

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

Simon PINTAR

**PRESOJA VAROVALNEGA UČINKA GOZDA PRED
SNEŽNIMI PLAZOVI NA DELU CESTE NA VRŠIČ**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Bled, 2012

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

Simon PINTAR

**PRESOJA VAROVALNEGA UČINKA GOZDA PRED SNEŽNIMI
PLAZOVI NA DELU CESTE NA VRŠIČ**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ASSESSMENT OF PROTECTIVE EFFECT OF FOREST AGAINST
SNOW AVALANCHES ON THE SECTION OF THE VRŠIČ ROAD**

GRADUATION THESIS
University studies

Bled, 2012

Delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je dne 21. 6. 2012 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija, za recenzenta pa doc. dr. Janeza Pirnata.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Simon Pintar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 266+384(497.4Vršič)(043.2)=163.6 varovalni gozdovi/varovalna funkcija/zaščitna funkcija/varovalni
KG	učinek/snežni plazovi/naravne nevarnosti/gospodarjenje z varovalnimi gozdovi/Vršič/NaiS
AV	PINTAR, Simon
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	2012
IN	PRESOJA VAROVALNEGA UČINKA GOZDA PRED SNEŽNIMI PLAZOVI NA DELU CESTE NA VRŠIČ
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 74 str., 7 pregl., 17 sl., 5 pril., 39 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Cesto na Vršič ogrožajo snežni plazovi, gozdovi nad njo pa opravljajo zaščitno in varovalno funkcijo pred njimi. Nad delom ceste v bližini ruskega križa smo analizirali potencialno ogroženost ceste in gozda nad njo pred snežnimi plazovi, opravili presojo zaščitne funkcije gozda pred snežnimi plazovi ter določili smernice in ukrepe za nadaljnji razvoj gozda in krepitev njegovega varovalnega učinka. Ovrednotili smo tudi aktualno prostorsko razporejenost varovalne in zaščitne funkcije znotraj objekta raziskave. Na objekt raziskave smo postavili mrežo 21-ih raziskovalnih ploskev na katerih smo popisali vsa živa drevesa s prsnim premerom ≥ 10 cm. Po modificirani metodi NaiS (Frehner in sod., 2005) smo izločili in opisali sestoje ter primerjali njihovo dejansko stanje s ciljnim, ki zagotavlja zaščito pred snežnimi plazovi. Glede na naklon in pokritost z gozdnim rastjem smo naredili tudi karto, ki kaže najbolj ogrožena območja pred snežnimi plazovi. Delež bukve v lesni zalogi je znašal 55 %, delež smreke 32 %, delež macesna pa 11 %. Ugotovili smo, da noben sestoj ne zagotavlja popolne in trajne zaščitne funkcije. Največji problem predstavlja pomlajevanje in zagotavljanje raznomerne strukture sestojev. V dveh sestojih so potrebni tudi tehnični ukrepi. Najpomembnejše smernice za nadaljnji razvoj gozda so: pospeševanje raznomerne in raznodobne strukture, zagotavljanje pomladka, čim večje število nosilcev stabilnosti, zagotavljanje dobre vitalnosti dreves, zagotavljanje zadostne gostote dreves, delež smreke v lesni zalogi naj znaša do 30 %, delež bukve naj ne bo manjši kot 60 %.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 266+384(497.4Vršič)(043.2)=163.6
CX	protection forest/protection function/ protective effect/snow avalanche/management of protection forests/Vršič/NaiS
AU	PINTAR, Simon
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	2012
TI	ASSESSMENT OF PROTECTIVE EFFECT OF FOREST AGAINST SNOW AVALANCHES ON THE SECTION OF THE VRŠIČ ROAD
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	IX, 74 p., 7 tab., 17 fig., 5 ann., 39 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The Vršič road is threatened by snow avalanches, and the forests above it are performing a protective function against them. We analysed potential hazard to the road and forests above it from snow avalanches, and evaluated the protective function of the forest. We defined guidelines and measures for further development of the forests to enhance its protective effect, and evaluated the actual spatial distribution of formalized protective function area of the forest within management plans. We set a network of 21 sample plots on the research area and measured all living trees with DBH ≥ 10 cm. Using the modified method NaiS (Frehner et al., 2005) we defined the stand boundaries, analysed them and compared the actual state of the stands to the target state. With regard to the slope and forest cover we made a map of the areas that are most prone to formation of snow avalanches. The share of beech in growing stock was 55 %, the share of spruce 32 % and the share of larch 11 %. We concluded that none of the stands provided complete and permanent protective function against snow avalanches. The largest problems are poor regeneration and ensuring uneven-aged stand structure. Technical measures are needed in two stands. The most important guidelines for the future development of the forest are: favouring heterogeneous stand structure and regeneration, safeguarding good stability and vitality of the trees, ensuring sufficient density of the trees, the share of the spruce in growing stock should not exceed 30 %, while the share of the beech should not be less than 60 %.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 VAROVALNI GOZDOVI	2
2.1.1 Varovalni gozdovi v Sloveniji in tujini	2
2.1.2 Poudarki pri gospodarjenju z varovalnimi gozdovi	4
2.2 SNEŽNI PLAZOVI	9
2.2.1 Definicije in predstavitev	9
2.2.2 Značilnosti območja, potencialno nevarnega za proženje snežnih plazov ...	11
2.3 VPLIV GOZDOV PRI ZAŠČITI PRED SNEŽNIMI PLAZOVI	13
2.3.1 Vpliv gozda v območju proženja snežnih plazov	14
2.3.2 Vpliv gozda v območjih gibanja in zaustavljanja snežnih plazov	17
2.3.3 Ostale raziskave	17
3 NAMEN IN HIPOTEZE	21
4 PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE	22
4.1 PROSTORSKA UMEŠČENOST OBJEKTA RAZISKAVE	22
4.2 ZNAČILNOSTI OBJEKTA RAZISKAVE	24
4.3 ANALIZA PRETEKLEGA GOSPODARJENJA	27
4.4 OGROŽENOST CESTE NA OBMOČJU RAZISKAVE	30
5 METODE	32
5.1 ZAKOLIČBA, IZMERA IN POPIS RAZISKOVALNIH PLOSKEV	32
5.2 IZLOČANJE, OPIS IN DIGITALIZACIJA NaiS SESTOJEV	35
5.3 IZRAČUN PARAMETROV IN ANALIZA PODATKOV	37

5.4	KARTIRANJE NEGOZDNIH POVRŠIN IN IZDELAVA KARTE POTENCIALNE NEVARNOSTI PROŽENJA SNEŽNIH PLAZOV IN NEGOZDNIH POVRŠIN.....	38
6	REZULTATI.....	39
6.1	KARTA POTENCIALNE NEVARNOSTI PROŽENJA SNEŽNIH PLAZOV IN NEGOZDNIH POVRŠIN.....	39
6.2	PRESOJA AKTUALNE PROSTORSKE RAZPOREDITVE VAROVALNE IN ZAŠČITNE FUNKCIJE GOZDA ZNOTRAJ OBJEKTA RAZISKAVE.....	41
6.3	SPLOŠNA PODOBA GOZDA	43
6.4	NaiS SESTOJI	47
6.4.1	Opis minimalnih zahtev.....	47
6.4.2	Karta NaiS sestojev in pregled izpolnjevanja ciljnega stanja NaiS sestojev	48
6.4.3	Določitev ukrepov in nujnosti ukrepanja v NaiS sestojih	50
7	RAZPRAVA	53
7.1	KARTA POTENCIALNE NEVARNOSTI PROŽENJA SNEŽNIH PLAZOV IN NEGOZDNIH POVRŠIN.....	53
7.2	PRESOJA AKTUALNE PROSTORSKE RAZPOREDITVE VAROVALNE IN ZAŠČITNE FUNKCIJE GOZDA ZNOTRAJ OBJEKTA RAZISKAVE.....	55
7.3	SPLOŠNA PODOBA GOZDA	55
7.4	NaiS SESTOJI	57
7.5	PREDLOGI IN SMERNICE	60
7.5.1	Smernice – splošno.....	60
7.5.2	Smernice za objekt raziskave	62
7.6	PRIMERJAVA Z DRUGIMI RAZISKAVAMI	65
8	ZAKLJUČEK	66
9	POVZETEK.....	68
10	VIRI	71
	ZAHVALE.....	75
	PRILOGE.....	76

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Izbrani kriteriji za določanje potencialne ogroženosti površja zaradi snežnih plazov na območju slovenskih Alp.....	11
Preglednica 2: Razredi potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov zaradi naklona....	12
Preglednica 3: Posek v odsekih 28c, 28u in 29u v letih 1997–2006.....	29
Preglednica 4: Posek v odsekih 28c, 28u in 29u v letih 2007–2010.....	29
Preglednica 5: Pregled vitalnosti dreves pomembnejših drevesnih vrst in vitalnosti dreves vseh drevesnih vrst skupaj.	45
Preglednica 6: Mejne vrednosti sestojnih parametrov za minimalno zadovoljivo ciljno stanje NaiS sestoja	47
Preglednica 7: Pregled vsot ocen stanja NaiS sestojev v različnih časovnih obdobjih.	50

KAZALO SLIK

Slika 1: Spreminjanje varovalne funkcije glede na fazo razvoja gozda	6
Slika 2: Hipotetična odpornost dveh raznodobnih sestojev in enodobnega sestoja.....	8
Slika 3: Hipotetična elastičnost enodobnega in raznodobnega sestoja	8
Slika 4: Lokacija objekta raziskave	22
Slika 5: Objekt raziskave z označenimi odseki, raziskovalnimi ploskvami in plaznicami .	23
Slika 6: Povprečne, maksimalne in minimalne mesečne temperature zraka v °C za obdobje 1971–2000	25
Slika 7: Povprečna količina korigiranih padavin v mm za obdobje 1971–2000.	25
Slika 8: Število dni s snežno odejo po sezonah za klimatološko postajo Rateče	26
Slika 9: Pas podrčic blizu raziskovalne ploskve 16.....	30
Slika 10: Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin.....	40
Slika 11: Pregled aktualne in predlog nove prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozdov znotraj objekta raziskave.....	42
Slika 12: Obtežena porazdelitev drevesnih vrst po številu.	43
Slika 13: Obtežena porazdelitev drevesnih vrst po lesni zalogi.	44
Slika 14: Obtežena povprečna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah.	45
Slika 15: Vrstna porazdelitev mrtvega drevja po številu.	46
Slika 16: Karta NaiS sestojev	48
Slika 17: Skali zaustavljeni s pomočjo dreves v NaiS sestoku 1	54

KAZALO PRILOG

Priloga A: Obrazec za popis raziskovalne ploskve.....	76
Priloga B: Obrazec za opis NaiS sestoja.....	77
Priloga C: Trenutno stanje sestojnih parametrov in izpolnjevanje zahtev za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestojev	78
Priloga D: Pregled izpolnjevanja zahtev za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestojev čez 10 let	80
Priloga E: Pregled izpolnjevanja zahtev za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestojev čez 50 let	81

1 UVOD

Slovenski alpski prostor zaznamuje velika razgibanost površja. Zanj so značilni predvsem visoki in ostri grebeni ter strma pobočja, ki se spuščajo v globoko zarezane doline med njimi. Tak relief ob prisotnosti večjih snežnih padavin pogosto pomeni idealne razmere za proženje snežnih plazov.

V alpskem območju imajo gozdovi pomembno vlogo pri preprečevanju proženja snežnih plazov in zmanjševanju njihove energije, s tem pa opravljajo varovalno in zaščitno funkcijo. Najbolj pomembna lastnost gozdov na strmih legah je ta, da zanesljivo in trajno varujejo sebe, zemljišča in objekte pod seboj pred snežnimi plazovi in ostalimi erozijskimi procesi. Pomen varovalnega učinka gozdov pred snežnimi plazovi in ostalimi erozijskimi procesi prepoznavajo številne države. V Švici za varstvo pred snežnimi plazovi namenijo 120–150 milijonov švicarskih frankov letno, 60 % te vsote pa je namenjenih vzdrževanju in izboljšanju varovalne in zaščitne funkcije gozdov (Schärer, 2004, cit. po Wehrli in sod., 2007). Avstrija nameni približno 120 milijonov evrov letno za protilavinske ukrepe in preventivno gospodarjenje z varovalnimi gozdovi (Wehrli in sod., 2007). V Sloveniji aktivnega gospodarjenja z varovalnimi gozdovi ne poznamo, kar se odraža tudi v tem, da sta ponekod njihovi varovalna in zaščitna funkcija resno ogroženi. Stroški prilagojenega gospodarjenja z varovalnimi gozdovi so sicer navadno višji kot pri ostalih gozdovih, vendar so stroški odpravljanja posledic morebitnih snežnih plazov po navadi še večji, da o ogroženosti ljudi in objektov ne govorimo.

V Sloveniji ogroža prometnice najmanj 715 snežnih plazov, stanovanjska in gospodarska poslopja pa 140 snežnih plazov (Horvat in sod., 1999). Ena izmed ogroženih cest je tudi regionalna cesta Kranjska Gora–Vršič–Bovec, ki je pozimi zaradi nevarnosti snežnih plazov zaprta. Gozdovi nad njo opravljajo pomembno zaščitno in varovalno funkcijo pred snežnimi plazovi. Z nalogo smo na delu ceste ocenili potencialno ogroženost območja pred snežnimi plazovi, analizirali varovalni učinek gozda, določili smernice in ukrepe za njegov nadaljnji razvoj ter predstavili pomen prilagojenega gospodarjenja z varovalnimi gozdovi za doseganje trajne in učinkovite varovalne in zaščitne funkcije.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 VAROVALNI GOZDOVI

2.1.1 Varovalni gozdovi v Sloveniji in tujini

V Sloveniji je več kot 100.000 ha gozdov evidentiranih in z zakonom zaščitene kot varovalnih gozdov (Varovalni gozdovi ..., 2012). Največ varovalnih gozdov je v območju Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alp ter Karavank. V manjši meri pa so izločeni še na območjih Idrijskega in Cerkljanskega hribovja, južnih pobočjih Trnovskega gozda in Nanosa, na območju Posavskega hribovja, Gorjancev, Planine, Pohorja, Kozjaka ter ob celotnem koridorju reke Mure (Pintar, 2010).

Zakon o gozdovih v 43. členu opredeljuje za varovalne gozdove tiste, ki v zaostrenih ekoloških razmerah varujejo sebe, svoje zemljišče in nižje ležeča zemljišča in gozdove, v katerih je izjemno poudarjena katerakoli druga ekološka funkcija. Razglašeni so z Uredbo o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom, ki jih še dodatno opredeli: *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, gozdovi v kmetijski in primestni krajini z izjemno poudarjeno funkcijo ohranjanja biotske raznovrstnosti ter gozdovi na zgornji meji gozdne vegetacije* (Uredba o varovalnih gozdovih ..., 2009). Na 86,3 % površine varovalnih gozdov je valorizirana varovalna funkcija prve stopnje, na 5,0 % varovalna funkcija druge stopnje, na 9,0 % pa poudarjena zaščitna funkcija (Guček in sod., 2012).

Najpomembnejši funkciji v gozdovih, kjer so prisotni erozijski procesi, sta torej varovalna in zaščitna funkcija. Varovalna funkcija oziroma funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev po Pravilniku o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo pomeni: *Varovanje rastišča in njegove okolice pred posledicami vseh vrst erozijskih*

procesov, zlasti zagotavljanje (ohranjanje) odpornosti tal na erozijske pojave, ki jih povzročajo mraz, sneg, voda in veter; preprečevanje razvoja (pojavljanja) zemeljskih in snežnih plazov, podorov in usadov; preprečevanje poglobljanja pobočnih jarkov; preprečevanje premeščanja naplavin; zadrževanje drobnega plovnega materiala; ohranjanje rodovitnosti gozdnih tal (Pravilnik o načrtih ..., 2010). Površina gozdov s poudarjeno varovalno funkcijo v Sloveniji znaša 428.654 ha (Guček in sod., 2012).

Zaščitno funkcijo gozdov pa *Pravilnik* opredeljuje kot funkcijo zaščite prometnic, naselij in drugih objektov pred naravnimi pojavi, kot so padanje kamenja in peska, snežni zameti, bočni vetrovi in zdrsi zemljišča ter zagotavljanje varnosti bivanja in prometa (Pravilnik o načrtih ..., 2010). Površina gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo v Sloveniji znaša 29.209 ha (Guček in sod., 2012).

Guček in sod. (2012) navajajo, da je na 70 % vseh gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo valorizirana tudi varovalna funkcija ter da se poraja vprašanje, zakaj ni varovalna funkcija ovrednotena še na ostalih 30 % gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo.

