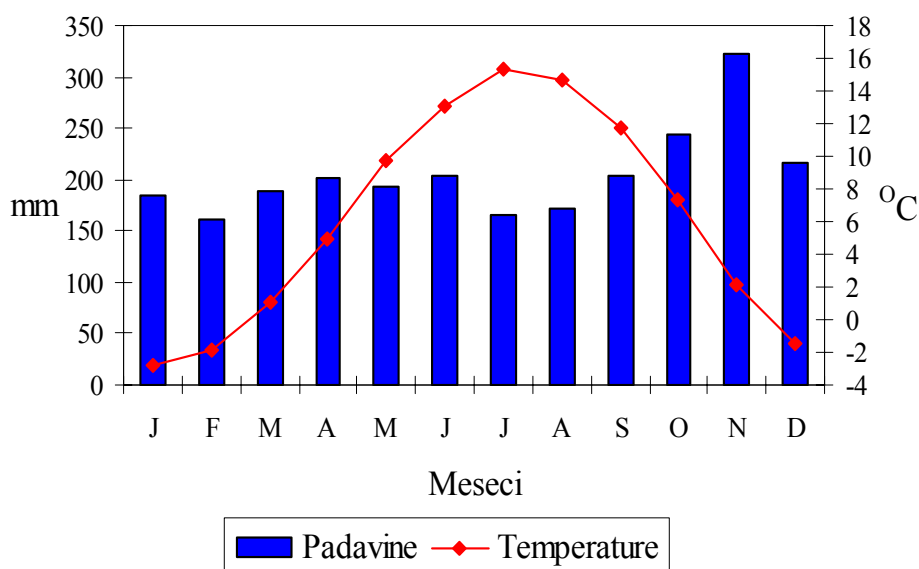
Do tretje ploskve, ki se nahaja na večji odprti površini, pridemo, če se z druge točke spustimo po padnici navzdol.



Slika 7: Položaji ploskev (Interaktivni Atlas Slovenije, 1998, 1: 50000)

4.2 PODNEBJE

Občina Idrija se nahaja v območju z zmerno kontinentalnim podnebjem zahodne in južne Slovenije s submediteranskim padavinskim režimom. Največ padavin pade oktobra oziroma novembra. Na količino in razporeditev padavin vpliva bližina visokih dinarskih pregrad Trnovskega gozda in Hrušice ter seveda sama lega na zahodu Slovenije. Letno povprečje padavin za klimatološko postajo Vojsko znaša 2456 mm (Vojsko, povprečje 1961 – 1990). Povprečna letna temperatura je 6,2 °C, za Idrijo 9 °C. Klimatološka postaja Vojsko se nahaja na nadmorski višini 1067 m.



Slika 8: Klimogram za merilno postajo Vojsko za obdobje 1961-1990 (klimatski podatki za 30-letno obdobje)

5 METODE DELA

5.1 TERENSKA IZVEDBA

Popis mladja:

Mladje smo popisali na treh ploskvah s sistematično postavljenimi ploskvicami. Prvi dve ploskvi sta se nahajali v odraslem sestoju, tretja ploskev pa je bila v sestoju, ki je bil pomlajen na večji površini.

Popis dreves:

Drevesa smo popisali na dveh ploskvah, in sicer v odraslem sestoju.

5.1.1 Sestoj pomlajen na večji površini (posek vseh dominantnih dreves in spravilo z žičnico)

Sestoj je pomlajen na celotni površini ($\approx 1,5$ ha). Pri poseku (leta 2000) so odstranili vsa drevesa strehe sestoja, ostale so samo posamezne skupine podstojnih dreves (»advanced regeneration«). Število dreves v teh skupinah se giblje med 5 in 10, višina dreves je 4 – 10 m in prsni premer do 15 cm (večinoma pa med 5 in 10 cm). Drevesna sestava pomladka je zelo raznovrstna. Po celotni površini je vidno zaraščanje z robido, malino in slakom. Ponekod rastejo tudi posamezni grmi leske.

V sestoj smo postavili dva vzporedna transeкта dolga 100 m, ki potekata pravokotno na padnico terena. Na obeh transektih smo postavili po 5 ploskvic (1,5 x 1,5 m) za popis mladja, tako da je razdalja med središči vzorčnih ploskvic znašala 25 m. Vsaka ploskvica je bila od vlake, ki poteka med obema transektoma oddaljena 6,5 m. Izmere smo delali z busolo, padomerom ter metrom. Na skupno desetih ploskvicah smo popisali in izmerili naslednje podatke:

- naklon (v stopinjah), lego, relief (raven, konveksen, konkaven, pobočje) in razvojno fazo sestoja,
- skalovitost oz. kamnitost (v %), maksimalno velikost in prevladujočo velikost skal oz. kamenja (povprečni premer in obliko opisno),
- vse osebke (drevesno vrsto, poškodovanost), ki so bili razvrščeni v štiri velikostne razrede (1. $H < 0,5$ m; 2. $0,5 \text{ m} \leq H < 1,3$ m; 3. $H \geq 1,3$ m in $DBH < 5$ cm; 4. $H \geq 1,3$ m in $DBH \geq 5$ cm),
- pokrovnost (v %) zeliščne plasti in treh razredov mladja ($H < 0,5$ m; $0,5 \text{ m} \leq H < 1,3$ m; $H \geq 1,3$ m),
- odmrle lesne ostanke (panje, debla, veje).

Poškodovanost pomladka smo rangirali v dva razreda, poškodovano in nepoškodovano (obrazec za popis mladja - priloga A).

5.1.2 Raziskovalni ploskvi v odraslem sestoju (raznomenen debeljak)

5.1.2.1 Popis dreves

Po predhodnem pregledu terena smo v dveh izbranih sestojih na J-JV pobočjih nad glavno cesto Godovič – Idrija (dolina reke Zale) postavili trajni raziskovalni ploskvi velikosti 50 m x 70 m (3500 m²). Daljša stranica ploskve je postavljena pravokotno na padnico terena. Oba sestoja nudita neposredno zaščito pred padajočim kamenjem nižje ležeči cesti, razlikujeta pa se v načinu gospodarjenja. Prva raziskovalna ploskev leži v odseku, v katerem se je nazadnje gospodarilo v letih 1998-2000. Vzrok je bil snegolom v letu 1999 in posledično izpeljana sanitarna sečnja (spravljeno je bilo 325 m² lesa). Dela so potekla večinoma po jarkih, kjer je bilo največ posledic snegoloma, v sam sestoj pa se je le malo posegalo in je tako bolj ali manj prepuščen naravnemu razvoju. Tudi na sami ploskvi ni bilo opaziti panjev ali kakšnih drugih sečnih ostankov, ki bi pričali o nedavnih posegih. Druga raziskovalna ploskev leži v odseku v katerem je gospodarjenje aktivnejše. Večji posegi so bili v letih od 1997 do 1999, ko se je spravilo 1270 m³ lesa v celotnem odseku. Daljši stranici prve ploskve imata azimut 60°, azimut daljših stranic druge ploskve pa znaša 125°. Sklep krošenj na obeh ploskvah je vrzelast do pretrgan; sestojna zasnova na

prvi ploskvi je pomanjkljiva, na drugi pa dobra; sestoj na prvi ploskvi je nenegovan, na drugi pa pomanjkljivo negovan.

Na obeh ploskvah smo vsem živim drevesom ($DBH \geq 5$ cm) določili in izmerili naslednje podatke:

- drevesno vrsto,
- koordinate (x in y na 0,1 m natančno),
- prsni premer (na 0,5 cm natančno),
- višino naključno izbranim osebkom v posameznih debelinskih razredih (na 0,1 m natančno),
- poškodovanost (0 – brez poškodb, 1 – poškodbe debla in korenčnika, 2 – poškodbe krošnje),
- stabilnost (0 – slaba, 1 – zadovoljiva, 2 – dobra). Ocenjeno na podlagi zakoreninjenosti, nagnjenosti in dimenzijskega razmerja osebkov.

Prav tako so bili na ploskvah popisani vsi veliki drevesni ostanki, odmrli stoječa drevesa in panji. Za vse velike drevesne ostanke (dolžina ≥ 2 m in srednji premer ≥ 20 cm) so bili določeni in izmerjeni naslednji podatki:

- drevesna vrsta,
- koordinate (x in y na 0,1 m natančno),
- premer na začetku in koncu debla (na 0,5 cm natančno),
- dolžina (na 1 cm natančno),
- stopnja razpadanja (1 – sveže odmrlo, 2 – srednje staro odmrlo, 3 – staro odmrlo),
- položaj glede na padnico terena (vzporedno, prečno oz. poševno).

Za vsa odmrli stoječa drevesa ($H \geq 1,3$ m in $DBH \geq 5$ cm) so bili določeni in izmerjeni naslednji podatki:

- drevesna vrsta,
- koordinate (x in y na 0,1 m natančno),
- prsni premer (na 0,5 cm natančno),
- višino (na 0,1 m natančno),
- stopnja razpadanja (1 – sveže odmrlo, 2 – srednje staro odmrlo, 3 – staro odmrlo).

Za vse panje ($H < 1,3$ m in premer pri tleh ≥ 20 cm), odžagane ali odlomljene, so bili določeni in izmerjeni naslednji podatki:

- drevesna vrsta,
- koordinate (x in y na 0,1 m natančno),
- premer (na 0,5 cm natančno),
- višina (na 1 cm natančno),
- stopnja razpadanja (1 – sveže odmrlo, 2 – srednje staro odmrlo, 3 – staro odmrlo).

Za snemanje koordinat, višin dreves, odmrlih lesnih ostankov ter določevanje večjih jeder pomlajevanja smo uporabljali opremo Field-Map (IFER-Monitoring and Mapping Solutions Ltd.).

5.1.2.2 Analiza pomlajevanja

Pomladek na obeh ploskvah je bil popisani v dveh ločenih korakih. V prvem smo na raziskovalnih ploskvah izločili površine, na katerih se osebki z $DBH < 5$ cm pojavljajo v izrazitih skupinah oz. jedrih, v vrzelih ali pod zastorom. Za vsa izločena jedra so bili ocenjeni in izmerjeni naslednji podatki:

- površina (na 0,1 m² natančno),
- obseg (na 0,1 m natančno),
- stanje v strehi sestoja (vrzel, na robu vrzeli ali pod zastorom),
- drevesna sestava (v deležih, zaokroženo na 5 %),
- višina dominantnih osebkov (3 razredi: 1. $H < 0,5$ m; 2. $0,5 \text{ m} \leq H < 1,3$ m; 3. $H \geq 1,3$ m in $DBH < 5$ cm),
- prsni premer dominantnih osebkov (na 0,5 cm natančno),
- opis plasti (npr. razlike med zgornjo in spodnjo plastjo pomladka).

V drugem koraku smo pomladek na ploskvah popisali s pomočjo sistematičnega vzorčenja. Obe ploskvi smo s pomočjo mreže razdelili na 35 kvadrantov (10 m x 10 m) in v središču posameznega kvadranta postavili vzorčno ploskvico velikosti 1,5 m x 1,5 m, tako da je središče vzorčne ploskvice sovpadalo s središčem posameznega kvadranta. Na takšen način je na posamezni raziskovalni ploskvi z vzorcem zajeta površina znašala 78,75 m² (1,5 m x

1,5 m x 35 ploskvic). Na skupno sedemdesetih vzorčnih ploskvicah smo popisali in izmerili naslednje podatke:

- naklon (v stopinjah), lego, relief (raven, konveksen, konkaven),
- skalovitost oz. kamnitost (v %), maksimalno velikost in prevladujočo velikost skal oz. kamenja (povprečni premer in obliko opisno),
- stanje v strehi sestoja (vrzel, na robu vrzeli ali pod zastorom),
- vse osebke (drevesno vrsto; poškodovanost, ki so bili razvrščeni v tri velikostne razrede (1. $H < 0,5$ m; 2. $0,5 \text{ m} \leq H < 1,3$ m; 3. $H \geq 1,3$ m in $DBH < 5$ cm)),
- pokrovnost (v %) zeliščne plasti in treh razredov mladja (1. $H < 0,5$ m; 2. $0,5 \text{ m} \leq H < 1,3$ m; 3. $H \geq 1,3$ m in $DBH < 5$ cm),
- drevesni ostanki (panji, debla, veje), premera nad 20 cm ter dolžine nad 2 m.

Poškodovanost smo rangirali v dva razreda, poškodovano in nepoškodovano. Prevladovale so poškodbe zaradi padajočega kamenja in objedanja živali.

5.2 ANALIZA PODATKOV

Obdelavo podatkov zbranih na terenu smo izvedli s programom EXCEL. Podatke o splošnih značilnostih ploskev (naklon, ekspozicija, pokrovnost zeliščne plasti ter vseh treh višinskih razredov drevesne plasti ter skalovitost) smo navedli v preglednici (preglednica 4) s povprečnimi vrednostmi.

Za prikaz pomlajevanja smo izračunali gostoto, poškodovanost, deleže posameznih drevesnih vrst po ploskvah, višinskih razredih ter lokacijo glede na vrzel. Vse podatke smo preračunali na površinsko enoto hektar.

Drevesno sestavo smo prikazali z debelinsko strukturo po številu dreves ter lesni zalogi. Izračunali smo tudi poškodovanost osebkov ter prikazali višinske krivulje. Za prikaz razlike drevesne sestave ter pomlajevanja med prvo in drugo ploskvijo smo izračunali tudi gostoto po debelinskih stopnjah in sicer od prve debelinske stopnje naprej. Podatke za izračun od 2. debelinske stopnje naprej smo dobili iz popisa dreves. Za izračun 1. debelinske stopnje pa smo uporabili podatke iz popisa mladja in sicer popis drevesnih vrst v 3. višinskem razredu ($H \geq 1,3$ m, $DBH < 5$ cm). Vse podatke smo preračunali na hektar.

Za ponazoritev zgradbe sestaja smo izračunali Shannonov indeks H' . Indeks H' (1) (Kotar, 2005) je mera povprečne stopnje nedoločenosti, ki narašča s številom vrst ter z izenačevanjem pogostost med vrstami.

$$\bullet H' = - \sum p_i \ln p_i \quad \dots(1)$$

(p_i je delež drevesne vrste v številu dreves oziroma v lesni zalogi)

Simpsonov indeks diverzitete λ . Indeks (2) (Kotar, 2005) je pokazatelj raznovrstnosti v sestojih. Pove nam, kakšna je verjetnost, da dve naključno izbrani drevesi pripadata isti drevesni vrsti ($0 \leq \lambda \leq 1$).

$$\bullet \lambda = \sum p_i^2 \quad \dots(2)$$

(p_i je delež drevesne vrste v številu dreves oziroma v lesni zalogi)

Indeks se zmanjšuje, če se v sestoji povečuje število drevesnih vrst in če se izenačuje njihova pogostost.

Za ocenitev povprečne razdalje med dvema drevesoma ob katera udari skala smo uporabili srednjo drevesno prosto razdaljo $MTFD_{Gsteiger}$ (mean tree free distance) (Gsteiger, 1993, cit. po Dorren in sod., 2005). Uporabili smo samo drevesa s prsnim premerom večjim od 20 cm, saj smo domnevali, da drevo, ki ima premer manjši od 20 cm, ne more zaustaviti skale s premerom 1 m, kakršne se na območju pojavljajo.

$$\bullet MTFD_{Gsteiger} = \frac{Area}{(Nrstems \times R_{diam}) + \sum DBH} \quad \dots(3)$$

$Area$ je ocenjeno območje (m^2).

$Nrstems$ je število debel na ocenjenem območju.

R_{diam} srednji premer padajočih skal na območju (m).

$\sum DBH$ je seštevek vseh premerov debel v prsni višini na območju (m).

Glede na to, da padajoče skale prestreza površina drevesa, ne pa samo premer drevesa, smo za izračun razdalje med drevesi uporabili še temeljnico. Vrednosti, ki jih dobimo, če $MTFD$ izračunamo s pomočjo temeljnice so bolj realistične. $MTFD_{Gsteiger}$ podcenjuje površino s katero drevo prestreza padajoče skale.

$$\bullet MTFD_{ba} = \frac{Area}{Nrstems(R_{diam} + \sqrt{(4G_{tot})/(\pi Nrstems)})} \quad \dots(4)$$

$Area$: ocenjeno območje (m^2).

$Nrstems$: število debel na ocenjenem območju.

R_{diam} : srednji premer padajočih skal na območju (m).

G_{tot} : temeljnica na območju.

Izračun razdalje med drevesi smo ponovili po namišljenem odkazilu oziroma teoretičnem poseku, ko smo odstranili vsa drevesa, ki so imela ocenjeno stabilnost 0 (0- slaba stabilnost). Na koncu pa smo obravnavanim drevesom dodali še drevesa s premeri od 10 cm do 20 cm, ter izračun ponovili.

Za izračun verjetnosti tveganja za prehod skale skozi sesto, PRH (Probable Rockfall Hazard), smo uporabili orodje Rockfor.net (Berger in Dorren, 2007). Tudi tukaj smo izračun dvakrat ponovili. Prvič, ko smo navidezno odstranili vsa slabo stabilna drevesa in

drugič, ko smo jim dodali drevesa s premeri od 10 do 20 cm. PRH smo izračunali še na drugi ploskvi, ko smo sestoji dodali mrtvo stoječe drevje ter panje.

Podatki potrebni za izračun so:

- volumen skale (m x m x m),
- tip podlage (apnenec, dolomit, granit...),
- oblika skale (sferična, disk, trikotna...),
- povprečni naklon (stopinje),
- višina skalne stene nad gozdom,
- dolžina gozda pod skalno steno,
- dolžina negozdnega območja med skalno steno in gozdom,
- število dreves na hektar,
- temeljnica,
- povprečni premer drevesa,
- drevesna sestava (%).

Pri drugi ploskvi smo opredelili višino skalne stene enako kot na prvi, čeprav je v naravi ni. So pa na območju zelo pogoste. Izračun brez tega podatka bi bil namreč nemogoč.

6 REZULTATI

6.1 ANALIZA MLADJA

Mladje smo analizirali na treh ploskvah s sistematično postavljenimi vzorčnimi ploskvicami. Prva in druga ploskev, kjer smo postavili 35 vzorčnih ploskvic, sta se nahajali v odraslih sestojih, tretja, kjer smo postavili deset vzorčnih ploskvic, pa na odprti površini. Na tretji ploskvi je bil leta 2000 narejen večji posek. Razlika med prvo in drugo ploskvijo je predvsem v dosedanjem gospodarjenju.

6.1.1 Prva ploskev

Nakloni na tej ploskvi se gibajo od 28 do 45 stopinj. Povprečni naklon je 36,8 stopinj. Ekspozicija se spreminja od JV (130 stopinj) do J (180 stopinj), kar kaže na valovitost terena. Povprečna ekspozicija je 153 stopinj. Vzorčne ploskvice se nahajajo na pobočju. Razvojna faza je debeljak. Povprečna pokrovnost zeliščne plasti je 38 %, razreda $H < 0,5$ m je 6 %, razreda $0,5 \text{ m} \leq H < 1,3 \text{ m}$ pa 0,5 %. Zadnja dva razreda $H \geq 1,3 \text{ m}$ in $DBH < 5 \text{ cm}$ ter $H \geq 1,3 \text{ m}$ in $DBH \geq 5 \text{ cm}$ nista prisotna. Povprečna skalovitost je 5,6 %, maksimalna 40 %. Kamenje in skale so površinske (13 ploskvic) in vrasle (7 ploskvic). Na dveh ploskvicah so prisotne površinske in vrasle skale. Na določenih delih celotne ploskve je opazna izrazita erozija. Na osemnajstih ploskvicah so prisotni drevesni ostanki. Štiri ploskvice se nahajajo v vrzeli, trinajst pa jih je na robu vrzeli.

Na prvi ploskvi na vzorčnih ploskvicah v mladju najdemo naslednje vrste: javor, bukev, brest, jelko, jesen, maklen ter smreko. Največ je javorja s 32254 osebki na hektar, sledijo mu bukev (6349 osebki na hektar), brest (4571 osebki/ha), maklen (3175 osebki/ha), jelka in jesen (381 osebki/ha) ter smreka s 127 osebki na hektar. Skupno je na tej ploskvi 47238 osebki na hektar.

Preglednica 1: Pregled drevesne sestave na prvi ploskvi po poškodovanosti (št./ha)

Višinski razred	Javor	Bukev	Brest	Maklen	Jelka	Jesen	Smreka	Skupaj
1. višinski razred								
Nepoškodovano	23746	3175	3937	1778	381	381	127	33524
Poškodovano	8000	2286	635	1397	0	0	0	12317
Skupaj	31746	5460	4571	3175	381	381	127	45841
2. višinski razred								
Nepoškodovano	127	254	0	0	0	0	0	381
Poškodovano	381	635	0	0	0	0	0	1016
Skupaj	508	889	0	0	0	0	0	1397

Pregled po poškodovanosti pomladka (preglednica 1) nam pokaže, da je v prvem višinskem razredu najbolj poškodovan brest (44 %), sledita pa mu bukev (42 %) in javor (25 %). V drugem višinskem razredu, kjer sta prisotna samo javor in bukev, sta obe drevesni vrsti poškodovani več kot 70 %. Poškodovanost mladja na ploskvi je 28 %. Na prvi ploskvi so v mladju prevladovale poškodbe zaradi padajočega kamenja.

6.1.2 Druga ploskev

Nakloni se gibajo od 15 do 45 stopinj. Povprečje naklona je 30,7 stopinj. Ekspozicija variira od J (170 stopinj) do JZ (260 stopinj) kar kaže na valovitost terena. Povprečna ekspozicija je 219 stopinj. Vseh petintrideset vzorčnih ploskvic se nahaja na pobočju. Ena ploskvica je na robu vlake. Razvojne faze so debeljak (54 %), gošča (43 %) ter mladje na eni ploskvici. Na eni ploskvici se je pojavil debeljak s pomlajevanjem. V treh primerih je gošča preraščala v letvenjak. Povprečna pokrovnost zeliščne plasti je 18 %, razreda $H < 0,5$ m je 16 %, razreda $0,5 \text{ m} \leq H < 1,3 \text{ m}$ 17 %, v razredu $H \geq 1,3 \text{ m}$ in $\text{DBH} < 5 \text{ cm}$ pa je bila pokrovnost 22,6 %. Zadnji razred $H \geq 1,3 \text{ m}$ in $\text{DBH} \geq 5 \text{ cm}$ je bil prisoten samo na eni ploskvici, kjer je bukev zastirala 60 % površine. Povprečna skalovitost je 9,9 %, maksimalna 80 %. Kamenje in skale so površinske (7 ploskvic) in vrasle (6 ploskvic). Na dveh ploskvicah so prisotne površinske in vrasle. Na šestnajstih ploskvicah so prisotni drevesni ostanki. Štiri ploskvice se nahajajo v vrzeli, šestnajst jih je na robu vrzeli, ena pa je pod zastorom.

Na drugi ploskvi je več mladja na ploskvicah kot v prvi, kar 121143 osebkov na hektar. Največ se pojavlja jesen s 70730 osebki na hektar, sledijo pa mu javor (25397 osebki/ha), bukev (19048 osebki/ha), brest (4317 osebki/ha), smreka (1143 osebki/ha) ter maklen in gaber z 254 osebki na hektar.

Preglednica 2: Pregled drevesne sestave na drugi ploskvi po poškodovanosti (št./ha)

Višinski razred	Jesen	Javor	Bukev	Brest	Maklen	Gaber	Smreka	Skupaj
1. višinski razred								
Nepoškodovano	24000	15619	4698	1651	127	127	254	46476
Poškodovano	29714	8254	3556	2413	127	0	381	44444
Skupaj	53714	23873	8254	4063	254	127	635	90921
2. višinski razred								
Nepoškodovano	127	254	3048	0	0	0	254	3683
Poškodovano	9905	889	2794	254	0	127	254	14222
Skupaj	10032	1143	5841	254	0	127	508	17905
3. višinski razred								
Nepoškodovano	1016	127	3429	0	0	0	0	4571
Poškodovano	5968	254	1397	0	0	0	0	7619
Skupaj	6984	381	4825	0	0	0	0	12190
4. višinski razred								
Nepoškodovano	0	0	0	0	0	0	0	0
Poškodovano	0	0	127	0	0	0	0	127
Skupaj	0	0	127	0	0	0	0	127

Po poškodovanosti sta na drugi ploskvi v 1. višinskem razredu (preglednica 2), najbolj poškodovana smreka (60 %) in brest (59 %). Velik odstotek poškodovanosti imajo tudi jesen (55 %), maklen (50 %) ter bukev (43 %). Najmanj je v tem razredu poškodovan javor (35 %). V drugem višinskem razredu so pri brestu in gabru poškodovani vsi osebki, zelo veliko poškodovanost pa ima tudi jesen, kar 98 %. V 3. višinskem razredu je najbolj poškodovan jesen (85 %), sledi pa mu, kakor tudi v prejšnjem višinskem razredu javor (66 %). Skupaj je na tej ploskvi poškodovano 55 % pomladka. Prevladujejo poškodbe zaradi objedanja divjadi.

6.1.3 Tretja ploskev

Naklona na tretji ploskvi se gibajo od 15 do 30 stopinj. Povprečje je 24 stopinj. Ekspozicija se spreminja od 210 do 240 stopinj. Povprečna ekspozicija je 223 stopinj, se pravi JZ. Ploskvice ležijo na pobočju. Razvojna faza je mladje. Povprečna pokrovnost zeliščne plasti je 77,5 %, razreda $H < 0,5$ m je 7 %, razreda $0,5 \text{ m} \leq H < 1,3$ m 19 %, v razredu $H \geq 1,3$ m in $DBH < 5$ cm pa je bila pokrovnost 20 %. Zadnji razred $H \geq 1,3$ m in $DBH \geq 5$ cm ni bil prisoten. Povprečna skalovitost je 21 %, maksimalna 80 %. Kamenje in skale so površinske (5 ploskvic) in vrasle (2 ploskvic). Na eni ploskvi so prisotne površinske in vrasle skale. Tukaj smo zabeležili tudi skalo z največjim premerom. Na osmih ploskvicah od desetih ležijo drevesni ostanki; predvsem sečni ostanki (kupi vej, vrhača, štor).

Na tretji, odprti površini je povprečno število osebkov 36000 na hektar. Pojavljajo pa se: jesen 24889 osebkov na hektar, javor 6667 osebkov na hektar, bukev in gaber z 1778 osebkoma na hektar ter brest z 889 osebkoma na hektar. Na tej ploskvi je bilo tudi veliko grmovnic, predvsem leska (5333 osebkoma/hektar), kloček (4000 osebkoma/hektar) ter bezeg in dren s po 444 osebkoma na hektar.

Preglednica 3: Pregled drevesne sestave na tretji ploskvi po poškodovanosti (št./ha)

Višinski razred	Jesen	Javor	Bukev	Gaber	Brest	Skupaj
1. višinski razred						
Nepoškodovano	4000	1778	0	444	0	6222
Poškodovano	0	0	0	444	0	444
Skupaj	4000	1778	0	889	0	6667
2. višinski razred						
Nepoškodovano	4889	3556	444	0	444	9333
Poškodovano	3111	444	444	0	0	4000
Skupaj	8000	4000	889	0	444	13333
3. višinski razred						
Nepoškodovano	7555	889	889	889	444	10667
Poškodovano	5333	0	0	0	0	5333
Skupaj	12889	889	889	889	444	16000

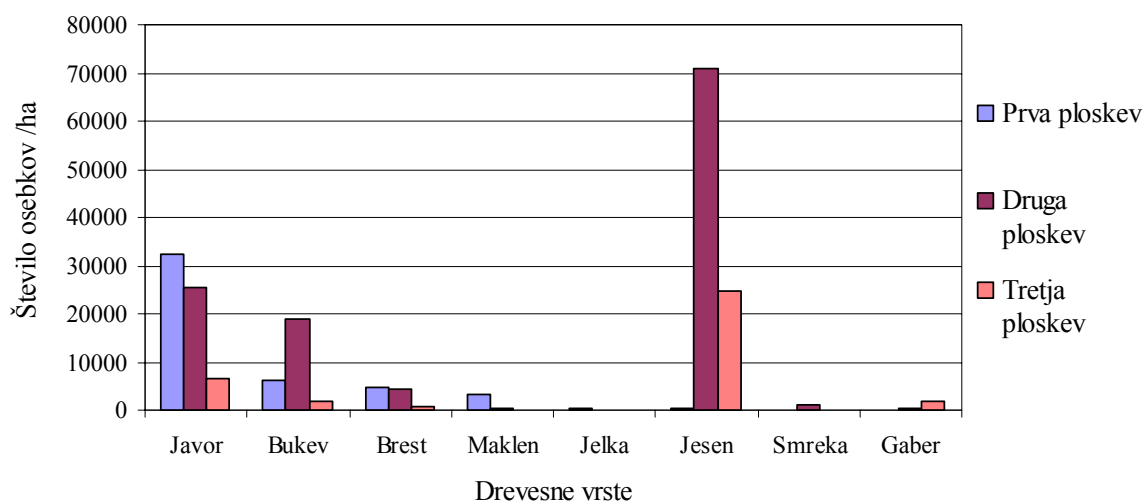
Poškodovanost na tretji ploskvi (preglednica 3) nam pokaže da je v 1. višinskem razredu najbolj poškodovan gaber (50 %), v 2. razredu bukev (50 %), ter v tretjem jesen (59 %). Poškodovanost na tretji ploskvi znaša 27 %.