Mahrer in sod. (1988, cit. po Wehrli in sod., 2007) navajajo, da so v Švici zaznali premike snežnih mas na 37 %, padajoče kamenje na 31 %, znake erozije pa na 16 % raziskovalnih ploskev v gorskih gozdovih. Iz Francije poročajo, da glavno naravno nevarnost v državnih gorskih gozdovih predstavljajo hudourniška erozija (65 % površine), snežni plazovi (14 % površine), padajoče kamenje (10,5 % površine) in zemeljski plazovi (10,5 %, Sonnier, 1991, cit. po Wehrli in sod., 2007). Na območju Bavarskih Alp ocenjujejo, da 63 % gozdov varuje pred talno erozijo in drobirskimi tokovi, 42 % pred snežnimi plazovi, 64 % pa pred poplavami (Plochmann, 1985, cit. po Wehrli in sod., 2007). V Avstriji ocenjujejo, da je delež gozdov z zaščitno in varovalno funkcijo približno 31 %, v alpskih območjih Avstrije pa se ta delež še poveča (BMLFUW, 2006, cit. po Wehrli in sod., 2007). V dolini Aosta v Italiji opravlja zaščitno funkcijo 42,7 % gozdov, varovalno funkcijo pa 37,7 % gozdov (Meloni in sod., 2006, cit. po Wehrli in sod., 2007).

V tujini razlikujejo med neposredno (angl. »direct«) in posredno (angl. »indirect«) zaščito varovalnih gozdov. Neposredna zaščita – pri nas bi ji lahko rekli zaščitna funkcija – je odvisna od prisotnosti gozda na določeni lokaciji. Tipičen primer te zaščite je gozd, ki s svojo prisotnostjo varuje objekte pod njim pred snežnimi plazovi. Posredno zaščito, ki bi ji pri nas lahko rekli varovalna funkcija, pa s tem, ko pred erozijskimi procesi varuje sebe in svoja zemljišča, vsaj deloma opravlja vsak gozd (Brang in sod., 2006).

2.1.2 Poudarki pri gospodarjenju z varovalnimi gozdovi

Sposobnost gozda, da učinkovito varuje pred naravnimi nevarnostmi, je v veliki meri odvisna od strukture in dolgoročne stabilnosti gozda, na kateri lahko vplivamo z našim gospodarjenjem (Varovalni gozdovi ..., 2012). Naravni razvoj sestojev kaže na pešanje zaščitnih učinkov gozda pred naravnimi nevarnostmi, na zmanjševanje odpornosti in večjo občutljivost za naravne ujme (Diaci in sod., 2012).

V sklopu projekta *Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocene tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja* ugotavljajo, da je gospodarjenje z varovalnimi gozdovi v Sloveniji v primerjavi z drugimi alpskimi državami (npr. Francija, Švica in Italija) slabo razvito. Čeprav so varovalni gozdovi v Sloveniji zaščiteni z zakonom, je v praksi njihova varovalna vloga resno ogrožena. Kot glavne razloge za takšno stanje varovalnih gozdov v Sloveniji izpostavljajo naslednje:

1. Splošno mnenje gozdarskih strokovnjakov, da je neukrepanje v teh gozdovih najboljša strategija gospodarjenja.
2. Pomanjkanje dobrih praks gospodarjenja z varovalnimi gozdovi, ki bi upoštevale gozdnogojitvene, tehnološke in ekonomske vidike prilagojene slovenskim razmeram v varovalnih gozdovih.
3. Neizvajanje popisa stalnih vzorčnih ploskev v varovalnih gozdovih na Zavodu za gozdove Slovenije, kar pomeni, da nimamo dolgoročnih podatkov o razvoju teh gozdov, ki bi nam lahko pomagali pri gospodarjenju.

4. Zaradi rasti prebivalstva in razvoja infrastrukture se večja potreba po varovalnih gozdovih. Objekti se gradijo tudi na območjih, ki so direktno izpostavljena naravnim nevarnostim.
5. Skoraj vse gorske gozdove v Sloveniji je človek zelo spremenil v zadnjih nekaj stoletjih. V večini primerov se s temi gozdovi v zadnjih nekaj desetletjih ni gospodarilo in je bil njihov razvoj odvisen od naravnih motenj (npr. vetrolomi, požari, namnožitve podlubnikov, podori kamenja, plazovi in tokovi materiala). Posledica pomanjkanja prilagojenih smernic in prevladujočega zasebnega lastništva so današnji varovalni gozdovi, ki so homogeni, enodobni, prestari ter brez zadostnega pomladka. Brez ustreznega gospodarjenja, ki bo ohranilo dolgoročno stabilnost, bo varovalna vloga teh gozdov resno ogrožena.
6. Večina znanja o naravnem razvoju in gospodarjenju z varovalnimi gozdovi izhaja iz mešanih gozdov, v katerih prevladujejo iglavci in se nahajajo v osrednjih ter zahodnih Alpah. V Sloveniji v velikem delu teh gozdov prevladuje bukev, kar zahteva drugačen pristop gospodarjenja kot v varovalnih gozdovih, v katerih prevladujejo iglavci (Varovalni gozdovi ..., 2012).

Treba se je zavedati, da je varovalni gozd – tako kot vsak gozd – v širšem pomenu ekosistemska celota, katere sestavni del so tudi naravne motnje. Gozdni ekosistem je podvržen ciklični razvojni dinamiki: od faze obnove preko faze tranzicije do optimalne faze in nazaj (Motta in Haudemand, 2000; Dorren in sod., 2004). Gozdna struktura se pri prehajanju iz ene faze v drugo razvija in ruši, s tem pa se spreminja tudi varovalna funkcija gozda. Gozd jo najslabše opravlja v fazi obnove, najboljše pa v optimalni fazi (Slika 1).



Slika 1: Spreminjanje varovalne funkcije glede na fazo razvoja gozda (prirejeno po: Dorren in sod., 2004: 167).

Brang (2001) je poudaril pomen odpornosti (angl. »resistance«) in elastičnosti (angl. »elasticity«) varovalnih gozdov. Odpornost je definiral kot relativno nespremenjenost sestoja oziroma manjšo možnost neželenih sprememb zaradi motenj, elastičnost pa kot hitrost, potrebno da sestoj pride do želenega stanja po motnji. Opisal je značilnosti povečane odpornosti in elastičnosti sestojev za posamezne naravne nevarnosti ter predstavil pet korakov, kako vključiti odpornost in elastičnost v gospodarjenje z gozdovi:

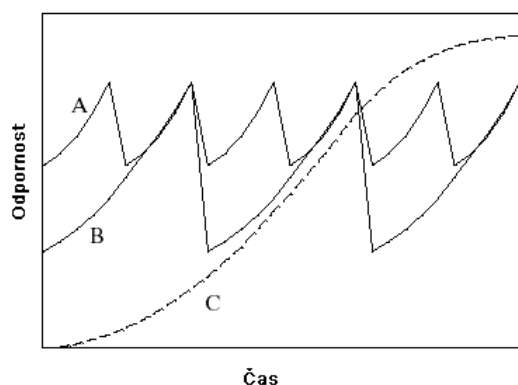
- identifikacija motenj in počasnih, neželenih sprememb,
- identifikacija značilnosti, ki se navezujejo na odpornost in elastičnost gozda do različnih motenj,
- iskanje spremenljivk za spremljanje teh značilnosti,
- oblikovanje in določitev ciljnih vrednosti za spremenljivke,
- vključitev teh značilnosti v gospodarjenje in kontrola.

Tudi O'Hara (2006) je poudaril pomen odpornosti in elastičnosti (angl. »resilience«). Odpornost dreves proti naravnim motnjam je odvisna predvsem od čvrstosti debla, razvitosti koreninskega sistema in lubja, odpornost sestoja pa od prisotnosti in porazdelitve dreves. Elastičnost sestoja se zagotovi s pomladkom, ki preživi motnjo in ima sposobnost hitro nadomestiti uničen sestoj, ter s prisotnostjo dreves v sestoju, ki lahko preživijo motnjo.

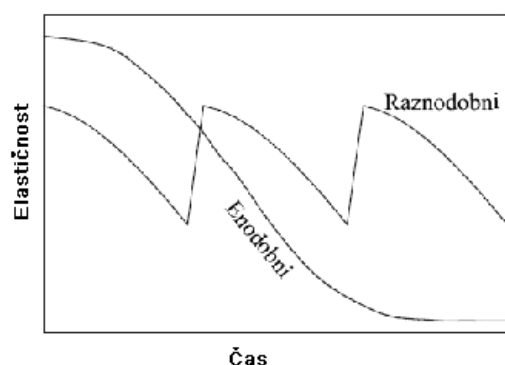
Za večino avtorjev predstavlja najboljšo zaščito pred naravnimi nevarnostmi raznodoben in raznomen gozd s pravilno horizontalno in vertikalno strukturo. Horvat in Zemljič (1998) menita, da je z gojitvenim ukrepanjem v gorskih varovalnih gozdovih potrebno pospeševati raznodobno strukturo, večjo gostoto, šopasto rast, polnilni in grmovni sloj (ki preprečujeta proženje in gibanje talnih plazov), nemoteno pomlajevanje ter pozitivno selekcijo glede na stojnost.

Motta in Haudemand (2000) zaključujeta, da je sestoj, ki nudi najboljšo zaščito raznodoben in večplasten sestoj z malo-skupinsko strukturo. Pomembna je tudi mešanost drevesnih vrst. Delež macesna naj bo manjši, še posebej v gozdovih, kjer prevladuje smreka.

O'Hara (2006) trdi, da raznodobni sestoji s svojo stalnostjo strukture kontinuirano zagotavljajo optimalno odpornost, res pa je največja odpornost raznodobnih sestojev na nižji ravni, kot je največja odpornost enodobnih sestojev. Odpornost pri raznodobnih sestojih niha znotraj ozkega intervala od začetka do konca obhodnice, vendar se struktura sestoja skozi čas spreminja z manjšo variabilnostjo, kot se spreminja pri enodobnih sestojih (Slika 2). Tako je določena stopnja varovalne funkcije v raznodobnem sestoju stalno prisotna. Podobno je tudi pri elastičnosti sestojev. Ob morebitni motnji, ki bi uničila večja drevesa, bi bilo pri raznodobnem sestoju potrebnega manj časa, da se vrne v željeno stanje, saj je določen delež mlajših razvojnih faz in pomladka v raznodobnem sestoju stalno prisoten (Slika 3).



Slika 2: Hipotetična odpornost dveh raznodobnih sestojev (A in B) in enodobnega sestoja (C). Sestoj A ima krajši čas obhodnje kot sestoj B. Če odpornost sestoja zagotavljajo velika drevesa, potem je najbolj primeren sestoj A. Odpornost pri enodobnem sestoju je večja, vendar ima tudi večji interval nihanja (prirejeno po: O'Hara, 2006: 51).



Slika 3: Hipotetična elastičnost enodobnega in raznodobnega sestoja v času obhodnje enodobnega sestoja oz. treh cikličnih ukrepanjih raznomerne sestoja. V diagramu je predpostavljeno, da elastičnost predstavlja pomladek, ki ga običajno v enodobnem gozdu v starosti ni, v raznodobnem pa je vedno prisoten v različnih količinah (prirejeno po: O'Hara, 2006: 50).

2.2 SNEŽNI PLAZOVI

2.2.1 Definicije in predstavitev

V primerjavi z drugimi nesrečami ogrožajo snežni plazovi le majhen del površja Slovenije, vendar so problematični predvsem zaradi svoje krajevne in časovne spremenljivosti, poleg tega pa ogrožajo tudi nekatere vitalne dele komunikacijske infrastrukture in naselij (Pavšek, 2002b).

Snežna odeja je ves na tleh odložen in nakopičen sneg: snežne padavine, sneg, ki ga je nanosil veter, v snegu odložen tekoč ali zmrznjen dež, površinski in globinski srež, ivje in plazovina (Šegula, 1986).

Snežni plaz je gibajoči se del snežne odeje ali ledene gmote, ki drsi, teče ali, zvrtničen v zrak, lebdeč nad tlemi pada v globino, dokler se ne ustavi, ko izgubi svojo gibalno energijo. Gre torej za dogodek in ne za predmet (Šegula, 1986). Snežni plaz je nenaden in hiter premik gmote snega in/ali ledu po pobočju navzdol. Dolžina gibanja snežnega plazu presega 50 m. Plaz drsi, teče, se kotali ali pa zvrtničen kot snežni oblak puhne v dolino (Kienholz in sod., 2006).

Sreženje je proces, ko večje temperaturne razlike v snežni odeji povzročijo intenziven pretok vodnih molekul od predelov z višjo temperaturo k predelom z nižjo temperaturo. Med sreženjem velikost zrn raste, število vezi med zrnji pa se manjša, kar slabi trdnost snežne odeje (Šegula, 1986).

Plazovina je gibajoča se gmota snega in odložena gmota splazelega snega (Šegula, 1986). Vsebuje lahko tudi razne trde primesi, kot so kamenje, veje, drevesa in zemlja (Kienholz in sod., 2006).

Horvat in sod. (1999) ločijo plazove po nastanku in po načinu gibanja. Po nastanku ločijo dve osnovni vrsti plazov:

- **Plaz nesprijetega snega ali plaz prhkega snega**, katerega vzrok je zmanjšanje kohezije snega. Nastaja med ali po močnem sneženju (nov sneg pomeni novo obremenitev) ter po izraziti odjugi ali moči preko vse zime. Drugi vzroki sproženja so še preobremenitve z dodatnim snegom (porušitev opasti, sneg z dreves ...), s človekom ali z živaljo. Plaz nesprijetega snega se običajno začne s točkovno napoko.
- **Plaz sprijetega snega ali kložasti plaz** se sproži, ko strižna napetost snega prekorači strižno trdnost. Vzroki so različni in lahko povzročijo povečanje strižne napetosti ali pa zmanjšanje strižne trdnosti: intenzivne snežne padavine, močan veter in veliko vetrnih nanosov, slabitev trdnosti zaradi rasti snežnih kristalov (sreženje), slabitev trdnosti zaradi odjuge in taljenja, slabitev trdnosti zaradi počasnega raztezanja snežnine na pobočju itd. Plaz sprijetega snega se običajno začne z počezno (linijsko) napoko.

Po načinu gibanja pa ločijo plazove na:

- **Pršni plaz**, ki nastane iz bolj suhega snega, ki drsi po strmini ter se zaradi zračnega upora in padcev preko skokov pogosto razprši in puhne v zrak. Tako nastane mešanica snežnega drobirja in zraka, ki kot oblak z veliko hitrostjo drvi navzdol, pred njim pa nastaja močan zračni pritisk.
- **Tekoči plaz**, ko je hitrost delcev v plazovini različna in narašča od dna proti površini ter od robov proti sredini.
- **Drseči plaz**, ko se celotna plazovina pomika po drsni plasti brez večjih notranjih premikov in razlik v hitrosti.

Tekoči in drseči plazovi praviloma nastanejo iz bolj mokrega snega, ne puhnejo v zrak, pri drsenju pa vedno bobnijo. Pogosto so tipi plazov med sabo pomešani.

Plaznica je predel, kjer stalno nastopajo plazovi (Horvat in sod., 1999). Avtorji (Horvat in sod., 1999; Pavšek, 2002b) jo delijo na tri območja:

- **Območje proženja plazu** (območje splazitve, napoke ali utrganja) predstavlja predel strmine, na katerem se plaz sproži.
- **Območje gibanja plazu** (plazina) je območje, po katerem plaz drsi.

- **Območje zaustavljanja plazu** (območje akumulacije, območje odlaganja, plazni stožec, vršaj) je območje, kjer se snežne gmote ustavijo in odložijo.

2.2.2 Značilnosti območja, potencialno nevarnega za proženje snežnih plazov

Pavšek (2002a) je izdelal štiristopenjsko lestvico ogroženosti površja zaradi snežnih plazov v slovenskih Alpah. Mejne vrednosti je določil s pomočjo podatkov iz različnih virov in literature, katastra ter GIS-a za Slovenijo (Geografski inštitut Antona Melika). Kot najpomembnejši dejavnik za proženje plazov je izpostavil naklon (Preglednica 1).

Preglednica 1: Izbrani kriteriji za določanje potencialne ogroženosti površja zaradi snežnih plazov na območju slovenskih Alp (prirejeno po: Pavšek, 2002a: 117).

stopnja ogroženosti	naklon (°)	rastje	ekspozicija	trajanje snežne odeje (št. dni/leto)	največja višina snežne odeje (m)	nadm. višina (m)	tipi podnebja
3 velika	31–45	rastje skalnih razpok, alpskih melišč in prodišč, subalpskih in alpskih travnišč, kmet. zemljišča	J, JV, JZ	150 <	3,0 <	1600 <	podnebje višjega gorskega sveta
2 zmerna	21–30 46–60	subalpsko grmišče ruševja	Z, SZ	75 – 150	1,0 – 3,0	1200–1600	podnebje nižjega gorskega sveta zahodne Slovenije
1 majhna	11–20 61 <	nizki gozd ali grmišče gabra in hrastov, omelike ali malega jesena	V, S, SV	< 75	< 1,0	300–1200	podnebje nižjega gorskega sveta severne Slovenije in drugi podnebni tipi
0 neogroženo	< 10	drugo rastje	-	-	-	< 300	-

Bauerhansl in sod. (2010) so v okviru projekta *Razvoj harmoniziranih kazalcev in ocenjevalnih postopkov za gozdove z zaščitno funkcijo pred naravnimi nesrečami v alpskem*

prostoru, imenovanem tudi *Proalp*, predstavili izbrane kazalce nevarnosti pojavljanja snežnih plazov. Komentirali so tudi možnost uporabe določenega kazalca s tehnikami daljinskega pridobivanja podatkov. V nadaljevanju smo predstavili kazalce, ki so po njihovem mnenju uporabni.