6.1.4 Primerjava med ploskvami

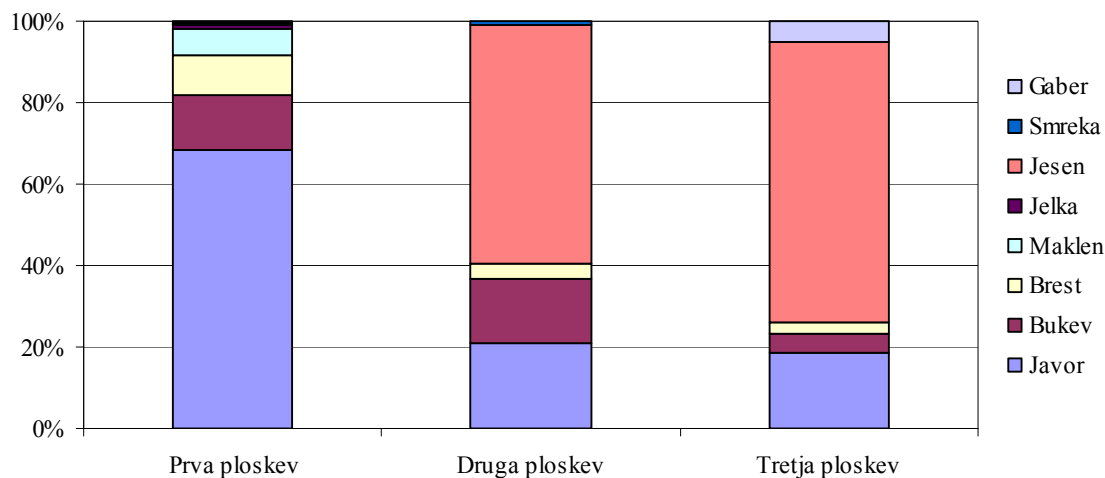
Preglednica 4: Povprečne vrednosti naklona, ekspozicije, pokrovnosti ter skalovitosti po ploskvah

Ploskev:	Prva ploskev	Druga ploskev	Tretja ploskev
Naklon (stopinje)	36,80	30,69	24,00
Ekspozicija (stopinja)	153,29	219,14	223,00
Pokrovnost:			
Zeliščna plast (%)	37,97	18,43	77,50
1. razred, $h < 0,5$ m (%)	5,91	15,74	7,00
2. razred, $0,5 \text{ m} < h < 1,3$ m (%)	0,51	17,14	19,00
3. razred, $h > 1,3$ m (%)	0,00	22,63	20,20
Skalovitost (%)	5,57	9,91	21,00

Pregled po ploskvah (preglednica 4) nam pokaže, da je povprečno največji naklon na prvi ploskvi, največja zastrtost zeliščne plasti ter največja skalovitost sta na tretji ploskvi (odprta površina), drevesne vrste v pomladku pa so najbolj razrasle na drugi ploskvi.

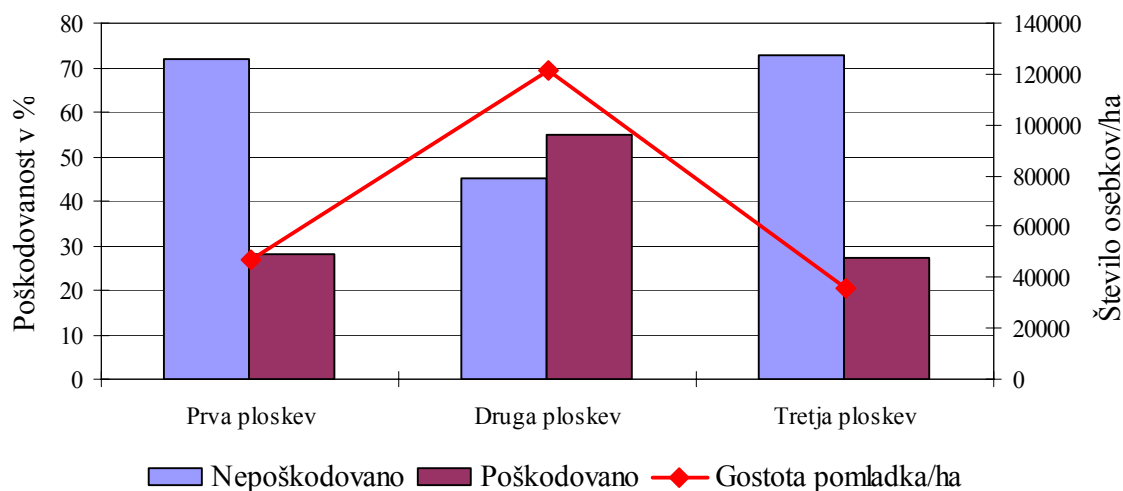


Slika 9: Število pomladka po drevesnih vrstah po ploskvah



Slika 10: Grafična predstavitev mešanosti pomladka po ploskvah

Pregled pomladka (slika 10) po drevesnih vrstah nam pokaže zanimivo razliko med prvo, drugo ter tretjo ploskvijo. Na prvi ploskvi prevladuje javor (68 %), na drugi in tretji ploskvi pa jesen (58 % na drugi in 69 % na tretji ploskvi). Slika 9 pa nam pokaže razlike v številčnosti posamezne vrste po ploskvah. Očitno najmočnejši pomladek je jesen na drugi ploskvi.

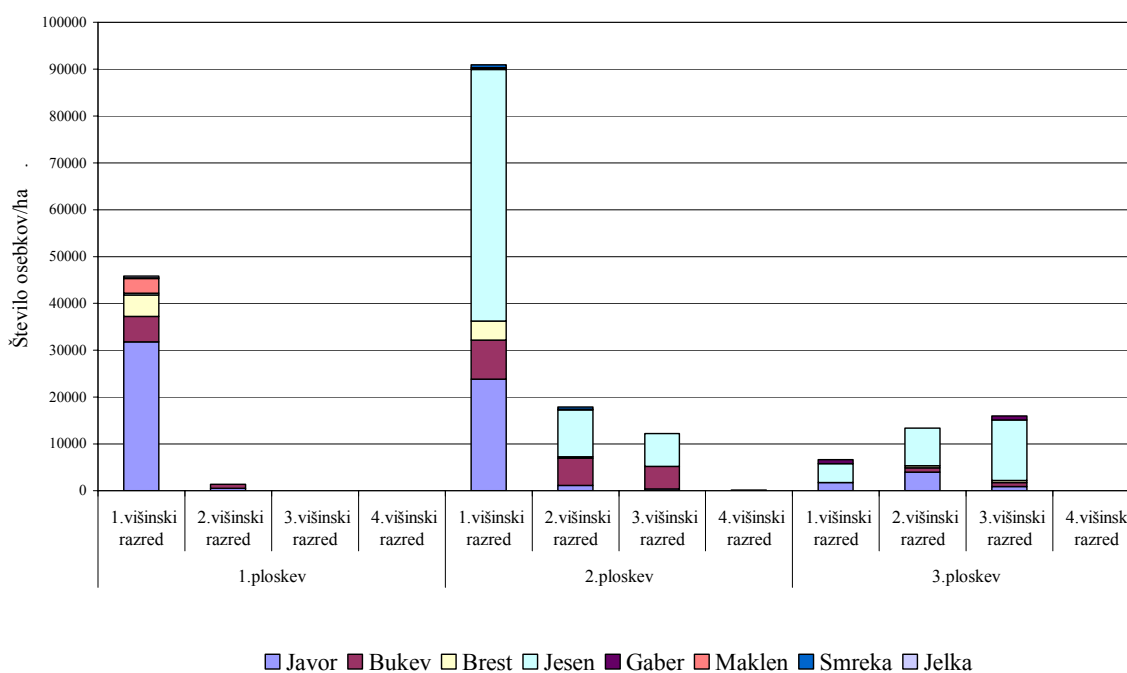


Slika 11: Pregled poškodovanosti ter številčnosti pomladka po ploskvah

Iz slike 11 vidimo da je največ nepoškodovanih osebkov na prvi in tretji ploskvi. Na drugi ploskvi je za malo manj kot 10 % več poškodovanih kot nepoškodovanih osebkov. Glede

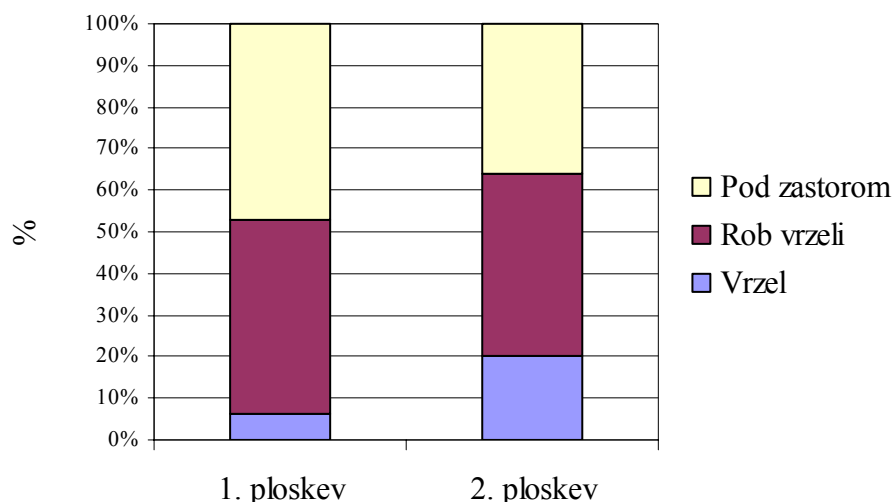
na to, da je na drugi ploskvi veliko več pomladka kot na ostalih dveh, še vedno ostane veliko nepoškodovanega pomladka (54730 osebkov/ha).

Poškodovanost po drevesnih vrstah v mladju po ploskvah in višinskih razredih je zelo različna. Na prvi ploskvi so v 1. višinskem razredu najbolj poškodovani brest, bukev in javor, na drugi smreka, maklen, javor, še najmanj je poškodovana bukev, na tretji ploskvi pa je najbolj poškodovan gaber. V 2. višinskem razredu sta na prvi ploskvi najbolj poškodovana javor in bukev, na drugi ploskvi maklen, jesen, javor in bukev, na tretji ploskvi pa je poškodovan jesen, ostalo pa je nepoškodovano.



Slika 12: Številčnost pomladka po drevesnih vrstah ter višinskih razredih

Glede na številčnost ter prisotnost drevesnih vrst po ploskvah in višinskih razredih (slika 12) najbolj izstopa 1. višinski razred na drugi ploskvi, s prisotnostjo jesena. Zanimiva je tudi prisotnost javorja v 1. višinskem razredu ter potem skoraj popoln izpad v naslednjih višinskih razredih. Glede na to lahko sklepamo o bujnem pomlajevanju javorja. Na prvi ploskvi je veliko pomladka v 1. višinskem razredu, ki pa ne preraste v višje. Zanimivo je največje število pomladka v višjih višinskih razredih na tretji ploskvi.

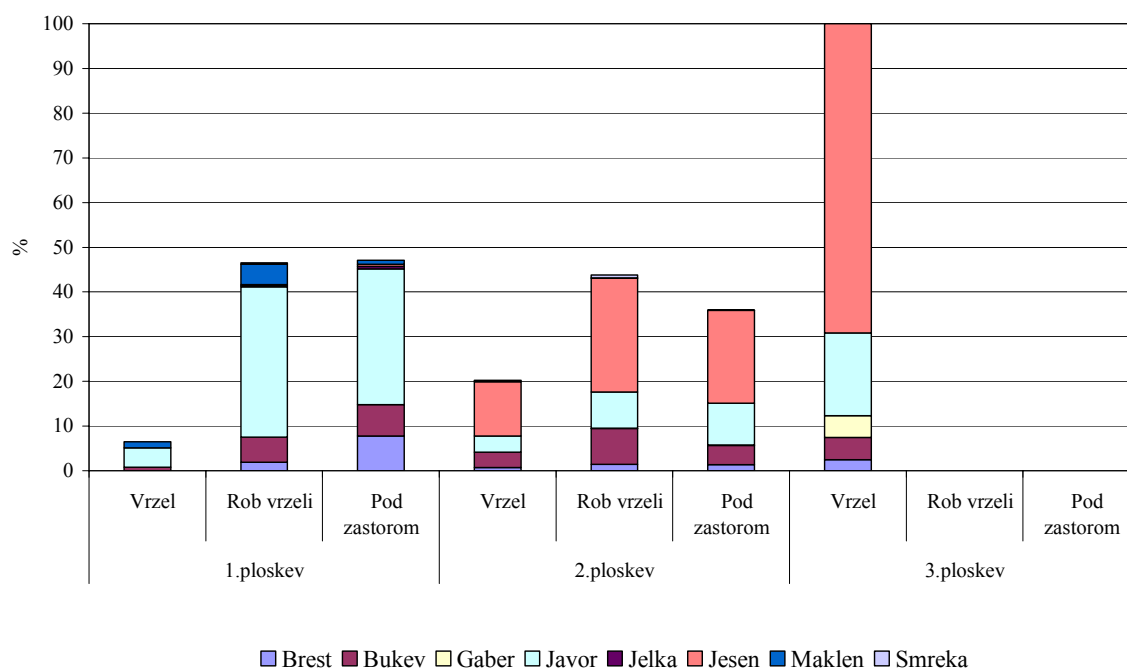


Slika 13: Deleži pomladka glede na vrzeli v skupnem številu po ploskvah

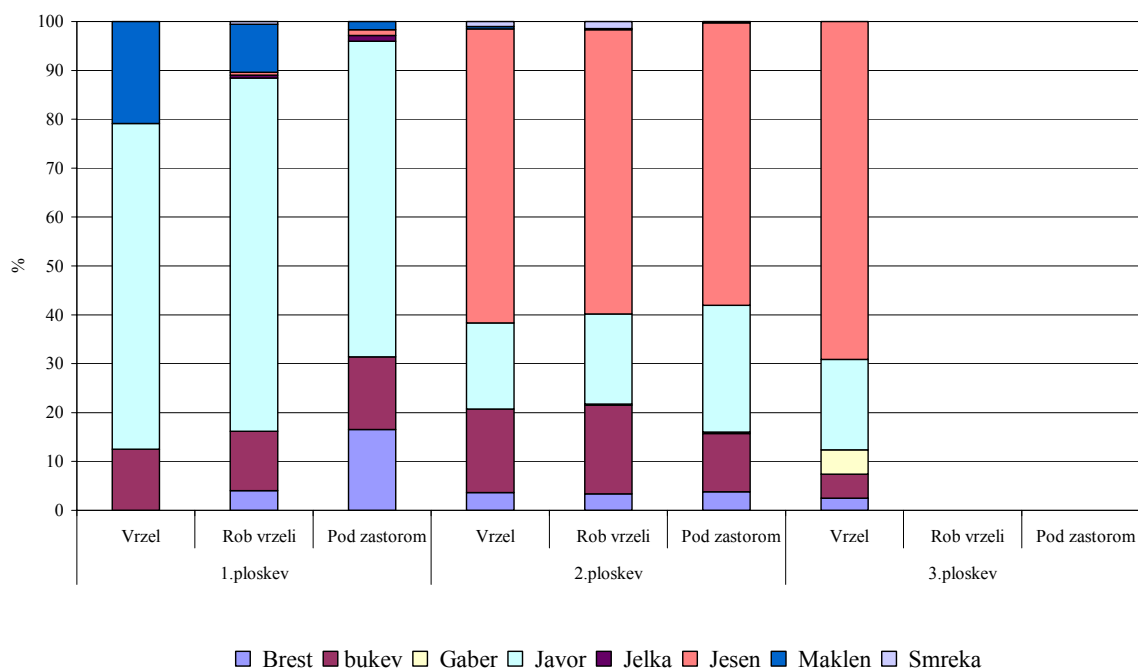
Pregled pomladka glede na vrzeli (slika 13) nam odraža stanje na terenu. Pričakovano je namreč nizek delež pomladka v kategoriji delež pomladka v vrzeli, saj so bile na obeh ploskvah samo štiri vzorčne ploskvice popolnoma v vrzeli. Večina ploskvic je bila pod zastorom (18 na prvi ploskvi ter 15 na drugi) oziroma na robu vrzeli. To nam potrjuje tudi slika 14, na kateri vidimo nizek delež pomladka v vrelih (razen na 3. ploskvi) ter skoraj uravnoteženo stanje na robu vrzeli in pod zastorom. Ravno v ta namen, da bi izključili komponento majhnega števila pomladka v vrzelih, smo izračunali deleže pomladka za vsako kategorijo posebej (slika 15). Vidimo, da imajo ploskvice na robu vrzeli ter pod zastorom večjo heterogenost vrst. Še bolj izstopata deleža javorja na prvi ploskvi ter jesena na drugi in tretji ploskvi v pomladku.

Preglednica 5: Pregled številčnosti in deležev pomladka glede na vrzeli

	1. ploskev	2. ploskev	3. ploskev	% (1. pl.)	% (2. pl.)	% (3. pl.)
Vrzel	3048	24508	2794	6,45	20,23	100
Rob vrzeli	21968	53079	0	46,51	43,81	0
Pod zastorom	22222	43556	0	47,04	35,95	0
Skupaj	47238	121143	2794	100	100	100



Slika 14: Sestava pomladka v odstotkih glede na vrzel in skupno število po ploskvah



Slika 15: Deleži drevesnih vrst v pomladku in skupnem številu glede na vrzel

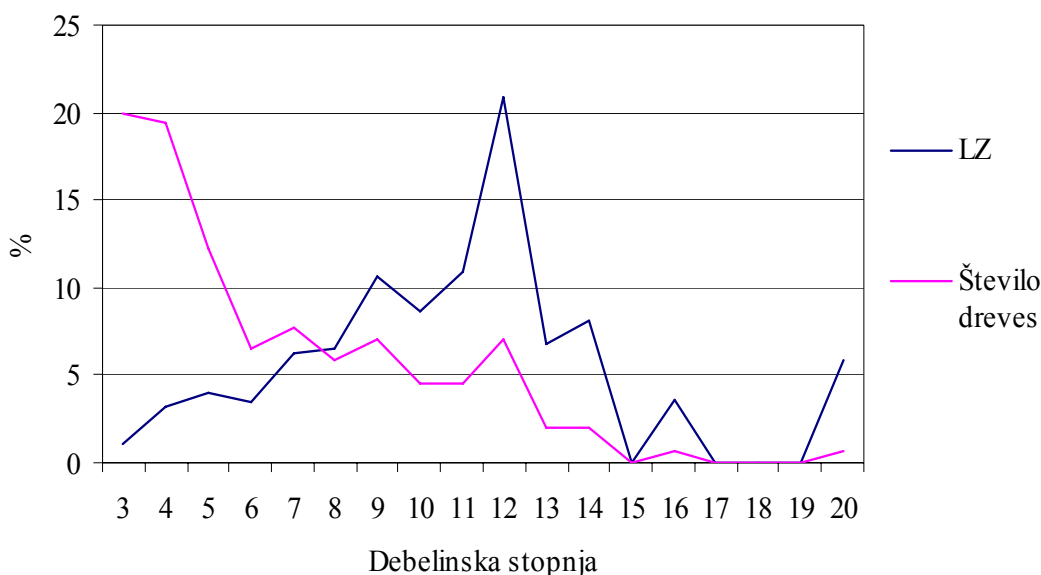
6.2 POPIS DREVES, DREVESNIH OSTANKOV, JEDER MLADJA TER PANJEV

Drevesa smo popisali na dveh ploskvah v odraslem sestoju. Opisali ter prostorsko določili smo večja jedra mladja oziroma gošče. Popisali smo vse velike drevesne ostanke, odmrle stoječa drevesa ter panje.

6.2.1 Prva ploskev

6.2.1.1 Drevesna sestava

Debelinska struktura po številu dreves in lesni zalogi na prvi ploskvi (slika 16) nam pokaže, da je pričakovano največji delež lesne zaloge v debelinskih stopnjah med premeri 40 in 70 cm. Gre namreč za debeljak. Deleži števila dreves po debelinskih stopnjah pa nam pokažejo da je največ osebkov v nižjih debelinskih stopnjah, manjši skok navzgor pa lahko opazimo tudi pri višjih debelinskih stopnjah, kar lahko razložimo z razvojno fazo sestoja. To potrjuje tudi lesna zaloga, ki na tej ploskvi znaša 566 m³/ha.



Slika 16: Debelinska struktura po številu dreves ter lesni zalogi na prvi ploskvi

6.2.1.2 Pomladek v jedrih, v vrzelih ali pod zastorom

Na sami ploskvi so tri opaznejša jedra pomladka (priloga B). Prvo jedro zajema 2,33 % celotne površine ploskve. V celoti je poraslo s praprotjo, opazni so posamezni osebki bukve in gorskega javorja ($H < 0,5$ m). Drugo jedro je edafska vrzel, skalni skok in je vir padajočega kamenja. Ni opaznejšega pomladka. Zavzema 3,07 % površine. V tretjem jedru, ki zavzema 5,65 % ploskve, so posamezni osebki gorskega javorja ($< 0,5$ m). Jedro je v celoti poraslo s praprotjo in robido. Vrzeli zavzemajo skupno 1105 m²/ha.

6.2.1.3 Drevesni ostanki in panji

Na ploskvi je 54,26 m³/ha odmrlih ležečih drevesnih ostankov. V 54 % so to ostanki listavcev (50 % bukev), ostalo so ostanki iglavcev (38 %). Štirih procentov odmrle biomase ne moremo določiti. Večinoma so srednje staro odmrli (54 %), v nekaterih primerih (46 %) pa so že zelo stari in odmrli. Lesni ostanki ležijo večinoma vzporedno na pobočje (69 %), ostali pa prečno na pobočje (priloga B).

Volumen odmrlih, stoječih dreves znaša 11,65 m³/ha. V 60 % so to iglavci (smreka 40 %), ostalo pa listavci. V 93 % so srednje staro odmrli.

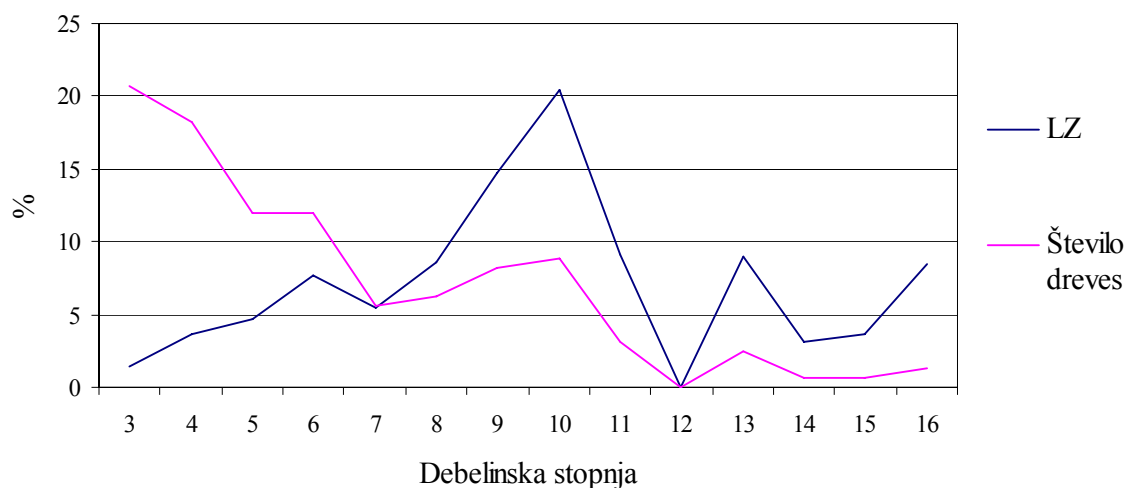
Skupna lesna zaloga stoječih živih in odmrlih dreves ter ležečih odmrlih dreves na prvi ploskvi znaša 631,96 m³/ha

Na ploskvi ni bilo panjev (priloga B).

6.2.2 Druga ploskev

6.2.2.1 Drevesna sestava

Na sliki 17 vidimo, da so glede na debelinsko strukturo po številčnosti in lesno zalogo tukaj manjše dimenzije dreves kot na prvi ploskvi. Lesna zaloga tukaj znaša samo 481,62 m³/ha. Najdebelejše izmerjeno drevo na tej ploskvi spada v 16. debelinsko stopnjo, na prvi ploskvi pa v 20. Tudi maksimum lesne zaloge je pomaknjen v nižje debelinske stopnje, in sicer med 35 cm in 55 cm. V tem območju opazimo tudi dvig številčnosti osebkov, po predhodnem padanju iz nižjih debelinskih stopenj. Po tem dvigu številčnosti, pa število osebkov zelo hitro pade.



Slika 17: Debelinska struktura po številu dreves ter lesni zalogi na drugi ploskvi

6.2.2.2 Pomladek v jedrih, v vrzelih ali pod zastorom

Opaznih je sedem jeder (priloga C), ki skupaj zavzemajo 35 % ploskve oziroma 3477 m²/ha. Osebki v vseh sedmih jedrih imajo višino nad 1,3 m ter prsni premer pod 5 cm.

Preglednica 6: Pregled vrzeli na drugi ploskvi

Št. jedra	% površine	Vrzel	DBH (cm)	Drevesna sestava	Opombe
1	4,89	DA	1,0	zgornjo plast sestavlja jesen 100 %, višina zgornje plasti je do 4,5 m spodnjo plast veliki jesen 60 %, bukev 40 %, višina spodnje plasti je do 1 m	
2	5,18	NE	1,0	zgornja plast veliki jesen 100 %, spodnja plast veliki jesen 80 %, bukev 20 %, višina do 3 m	
3	13,22	DA	1,5	95 % bukev, 3 % veliki jesen, 2 % gorski javor, višina do 3 m, v spodnji plasti je bukev 100 %	
4	9,07	DA	4,0	70 % veliki jesen, 15 % gorski javor, 10 % bukev, 5 % črni gaber in jelka, višina do 5 m	
5	7,15	DA	4,0	95 % bukev, ostalo veliki jesen in gorski javor, višina do 2 m, mestoma do 6 m	manjša vrzel, ki se zapira
6	29,19	DA	4,0	90 % bukev, 6 % veliki jesen, 2 % smreke, 2 % gorski javor, spodnja plast bukev 99 %, 1 % smreka	gošča
7	31,31	DA	4,0	85 % bukev, 7 % veliki jesen, 5 % gorski javor, 3 % smreka	gošča

6.2.2.3 Drevesni ostanki in panji

Odmrlih drevesnih ostankov je 62 m³/ha. Od tega je 64 % iglavcev ter 34 % listavcev, ostalo je nedoločljivo. Srednje staro odmrlih lesnih ostankov je 21 %, 79 % je staro odmrlih ostankov. Kosi odmrlih drevesnih ostankov ležijo prečno glede na padnico v 48 %, v 52 % pa vzdolžno (priloga C).

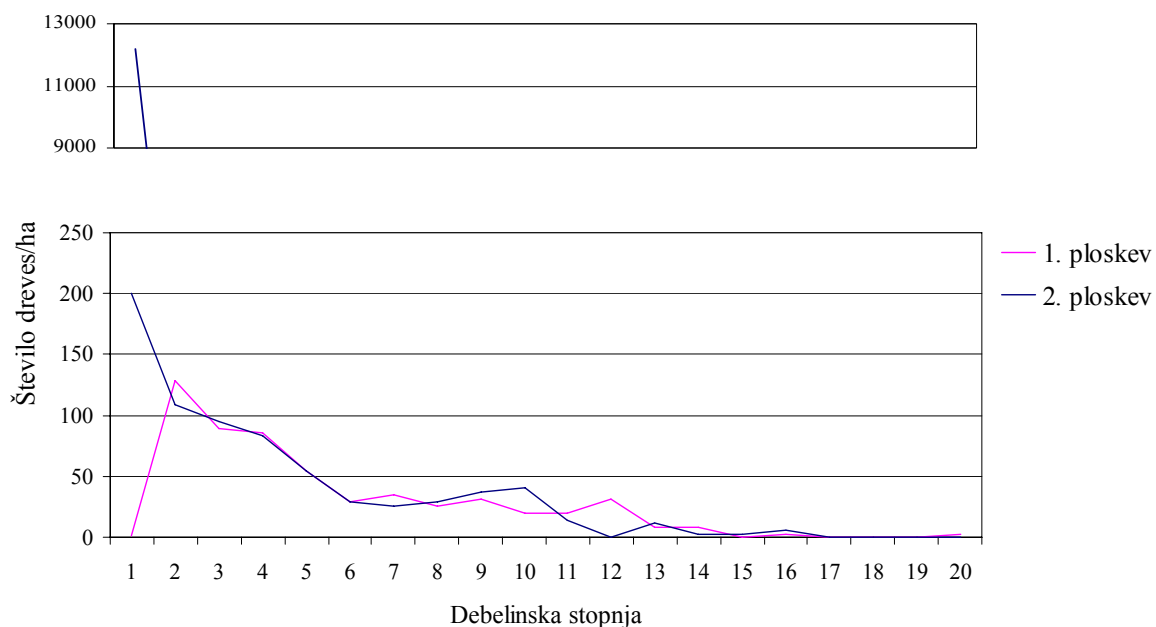
Volumen stoječih odmrlih dreves znaša 13,15 m³/ha. Od tega je 67 % iglavcev ter 33 % listavcev.