Nadmorska višina in višina snežne odeje: ti dve lastnosti sta močno povezani, vendar vplivajo na pojavljanje snežnih plazov tudi drugi klimatski pogoji, zato se mejne vrednosti po alpskih regijah razlikujejo. Mejne vrednosti so določili za nizko nevarnost pojavljanja snežnih plazov (dogodki so možni, vendar so manjšega obsega in niso pogosti) in za povečano nevarnost pojavljanja snežnih plazov. Za območje Julijskih Alp v Sloveniji je mejna vrednost nadmorske višine za majhno nevarnost pojavljanja ≥ 800 m, za povečano nevarnost pojavljanja pa ≥ 1200 m.

Naklon pobočja: Ocenjujejo, da se pomembnejši snežni plazovi pojavljajo pri naklonu od 28° do 55° . Mejne vrednosti naklonov za določitev potencialne nevarnosti sprožanja snežnih plazov so podane v Preglednici 2.

Preglednica 2: Razredi potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov zaradi naklona (prirejeno po: Bauerhansl in sod., 2010: 108).

naklon ($^\circ$)	razredi potencialne nevarnosti
≤ 28	0 (ni potencialne nevarnosti)
28–34	1 (nizka potencialna nevarnost)
34–39	2 (srednja potencialna nevarnost)
39–55	3 (visoka potencialna nevarnost)
$55 <$	0 (ni potencialne nevarnosti)

Značilnosti terena v majhnem merilu: Ugotavljajo, da je pomemben kazalnik ukrivljenost terena (konveksnost ali konkavnost), ki ga izračunamo s pomočjo digitalnega modela reliefa in uporabo standardnih GIS orodij. Za podajanje natančnejših ocen o vplivu ukrivljenosti terena na proženje snežnih plazov so potrebne dodatne raziskave.

Značilnosti terena v srednjem merilu: Osnovna verjetnost pojavljanja večjih snežnih plazov se z neravnim terenom in krajšo dolžino pobočja po padnici zmanjšuje, vendar dolžina pobočja po padnici ni primerna mejna vrednost za določanje potencialne nevarnosti, ker se plazovi lahko sproščajo tudi pri manjših vrednostih. Zaenkrat ni še nobene raziskave, ki bi potrdila povezavo med dolžino pobočja po padnici ter pogostostjo in velikostjo snežnih plazov.

Značilnost terena v velikem merilu (hrapavost površja): Hrapavost površja pomeni pokritost površja z balvani, panji, deli debel dreves, grmičevjem ... Ocenjujejo, da je hrapavost površja pomemben kazalec potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov. Vpliv hrapavosti površja se z višino snežne odeje in večanjem naklona pobočja manjša. Zaenkrat določitev hrapavosti površja s pomočjo tehnik daljinskega pridobivanja podatkov ni mogoča.

2.3 VPLIV GOZDOV PRI ZAŠČITI PRED SNEŽNIMI PLAZOVI

Učinkovitost in zanesljivost zaščitne funkcije gozdov je odvisna od vrste naravne nesreče, verjetnosti pojavljanja, intenzitete naravne nesreče in stanja gozda. Gozdovi redko nudijo stoodstotno zaščito, vendar lahko znatno prispevajo k zmanjševanju vpliva naravne nesreče (Wehrli in sod., 2007; Pavšek, 2012). Največji vpliv gozda je v območju proženja snežnih plazov, kjer lahko pomembno prispeva k preprečevanju ali zmanjševanju proženja snežnih mas, v območju gibanja in odlaganja pa je vpliv gozda na ustavljanje snežnih plazov majhen in največkrat enkrat (Horvat in Zemljič, 1998; Horvat in sod., 1999; Pavšek, 2002a; Frehner in sod., 2005; Brang in sod., 2006; Sakals in sod., 2006; Wehrli in sod., 2007; Pavšek, 2012). Prisotnost gozda v splošnem zmanjša verjetnost pojavljanja snežnih plazov na pobočjih z naklonom do 35 °. Na odprtih območjih ali v macesnovih sestojih je mejna vrednost pojavljanja snežnih plazov 30 ° naklona (Frehner in sod., 2005). Vloga gozda je tako bolj preventivna (Wehrli in sod., 2007).

2.3.1 Vpliv gozda v območju proženja snežnih plazov

Preprečevanje nastajanja homogene plasti snežne odeje: V primerjavi z odprtimi površinami ima snežna odeja v gozdu večjo raznolikost. Neenakomerna horizontalna in vertikalna struktura sestoji preprečuje razširjeno tvorjenje šibke plasti snega na večjem pobočju in s tem zavira proženje snežnih plazov (McClung, 2001, cit. po Sakals in sod., 2006). Sneg v gozdu zaradi drevesnih krošenj ni plastovit, snežna odeja tudi ni povsod sklenjena. To stopnjuje utrditev snežne odeje, s tem pa tudi preprečuje njeno plazenje (Pavšek, 2012). Napetosti v snežni odeji so manjše, plasti so tanjše in nepravilne (Horvat in Zemljič, 1998). Nastajanje homogene plasti snežne odeje v gozdu ovira padanje snega in kapljic z vej (Horvat in Zemljič, 1998; Frehner in sod., 2005) in prisotnost panjev (Frehner in sod., 2005).

Atlantifikacija mikroklima: Zaradi atlantifikacije klime pod krošnjami le redko nastane temperaturni gradient v snežni odeji, plasti globinskega sreža (plovnega snega) zato nastanejo redkeje. Sreženje zasledimo v redkih sestojih na osojnih legah, drugod pa le izjemoma (Horvat in Zemljič, 1998). Ob oblačnem vremenu omogočajo drevesa skupaj s snegom na vejah nekoliko višje temperature zraka in s tem tudi večjo vlažnost zraka, zato je taljenje snežne odeje v sestoji hitrejše oziroma intenzivnejše (Pavšek, 2002b). Frehner in sod. (2005) ugotavljajo, da je sevanje predvsem v zimzelenih sestojih manjše, kar pomeni, da pride do manjšega segrevanja tekom dneva in do manjšega oddajanja toplote preko noči. S tem v gozdu nastaja posebna klima, ki preprečuje nastajanje globinskega sreža in povzroča trdnejšo snežno odejo.

Proces preobrazbe snega: Od procesov preobrazbe snega prevladujeta v dovolj gostem sestoji drobljenje in zrnjenje, ki povečata gostoto in trdnost snežne odeje, na preobrazbo pa ugodno vpliva tudi odtok po deblih in kapljanje z vej. V gozdnatih predelih ne naletimo na površinski srež (Horvat in Zemljič, 1998).

Intercepcija: V krošnjah drevja se zadrži precej snega, ki se topi in izhlapi, ne da bi dosegel tla. Višina snežne odeje je torej manjša kot na prostem (Horvat in Zemljič, 1998;

Frehner in sod., 2005). Horvat in Zemljič (1998) navajata, da je intercepcija sestojev iglavcev odvisna od sklepa krošenj in se giblje med 10 % in 40 %, v mešanih sestojih (bukev, javor, macesen, cemprin itd.) pa je manjša, a še vedno pomembna. Intercepcija je največja pri šibkejših in pogostejših padavinah. Med sneženjem se sneg najbolj oprijemlje vej pri temperaturi zraka malo pod 0 °C (Horvat, 1987, cit. po Pavšek 2002b). Tudi Frehner in sod. (2005) trdijo, da intercepcija pri šibkejših padavinah znaša 70 %, pri močnejših padavinah pa 30 %, ter da je intercepcija manjša pri nizkih temperaturah med sneženjem.

Ustavljanje vetra: Na pobočjih, kjer je prisotno premeščanje snega z vetrom, se pogosteje pojavljajo snežni plazovi. Gozdovi z zmanjševanjem hitrosti vetra tako zmanjšujejo spodobnost vetra za premeščanje snega (McClung, 2001, cit. po Sakals in sod., 2006). V gozdu se v bližini tal hitrost vetra zmanjša, zato je manj premeščanja snega z vetrom (Frehner in sod., 2005).

Mehanska stabilnost: Gozdna vegetacija deluje kot mehanski stabilizator, ki prevzema del teže snega ter tako velikokrat prepreči nastanek plazov sprijetega snega. Zaznaven mehanski učinek imajo drevesa s prsnim premerom nad 10 cm (Horvat in sod., 1999; Pavšek, 2002b). Posamezna drevesa vplivajo zaviralno, če je njihova višina dva – ali večkrat višja od snežne odeje. Listopadna drevesa imajo pri manjši višini snežne odeje dober varovalni učinek, pri višji pa je ta omejen (Pavšek, 2012). Na potrebno gostoto dreves za stabilizacijo vplivajo različni dejavniki, povezani z značilnostmi snega in snežne odeje, hitrostjo polzenja in oblik površja (Pavšek, 2002b). Gozd kot mehanski stabilizator pa ni učinkovit v primerih, ko je trdnost snežne odeje prešibka ali pri novem snegu majhne gostote (Horvat in Zemljič, 1998). Frehner in sod. (2005) navajajo, da bi moralo biti število debel (prsni premer nad 8 cm) pri naklonu 30 ° 500 debel/ha, pri naklonu 40 ° pa 1000 debel/ha.

Hrapavost površja: V primerjavi z negozdnimi površinami je hrapavost površja v gozdu na splošno večja, poleg tega pa so prisotni tudi panji in ležeča debla, ki delujejo kot trdni elementi v snežni odeji (Frehner in sod., 2005). Horvat in Zemljič (1998) poudarjata tudi

vpliv grmovne vegetacije, ki preprečuje zdrs snežne odeje, dokler je sneg ne prekrije, potem pa se nevarnost plazov močno poveča.

Preprečevanje prehitrega taljenja snega: Winkler in sod. (2005, cit. po Sakals in sod., 2006) omenjajo tudi vpliv gozda na počasnejše taljenje snega. S tem gozd posredno zmanjšuje možnost visokih voda.

Horvat in Zemljič (1998) opozarjata na problem grmovne vegetacije, ko je višina snežne odeje večja od višine te vegetacije. Upogljivost vej nekaterih grmovnih vrst (zlasti rušja) je nevarna, saj leži sneg na njih kot na vzmeteh – že manjša sprememba gostote snežne odeje, njene povezanosti in primrznjenosti lahko povzroči, da postane elastična sila večja od obremenitve. Posledica je zdrs na vejah ležečega snega. V snežni odeji, ki pokriva grmovno vegetacijo, je zaradi večje poroznosti in praznih prostorov ob vejah omogočena lažja izmenjava zraka med tlemi in posameznimi plastmi snežne odeje, s tem pa lažja vzpostavitev temperaturnega gradienta. Sreženje postane prevladujoča oblika preobrazbe, tako nastali globinski srež pa idealna podlaga za plazove sprijetega snega.

Omenjata tudi negativen vpliv gozdnega robu (zlasti iglastega), kjer se običajno nakopičijo velike količine snega, ki se počasneje preoblikuje in je slabo vezan z vlažnejšim snegom v gozdu. Zato napoke sprijetih snežnih plazov pogosto sovpadajo s spodnjim robom gozda (Horvat in Zemljič, 1998).

Tudi Frehner in sod. (2005) navajajo nevarnost elastičnosti grmovnih vrst in nastanka globinskega sreža zaradi grmovnih vrst, ugotavljajo pa tudi, da lahko na senčnih gozdnih vrzelih in gozdnih robovih nastaja površinski srež, ki dolgo obleži. Ta lahko ob ponovnem sneženju pospeši zdrs nove snežne odeje. Omenjajo tudi možnost večjih odlaganj snega zaradi upočasnitve vetra na območjih vrzeli in gozdnih robov.

2.3.2 Vpliv gozda v območjih gibanja in zaustavljanja snežnih plazov

V gozdovih pride v območjih gibanja in odlaganja snežnega plazov praviloma do močnih poškodb. Poškodbe so odvisne od vrste in jakosti snežnih plazov: polomljeni vrhovi, polomljene veje, ukrivljeno, nagnjeno in izruvano drevje. Nastanejo lahko nove gozdne preseke (Kienholz in sod., 2006).

Na zaviranje plazov, ki so že v gibanju, in na njihovo zaustavljanje ima gozd le majhen vpliv (Horvat in Zemljič, 1998). Upočasnitev in morebitna zaustavitev snežnega plazov zaradi gozda je omejena na dogodke z majhno energijo in majhno maso (Brang in sod., 2006) ter na robove snežnega plazov (Weir, 2002, cit. po Sakals in sod., 2006). Pavšek (2012) navaja, da je zaviralni učinek gozda pomemben, saj se gibanje plazovine med potjo skozi gozd lahko upočasni, pri visokih hitrostih in v primeru pršnega plazov pa pride do uničenja gozda.

Frehner in sod. (2005) ugotavljajo, da se lahko na višini toka 1–2 m, ko snežni plaz zadeva le deblo, hitrost toka upočasni. Večji učinek na zaustavljanje ima gozd v območjih ustavljanja, kjer so hitrosti plazov majhne, ter tako zmanjša obseg snežnega plazov (Frehner in sod., 2005; Pavšek, 2012).

Drevje v območju gibanja manjših plazov se proti pritisku, ki ga povzročajo plazovi, bori na različne načine. Drevesa, zlasti iglasta, so bolj vejnata in povezana v šope, kar povečuje njihovo stabilnost. Tudi v območju zaustavljanja plazov drevje teži k šopasti strukturi. Veje dreves se močnejše raztezajo v smeri delovanja plazov (Horvat in sod., 1999).

2.3.3 Ostale raziskave

Bauerhansl in sod. (2010) so v okviru projekta *Proalp* predstavili in komentirali tudi kazalce zaščitne vloge gozda pred snežnimi plazovi:

Pokrovnost krošenj (zastrtost), delež zimzelenih iglavcev: Zaključujejo, da je pokrovnost krošenj najbolj pomemben kazalec zaščitne vloge gozda in da se zaščitna vloga gozda z večanjem pokrovnosti krošenj večja, še posebej če so prisotni zimzeleni iglavci. Tako navajajo, da zimzeleni sestoj iglavcev s pokrovnostjo krošenj 70 % tudi na pobočjih z visoko potencialno nevarnostjo sprožitve snežnih plazov preprečuje nastanek le teh. Preprečitev sprožanja večjih plazov zagotavlja gozd s pokrovnostjo krošenj okoli 70 % ali zimzeleni sestoj iglavcev s pokrovnostjo 50 %.

Dimenzije – razvojne faze in višine dreves: Na splošno nudi sestoj zadosten zaščitni učinek, če je srednja višina dreves v sestoju vsaj 2 krat večja od globine snežne odeje. Za nižje predele Alp in kjer je naklon $\leq 35^\circ$, preprečuje proženje snežnih plazov že sestoj s srednjo višino dreves vsaj 2 m. Za višje predele Alp in večje naklone pa mora biti za preprečevanje proženja snežnih plazov srednja višina sestoja vsaj 5 m.

Gostota dreves – število dreves in temeljnica: Gostota dreves je pomemben dejavnik preprečevanja proženja snežnih plazov, še posebej v sestojih, kjer je delež pokrovnosti zimzelenih iglavcev v strehi sestoja majhen (listnati in mešani sestoji) in v območjih, kjer je prisoten moker sneg in polzenje snežne odeje. Zahtevana gostota dreves se torej razlikuje glede na pokrovnost in vrstno sestavo strehe sestoja in jo je težko določiti. Ugotavljajo, da se vrednosti kritične in idealne gostote pri različnih raziskavah močno razlikujejo in da je pri vprašanju primerne gostote še veliko nejasnosti.

Dolžina in širina vrzeli: Vrzeli so nevarne šibke točke v gozdu za proženje snežnih plazov. Zaenkrat še ni jasno ali je bolj pomembna dolžina ali širina vrzeli. Mejne vrednosti za proženje plazov se gibljejo od 10 do 20 m za širino vrzeli in od 30 do 60 m (odvisno od naklona) za dolžino vrzeli.

Tudi Horvat in Zemljč (1998) predlagata, da največja gola površina pri naklonu okoli 35° ne presega 40 m dolžine in 50 m širine. Frehner in sod. (2005) so določili mejno vrednost za dolžino in širino vrzeli glede na naklon in vrsto gozda (Preglednica 6).