Skupna lesna zaloga stoječih živih in odmrlih dreves ter ležečih odmrlih dreves na drugi ploskvi znaša 556,74 m³/ha.

Na ploskvi je 58 panjev oziroma 166 panjev na hektar. V 21 % so to panji smreke, 28 % panji jelke, 5 % je panjev bukve v 46 % pa so bili panji zaradi prevelike razkrojenosti nedoločljivi. Povprečje premerov panjev je 37,3 cm (maksimalen je 75 cm, minimalen 15 cm). Povprečna višina panjev je 46 cm (maksimum 100 cm, minimum 10cm).

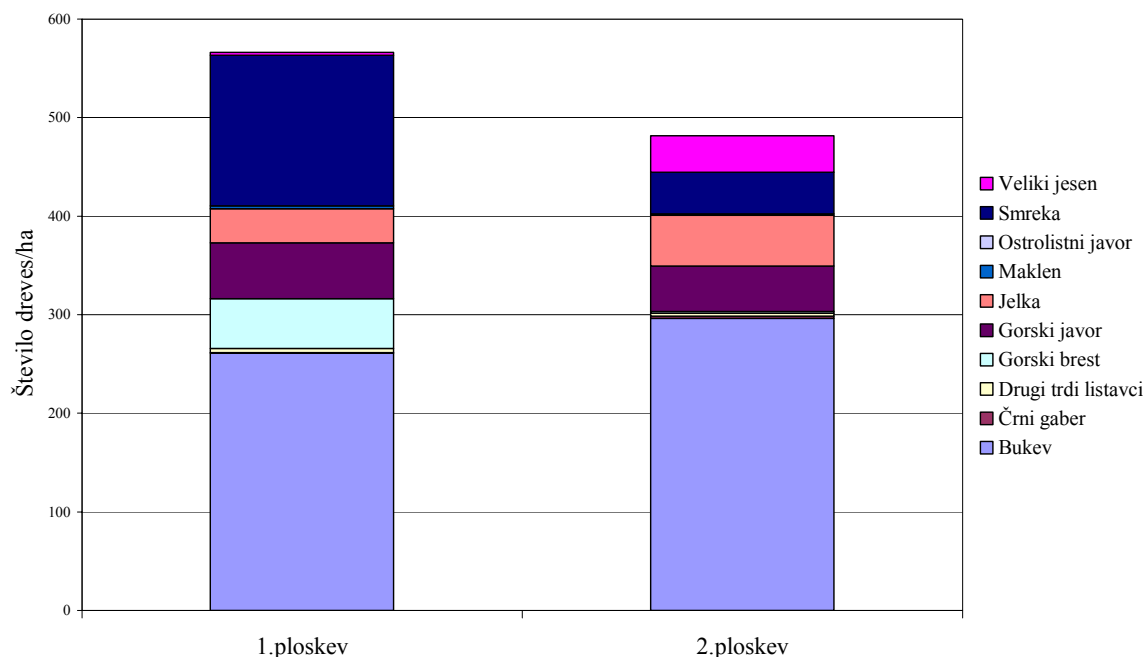
6.2.3 Primerjava med ploskvami

Primerjava števila osebkov na obeh ploskvah (slika 18), nam jasno pokaže razliko med prvo in drugo ploskvijo. Na drugi ploskvi je lepo vidno padanje števila osebkov iz nižjih debelinskih stopenj proti višjim. Manjši porast števila je pri 9. in 10. debelinski stopnji, medtem ko je ta skok na prvi ploskvi pomaknjen v višje debelinske stopnje. Opozorimo naj, da na prvi ploskvi manjka 1. debelinska stopnja (premer do 5 cm), ki je pomembna za nadaljnji razvoj gozda.

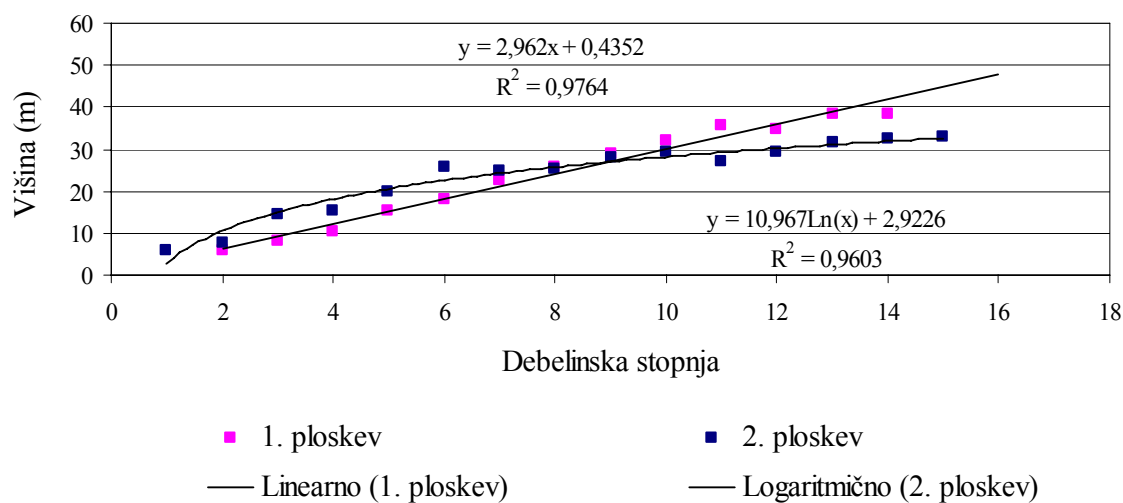


Slika 18: Število osebkov na obeh ploskvah po debelinskih stopnjah

Razlika v višinah lesnih zalog je opazna tudi iz grafa drevesne sestave lesene zaloge po ploskvah ter drevesnih vrstah (slika 19). Razlika znaša kar 84,38 m³/ha. Na prvi ploskvi je opazen delež gorskega bresta ter večji delež smreke. Velik delež smreke so na drugi ploskvi že posekali zaradi slabega zdravstvenega stanja. Po drugi strani pa je na drugi ploskvi večji delež jesena zaradi večje presvetljenosti sestoja.



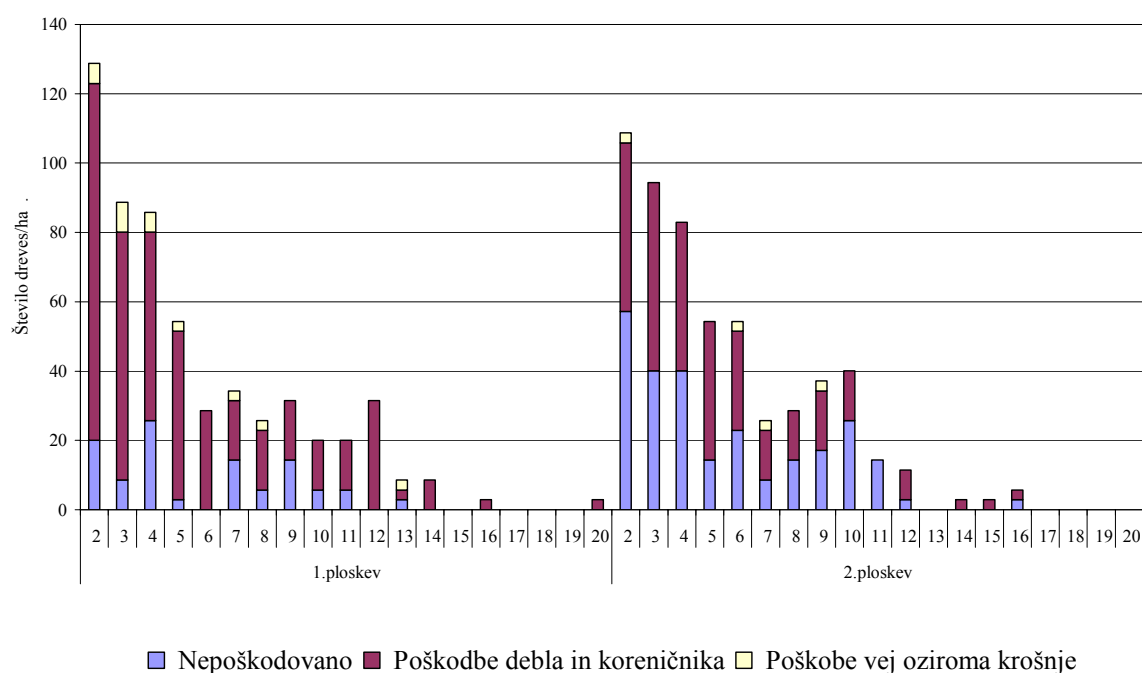
Slika 19: Drevesna sestava lesne zaloge po ploskvah ter drevesnih vrstah



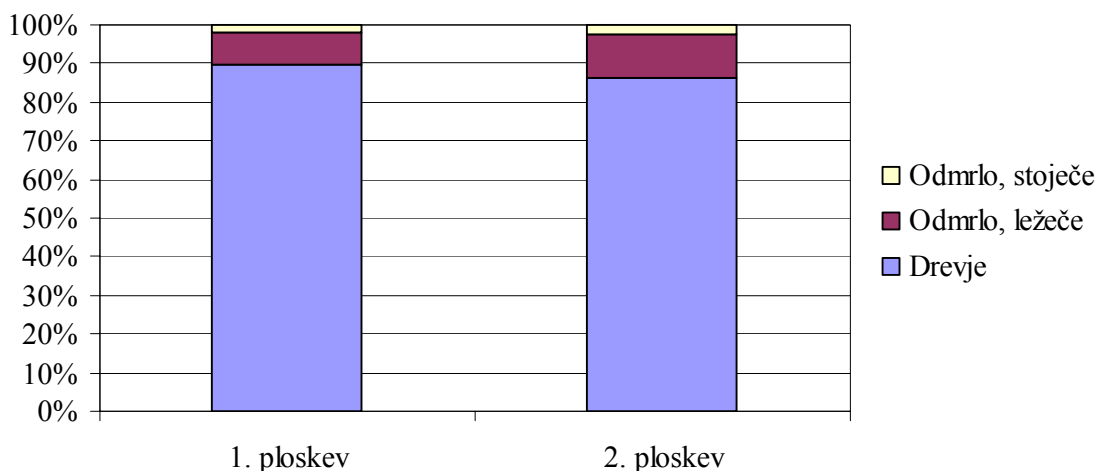
Slika 20: Višinske krivulje ter statistična predstavitev višinske rasti glede na premer na prvi in drugi ploskvi

Kot kažejo kazalci odvisnosti višine od prsnega premera (R^2) (slika 20), je prilagoditev dobra kar pomeni, da je variabilnost drevesnih višin glede na debelino drevja razmeroma majhna.

Slika 21, pokaže velik delež osebkov v 2. debelinski stopnji na prvi ploskvi. To je zanimivo, če jo primerjamo s sliko 18, ki nam kaže pomanjkanje pomladka v 1. debelinski stopnji. Nadaljnji pogled na sliko poškodovanosti po debelinskih stopnjah (slika 21) nam pokaže, da je le malo osebkov v 2. debelinski stopnji na prvi ploskvi nepoškodovanih. Prevladujejo poškodbe debla in koreninika. Primerjava med ploskvama, pa pokaže tudi velik delež nepoškodovanega drevja na drugi ploskvi v primerjavi s prvo ploskvijo. Tudi na drugi ploskvi prevladujejo poškodbe debla in koreninika. V 1. debelinski stopnji, v kateri ni osebkov na prvi ploskvi, na drugi ploskvi prevladujejo poškodbe vej oziroma krošnje (62,5 %), ostalo je nepoškodovano.



Slika 21: Poškodovanost po debelinskih stopnjah na prvi in drugi ploskvi



Slika 22: Deleži drevesnih ostankov v skupni drevesni masi na ploskvah

Deleži drevesnih ostankov na obeh ploskvah (slika 22) se ne razlikujejo veliko. Zanimiv je velik delež odmrlih ležečih drevesnih ostankov (11 %) na drugi ploskvi, kjer se gospodari.

Shannon-ov in Simpson-ov indeks sta pokazatelja vrstne raznolikosti zgradbe sestoja. Glede na rezultate je po obeh indeksih bolj raznolika vrstna sestava na prvi ploskvi.

Preglednica 7: Shannon-ov indeks raznolikosti

	H' glede na število	H' glede na lesno zalogo
1. ploskev	1,76	1,42
2. ploskev	1,50	1,27

Preglednica 8: Simpson-ov indeks diverzitete

	λ glede na število	λ glede na lesno zalogo
1. ploskev	0,24	0,31
2. ploskev	0,33	0,41

6.3 IZRAČUN RAZDALJE MED DVEMA ZAPOREDNIMA TRKOMA SKALE OB DREVO TER VERJETNOST TVEGANJA PREHODA PADAJOČEGA KAMENJA SKOZI SESTOJ PO MODELU ROCKFOR.NET

Razdaljo med dvema drevesoma ob katera zaporedno udari kotaleča se skala, smo izračunali na podlagi premera ($MTFD_{Gsteiger}$) ter na podlagi temeljnice ($MTFD_{ba}$). V izračunu smo upoštevali premer skale 0,5 m, čeprav se na območju pojavljajo tudi skale s premerom do 1 m. Večja kot je skala, manjša je namreč razdalja med dvema udarjenima drevesoma, kar naj bi pomenilo večjo varnost. Rezultati izračuna bi bili v tem primeru zavajajoči.

Za izračun vrednosti v preglednici 9 smo uporabili samo podatke o drevesih, ki imajo prsni premer nad 20 cm. Domnevali smo namreč, da drevesa z manjšim premerom, niso dovolj stabilna in trdna, da bi zadržala padajoče kamenje in zato ne prispevajo dovolj za povečanje varnosti.