Frey in Thee (2002) sta raziskovala razliko v varovanju pred proženjem snežnih plazov med neočiščenimi in očiščenimi pobočji po viharju Vivian leta 1990, ki je uničil velik del varovalnih gozdov v Švici. Ležeča debla na neočiščenem pobočju so po desetih letih še vedno stabilna in stabilnost relativno dobro ohranjajo do 30 let po dogodku, kar preprečuje proženje snežnih plazov. Sčasoma trdnost mrtvega drevja zaradi razkroja popušča, kar je potrebno nadomestiti z zaščitno funkcijo naslednje generacije sestoja. Z ekonomskega vidika je to ugodna rešitev, saj se izognemo dragim protilavinskim objektom za preprečevanje proženja snežnih plazov, ki jih je na očiščenih pobočjih potrebno postaviti.

Tudi Schönenberger in sod. (2005) so preučevali varovalno vlogo neočiščenega pobočja pred padajočim kamenjem in snežnimi plazovi po viharju Vivian. Razvoj območja neočiščenega vetroloma so primerjali še s tremi virtualnimi scenariji: z golim pobočjem, gozdnim pobočjem in očiščenim pobočjem po vetrolomu. Zaščita pred snežnimi plazovi in padajočim kamenjem, ki jo nudi neočiščeno pobočje, je prisotna 30 do 50 let po vetrolomu in je bolj učinkovita od zaščite, ki jo nudi gozdno pobočje, saj razmetano mrtvo drevje pričvrsti snežno odejo ob površje in preprečuje nastajanje homogenih snežnih plasti. Zaščitno funkcijo mrtvega in razmetanega drevja je potrebno nadomestiti z naslednjo generacijo sestoja. Če naravnega pomlajevanja ni oziroma je težavno, je potrebno pogozdovanje, ki lahko v višjih nadmorskih višinah pomeni tudi 10 let prednosti pred naravnim pomlajevanjem.

Teich in Bebi (2009) sta predstavila in komentirala pristop, kjer sta s pomočjo ocene tveganja, ki sta jo pridobila s pomočjo GIS, ovrednotila zaščitni učinek gorskih gozdov pred snežnimi plazovi s povratno dobo 300 let na območju Bannwald v osrednjih švicarskih Alpah. S pomočjo letalskih posnetkov sta ocenila in razvrstila strukturo gozda ter razvila 5 scenarijev stanja območja, ki se razlikujejo glede na pokritost območja z gozdom ter nameščenostjo protilavinskih objektov. To jima je omogočilo modeliranje potencialnih območij proženja snežnih plazov znotraj gozdov. Z simulacijskim modelom sta določila še potencialna območja proženja snežnih plazov nad gozdom in določila območja gibanja in zaustavljanja teh potencialnih snežnih plazov v gozdu za posamezen scenarij. Za vsak scenarij sta izračunala skupno oceno tveganja ter spreminjanje ocene

tveganja po območju ter tako dobila prostorsko razporeditev zaščitnega učinka gozda. Stopnja tveganja pri različnih scenarijih se zelo razlikuje. Rezultati kažejo, kako lahko pristop z oceno tveganja pomaga opredeliti in kvantificirati vpliv različnih gozdnih mask na zaščitni učinek gorskega gozda. To je obetaven pristop za določanje ekonomske vrednosti varovalnih gozdov in lahko pomaga pri načrtovanju stroškovno učinkovitega gospodarjenja z varovalnimi gozdovi v prihodnosti.

Winter (2009) je proučevala pomlajevanje in učinkovitost varovanja gorskih gozdov v Naravnem gozdnem rezervatu Goldeck v Avstriji. Varovalni učinek gozdov je ocenjevala po metodi NaiS (Frehner in sod., 2005) za snežne plazove in padajoče kamenje. Slaba tretjina ploskev izpolnjuje pogoje za minimalno zadovoljiv varovalni učinek, podobno stanje naj bi bilo tudi čez 10 in 50 let. Horizontalna in vertikalna zgradba sestojev je ugodna. Večino območja namreč prekrivajo raznomerni in raznodobni sestoji, v katerih so zaplate mladja, kar bo zmanjšalo dolžino časovnega obdobja, ko bo učinek varovanja zaradi odmiranja starejših dreves nizek.

3 NAMEN IN HIPOTEZE

Namen naloge je določiti in analizirati potencialno ogroženost dela ceste Kranjska Gora–Vršič in gozdov nad cesto od snežnih plazov. Nadalje je namen naloge ugotoviti, če gozdovi na obravnavanem območju zagotavljajo zadostno in trajno zaščitno funkcijo pred snežnimi plazovi, določiti smernice in ukrepe za nadaljnji razvoj gozdov in krepitev trajne zaščitne funkcije. Namen naloge je tudi presoja aktualne prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozdov znotraj proučevanega območja ter nenazadnje poudariti pomen primerne gospodarjenja z varovalnimi gozdovi za doseganje učinkovitost in trajnosti njihove varovalne in zaščitne funkcije.

Cilji:

- določitev območij znotraj in nad objektom raziskave, ki so potencialno nevarna za proženje snežnih plazov,
- presoja aktualne prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozdov znotraj objekta raziskave ter morebitna izdelava novega predloga razporeditve,
- analiza strukturnih značilnosti sestojev znotraj objekta raziskave ter vrednotenje dejanskega stanja sestojev glede na ciljno stanje, ki zagotavlja minimalno zaščito pred snežnimi plazovi, povzeto po projektu NaiS (Frehner in sod., 2005),
- določitev smernic za zagotavljanje trajne zaščitne funkcije objekta raziskave,
- določitev gozdnogojitvenih ukrepov v posameznih sestojih za približevanje dejanskega stanja sestoja k ciljnemu stanju.

Določili smo naslednje delovne hipoteze:

- neukrepanje v varovalnih gozdovih ne zagotavlja učinkovite in trajne varovalne in zaščitne funkcije,
- gozdovi znotraj objekta raziskave se oddaljujejo od ciljnega stanja, ki zagotavlja minimalno zaščito pred snežnimi plazovi, povzeto po projektu NaiS,
- gozdovi znotraj objekta raziskave ne zagotavljajo trajne zaščitne funkcije,
- za zagotavljanje učinkovite in trajne varovalne in zaščitne funkcije je potrebno aktivno gozdnogojitveno ukrepanje.

4 PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE

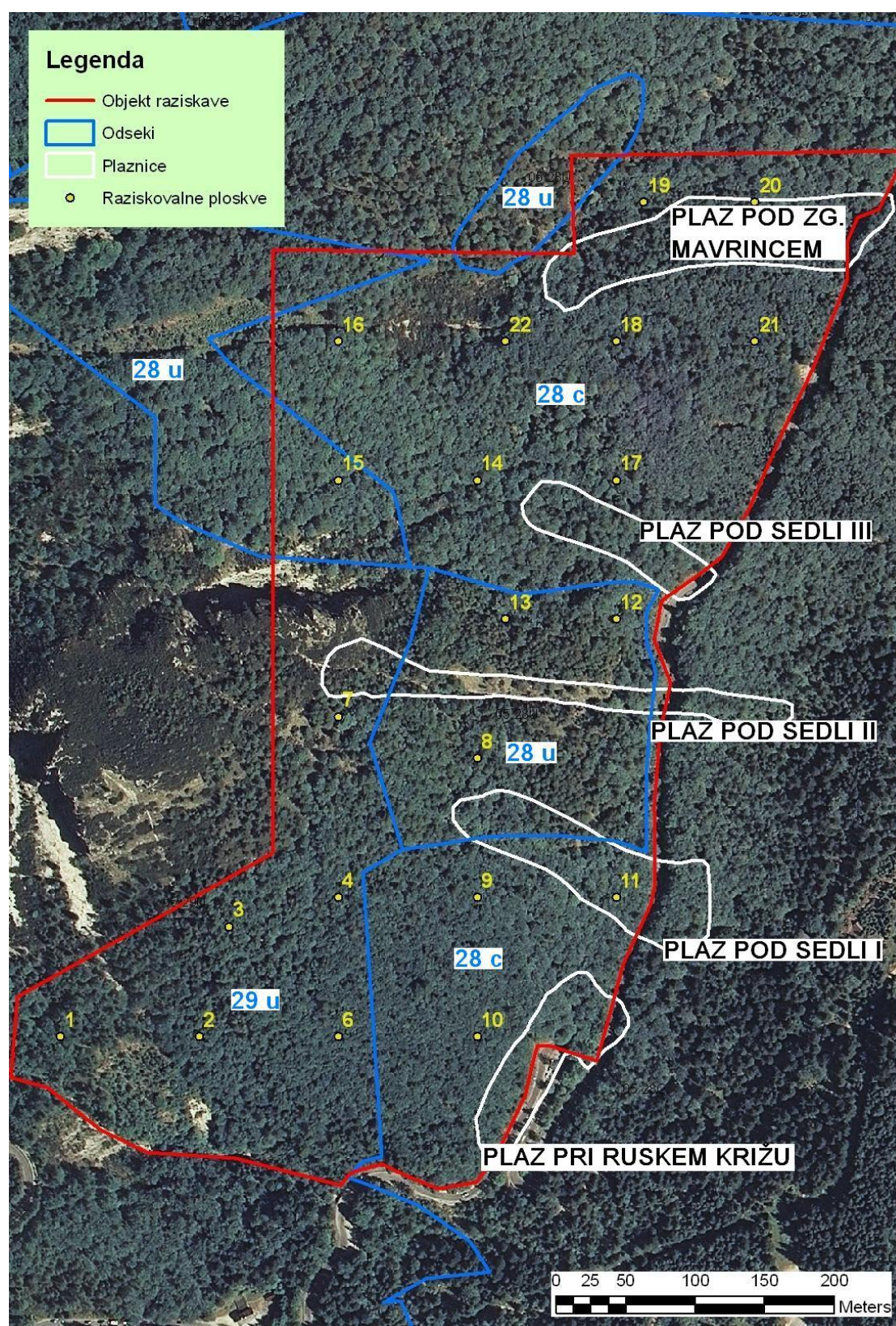
4.1 PROSTORSKA UMEŠČENOST OBJEKTA RAZISKAVE

Objekt raziskave se nahaja v severnem delu Julijskih Alp, na levem pobočju doline Velike Pišnice, pod Sedlom in Visokim Mavrincem, nad regionalno cesto Kranjska Gora–Vršič, ki je vzhodna meja objekta raziskave (Slika 4). Velika večina objekta se nahaja v drugem varstvenem območju Triglavskega narodnega parka, le manjši del pa v prvem varstvenem območju.



Slika 4: Lokacija objekta raziskave (Merilo: 1:60000, vir: Atlas okolja).

Po umestitvi Zavoda za gozdove Slovenije (v nadaljevanju ZGS), se objekt raziskave nahaja v GGO Bled, GGE Kranjska gora, znotraj odsekov 28c, 28u in 29u (Slika 5), celoten objekt raziskave pa je v državni lasti.



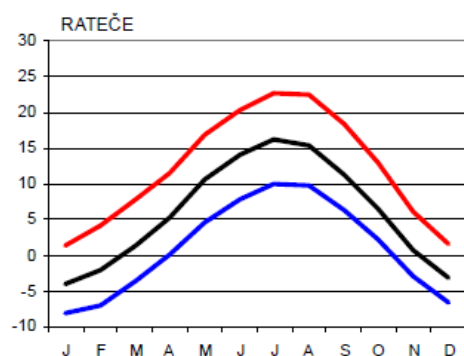
Slika 5: Objekt raziskave z označenimi odseki, raziskovalnimi ploskvami in plaznicami (vir podatkov za plaznice: Kataster snežnih plazov za območje Vršiča, PUH d. d.).

4.2 ZNAČILNOSTI OBJEKTA RAZISKAVE

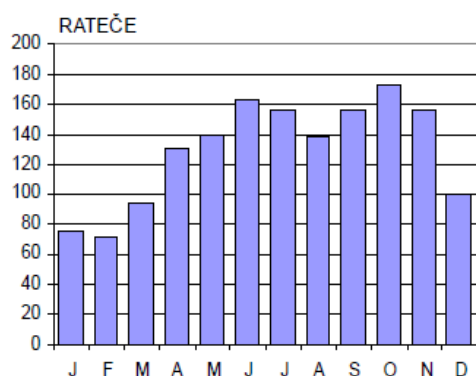
Pobočje, na katerem se nahaja objekt raziskave, se dviga od 970 m do 1200 m nadmorske višine. Relief je razgiban in mestoma skalovit, na pobočjih so globoki jarki. Nakloni so strmi, ponekod tudi prepadni, na ploskvah so se gibalni od 22 ° pa do 47 °. Manjše naklone so imele predvsem ploskve v severovzhodnem delu objekta raziskave. Prevladujoča lega pobočja je jugovzhodna, prisotne pa so bile še južne in vzhodne lege. Skalovitost je prisotna na 95 % ploskvah in se giblje med 5 % in 30 %, ploskev 8 pa ima celo 60 % skalovitost. Kamnitost je prisotna na 52 % ploskev in se giblje med 5 % in 15 %.

Matična podlaga je apnenec in dolomit ter pobočni apnenčev grušč. Tla so srednje globoke do plitve rendzine, ki se pojavljajo predvsem na večjih strminah. Rodovitnost tal je v večjem delu objekta raziskave majhna, na severnem in južnem delu pa mestoma srednja. Bonitetna ocena tal je opredeljena glede na boniteto tal na celotnem področju Zgornjesavske doline in je relativna (Smole, 1987). Na nizko do srednjo rodovitnost rastišča nakazujejo tudi tarife, ki jih pri izračunu volumenskih vrednosti uporablja ZGS.

Podnebje v tem območju je alpsko (Podnebne razmere ..., 2006). Povprečna letna temperatura za obdobje 1971–2000 je 4 °C do 6 °C. Povprečna januarska temperatura za obdobje 1971–2000 znaša -4 °C do -2 °C, povprečna julijska temperatura za isto obdobje pa 14 °C do 16 °C. Povprečna letna višina merjenih padavin za obdobje 1961–1990 znaša 1800 mm do 2000 mm, povprečna letna višina korigiranih padavin za obdobje 1971–2000 pa 2000 mm do 2600 mm (vir: Atlas okolja). Potek povprečnih temperatur in povprečne višine korigiranih padavin za najbližjo klimatološko postajo Rateče prikazujeta sliki 6 in 7.



Slika 6: Povprečne (črna), maksimalne (rdeča) in minimalne (modra) mesečne temperature zraka v °C za obdobje 1971–2000. Nadmorska višina klimatološke postaje je 864 m (prirejeno po: Podnebne razmere ..., 2006: 16).

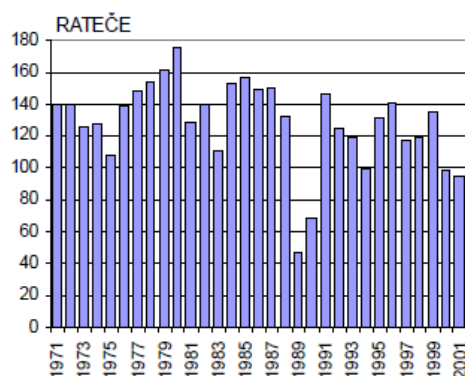


Slika 7: Povprečna količina korigiranih padavin v milimetrih po mesecih za obdobje 1971–2000. Nadmorska višina klimatološke postaje je 864 m (prirejeno po: Podnebne razmere ..., 2006: 3).

Letna temperaturna amplituda znaša 20 °C. Najhladnejši mesec je januar, najtoplejša pa julij in avgust, ko je največje tudi nihanje povprečne mesečne temperature. Opazna sta dva manjša padavinska maksimuma, in sicer zgodaj poleti (junij) in jeseni (oktober). Največ padavin pade od aprila do novembra, zimski meseci pa so pretežno sušni. V grobih orisih lahko podnebje preučevanega področja opišemo z razmeroma visoko povprečno letno količino padavin, ki so dokaj enakomerno porazdeljene v obdobju rasti, nizko povprečno letno temperaturo in kratkim vegetacijskim obdobjem, ki traja v dolini okrog pet mesecev, v višjih legah pa mesec manj (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Povprečno število dni s snežno odejo za objekt raziskave od sezone 1971/1972 do sezone 2000/2001 je 100–150 (Slika 8). Povprečna skupna višina novozapadlega snega od sezone

1971/1972 do sezone 2000/2001 je 280–420 cm. Največja višina snežne odeje s povratno dobo 50 let od sezone 1971/1972 do sezone 2000/2001 je 200–300 cm za večino objekta raziskave. Za najvišji del objekta znaša največja višina snežne odeje 300–400 cm (vir: Atlas okolja).



Slika 8: Število dni s snežno odejo po sezonah za klimatološko postajo Rateče. Nadmorska višina klimatološke postaje je 864 m (prirejeno po: Podnebne razmere ..., 2006: 13).

Pogosta je nevarnost pomladanske slane, saj lahko med začetkom olistanja bukve in zadnjo pomladansko slano minejo tudi trije tedni. V manjših presledkih pihajo tudi močni vetrovi, viharne vetrove z večjo jakostjo pa je pričakovati le v presledkih po nekaj let in trajajo do enega dneva. Kljub temu utegnejo povzročiti na izpostavljenih mestih večje vetrolome gozdnega drevja slabe stojnosti (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Po fitocenološki karti (Smole, 1987) je na celotnem objektu raziskave prisotna združba *Anemone trifoliae–Fagetum typicum* (osrednja oblika bukovja s trolistno vetrnico). Na objektu raziskave se nahajajo odseki 28c, 28u in 29u (Slika 5). Odsek 28c spada v rastiščnogojitveni razred Gozdovi s poudarjeno socialno in ekološko funkcijo, odseka 28u in 29u pa v rastiščnogojitveni razred Varovalni gozdovi. Funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev je na prvi stopnji poudarjenosti prisotna v odsekih 28u in 29u, v odseku 28c pa je na drugi stopnji poudarjenosti. V vseh treh odsekih je na prvi stopnji poudarjenosti tudi turistična funkcija, lesnoproizvodna funkcija pa je na prvi stopnji poudarjenosti v celotnem oddelku 28. Prisotne so še biotopska, hidrološka, rekreacijska in estetska funkcija ter funkcija varovanja kulturne dediščine.

4.3 ANALIZA PRETEKLEGA GOSPODARJENJA

Celotno širše območje ob izviru Save Dolinke, Triglav in Krma, del Koroške in do Bovca je v srednjem veku pripadalo Ortenburžanom. Iz tistih časov je znan ortenburški rudarski red, ki je fevdalcem omogočal svobodno razpolaganje z rudniki, rudo in gozdovi. Ozemlje so leta 1381 prepustili Celjskim grofom, ki so bili lastniki zemljišč do leta 1456, ko je posest prešla v last avstrijske dinastije. Tako je bilo do leta 1517, ko je Maksimiljanov rudarski red gozdove in rudnike odvzel fevdalcem in so prišli pod državno oblast (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Gozdove na tem območju so uporabljali predvsem v prid rudarstvu. Belopeški kovači so morali leta 1621 plačevati zemljiški gosposki od vsake kope po en goldinar. Sicer pa so imeli vsi podložniki pravico do lesa v graščinskih gozdovih, toda le za domačo potrebo (Černe, 1992). Vse do marčne revolucije 1848 kmetje večinoma niso imeli lastninskih pravic na gozdovih in šele po zemljiški odvezi so srenje pridobile pomembnejše pravice in donose iz gozda. Poleg živinoreje in sirarstva so se do 1. svetovne vojne preživljali še z oglarjenjem ter tovorjenjem na Koroško in v Italijo. Živinoreja in planšarstvo sta živela na skupnih osnovah vaškega premoženja, s pravico paše tudi v gozdu. Pašo v gozdu je država omejevala lokalno in časovno (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Železarstvo in fužinarstvo je dajalo pečat vsemu gozdnemu gospodarjenju z opredelitvijo pravic fužinarjev vse do konca 19. stoletja. Fužinarji so svojo takrat donosno dejavnost nenehno razvijali in tako prevzeli mnoge svoboščine od fevdalcev. Bili so dejansko najbolj vplivna gospodarska panoga, kar velja tudi za odnos do gozda (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007). Černe (2006) navaja, da je za potok Pišnica v kranjskogorskem arhivu navedeno ime »Kopišenca«, kar pomeni, da ime izhaja iz besede »kopišče«. Navaja tudi, da je bilo ob vznožju gora v dolini Velike Pišnice, kot tudi v Karavankah in na severnem pobočju Vitranca v času velike porabe oglja za železarstvo na Gorenjskem mnogo kopišč, katerih sledovi (ostanki zdrobljenega oglja) so vidni še danes. Mimo tekoča voda je bila tako poimenovana po oglarški dejavnosti, ki je prebivalstvu omogočila zaslužek in preživetje.

Izkoriščanje gozda se je razmahnilo v golosečni obliki predvsem v letih 1870–1890, po dodelitvi gozdov upravičencem do servitutov (tj. do služnostne pravice) v fevdalnih gozdovih. Proces urejanja servitutnih pravic v gozdu je bil buren in dolgotrajen, v posameznih primerih celo preko 40 let. Posledično je prihajalo v gozdovih še do vetrolomov, napadov lubadarjev in poplav. Kljub naprednemu zakonu o gozdovih iz leta 1852 se sanacije posekov s sadnjo niso izvajale ali pa so jim nasprotovali pastirji. V prakso so sadnje prodrle šele ob koncu 19. stoletja (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

V rastiščnogojitvenem razredu Gozdovi s poudarjeno socialno in ekološko funkcijo je bilo v preteklem ureditvenem obdobju (1997–2006) realizirane le 38,2 % načrtovane sečnje (5017,31 m³). V rastiščnogojitvenem razredu Varovalni gozdovi ni bilo načrtovane sečnje, realiziran posek pa je znašal 1613,11 m³. Glede na vrste poseka na ravni GGE največji delež dosegajo obnovitvene sečnje. Sanitarni posek je v preteklem ureditvenem obdobju predstavljal nekaj manj kot petino vseh sečenj. Glavni delež pri sanitarni sečnji je predstavljal vetrolom (54 %), podlubniki so bili vzrok za 19 % sanitarnega poseka in bolezni za 18 %. Redčenja so bila slabše realizirana, predstavljala so dobrih 15 % celotnega poseka (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Na našem objektu raziskave nismo zasledili sledi vetrolomov ali večjih žarišč podlubnikov. Opazili smo sledi preteklega gospodarjenja, saj so bili panji prisotni na 43 % raziskovalnih ploskev. Ocenjena starost panjev je bila od 25 do 50 let. V bližini raziskovalne ploskve 20 smo opazili tudi sledi redčenja bukovega letvenjaka, med raziskovalnima ploskvama 20 in 21 pa sledi redčenja predvsem smreke v fazi mlajšega drogovnjaka.

V preglednicah 3 in 4 so podani podatki o poseku od leta 1997 naprej za odseke, znotraj katerih se nahaja objekt raziskave. Opazimo lahko, da v odseku 28u sploh ni evidentirane nobene sečnje od leta 1997 naprej. Večja količina poseka je v odseku 29u, vendar je potrebno poudariti, da odsek zavzema veliko površino.

Preračunan letni posek na hektar za posamezne odseke kaže nizke intenzitete sečenj:

- 28c: (površina = 46,95 ha) 1,45 m³/ha/leto,
- 28u: (površina = 63,67 ha) 0 m³/ha/leto,
- 29u: (površina = 289,71 ha) 0,28 m³/ha/leto.

Preglednica 3: Posek v odsekih 28c, 28u in 29u v letih 1997–2006 (ZGS, OE Bled, GGE Kranjska Gora).

odsek	posek po letih (m ³ /leto)										skupaj (1997– 2006)
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
28c	61	53	12	126	12	0	104	46	33	52	499
28u	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29u	20	55	11	83	25	0	87	31	230	124	666
skupaj	81	108	23	209	37	0	191	77	263	176	1.165

Preglednica 4: Posek v odsekih 28c, 28u in 29u v letih 2007–2010 (ZGS, OE Bled, GGE Kranjska Gora).

odsek	posek po letih (m ³ /leto)				skupaj (2007–2010)
	2007	2008	2009	2010	
28c	14	0	431	8	453
28u	0	0	0	0	0
29u	164	106	26	155	451
skupaj	178	106	457	163	904

4.4 OGROŽENOST CESTE NA OBMOČJU RAZISKAVE

Cesta Kranjska gora–Vršič–Bovec zaradi svoje lege in razgibanosti sodi med najlepše ceste v Alpah. Horvat (1996) navaja, da prevozi celoten odsek ceste na leto povprečno 150 vozil na dan, najbolj obremenjen pa je prav gorenjski del ceste. Po podatkih, zbranih na spletnem portalu Atlas okolja, je povprečni letni dnevni promet od bivšega hotela Erika do Vršiča leta 2005 znašal 673 vozil, leta 2007 450 vozil, leta 2008 pa 390 vozil.

Celotni odsek ceste ogrožajo predvsem porušitvena, snežna in vodna erozija (Horvat, 1996), vzdolž našega objekta raziskave pa je cesta najbolj ogrožena prav od snežnih plazov. Horvat (1996) je na našem odseku ceste izpostavil pet plazov, ki se praviloma redno prožijo. Plaz pri ruskem križu ogroža 130 m ceste, plaz pod Sedli I ogroža 65 m ceste, plaz pod Sedli II ogroža 20 m ceste, plaz pod Sedli III 35 m in plaz pod Zgornjim (Visokim) Mavrincem, 65 m ceste (Slika 5). Na nevarnost proženja snežnih plazov nad objektom raziskave (Sedlo, Visoki Mavrinec in greben med njima) nakazuje več kot 250 m dolg in ponekod do 35 m širok pas podrtic blizu raziskovalne ploskve 16, ki ga je najverjetneje povzročil snežni plaz (Slika 9).



Slika 9: Pas podrtic blizu raziskovalne ploskve 16 (foto: Simon Pintar, 11. 9. 2011).

Da je na tem območju velika nevarnost snežnih plazov, je pokazala že tragedija pri gradnji vršiške ceste. Marca 1916 je plaz sprijetega snega izpod Male Mojstrovke zasul in skoraj v celoti uničil staro Tičarjevo kočo, v kateri so bili ruski vojni ujetniki in stražarji (Horvat in sod. 1999). Natančno število žrtev ni znano, bilo pa naj bi jih nad 300 (Ruska kapelica, 2012). Tičarjev dom je bil s pršnim plazom izpod Male Mojstrovke poškodovan tudi marca 1975 (Horvat in sod. 1999).

Cesta čez Vršič je pozimi praviloma zaprta. Horvat in sod. (1999) ocenjujejo, da bi strošek vzdrževanja prevoznosti ceste vse leto znašal 40.000 USD/km, kar je 22-krat več od povprečnega stroška za zimsko vzdrževanje cest na Gorenjskem.

5 METODE

Postopek dela je potekal v naslednjem vrstnem redu:

- zakoličba in popis raziskovalnih ploskev,
- izločanje, opis in digitalizacija NaiS sestojev,
- analiza podatkov, pridobljenih na terenu in izračun parametrov,
- digitalizacija negozdnih površin znotraj proučevanega območja in nad njim ter izdelava karte potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin,
- analiza aktualne prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozdov znotraj proučevanega območja ter izdelava predloga nove razporeditve,
- analiza podatkov in interpretacija rezultatov.

5.1 ZAKOLIČBA, IZMERA IN POPIS RAZISKOVALNIH PLOSKEV

Pri zakoličbi mreže in meritvah na raziskovalnih ploskvah smo uporabljali elektronski razdaljemer Vertex (model: Laser VL402) proizvajalca Haglöf, GPS napravo Garmin 60CSx, kompas znamke SUUNTO ter II meter.

Na izbran objekt smo postavili 21 raziskovalnih ploskev, ki so krožne oblike in imajo polmer 12,62 m. Površina raziskovalne ploskve tako znaša 500 m² oziroma 5 arov. Raziskovalne ploskve so postavljene v kvadratni mreži 100x100 metrov, tako da so stranice mreže v smeri sever–vzhod–jug–zahod. Če je raziskovalna ploskev padla v večjo vrzel, zaplato rušja ali skale smo raziskovalno ploskev premaknili za določeno razdaljo v eno izmed nebesnih smeri, kar smo zapisali v opombe na popisnem listu za ploskve. Do naslednje raziskovalne ploskve smo nato odmerili razdaljo, ki je zadostila potrebi, da je stranica mreže ostala enaka, kot če raziskovalna ploskev ne bi bila premaknjena. Če smo ocenili, da je dostop do raziskovalne ploskve in delo na njej preveč nevarno, smo jo izpustili. Pri prehodih med ploskvami smo kartirali posebnosti terena (plaznice, skalovje ...) ter posebnosti sestojev (večje vrzeli, zaplate mladja, izrazita sprememba mešanosti drevesnih vrst ali razvojnih faz ...).

Prvo raziskovalno ploskev smo postavili tako, da smo si izbrali neko točko v naravi in od nje odmerili v poljubni smeri poljubno število metrov. Nato smo od te raziskovalne ploskve po terenu odmerili 100 m v določeno smer (sever, vzhod, jug ali zahod) ter postavili novo raziskovalno ploskev. Pri tem smo morali upoštevati naklon terena in dodati ustrezno razdaljo, da je horizontalna razdalja med raziskovalnimi ploskvami znašala 100 m. Enak postopek smo nato nadaljevali tudi za postavitev ostalih raziskovalnih ploskev. Mrežo smo na karto umestili tako, da smo na terenu poiskali stojišče, ki smo ga lahko natančno določili tudi na karti. Od stojišča smo nato izmerili razdaljo in azimut do najbližje raziskovalne ploskve, potem pa smo koordinatam te raziskovalne ploskve prištevali oziroma odštevali razdalje do sosednjih raziskovalnih ploskev.

Središče vsake raziskovalne ploskve smo označili z železnim količkom, nanj pa smo navezali plastični trak. Prav tako smo navezali plastični trak z označbo raziskovalne ploskve na drevo, ki je bilo najbližje središču.

Na vsaki raziskovalni ploskvi smo popisali vsa živa drevesa s premerom ≥ 10 cm. Premer dreves smo merili na višini 1,3 m od tal. Razdaljo do drevesa smo merili od središča raziskovalne ploskve do središča drevesa.

Popisovali in ocenjevali smo naslednje znake:

- število dreves na ploskvi,
- drevesna vrsta,
- azimut drevesa ($^{\circ}$),
- razdalja drevesa od središča raziskovalne ploskve (m),
- premer drevesa (cm),
- socialni položaj drevesa: 1 – dominantno ali nadraslo, 2 – kodominantno oziroma drevo v strehi sestoja, 3 – medstojno oziroma drevo, ki je pod streho sestoja, vendar ima nad seboj dostop do svetlobe in s tem dobro perspektivo, 4 – zastrto drevo,
- vitalnost drevesa: 1 – zelo vitalno (gosta, temno zelena krošnja, dolžina krošnje $\geq \frac{1}{2}$ dolžine drevesa), 2 – srednje vitalno (srednje gosta, zelena krošnja, dolžina krošnje

$\geq \frac{1}{4}$ dolžine drevesa), 3 – slabo vitalno drevo (redka, svetlo zelena krošnja, dolžina krošnje $\leq \frac{1}{4}$ dolžine drevesa),

- poškodbe na drevesu: osutost krošnje $>60\%$, odlomljena vsaj tretjina krošnje, poškodba lubja $>1\text{ dm}^2$, prisotnost gliv, prisotnost rakavih tvorbo.

Prešteli smo prisotne panje na raziskovalni ploskvi ter okularno ocenili njihovo starost (čas, ki je minil od poseka teh dreves), popisali pa smo tudi mrtvo drevje. Pri mrtvem drevju smo določevali število mrtvih dreves, drevesno vrsto, okularno ocenili premer ter določili ali je mrtvo drevje stoječe ali ležeče.

Opisali smo tudi splošne značilnosti terena na raziskovalni ploskvi:

- naklon ($^{\circ}$),
- ekspozicija (S, SV, V, JV, J, JZ, Z, SZ),
- kamniska podlaga,
- makrorelief (pobočje, ravnina, greben, vznožje),
- mikrorelief (konkavno, konveksno, ravno),
- kamnitost (odstotek pokrovnosti tal),
- skalovitost (odstotek pokrovnosti tal),
- nadmorska višina (m),
- sklep drevesnih krošenj (odstotek pokrovnosti tal).

Vsako raziskovalno ploskev smo fotografirali v štirih smereh, v opombe pa smo zapisali še druge značilnosti raziskovalne ploskve.

Obrazec za popis raziskovalne ploskve je prikazan v Prilogi A.

5.2 IZLOČANJE, OPIS IN DIGITALIZACIJA NaiS SESTOJEV

Na objektu raziskave smo izločili in opisali sestoje po poenostavljeni in modificirani metodi, ki so jo uporabili v projektu NaiS (Frehner in sod., 2005). Površina NaiS sestoja je morala znašati vsaj 1 ha. Dejansko stanje NaiS sestoja smo primerjali s ciljnim stanjem pri minimalnih zahtevah, ki preprečuje proženje in nastanek večjih snežnih plazov. Ciljno stanje NaiS sestoja smo povzeli po projektu NaiS (Frehner in sod., 2005: Ökologie, Waldbau und Anforderungen pro Standortstyp: 121). Za določitev ciljnega stanja NaiS sestoja je potrebno določiti rastišče ter vrsto naravne nevarnosti. Pri izbiri ustreznega rastišča je potrebna previdnost, saj metoda NaiS povzema klasifikacijo rastiščnih tipov po delu *Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz* avtorjev Ellenberg in Klötzli (1972), sama conacija gozdnih tipov pa je v Švici premaknjena v višje nadmorske višine (Fidej, 2011). Na našem objektu raziskave prevladuje rastišče *Anemone-Fagetum typicum*, kateremu je po klasifikaciji, uporabljeni v projektu NaiS, najbližje rastišče 12a – *Mercuriali-/Cardamino-Fagetum typicum*.