Preglednica 9: Razdalja med dvema zaporednima trkoma skale ob drevo (m) pred odstranitvijo dreves s slabo stabilnostjo

	1. ploskev	2. ploskev
$MTFD_{Gsteiger}$ (m)	41,67	41,68
$MTFD_{ba}$ (m)	40,19	40,63

Za prikaz razvoja stabilnosti sestoja ter s tem opravljanje varovalne funkcije v prihodnosti, smo v nadaljevanju teoretično odstranili vsa slabo stabilna drevesa, saj bodo namreč prej ali slej propadla.



Slika 23: Primer zaustavljene skale s prve ploskve (David Pivk, junij 2008)

Po odstranitvi dreves s slabo stabilnostjo nam je na prvi ploskvi ostalo 246 dreves na hektar, temeljnica se je zmanjšala s $38,4 \text{ m}^2/\text{ha}$ na $36,6 \text{ m}^2/\text{ha}$. Na drugi ploskvi pa je ostalo 255 dreves na hektar, temeljnica pa se je zmanjšala s $32,83 \text{ m}^2/\text{ha}$ na $31,8 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Preglednica 10: Razdalja med dvema zaporednima trkoma skale ob drevo (m) po navidezni odstranitvi dreves s slabo stabilnostjo

	1. ploskev	2. ploskev
MTFD _{Gsteiger} (m)	45,09	44,84
MTFD _{ba} (m)	43,51	43,75

Sestoju z odstranjenimi drevesi s slabo stabilnostjo smo nato dodali drevesa s premerom med 10 in 20 cm. Tako se je na prvi ploskvi število dreves povečalo na 363 na hektar. Temeljnica se je povečala na $38,58 \text{ m}^2/\text{ha}$. Na drugi ploskvi pa se je število dreves povečalo na 389 dreves na hektar, temeljnica pa na $34,18 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Preglednica 11: Razdalja med dvema zaporednima trkoma skale ob drevo (m) z dodano 3. in 4. debelinsko stopnjo

	1. ploskev	2. ploskev
MTFD _{Gsteiger} (m)	33,65	32,26
MTFD _{ba} (m)	31,76	30,84

S pomočjo orodja Rockfor.net smo izračunali verjetnosti tveganja za prehod skale skozi sestoj. Upoštevali smo premer skale 0,5 m ter maksimalni premer, ki se pojavlja na ploskvah (1 m). Izračun smo izvedli za tri primere in sicer: sestoj z drevesi, ki so debelejša od 4. debelinske stopnje; za sestoj z odstranjenimi slabo stabilnimi drevesi; ter za sestoj kateremu smo odstranili slabo stabilna drevesa ter dodali drevesa iz 3. in 4. debelinske stopnje. Poleg ocenjene verjetnosti v odstotkih, nam je orodje za zmanjšanje tveganja prehoda skale skozi sestoj podalo še potrebno gostoto dreves na hektar ter povprečni premer dreves.

Preglednica 12: Verjetnost tveganja za prehod skale skozi sestoj na prvi ploskvi (Probable Rockfall Hazard)

	Volumen skale (m)	PRH (%)	Št. dreves na hektar	Povprečni premer (cm)
Drevesa nad 4. debelinsko stopnjo	0,5×0,5×0,5	1	90	13-15
	1×1×1	17	340-380	30-38
Odstranjena drevesa s slabo stabilnostjo	0,5×0,5×0,5	1	80-90	13-15
	1×1×1	20	330-360	30-38
Odstranjena drevesa s slabo stabilnostjo ter dodana 3. in 4. debelska stopnja	0,5×0,5×0,5	1	140-150	13-15
	1×1×1	31	560-620	30-38

S povečanjem velikosti skale na premer enega metra se nam verjetnost prehoda skale skozi sestoj na prvi ploskvi v prvem primeru poveča na 17 %. Priporočena gostota dreves po modelu Rockfor.net je od 340 do 380 dreves na hektar, premer od 30 do 38 cm. V našem primeru gostota znaša 269 dreves na hektar s povprečnim prsnim premerom 39 cm.

Preglednica 13: Verjetnost tveganja za prehod skale skozi sestoj na drugi ploskvi (Probable Rockfall Hazard)

	Volumen skale (m)	PRH (%)	Št. dreves na hektar	Povprečni premer (cm)
Drevesa nad 4. debelinsko stopnjo	0,5×0,5×0,5	1	30-100	13-15
	1×1×1	20	370-400	30-36
Odstranjena drevesa s slabo stabilnostjo	0,5×0,5×0,5	1	90	13-15
	1×1×1	20	340-380	30-36
Odstranjena drevesa s slabo stabilnostjo ter dodana 3. in 4. debelinska stopnja	0,5×0,5×0,5	1	150-160	13-15
	1×1×1	30	590-650	30-36
Živa drevesa + mrtva stoječa drevesa + panji (nad 20 cm premera)	0,5×0,5×0,5	1	90-100	13-15
	1×1×1	1	350-390	30-36

Na drugi ploskvi je zanimiv padec tveganja za prehod skale skozi sestoj na 1 % tudi v primeru, ko ima skala premer 1 m, če v izračunu upoštevamo tudi mrtva stoječa drevesa ter panje, ki so višji od 1,3 m.

7 RAZPRAVA

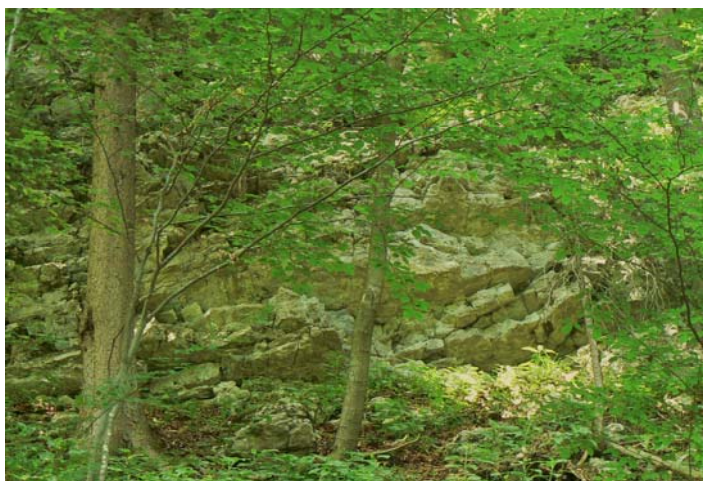
Dorren in sod. (2004) povzemajo po Motta in Haudemand (2000), da lahko razmere, ki zagotavljajo naravne razvojne procese in ekološko stabilnost v varovalnih gozdovih razdelimo v tri praktične in generalne kriterije.

Prvi kriterij govori o raznoliki, večvrstni sestavi drevesnih vrst. V našem primeru smo raznovrstnost primerjali z različnimi indeksi. Indeks povprečne stopnje nedoločenosti ali Shannon-ov indeks nam pove, da je vrstna sestava na prvi ploskvi bolj raznolika kot na drugi ploskvi. Ta ugotovitev nas je presenetila, saj je druga ploskev veliko bolj presvetljena, kar daje ugodne razmere za razvoj večjega števila različnih vrst. Drugi indeks, Simpson-ov indeks diverzitete, ki zavzema vrednosti med 0 in 1, nam je prav tako potrdil prejšnje ugotovitve. Na prvi ploskvi imamo manjše indekse, kar priča o večji raznovrstnosti. Mogoče gre to razliko pripisati bolj izenačeni pogostosti drevesnih vrst. Na drugi ploskvi je namreč veliko vrst, ki so zastopane le z majhnim deležem. Na prvi ploskvi je pet vrst z deležem manj kot 10 %, na drugi pa sedem.

Drugi kriterij govori o zadostnem pomlajevanju. V naših rezultatih izstopa druga ploskev, ki ima kar 90920 osebkov na hektar v prvem višinskem razredu ($H < 0,5$ m). Ta številka sicer v prehodu v 2. višinski razred zelo pade (17914 osebkov), vendar je prisotnost pomladka še vedno dovolj visoka. Velik problem na tej ploskvi pa je poškodovanost zaradi objedanja, saj je poškodovanega kar 55 % mladja. V prid uspešnemu pomlajevanju govorijo tudi številne vrzeli oziroma jedra, v katerih se pojavlja večje število pomladka. Predvsem v teh jedrih je pomladek že prešel začetno fazo, v kateri je propad osebkov največji, in je sedaj v konkurenčnem boju s preostalimi osebki. V teh jedrih močno prevladujeta bukev in jesen, pojavlja se tudi gorski javor, smreka je redka. Slabše so razmere na prvi ploskvi, kjer je pomladka manj. V 1. višinskem razredu je le 45841 osebkov na hektar. Še bolj zaskrbljujoče je število osebkov v 2. višinskem razredu (1397) ter popolnoma manjkajoči 3. višinski razred. Sklepamo lahko, da če se ne bo spremenilo gospodarjenje na tej ploskvi, pomlajevanja tukaj še nekaj časa ne bo. Na prvi ploskvi manjkajo vrzeli, ki bi omogočale dotok svetlobe ter tako pospešile razvoj mladja.

O pomanjkanju pomladka v 3. in 4. višinskem razredu nam priča tudi pomanjkanje mladja v skupinah. Problem na tej ploskvi je velik naklon ter zato prisotna močna erozija, ki odnaša vrhnje dele tal, kamor se mladi osebki lahko zakoreninijo. Pomlajevanje dodatno otežuje tudi opad, ki ga je lokalno zelo veliko. Popolnoma drugačno sliko dobimo na tretji ploskvi, na kateri je bil izveden večji posek. Tukaj je največ pomladka v 3. višinskem razredu (16000 osebkov). Razmere na ploskvi za 1. in 2. višinski razred pomladka na ploskvi sedaj niso ugodne. Zaradi razgaljenosti terena se je namreč na ploskvi zelo razvilo robidovje, slak ter leska, ki dušijo nižje plasti pomladka. Zastrtost zeliščne plasti je povprečno 77,5 %. Pomladek v 3. višinskem razredu ($H \geq 1,3$ m) je že prerasel višino robidovja ter tako z njim ne tekmuje več za svetlobo. Na sami ploskvi so tudi manjša jedra večjih osebkov (višina nad 5 m, premer nad 5 cm), ki zagotavljajo semenski material. V mladju, tako kot na drugi ploskvi, prevladuje jesen, kar lahko utemeljimo z odprtostjo sestoja in svetloljubnostjo jesena.

Pri analizi poškodovanosti po drevesnih vrstah v mladju po ploskvah je potrebna previdnost. Odstotki poškodovanosti po drevesnih vrstah med seboj namreč niso povsem primerljivi. Problem je v številu popisane mladja. 50 % poškodovanega mladja pri maklenu na drugi ploskvi v 2. višinskem razredu, predstavlja en osebek od dveh popisanih, medtem ko 55,3 % poškodovanih osebkov jesena, predstavlja 234 osebkov od 423 popisanih. Za primerljivost podatkov po drevesnih vrstah bi morali povečati vzorec. Na prvi in drugi ploskvi je v prvem višinskem razredu na prvem mestu po poškodovanosti brest. Jesen in javor imata velik delež poškodovanosti zaradi objedanja divjadi, poškodovani so predvsem vršni brsti.

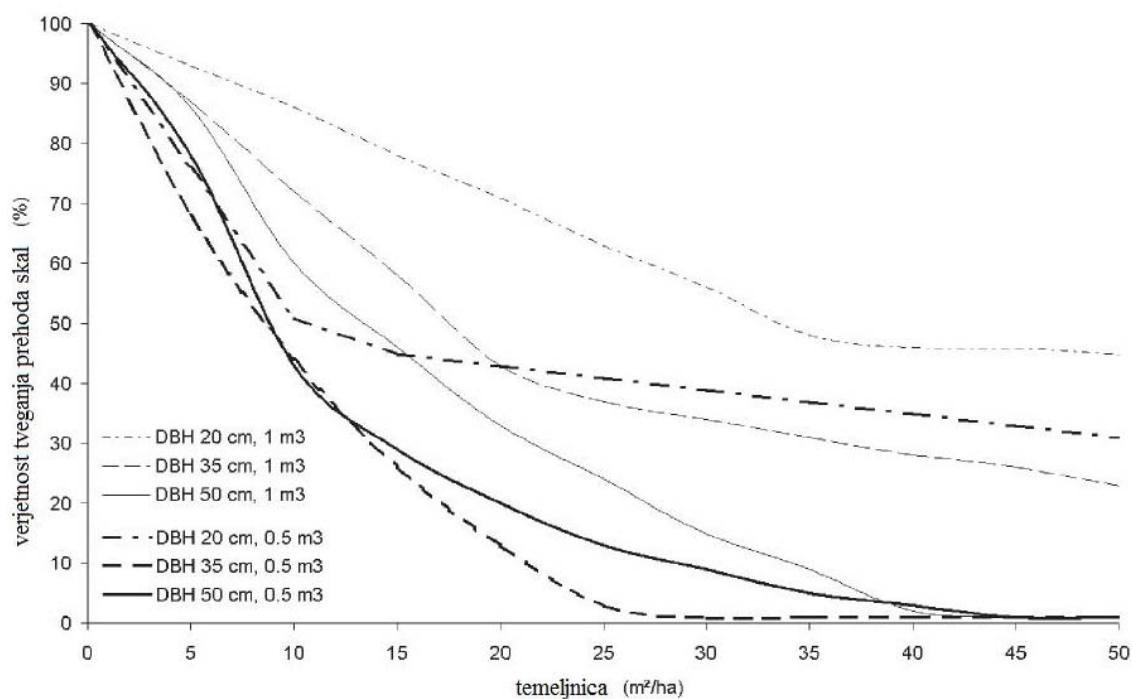


Slika 24: Vir padajočega kamenja na prvi ploskvi (Katja Kunc, junij 2008)

Zadnji kriterij, ki ga navajata Motta in Haudemand, pa je optimalna zgradba gozda. Optimalna zgradba varovalnega gozda mora biti prilagojena naravnim nevarnostim pred katerimi nas gozd varuje. Bistveno je, da zagotovi maksimalno število ovir (Brang in sod., 2006). Ciljna sestava sestoja, naj bi imela najvišjo možno biološko gostoto, vendar zaradi gostote ne sme biti oškodovana odpornost individuuma na motnje ter sposobnost pomlajevanja (Brang, 2006). Dorren in sod. (2004) navajajo, da naj bi imel gozd, ki varuje pred padajočim kamenjem, večjo gostoto dreves. Željeno je, da so debelejša drevesa najbližje viru padajočega kamenja (slika 24). Glede na rezultat raziskave, ki so jo izvedeli Dorren in sod. (2005) v Franciji je bolj pomembno imeti večjo gostoto dreves kot pa debela drevesa. Opazili so namreč, da je pomembno kolikokrat skala udari ob drevo ter na tak način izgubi energijo. Skalo, z volumnom $1,5 \text{ m}^3$ lahko ustavi zelo tanko drevo, s premerom 10 cm, če je skala malo pred tem udarila ob večje drevo. Seveda pa je potreben večji premer dreves, če so skale večjih dimenzij. Za optimalno zgradbo varovalnega gozda, je pomembna večja gostota tanjših dreves ter večplastnost sestoja, saj bo le tako lahko zagotovil dolgoročno varstvo. Tudi horizontalna zgradba naj bo raznolika, prisotno naj bo drevje vseh starosti in velikosti. Pozabiti pa ne smemo tudi na vrstno pestrost.