Metodo smo modificirali tako, da smo ocenjevali mešanost drevesnih vrst po lesni zalogi in ne po zastrtosti ter da smo za spodnjo mejo za »zadostno« število dreves po razširjenih debelinskih stopnjah določili 20 %.

Ocenjevali smo naslednje sestojne parametre:

- mešanost drevesnih vrst glede na lesno zalogo (%),
- vertikalna struktura po razširjenih debelinskih stopnjah: 1. debelinska stopnja (10–15 cm premera), 2. debelinska stopnja (16–30 cm premera), 3. debelinska stopnja (31–50 cm premera), 4. debelinska stopnja (>50 cm premera),
- horizontalna struktura: dolžina vrzeli, širina vrzeli, zastrtost,
- delež nosilcev stabilnost: delež vitalnih dreves z dobro in simetrično razvito krošnjo, dobro stabilnostjo ... (%),
- razmere za pomlajevanje,
- manjši pomladek (10–40 cm višine),
- večji pomladek: (40 cm višine do 12 cm premera).

Nato smo določili dejansko stanje glede na ciljno stanje in predvideli še razvoj in stanje NaiS sestoja po 10-ih in po 50-ih letih, ob predpostavki, da gospodarjenja v sestoku ne bi bilo. Stanje NaiS sestoja in njegovo zaščitno funkcijo pred proženjem snežnih plazov smo ocenili s 6-stopenjsko lestvico, kjer pomeni -3 zelo slabo, 0 minimalno zadovoljivo in +3 idealno stanje. Določili smo tudi ukrepe za izboljšanje stanja NaiS sestoja, če so bili ti potrebni in realni, ter nujnost ukrepanja.

Obrazec za opis NaiS sestojev je prikazan v Prilogi B.

5.3 IZRAČUN PARAMETROV IN ANALIZA PODATKOV

Obdelavo podatkov, ki smo jih zbrali na vzorčnih ploskvah, smo opravili s programom Microsoft Excel 2007. Iz teh podatkov smo nato izvedli analizo splošne podobe gozda ter analizo mešanosti drevesnih vrst in vertikalne strukture za NaiS sestoje.

Za izračun volumnov dreves smo uporabili tarife, ki jih uporablja ZGS in so zapisane v opisih odsekov. Vse tarife v naših odsekih veljajo za gozdove prehodnih oblik, zato smo za izračune volumnov dreves uporabili Čoklove vmesne tarife.

Za vsak NaiS sestoj smo iz raziskovalnih ploskev izračunali hektarske vrednosti za gostoto, lesno zalogo in temeljnico, nato pa še obtežene povprečne hektarske vrednosti za gostoto, lesno zalogo in temeljnico za celoten objekt raziskave. Kot utež smo uporabili površino posameznega NaiS sestoja.

Porazdelitev drevesnih vrst po številu in po lesni zalogi smo najprej izračunali za vsak NaiS sestoj posebej, jih pretvorili v hektarske vrednosti, nato pa smo jih pomnožili s površino NaiS sestoja. Tako smo dobili absolutne vrednosti za vsak NaiS sestoj, ki smo jih nato še sešteli, ter dobili obtežene vrednosti za celoten objekt raziskave.

Tudi porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah smo pridobili iz absolutnih vrednosti za vsak NaiS sestoj posebej, ki smo jih nato sešteli ter delili s površino celotnega objekta raziskave. Tako smo dobili obteženo povprečno število dreves v posamezni debelinski stopnji na hektar.

Deleže za vse 3 stopnje vitalnosti dreves smo izračunali iz podatkov o ploskvah, prav tako tudi povprečne hektarske vrednosti za poškodovanost in prisotnost mrtvega drevja.

Če je bilo stanje sestojnega parametra vsaj minimalno zadovoljivo glede na ciljno stanje (ocene stanj od 0 do +3), smo pri posameznem sestojnem parametru naredili kljukico, če pa

stanje ni bilo zadovoljivo (ocene stanj od -1 do -3) smo naredili križec. Ocene stanj sestojnih parametrov smo sešteli za vsak sestoj in za celoten objekt raziskave.

5.4 KARTIRANJE NEGOZDNIH POVRŠIN IN IZDELAVA KARTE POTENCIALNE NEVARNOSTI PROŽENJA SNEŽNIH PLAZOV IN NEGOZDNIH POVRŠIN

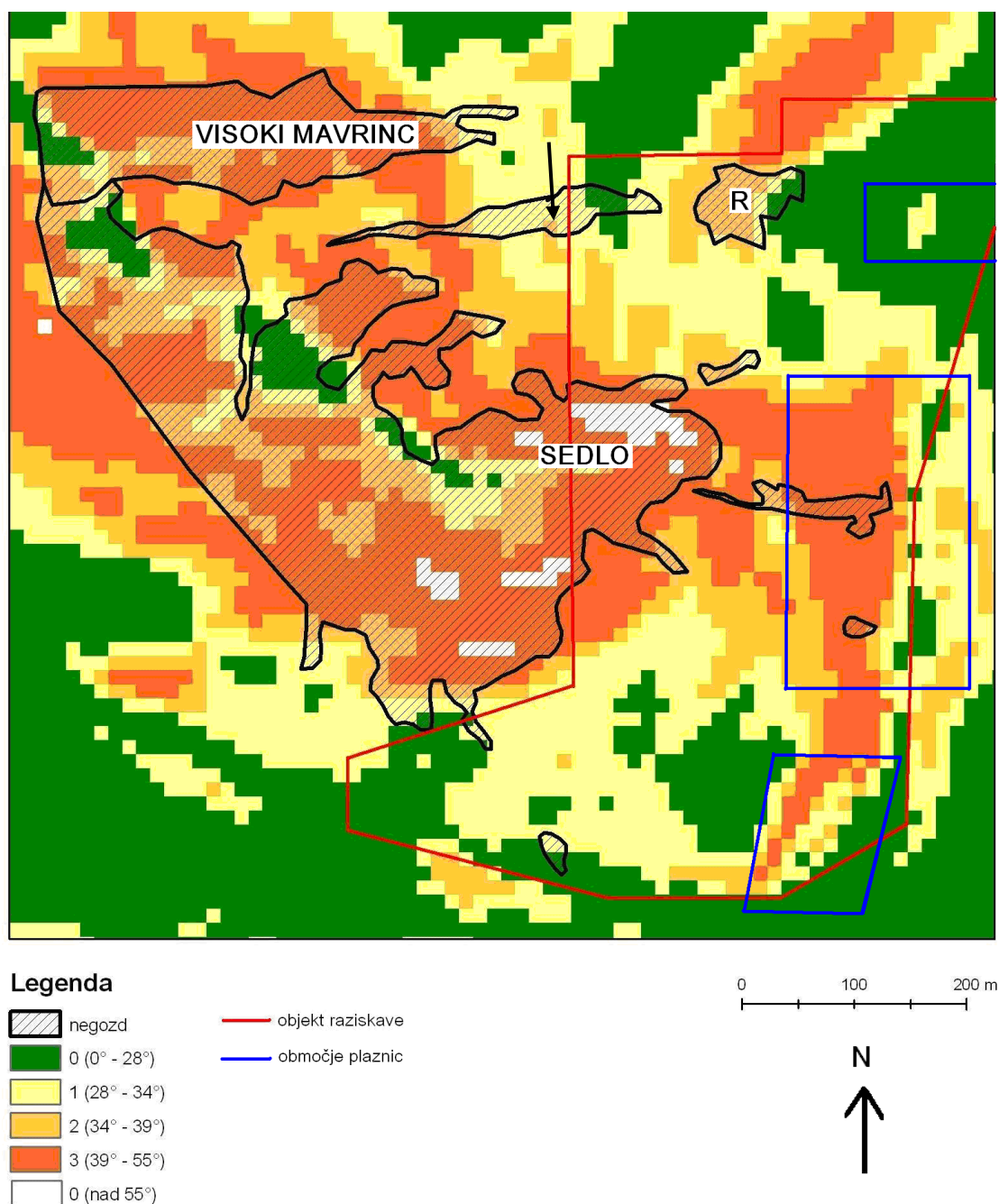
Znotraj proučevanega območja smo kartirali površine z zastrtostjo gozdnega rastja <50 %, ki so bile daljše ali širše od 30 m. Digitalizirali smo tudi vse negozdne površine, ki so bile nad objektom raziskave. S pomočjo digitalnega modela reliefa smo izdelali rastrsko karto potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov zaradi naklona z velikostjo celice 12,5 m za celotno območje. Mejne vrednosti naklonov ter razrede potencialne nevarnosti za proženje snežnih plazov smo povzeli po projektu *Proalp* (Bauerhansl in sod., 2010) in so prikazani v Preglednici 2 v poglavju *Pregled literature*. Nato smo naredili presek karte potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov po razredih naklona in karte negozdnih površin ter tako dobili karto potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin. Pri tem smo predvidevali, da se na gozdnih površinah znotraj objekta raziskave večji plazovi ne prožijo.

Izdelava karte NaiS sestojev ter karte potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov je potekala v prostorih Katedre za krajinsko gozdarstvo in prostorsko informatiko na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Uporabljali smo program CartaLinx, program Idrisi 32 in program MapInfo. Obdelavo in pripravo karte NaiS sestojev smo opravili s programom Quantum GIS.

6 REZULTATI

6.1 KARTA POTENCIALNE NEVARNOSTI PROŽENJA SNEŽNIH PLAZOV IN NEGOZDNIH POVRŠIN

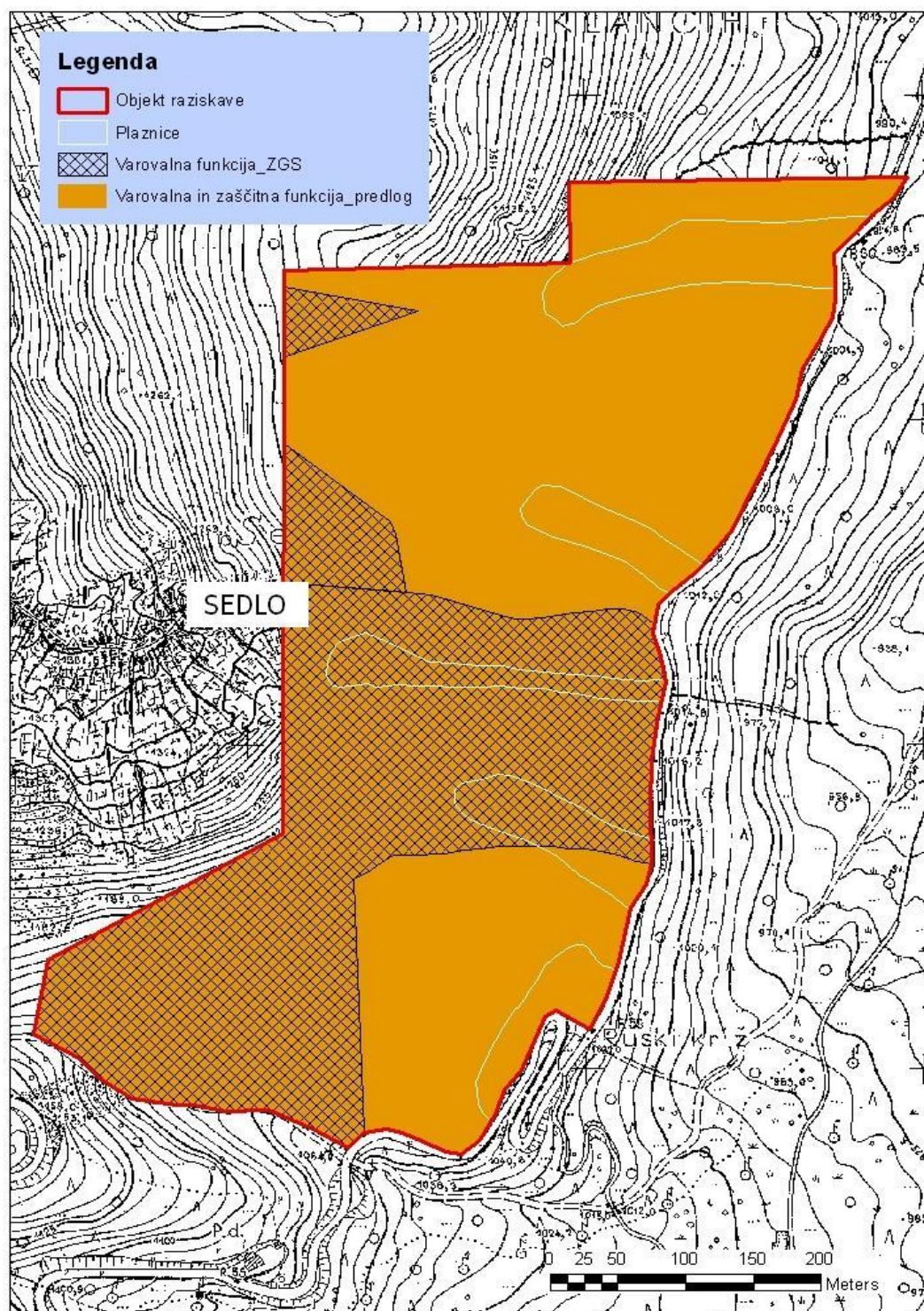
Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin znotraj in nad objektom raziskave (Slika 10) nam pokaže, da je večina negozdnih površin znotraj objekta raziskave v območju srednje in visoke potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov, le manjši del pa v območju nizke nevarnosti ali v območju, kjer nevarnosti ni. Veliko območje negozdnih površin z visoko in mestoma tudi srednjo potencialno nevarnostjo proženja snežnih plazov pa predstavlja območje Sedla, Visokega Mavrinca in grebena med njima.



Slika 10: Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin. Razredi potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov so: 0 (ni potencialne nevarnosti), 1 (nizka potencialna nevarnost), 2 (srednja potencialna nevarnost), 3 (visoka potencialna nevarnost). S črno barvo in šrafuro so označene negozdne površine znotraj in nad objektom raziskave, z rdečo je označen objekt raziskave, z modro pa območja plaznic. Pas podrtic blizu ploskve 16 je označen s puščico, območje znotraj objekta raziskave, ki je poraščeno z rušjem pa s črko R.

6.2 PRESOJA AKTUALNE PROSTORSKE RAZPOREDITVE VAROVALNE IN ZAŠČITNE FUNKCIJE GOZDA ZNOTRAJ OBJEKTA RAZISKAVE

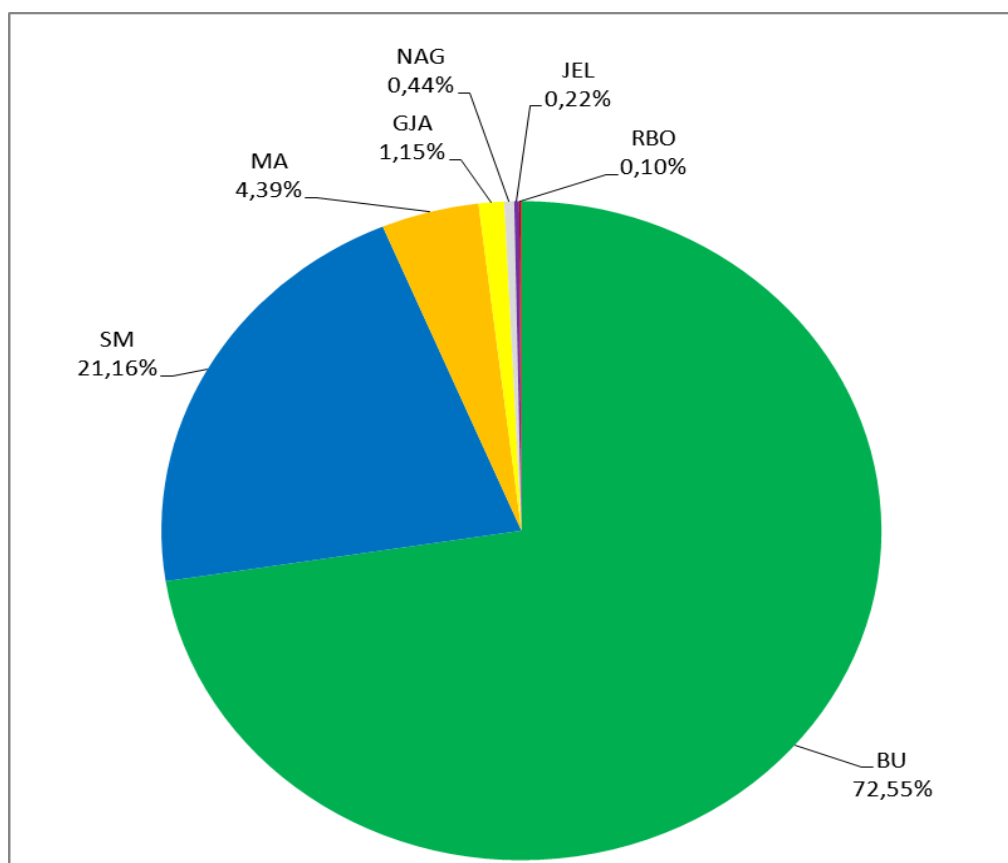
Poudarjena varovalna funkcija je (po podatkih ZGS) znotraj objekta raziskave navzoča le v zgornjem in osrednjem delu, poudarjena zaščitna funkcija pa ni navzoča v nobenem delu objekta raziskave. Glede na Karto potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin (Slika 10) smo naredili predlog nove razporeditve varovalne in zaščitne funkcije, ki predvideva, da bi bili obe funkciji na prvi stopnji poudarjenosti prisotni na celotnem območju objekta raziskave (Slika 11). Površina območja s poudarjeno varovalno funkcijo je 10,11 ha, površina predlaganega območja s poudarjeno varovalno in zaščitno funkcijo pa znaša 23,59 ha.



Slika 11: Pregled aktualne in predlog nove prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozdov znotraj objekta raziskave (vir podatkov za plaznice: Kataster snežnih plazov za območje Vršiča, PUH d. d.).

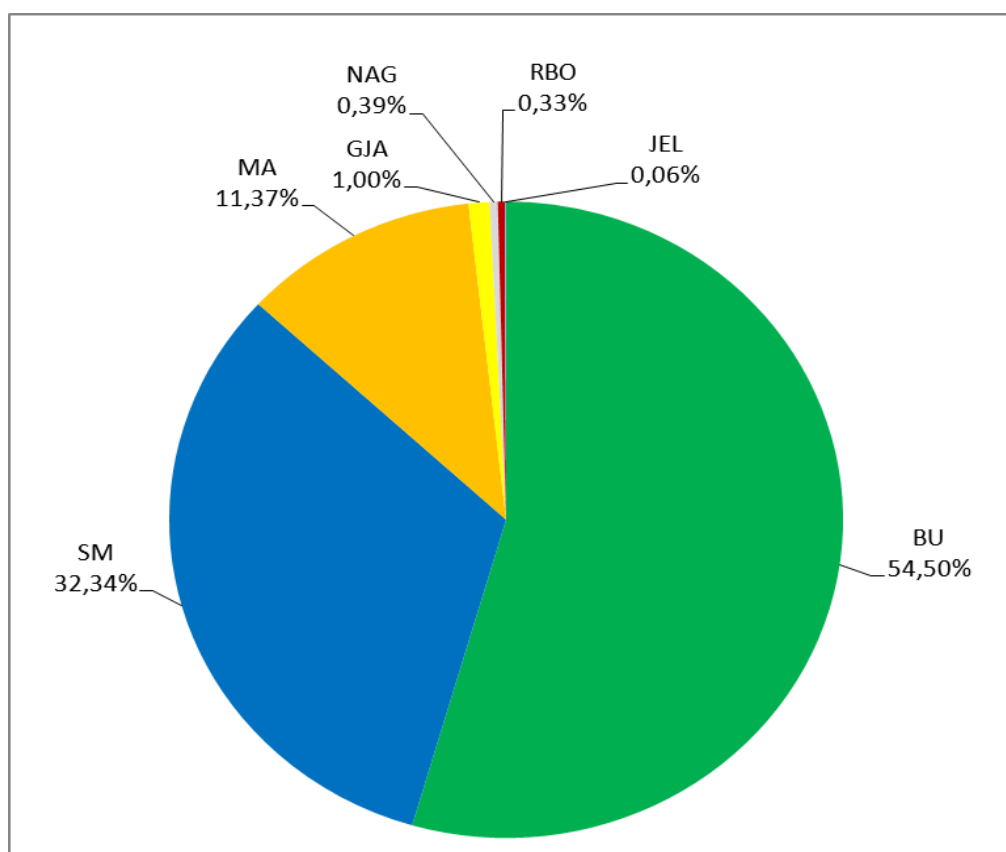
6.3 SPLOŠNA PODOBA GOZDA

Na objektu raziskave smo popisali 821 dreves. Obtežene vrednosti porazdelitve drevesnih vrst po številu nam pokažejo, da na objektu raziskave močno prevladuje bukev s 73 %, sledita ji smreka z 21 % in macesen s 4 %. V manjši meri so prisotni še gorski javor, alpski nagnoj, jelka in rdeči bor (Slika 12).



Slika 12: Obtežena porazdelitev drevesnih vrst po številu.

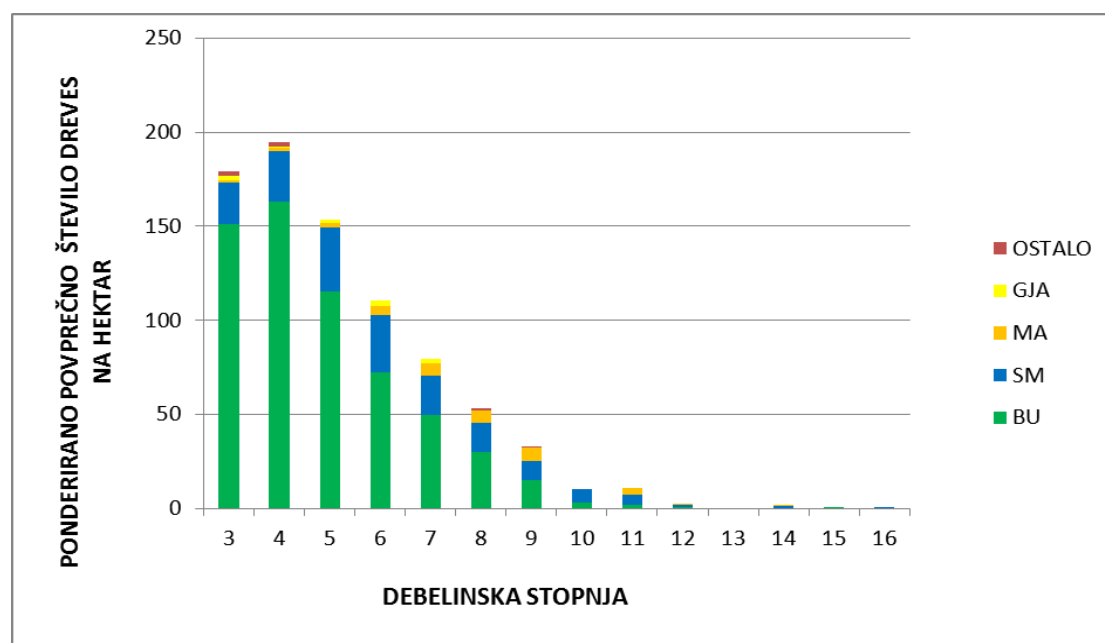
Obtežene vrednosti porazdelitve drevesnih vrst po lesni zalogi nam pokažejo rahlo drugačno stanje. Delež bukve se zmanjša na 55 %, delež smreke se poveča na 32 %, delež macesna pa na 11 % (Slika 13).



Slika 13: Obtežena porazdelitev drevesnih vrst po lesni zalogi.

Obtežena povprečna gostota znaša 830 dreves/ha, obtežena povprečna lesna zaloga znaša 366,65 m³/ha, obtežena povprečna temeljnica pa 40,99 m²/ha.

Obtežena porazdelitev števila dreves po debelinskih stopnjah kaže na padajočo frekvenčno razporeditev (Slika 14). Jasno je opazno pomanjkanje dreves v 3. debelinski stopnji. Vidimo lahko tudi, da se delež smreke od 3. do 8. debelinske stopnje bistveno ne spreminja. Alpski nagnoj, jelka in rdeči bor so združeni pod kategorijo »ostalo«.



Slika 14: Obtežena povprečna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah.

Analiza trajnosti je pokazala predvsem problem pomanjkanja pomladka v veliki večini NaiS sestojev (Priloga C) ter problem pomanjkanja dreves v 3. debelinski stopnji.

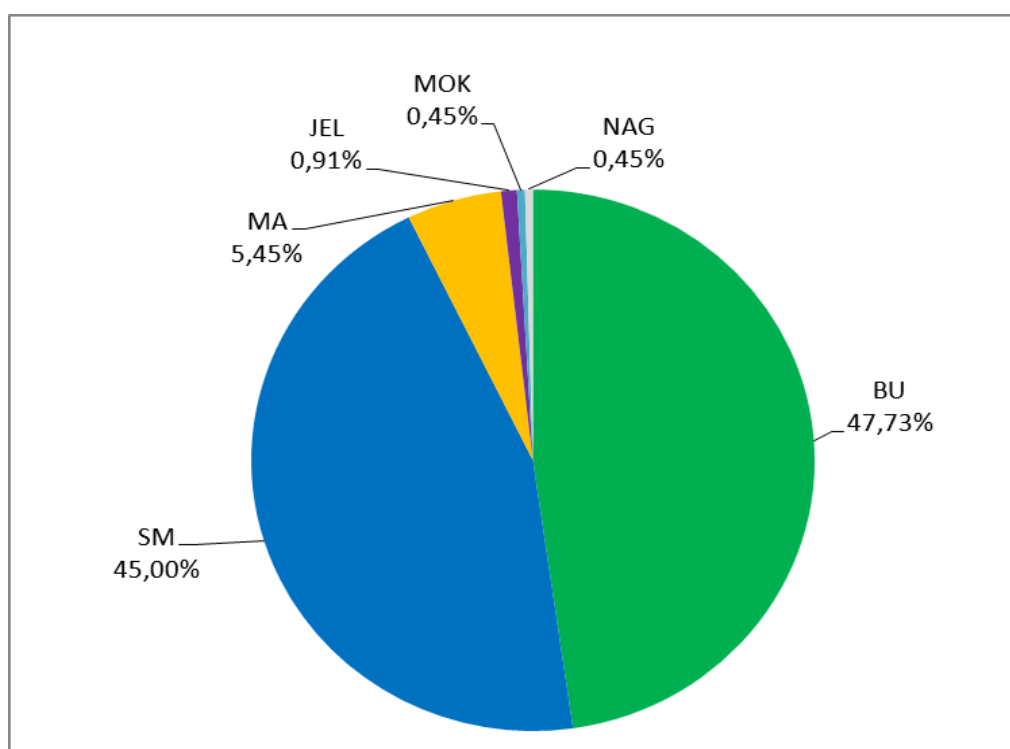
Analiza vitalnosti popisanih dreves je pokazala, da je velika večina dreves srednje vitalnih, manjši delež pa zelo ali slabo vitalnih (Preglednica 5). Od pomembnejših drevesnih vrst ima bukev največji delež dobro vitalnih dreves, smreka pa največji delež slabo vitalnih dreves. Ob tem ne gre zanemariti, da dobro vitalnih macesnov nismo opazili. Opozoriti velja tudi na dejstvo, da se je v sestojih 4 in 7 delež slabo vitalnih smrek povzpел čez 40 %.

Preglednica 5: Pregled vitalnosti dreves pomembnejših drevesnih vrst in vitalnosti dreves vseh drevesnih vrst skupaj.

drevesna vrsta	vitalnost (% dreves)		
	1	2	3
BU	6,53	80,76	12,71
SM	4,89	72,83	22,28
MA	0,00	83,78	16,22
skupaj (vse drevesne vrste)	5,85	78,56	15,59

Poškodba je bila prisotna na 19 % popisanih dreves, kar pomeni v povprečju 145 poškodovanih dreves na hektar. Prevladovala so poškodbe od padajočega kamenja.

Mrtvo drevje je bilo prisotno na vseh ploskvah, povprečna hektarska vrednost pa znaša 210 mrtvih dreves na hektar. Vrstna sestava mrtvega drevja nam pokaže, da sta deleža bukve in smreke dokaj izenačena (48 % in 45 %). Opazna je tudi prisotnost mokovca, ki je pri popisu živih dreves nismo zaznali (Slika 15). Večina mrtvega drevja (61 %) je bila v stoječem položaju.



Slika 15: Vrstna porazdelitev mrtvega drevja po številu.

Na vseh raziskovalnih ploskvah smo zabeležili veliko zastrtost s krošnjami dreves. Vrednosti so se gibale od 65 % do 98 %, povprečna zastrtost na ploskvah pa je znašala 85 %.

6.4 NaiS SESTOJI

6.4.1 Opis minimalnih zahtev

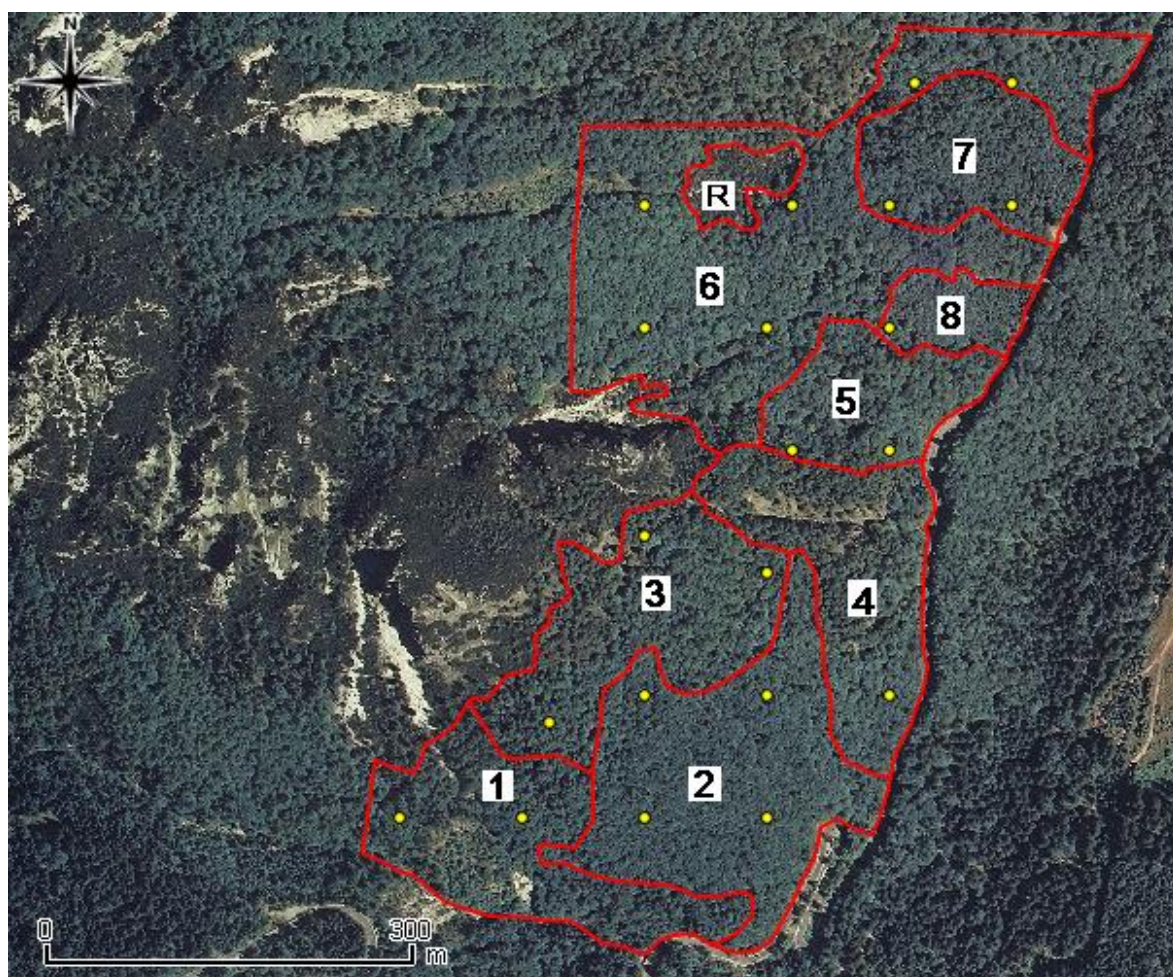
Ciljno stanje NaiS sestoja, ki minimalno zadovoljivo ščiti pred naravnimi nevarnostmi, smo določili za rastišče 12a – *Mercuriali-/Cardamino-Fagetum typicum* ter za naravno nevarnost snežni plazovi. Pregled mejnih vrednosti parametrov za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestoja je podan v Preglednici 6.