Rezultati orodja Rockfor.net nam v primeru premera skale 0,5 m, na obeh ploskvah pokažejo 1 % verjetnosti, da skala z vrha pobočja pride skozi sestoj. Po izračunih orodja bi lahko bila gostota sestoja, kakor tudi povprečni prsni premer dosti nižja. Predlaga namreč gostoto dreves do 150 dreves na hektar (do 160 na drugi ploskvi) ter povprečni prsni

premer do 15 cm. Odstotek se poveča, če povečamo premer skale na 1 m. Orodje nam predlaga, da na ploskvah povečamo število dreves in zmanjšamo njihov prsni obseg (sedaj 39,4 cm na prvi oziroma 36,6 cm na drugi ploskvi). Napotek je enak tudi, ko smo odstranili vsa drevesa s slabo stabilnostjo. V izračunih za sesto, kateremu smo odstranili vsa drevesa s slabo stabilnostjo ter jim dodali drevesa 3. in 4. debelinske stopnje je odstotek tveganja presegel 30 %. Priporočena gostota dreves na prvi ploskvi je bila od 560 do 620 na hektar s povprečnim premerom do 38 cm. Dejanska gostota znaša 363 dreves na hektar, povprečni premer pa je 32 cm. V tem primeru nam program predlaga, da povečamo število dreves, kakor tudi njihov povprečni premer. Napotek velja tudi za drugo ploskev.



Slika 25: Vpliv temeljnice sestoja na verjetnost tveganja prehoda skal skozi sesto, z dolžino 500 m, naklonom 38°, nad katerim je skalna stena višine 10 m, z različnimi kombinacijami premera dreves ter volumna skal (Dorren, Berger 2006)

Primerjava rezultatov drevesne sestave, mladja ter možnosti prehoda skale skozi sestoj med ploskvama, nam daje zanimive rezultate. Splošni napotki so na obeh ploskvah enaki. Zmanjšanje števila osebkov ter temeljnice, kot nam Rockfor.net predlaga v primeru velikosti skale do 0,5 m, ne pride v poštev. Na območju so namreč prisotne veliko večje skale z večjimi premeri, ki jih je potrebno upoštevati (slika 23). Povečanje števila osebkov ter zmanjšanje temeljnice, pomeni pomladitev sestoja. To pa predstavlja problem predvsem na prvi ploskvi, saj v drevesni strukturi manjkajo pomladitvena jedra oziroma osebki v prvi debelinski stopnji, ki naj bi nadomestili odstranjena debela drevesa. Glede na to, da ko smo teoretično odstranili vsa drevesa s slabo stabilnostjo, smo odstranili več kot 25 % osebkov, bi problem s pomladitvijo lahko postal kmalu aktualen. V sestoju se ni gospodarilo (razen sanitarnih sečenj) že več desetletij in to je pustilo posledice. Tudi na sami ploskvi ni sledi o preteklem gospodarjenju. Na ploskvi kjer se gospodari so razmere boljše. Na ploskvi je dovolj pomladka, kakor tudi pomladitvenih jeder, v katerih so že močnejše razviti osebki. Rockfor.net nam v primeru, ko smo v sestoju odstranili slabo stabilne osebke ter v izračun dodali še drevesa 3. in 4. debelinske stopnje predlaga povečanje gostote dreves kakor tudi temeljnice oziroma povprečnega prsnega premera. V tem primeru moramo poskrbeti za veliko pomladka, ki naj bo razporejen po celotnem sestoju. Na drugi ploskvi je usmeritev nega gošče ter pomoč najvitalnejšim osebkom. Na tej ploskvi imamo namreč dovolj pomladka kakor tudi osebkov, ki bodo kmalu prerasli iz gošče v letvenjak. Odstranili bi lahko nestabilno debelo drevje ter tako zagotovili nadaljnje pomlajevanje. Na prvi ploskvi je usmeritev počasno odpiranje sestoja, da zagotovimo svetlobne vrzeli in se lahko začnejo izoblikovati pomladitvena jedra. Odpiranje mora biti zelo razpršeno po ploskvi. Paziti je potrebno, da se s tem ne odpre prosta pot skalam na vrhu pobočja in se tako ogrozi prometnica, ki jo gozd varuje.

Skale dosežejo uničevalno hitrost po kotaljenju po pobočju v dolžini 40 m, ne da bi trčile ob drevo (Gsteiger, 1993; Wasser in Frehner, 1996, cit. po Dorren in sod., 2005). V našem primeru je ta razdalja presežena na obeh ploskvah, stanje pa se bo le še poslabšalo, če domnevamo, da bodo drevesa s slabo stabilnostjo kmalu propadla. Skale bodo lahko dosegle veliko hitrost ter tako postale uničevalne. Razdalja med drevesi se zmanjša, če se poveča obseg skale, saj se tako poveča možnost trkov, vendar se morajo zato povečati tudi premeri dreves, da lahko skalo zadržijo. Pogled na rezultate, ko smo dodali drevesa s

premeri od 10 – 20 cm, nam pove, da bi v obeh sestojih morali zmanjšati povprečni premer dreves na račun večje gostote. Razdalja med dvema drevesoma ob katera udari skala, v tem primeru ne preseže 40 m.

Kotaleča se skala za seboj pusti odprto površino ali t. im. *couloir*, po kateri imajo druge skale prosto pot po pobočju. V izogib oblikovanja takšnih prostih poti lahko posekamo drevesa na obeh straneh takšne odprte površine ter pustimo debela na pobočju, prečno na padnico. Dorren in sod. (2005) navajajo kriterije, katere je potrebno upoštevati ob odkazilu takšnih dreves. Pomembna je sama lega drevesa glede na odprto površino, premer drevesa (debelejša debela ali več paralelno položenih debel so bolj učinkovite ovire), stabilnost drevesa ter ugoden učinek odstranitve drevesa na pomlajevanje. Navajajo tudi efekt skrivanja, ko starejša drevesa ščitijo mlajša drevesa. Starejša drevesa lahko posekamo, ko se mlajša razvijejo do te mere, da nudijo učinkovito zaščito za padajoče kamenje (prsni premer > 35 cm). Na drugi ploskvi, kjer imamo večinoma debela drevesa, katera so tudi že slabo stabilna, bi lahko uporabili omenjeno metodo. Seveda ob upoštevanju prejšnjih kriterijev. Tako bi zagotovili vrzeli v katerih bi se lahko začel razvijati pomladek, ki bi kasneje zagotovil večje število dreves.



Slika 26: Poškodbe na drevju zaradi padajočega kamenja ter 'efekt skrivanja' (David Pivk, junij 2008)

V nadaljevanju Dorren in sod. (2005) navajajo tudi pomembnost usmeritve padlih debel glede na pobočje. Jasno je, da morajo biti usmerjena prečno na pobočje. Z debli pa lahko padajoče skale tudi usmerjamo. Z rotacijo debel (par stopinj) lahko skale usmerimo bodisi v območje kjer ležijo že poprej ustavljene skale, bodisi v gostejši sestoj, kjer je večja verjetnosti, da se skala ustavi. Lahko pa jih usmerimo samo stran od odprtih poti v sestoju.

Na prvi ploskvi imamo 26 debel, katerih skupni volumen znaša 54 m^3 . Veliko teh debel (70 %) je razporejenih vzporedno na pobočje, kar ne zagotavlja dodatnih ovir za padajoče skale (slika 27). Tudi na drugi ploskvi imamo veliko odmrle biomase (11 % od skupne biomase), od katerih 48 % debel leži prečno na pobočje (priloga C). V nadaljevanju bi se lahko z večkratnim kontroliranjem ugotavljalo stabilnost dreves v sestojih, slabše stabilna drevesa pa bi se lahko usmerjeno podiralo na pobočje. Tako bi zagotovili dodatne ovire ter preprečili morebitne druge poškodbe v sestoju, ki bi jih naredilo slabo stabilno drevo s svojim padcem. V ta namen bi lahko uporabili tudi stoječa odmrle drevesa.



Slika 27: Primer zaustavljene skale zaradi prečno padlega debela (David Pivk, junij 2008)

Pri puščanju debel in sečnih ostankov v gozdu, pa moramo paziti na pojav lubadarja, katerega namnožitev bi lahko oslabila prej vitalen sestoj.

Dorren in sod. (2005) ugotavljajo tudi, da star, razpadel panj deluje kot odskočna deska za kotalečo se skalo. V njihovi raziskavi se je zaradi razpadajočega panja kotaleča se skala odbila 5 m visoko. Zato naj bi bili panji v varovalnem gozdu visoki ($H > 1,3$ m). V našem primeru imamo na drugi ploskvi 58 (priloga C) zelo nizkih (povprečje 46 cm) in starih panjev, ki lahko povzročijo takšno poskakovanje skal. Panji, katerih višine segajo 1,3 m ali več, zagotavljajo varstvo pred padajočimi skalami. Zanimiv je izračun orodja Rockfor.net, ki v primeru, da številu dreves ter povprečnemu premeru dodamo še odmrle stoječa drevesa ter panje, izračuna tudi v primeru premera skale 1 m, odstotek tveganja 1 %. Torej je v sestoji zadostna gostota dreves, kakor tudi premer dreves. Predlaga celo zmanjšanje obojega.

Negospodarjenje v varovalnem gozdu ima svoje prednosti in slabosti. Prednost je, da ni stroškov upravljanja, ni tveganj za gozdne delavce, ki bi delali v ekstremnih razmerah ter ni možnosti za morebitno sproženje kamenja. Varovalna vloga gozda ponavadi narašča, vsaj dokler ne pride do večjih motenj. Z neukrepanjem v varovalnem gozdu pa tudi tvegamo. Odpornost in s tem stabilnost sestoja se s starostjo zmanjšuje. Gozd, ki ga je prizadela ujma, je potencialno žarišče za namnožitev podlubnikov ter povečuje možnost gozdnih požarov. Poškodovan in neočiščen gozd nudi minimalno zaščito pred padajočim kamenjem, še posebej, če je pomlajevanje in razgrajevanje lesa počasno (Brang, 2006). Prva ploskev v našem primeru je tipičen sestoj, kjer se ne posega. Gozd je že dosegel razvojno stopnjo debeljaka, zato so prsni premeri bistveno večji, kot jih različni avtorji predlagajo za varovalni gozd. V primeru ujma se bodo odprle večje površine, ki ne bodo nudile uspešne zaščite pred padajočim kamenjem. V nižjih slojih je že sedaj primanjkljaj mlajših osebkov, ki bi nadomestili propadle. V našem primeru se neukrepanje ni izkazalo za učinkovito. Okrevanje gozda je hitrejše, če se v njem po motnji izvede selektivno redčenje (Brang, 2001).

Bistvenih razlik v samem zagotavljanju varnosti pred padajočim kamenjem med prvo, negospodarjeno ter drugo, gospodarjeno ploskvijo trenutno ni. Razlika med obema ploskvama je v zagotavljanju stabilnosti ter s tem trajnosti sestoja v prihodnosti. Eden glavnih faktorjev zagotavljanja stabilnosti je zadostno pomlajevanje. Na negospodarjeni ploskvi se zaradi neodprtosti, sestoj ne pomlajuje, kar bi lahko ogrozilo stabilnost sestoja v prihodnosti. Sama združba *Abieti Fagetum Dinaricum Hacquetietosum*, v kateri se nahajata obe raziskovalni ploskvi pomlajevanje zagotavlja. Za pomlajevanje na prvi ploskvi moramo poskrbeti za raznovrstno ter vertikalno in horizontalno heterogenost.

8 SKLEPI

Na osnovi popisa dreves, mladja ter velikih drevesnih ostankov na treh raziskovalnih ploskvah varovalnih gozdov na rastišču združbe *Abieti Fagetum Dinaricum Hacquetietosum* lahko povzamemo:

- na prvi ploskvi primanjkuje pomladka, kar lahko ogrozi stabilnost sestoja,
- pomlajevanje je zadostno na drugi ploskvi,
- odpiranje večjih površin povzroči razrast zeliščne plasti, kar ovira pomlajevanje (tretja ploskev),
- glede na rezultate orodja Rockfor.net, je gostota dreves na prvi in drugi ploskvi premajhna, povprečni prsni premer pa prevelik,
- premajhno gostoto dreves oziroma preveliko razdaljo med drevesi dokazuje tudi izračun razdalje med dvema udarjenima drevesoma po modelu Gsteiger,
- ob odstranitvi slabo stabilnih dreves se verjetnost prehoda skal skozi sestoj poveča na 20 %,
- ob upoštevanju odmrlih stoječih dreves ter panjev, ki bi morali biti visoki do 1,3 m, se varovalnost gozda poveča,
- debla, usmerjeno posekana prečno na pobočje, zagotavljajo dodatno varstvo,
- v varovalnih gozdovih je za doseganje stabilnosti potrebno malopovršinsko ukrepanje, zagotavljanje, manjših jeder za razrast pomladka, velika vrstna pestrost ter vertikalna in horizontalna heterogenost.

9 POVZETEK

Varovalni gozd ščiti nižje ležeče objekte in zemljišča. Namen diplomske naloge je prikazati vpliv gospodarjenja na stabilnost varovalnih gozdov ter s tem zmožnost zagotavljanja varovalne funkcije.

Raziskava je potekala na območju ceste Godovič – Idrija, v gozdovih gozdnogospodarske enote Idrija I, ter gozdnogospodarske enote Dole nad Idrijo, na pobočjih združbe *Abieti Fagetum Dinaricum Hacquetietosum*, ki ogrožajo promet s padajočim kamenjem. Prvo ploskev smo postavili v sestoj, v katerem se razen sanitarnih sečenj zadnja desetletja ni gospodarilo, drugo ploskev v sestoj, v katerem se aktivno gospodari, tretja ploskev pa je bila postavljena na večji odprti površini, na kateri se je izvajalo žičnično spravilo lesa.

Na prvi in drugi ploskvi smo na površini 3500 m² popisali vsa drevesa, mrtvo ležečo in stoječo biomaso, panje ter opisali jedra pomlajevanja. Vzorčno smo na vsaki ploskvi popisali tudi pomladek na 35 ploskvicah (1,5 x 1,5 m) in sicer glede na drevesno vrsto, poškodovanost ter višinski razred. Pomladek smo popisali tudi na tretji ploskvi na desetih ploskvicah (1,5 x 1,5 m). Med popisovanjem pomladka smo na ploskvicah ocenili naklon, ekspozicijo, relief, razvojno fazo, pokrovnost zeliščne in drevesne plasti po treh višinskih razredih, skalovitost in odmrlo biomaso. Izračunali smo razdalje med drevesi po modelu Gsteiger ter verjetnost prehoda skale skozi sestoj s pomočjo orodja Rockfor.net.

Ugotovili smo, da je pomlajevanje najuspešnejše na gospodarjeni ploskvi. Prisotna so tudi jedra pomlajevanja. Na tretji ploskvi je največji delež pomladka v tretjem višinskem razredu ($H \geq 1,3$ m, $DBH < 5$ cm), manjka pa v prvem in drugem. Vzrok je zastiranje zeliščne plasti. Na negospodarjeni ploskvi pomladka primanjkuje, oziroma neuspešno prerašča iz prvega višinskega razreda naprej. Na drugi in tretji ploskvi je najuspešnejša vrsta pri pomlajevanju jesen, na drugi ploskvi javor.

Pri analizi drevesne sestave se na negospodarjeni ploskvi kaže pomanjkanje osebkov v 1. debelinski stopnji, kar je posledica nezadovoljivega pomlajevanja. Gostota dreves po debelinskih stopnjah na gospodarjeni ploskvi ima obliko padajoče krivulje, kar zagotavlja uspešno preraščanje dreves v višje debelinske stopnje. Manjši sta tudi gostota in lesna zaloga.

Pri izračunu razdalje med dvema zaporednima trkoma skale od drevo ter tveganju prehoda skale skozi sestoj po modelu Rockfor.net, smo pri analizi upoštevali drevesa, katerih premer je nad 20 cm. Izračuni pokažejo, da je razdalja med drevesi prevelika, saj presega mejo 40 m, na kateri skala (premer 0,5 m) dobi veliko hitrost in rušilno moč. Izračun tveganja prehoda skale s premerom en meter, skozi sestoj z orodjem Rockfor.net je na gospodarjeni ploskvi 20 %. Za zmanjšanje tveganja, je potrebno povečati gostoto drevja ter zmanjšati povprečni premer drevja. Usmeritev velja tudi za negospodarjeno ploskev. Izračune smo ponovili, ko smo navidezno odstranili vsa slabo stabilna drevesa ter dodali še drevesa 3. in 4. debelinske stopnje. Gostota dreves je bila še vedno premajhna. V zadnjem primeru, ko smo dodali drevesa 3. in 4. debelinske stopnje pa je bil premajhen tudi povprečni premer. Na gospodarjeni ploskvi smo naredili še izračun, ko smo sestoju dodali stoječe odmrlo drevje ter panje, katerih višina bi morala znašati najmanj 1,3 m. Gostota dreves je bila v tem primeru več kot zadovoljiva.

Na ploskvah je prisotnih tudi veliko drevesnih ostankov. Podrto drevje, ki leži prečno na pobočje, uspešno zaustavlja padajoče kamenje.

Stabilnost varovalnega gozda zagotovimo z zadostnim pomlajevanjem in raznovrstno sestavo. Vertikalna in horizontalna struktura morata biti heterogeni. Le z malopovršinskim poseganjem ter nenehnim preraščanjem dreves v višje debelinske stopnje, lahko varovalni gozd zagotavlja največje možno število ovir za padajoče kamenje. Za ovire uporabljamo tudi padla drevesa ter panje, katerih višina je najmanj 1,3 m.

10 VIRI

- Anko B. (ur.). 1987. Varovalnost gozda v Sloveniji: zbornik republiškega seminarja, Ljubljana, 16. in 17. januarja 1986. Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo Biotehniške fakultete: 133 str.
- Anko B., Golob A., Smolej I. 1985. Varovalni gozdovi v Sloveniji: stanje po popisu 1980. Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo: 118 str.
- Berger F., Dorren L. K. A. 2007. Principles of the tool Rockfor.net for quantifying the rockfall hazard below a protection forest. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 158, 6:157-165.
- Brang P. 2001. Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 145: 107-119.
- Brang P., Schönenberger W., Frehner M., Schwitter R., Thormann J.J., Wasser B. 2006. Management of protection forests in the European Alps: an overview. *Forest snow and landscape research*, 80, 1:23-44
- Dorren L. K. A., Berger F. 2006. Balancing tradition and technology to sustain rockfall-protection in the Alps. *Forest snow and landscape research*, 80, 1: 87-98.
- Dorren L. K. A., Berger F., Imeson A. C., Maier B., Rey F. 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 195: 165-176.
- Dorren L. K. A., Berger F., Jonsson M., Krautblatter M., Mölk M., Stoffel M., Wehrli A. State of the art in rockfall – forest interactions. 2007. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 158, 6:128-141.
- Dorren L. K. A., Berger F., le Hir C., Mermin E., Tardif P. 2005. Mechanisms, effects and management implications of rockfall in forests. *Forest Ecology and Management*, 215: 183-195.
- Fink T. 2001. Opredelitev in značilnosti varovalnih gozdov v Sloveniji: diplomska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.: 72 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdno gospodarske enote Idrija I 1995-2004. 1995. Tolmin, Zavod za gozdove Slovenije; OE Tolmin.

- Gozdnogospodarski načrt gozdno gospodarske enote Idrija I 2005-2014. 2005. Tolmin, Zavod za gozdove Slovenije; OE Tolmin.
- Gozdnogospodarski načrt gozdno gospodarske enote Dole nad Idrijo 1992-2001. 1992. Tolmin, Zavod za gozdove Slovenije; OE Tolmin.
- Interaktivni atlas Slovenije, Slovenija na zemljevidih, slikah besedi. 1998. Ljubljana, Mladinska knjiga, Globalvision : CD-rom.
- Košir Ž. 1976. Zasnova uporabe prostora - Gozdarstvo (Vrednotenje gozdnega prostora po varovalnem in lesnoproizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer). Ljubljana, Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti: 145 str.
- Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.
- Motta R., Haudemand J.-C. 2000. Protective forests and Silvicultural Stability. An example of Planning in the Aosta Valley. Mountain Research and Development, 20, 2: 74-81.
- Pelhan E. 2004. Naravne razmere in gospodarske značilnosti idrijskih gozdov. V: Zbornik posveta: Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi 23. septembra 2004. Idrija, Gozdarski inštitut Slovenije: 151-167.
- Resolucija o gozdnem programu. Ur. l. RS, 111/2007
- Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom Ur. l. RS, 88/2005
- Wehrli, A., Brang, P., Maier, B., Duc, P., Binder, F., Lingua, E., Ziegner, K., Dorren, L.K.A., Kleemayr, K. 2007. Schutzwaldmanagement in den Alpen: eine Übersicht. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 158, 6: 142-156.
- Zemljič M., Horvat A. 1999. Sodobni načini varstva pred porušitveno erozijo. Gozdarski vestnik, 57, 4: 207-213.
- Klimatski podatki za 30-letno obdobje, Vojsko. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje.
<http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/vojsko.htm> (23.7.2008)
- Štetje 2007. 2007. Ljubljana, Ministrstvo za promet, Direkcija Republike Slovenije za ceste.
<http://www.dc.gov.si/si/promet/> (15. 8. 2008)
- Kovšča S. 2008. »Podatki o spravilu z žičnim žerjavom na tretji ploskvi«. Idrija, Soško gozdno gospodarstvo Tolmin, OE Idrija (osebni vir, junij 2008)

Madon N. 2008. »Podatki o številu nesreč zaradi padajočega kamenja za območje Nove Gorice«. Nevenka.Madon@zav-mb.si (osebni vir, maj 2008)

Paglavec A. 2008 »Podatki o številu nesreč zaradi padajočega kamenja v njegovem zavarovalnem zastopstvu«. info@zavarovanje.net (osebni vir, maj 2008)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Juriju Diaciju za nasvete in čas, ki ga je namenil diplomski nalogi. Zahvaljujem se tudi prof. dr. Boštjanu Koširju za recenzijo.

Najlepša hvala Dejanu Firmu za pomoč na terenu ter pripravljenost vedno pomagati ter deliti koristne nasvete.

Pri zbiranju podatkov so mi pomagali zaposleni Zavoda za gozdove iz Idrije ter Črnega Vrha. Zahvaljujem se obema revirnim gozdarjema Erazmu Poženelu ter Nikolaju Avgustu. Hvala Simonu Kovšca iz Soškega gozdnega gospodarstva Tolmin, OE Idrija za podatke o žičnici. Zahvala velja tudi zavarovalnima agentoma Aleksandru Paglavcu ter Nevenki Madon.

Zahvaljujem se mojim staršem in bratu, ki so mi stali ob strani v času študija ter ob pisanju diplomske naloge.

Hvala Davidu za pomoč na terenu, dobro voljo ter vzpodbudne besede skozi celoten študij.

Hvala Mariji Mihelič in Maji Božič za pregled diplomske naloge ter Vesni Medved za prevod angleškega besedila.

Hvala vsem prijateljem, sošolcem ter drugim, s katerimi smo si delili radosti in tegobe študentskih dni!

PRILOGE

Priloga A: Obrazec za popis mladja

Popisal _____
Datum _____
Ura _____

Vrzel _____
Velikost _____

Št. ploskve _____ Št. transeкта _____
Naklon (°) _____
Ekspozicija _____
Relief _____
Razvojna faza _____

DV	H < 0,5 m		0,5 m ≤ H < 1,3 m		H ≥ 1,3 m, DBH < 5 cm		H ≥ 1,3 m, DBH ≥ 5 cm	
	N	P	N	P	N	P	N	P

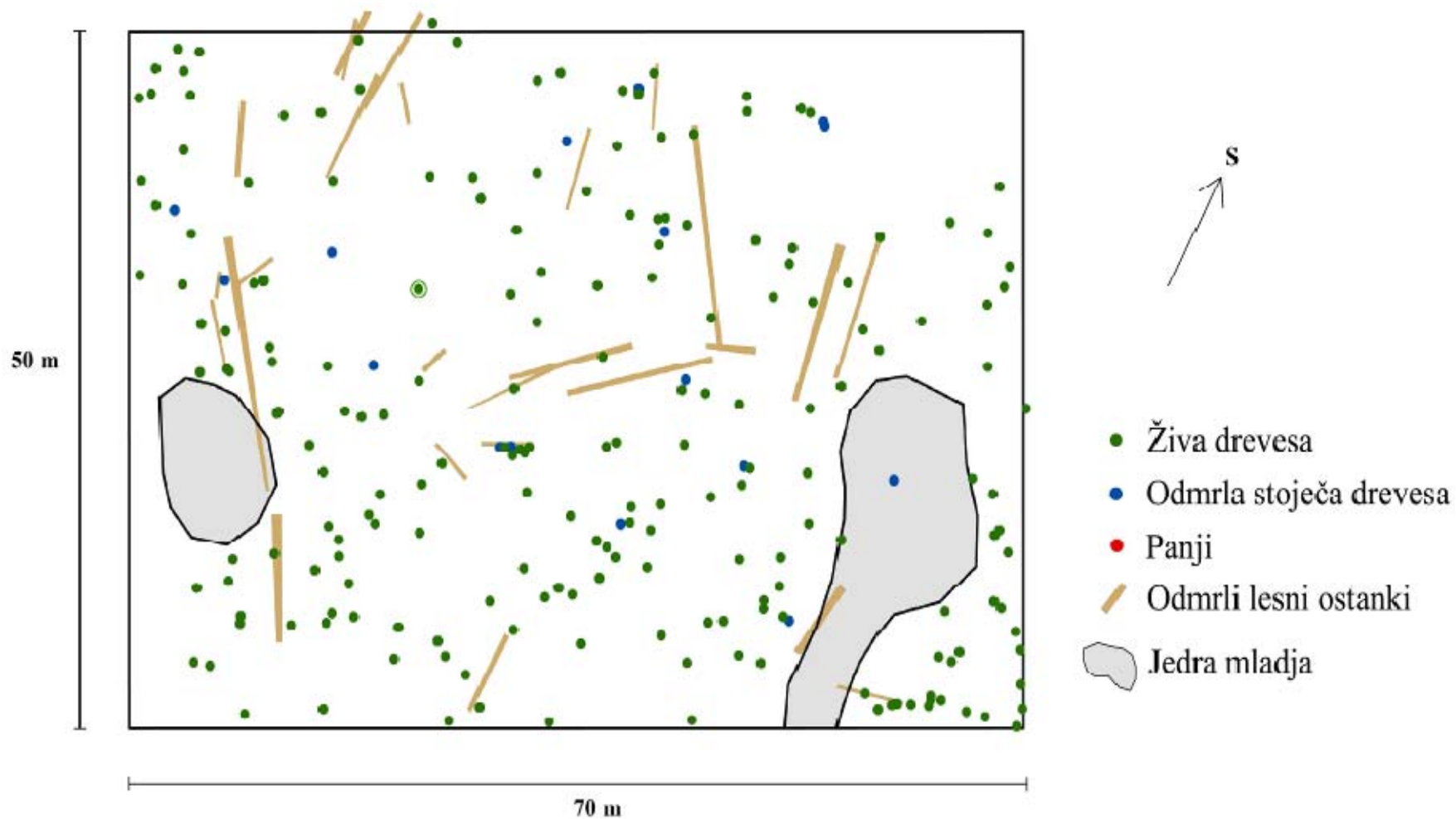
- Pokrovnost (%):

Zeliščna plast	H < 0,5 m	0,5 m ≤ H < 1,3 m	h ≥ 1,3 m

Skalovitost (%) _____ Max. premer (cm) _____ Prevladujoča velikost (cm) _____
Oblika _____

Odmrli lesni ostanki:

Priloga B: Posnetki dreves, drevesnih ostankov ter panjev na prvi ploskvi



Priloga C: Posnetki dreves, drevesnih ostankov ter panjev na drugi ploskvi