Preglednica 6: Mejne vrednosti sestojnih parametrov za minimalno zadovoljivo ciljno stanje NaiS sestoja (povzeto po: Frehner in sod., 2005: Ökologie, Waldbau und Anforderungen pro Standortstyp: 121).

lastnosti sestoja	mejne vrednosti	
mešanost drevesnih vrst po lesni zalogi	listavci (skupaj): 60–100 % bukev: 50–100 % smreka: 0–30 %	
vertikalna struktura	zadostno število (20 % <) dreves z rastnim potencialom v vsaj 2 razširjenih debelinskih stopnjah	
horizontalna struktura	naklon (°)	dolžina vrzeli po padnici (m)
	35 ≤	< 50
	40 ≤	< 40
	45 ≤	< 30
	če je dolžina vrzeli po padnici večja od zgornjih mejnih vrednosti, potem mora širina vrzeli znašati < 5 m	
	zastrtost: 50 % <	
nosilci stabilnosti	vsaj polovica dreves s simetrično krošnjo, navpičnim deblom in dobro zasidranostjo, le nekatera drevesa nagnjena	
razmere za pomlajevanja – podlaga	zaplate z močno zeliščno konkurenco < 1/3 površja	
pomlajevanje – manjši pomladek (10–40 cm višine)	pri zastrtosti < 70 % vsaj 10 bukev na 1 ar	
pomlajevanje – večji pomladek (40 cm višine–12 cm premera)	vsaj 1 skupina mladja na hektar v velikosti 2–5 ar, ali pokrovnost pomladka vsaj 3 %, mešanost skladna s ciljnim stanjem	

6.4.2 Karta NaiS sestojev in pregled izpolnjevanja ciljnega stanja NaiS sestojev

Glede na razlike v preučevanih sestojnih parametrih smo na objektu raziskave izločili 8 NaiS sestojev (Slika 16). V severnem delu objekta raziskave je prisotna večja zaplata rušja, ki smo jo izločili posebej. V NaiS sestoju 4 smo zaradi nevarnega terena lahko postavili le eno raziskovalno ploskev, ki pa nam ne kaže povsem tipične podobe tega NaiS sestoja. NaiS sestoj 5 smo izločili predvsem zaradi obstoječih skupinic mladja. Pri NaiS sestoju 8 nismo izpolnili kriterija po minimalni površini NaiS sestoja vsaj 1 ha. Predstavljal je namreč letvenjak in mlajši drogovnjak bukve in smreke, ki se je bistveno razlikoval od vseh sosednjih NaiS sestojev.



Slika 16: Karta NaiS sestojev. Z rdečo linijo so označene meje NaiS sestojev, z rumeno piko pa lokacije raziskovalnih ploskev. Oznaka R pomeni rušje.

Pregled trenutnega stanja sestojnih parametrov in izpolnjevanja zahtev za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestojev je prikazan v Prilogi C, izpolnjevanje zahtev za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestojev čez 10 in 50 let pa sta prikazana v prilogah D in E. Trenutno noben NaiS sestoj ne izpolnjuje vseh zahtev, kar pomeni, da po metodi, uporabljeni v projektu NaiS, popolne in trajne zaščitne funkcije ne opravlja noben sestoj na območju raziskave. Največ zahtev (5) izpolnjujeta NaiS sestoj 2 in 5, najmanj (3) pa NaiS sestoj 3. Najboljšo vsoto ocen stanja ima NaiS sestoj 5 ($\Sigma = +6$), najslabšo pa NaiS sestoj 4 ($\Sigma = -5$).

Mešanost je zadovoljiva le v treh NaiS sestojih, vendar ocene za čez 10 in 50 let kažejo, da se bo stanje postopoma izboljšalo. Pri vertikalni strukturi NaiS sestojev je stanje zadovoljivo, saj imajo vsi NaiS sestoji drevesa v vsaj dveh razširjenih debelinskih stopnjah. Ocenjujemo, da se bo tako stanje nadaljevalo tudi v prihodnosti. Manj zadovoljivo je stanje pri horizontalni strukturi NaiS sestojev 3 in 4, kjer je dolžina in širina vrzeli večja od mejnih vrednosti, nobene bistvene spremembe pa ne pričakujemo tudi čez 10 in 50 let. Nosilcev stabilnosti je v večini NaiS sestojev dovolj, ocenjujemo pa, da se bo njihov delež manjšal. Najslabše je stanje NaiS sestojev pri pomlajevanju in izpolnjevanju trajnosti zaščitne funkcije. Razmere za pomlajevanje so in bodo najslabše v vseh treh časovnih obdobjih v NaiS sestojih 1 in 6, kjer predstavlja problem močna zeliščna konkurenca, drugod je stanje zadovoljivo. Mlajšega pomladka je dovolj le v NaiS sestoju 5, večji pa je prisoten le v treh NaiS sestojih. Glede na razvojna gibanja ocenjujemo, da se bo stanje še poslabšalo.

Ocene stanj NaiS sestojev čez 10 in 50 let nakazujejo, da se bodo (ob upoštevanju negospodarjenja) v večini NaiS sestojev ocene izpolnjevanja zahtev zmanjševale, kar se opazi tudi pri skupnih vrednostih ocen stanja za celoten objekt raziskave (Preglednica 7).

Preglednica 7: Pregled vsot ocen stanja NaiS sestojev v različnih časovnih obdobjih.

NaiS sestoj	trenutno stanje	stanje čez 10 let	stanje čez 50 let
1	0	0	-2
2	+3	+1	+1
3	-2	-3	-4
4	-5	-4	-5
5	+6	+7	+5
6	+1	0	-4
7	-1	-4	-5
8	+5	+4	0
skupaj	+7	+1	-14

6.4.3 Določitev ukrepov in nujnosti ukrepanja v NaiS sestojih

Ukrepi sledijo smernicam iz poglavja *Smernice za objekt raziskave* (7.5.2).

NaiS sestoj 1:

S posekom dveh dreves nad 9. debelinsko stopnjo poskušamo osnovati 2 skupinici mladja. Nosilcem stabilnosti odstranimo najresnejše konkurente, vendar smo pri posegih zadržani, ker je potrebno ohranjati zastrtost in gostoto. Prednost pred macesnom dajemo bukvi. Delež smreke v lesni zalogi ohranimo pri 30 %. V gošči blizu raziskovalne ploskve 1 opravimo redčenje, kjer sledimo zeleni mešanosti. Nujnost ukrepanja je srednja (10–30 let).

NaiS sestoj 2:

Nosilcem stabilnosti v 1. in 2. razširjeni debelinski stopnji odstranimo najresnejše konkurente. Trenutno mešanost ohranjamo. Osnujemo 6 skupinic mladja na mestih, kjer so bila prej drevesa nad 9. debelinsko stopnjo. Nujnost ukrepanja je srednja (10–30 let).

NaiS sestoj 3:

Nosilec stabilnosti v 1. in 2. razširjeni debelinski stopnji odstranimo najresnejše konkurente. Prednost dajemo bukvi. V vrzelih v zgornjem delu NaiS sestoja ni pomladka, problem pa predstavlja tudi zeliščna konkurenca, zato poskušamo tam osnovati pomladek s sajenjem, ga zaščitimo pred objedanjem divjadi ter postavimo protilavinske objekte. Ker so v sestoju tudi vrzeli po padnici, ki so širše od 5 m, pa tudi zaradi težkih spravičnih razmer, odkazana drevesa podiramo diagonalno na pobočje ter jih pustimo zagozdena in cela v gozdu. Osnujemo 4 skupinice mladja na mestih, kjer so bila prej drevesa nad 9. debelinsko stopnjo. Zaradi neugodne horizontalne strukture je nujnost ukrepanja velika (0–10 let).

NaiS sestoj 4:

Nosilec stabilnosti v 1. in 2. razširjeni debelinski stopnji odstranimo konkurente. Prednost dajemo bukvi na račun macesna in slabo vitalnih smrek. V vrzelih osnujemo pomladek s sajenjem, ga zaščitimo pred objedanjem divjadi ter postavimo protilavinske objekte. Ker so v sestoju tudi vrzeli po padnici, ki so širše od 5 m, pa tudi zaradi težkih spravičnih razmer, odkazana drevesa podiramo diagonalno na pobočje ter jih pustimo zagozdena in cela v gozdu. Osnujemo 2 skupinici mladja na mestih, kjer so bila prej drevesa nad 9. debelinsko stopnjo. Zaradi neugodne horizontalne strukture in mejnega deleža nosilcev stabilnosti je nujnost ukrepanja velika (0–10 let).

NaiS sestoj 5:

Nosilec stabilnosti v 2. in deloma tudi 1. razširjeni debelinski stopnji odstranimo najresnejše konkurente, vendar smo pri posegih zadržani, ker je potrebno ohranjati čim večjo zastrtost in gostoto. Prednost dajemo bukvi na račun smreke. Nujnost ukrepanja je majhna (30–50 let).

NaiS sestoj 6:

Nosilec stabilnosti v 1. in 2. razširjeni debelinski stopnji odstranimo najresnejše konkurente. Delež smreke ohranjamo. S posekom dreves nad 9. debelinsko stopnjo poskušamo osnovati 12 skupinic mladja. Nujnost ukrepanja je srednja (10–30 let).

NaiS sestoj 7:

Nosilcem stabilnosti v 1. in 2. razširjeni debelinski stopnji odstranimo konkurente. Pomagamo predvsem bukvi na račun smreke, ki je v 43 % slabo vitalna. Osnujemo 3 skupinice mladja pod zastorom. Nujnost ukrepanja je zaradi neugodnega deleža nosilcev stabilnosti velika (0–10 let).

NaiS sestoj 8:

Sestoj je v razvojni fazi neredčenega letvenjaka in mlajšega drogovnjaka, zato je potrebno izvesti redčenje za izboljšanje stabilnosti NaiS sestoja. Pomagamo predvsem bukvi na račun smreke. Nujnost ukrepanja je srednja (10–30 let).

7 RAZPRAVA

7.1 KARTA POTENCIALNE NEVARNOSTI PROŽENJA SNEŽNIH PLAZOV IN NEGOZDNIH POVRŠIN

Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin nam kaže dokaj realne ocene razporeditve potencialne nevarnosti, saj so na večini območij z visoko ali srednjo potencialno nevarnostjo proženja snežnih plazov prisotne plaznice (Slika 10). Pod vrhom Sedla ter znotraj NaiS sestojev 3, 4 in 5 je največje območje visoke in mestoma srednje potencialne nevarnosti znotraj objekta raziskave, ki sega povsem do roba ceste, zato sklepamo, da je na tem delu cesta najbolj ogrožena. Po katastru PUH-a so na tem relativno kratkem delu ceste (300 m) prisotne 3 plaznice (Slika 5). Visoko in srednjo potencialno nevarnost proženja snežnih plazov na območju nad objektom raziskave (pobočja Sedla, Visokega Mavrince in grebena med njima) dokazuje pas podrtic blizu ploskve 16 (Slika 9). Pod tem pasom je nato prisotno še rušje, severno od rušja pa je še eno območje visoke potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov. Vse to so najbrž vzroki za nastanek plaznice v severnem delu objekta raziskave. Predvidevamo, da ima plaznica v južnem delu objekta raziskave (pri ruskem križu) območje proženja znotraj same plaznice, saj je cesta v dveh serpentinah speljana ravno skozi območje z visoko potencialno nevarnostjo proženja snežnih plazov.

Znotraj objekta raziskave se ne pojavlja veliko vrzeli in ostalega negozdnega prostora, kar nam potrjuje tudi visoka povprečna zastrtost v vseh sestojih. Upravičeno se nam pojavlja vprašanje, zakaj se kljub veliki zastrtosti in relativno majhnemu deležu negozdnega prostora še vedno pojavljajo plazovi. Predvidevamo, da je en vzrok v pobočjih nad objektom raziskave. Sedlo, Visoki Mavrinc in greben med njima porašča predvsem rušje, mestoma pa so prisotna še travišča, melišča in skalne stene. Ob večji količini snežnih padavin snežna odeja prekrije rušje, kar znatno poveča nevarnost proženja snežnih plazov, ki nato nadaljujejo pot po plaznicah skozi objekt raziskave. Z izjemo pasu podrtic blizu raziskovalne ploskve 16 drugih uničenih gozdnih sestojev nismo opazili, kar priča o plazovih z manjšo energijo, čeprav večji plazovi očitno niso izključeni. Drugi vzrok za

plazove pa pripisujemo temu, da so znotraj objekta raziskave pojavljajo mesta, kjer po strmem pobočju poteka 4–6 m širok pas, ki presega mejno vrednost za dolžino glede na naklon pobočja, vendar na digitalnih orto-foto posnetkih niso vidna in jih nismo kartirali kot vrzeli. Ta mesta, ki se pojavljajo predvsem znotraj NaiS sestojev 3 in 4, ter v južnem delu NaiS sestoja 5, bi potencialno lahko pomenila območja proženja manjših snežnih plazov.

Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin nam kaže tudi, kakšna bi bila ogroženost od snežnih plazov, če na raziskovanem območju ne bi bilo gozdnega rastja. V tem primeru bi v območju pod Sedlom namesto treh manjših plaznic najbrž dobili eno večjo, kjer bi se lahko prožili snežni plazovi z večjo energijo. Prav tako bi se povečala ogroženost ceste zaradi snežnih plazov s pobočja med Sedlom in Visokim Mavrincem, saj vmes ne bi bilo gozdnega rastja, ki bi vsaj deloma zmanjšalo energijo snežnih plazov. Da lahko gozdno rastje vsaj deloma zaviralno vpliva na snežne plazove, nam kaže primer snežnega plazov, ki je povzročil pas podrtic blizu ploskve 16. Pod tem pasom in rušjem, ki mu sledi, gozdni sestoji niso uničeni, kar pomeni, da je bila energija snežnega plazov manjša kot v zgornjem delu.

Gozd na proučevanem območju zagotavlja zaščito tudi pred drugimi naravnimi nevarnostmi, predvsem pred padajočim kamenjem in skalami, kar dokazuje znatna poškodovanost dreves, v največji meri poškodbe zaradi padajočega kamenja (Slika 17).



Slika 17: Skali zaustavljeni s pomočjo dreves v NaiS sestoji 1 (foto: Simon Pintar, 10. 9. 2011).

7.2 PRESOJA AKTUALNE PROSTORSKE RAZPOREDITVE VAROVALNE IN ZAŠČITNE FUNKCIJE GOZDA ZNOTRAJ OBJEKTA RAZISKAVE

Slika 5 nam kaže, da pet plaznic ogroža cesto, ki poteka po spodnjem robu objekta raziskave. Kljub temu zaščitna funkcija gozdov znotraj objekta raziskave ni evidentirana, varovalna funkcija pa je kartirana na približno polovici površine objekta raziskave (Slika 11). Ocenjujemo, da bi bilo potrebno novo kartiranje varovalne in zaščitne funkcije.

Naš predlog, da je v celotnem objektu raziskave varovalna funkcija na prvi stopnji poudarjenosti, se nanaša na dejstvo, da se večina objekta raziskave nahaja v območju, kjer je prisotna nizka, srednja in visoka potencialna nevarnost proženja snežnih plazov (Slika 10). Območja, kjer potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov ni, so večinoma le posamezna mesta znotraj objekta raziskave. Izjema je le območje v severnem delu objekta raziskave, vendar pa je tam evidentirana plaznica, kar opravičuje prisotnost varovalne funkcije tudi na tem mestu. Zaradi ceste, ki poteka vzdolž celotnega spodnjega roba objekta raziskave, predlagamo po celotnem območju tudi poudarjeno zaščitno funkcijo.

7.3 SPLOŠNA PODOBA GOZDA

Mešanost drevesnih vrst po številu kaže zadovoljivo stanje, saj bukev s 73 % prevladuje. Mešanost po lesni zalogi pa nam kaže rahlo slabše, a še vedno zadovoljivo stanje, saj se delež bukve zmanjša na 55 %, deleža smreke in macesna pa se povečata. To dejstvo nakazuje, da je smreke in macesna več predvsem v starejših razvojnih fazah. Delež macesna se na primer pri mešanosti po lesni zalogi glede na mešanost po številu podvoji (Sliki 12 in 13). To nam dokaže tudi porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah (Slika 14). Delež bukve po debelinskih stopnjah (z izjemo v 3. debelinski stopnji) pada, medtem ko se delež smreke od 3. do 8. debelinske stopnje bistveno ne spreminja, macesen pa se začne opazneje pojavljati šele v 6. debelinski stopnji. V mlajših razvojnih fazah torej prevladuje bukev, več kot polovico deleža pa ohrani tudi v starejših razvojnih fazah.

Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah kaže padajočo frekvenčno porazdelitev, kar nakazuje raznomerno in raznodobno strukturo sestojev, ki pa vseeno ne daje zadovoljivega vtisa, saj je jasno opazno pomanjkanje dreves v 3. debelinski stopnji. To postopoma lahko pripelje do zvonaste porazdelitve ter do enodobne strukture in s tem povezane slabše odpornosti in elastičnosti sestojev. Velike težave bi se pojavile tudi pri obnovi takih sestojev, saj bi v relativno kratkem časovnem obdobju na veliki površini dobili nestabilne, neodporne in močno razredčene sestoje, kar bi znatno povečalo ogroženost ceste od snežnih plazov. Na pomanjkanje mlajših razvojnih faz in pomladka bomo opozorili tudi pri razpravi o NaiS sestojih. Znano je tudi, da bukev teži k oblikovanju enomernih sestojev, kar še dodatno oteži in postavi pod vprašaj naše prizadevanje za raznomerno strukturo.

Ocene za povprečno gostoto, povprečno temeljnico in povprečno lesno zalogo nam kažejo dokaj visoke vrednosti. Predvidevamo, da je ocena gostote nekoliko previsoka, kar je posledica NaiS sestoja 4, ki ne daje realnih vrednosti. V tem sestoju smo zaradi nevarnega terena lahko postavili le eno raziskovalno ploskev, ki pa ne odraža dejanskega stanja v sestoju, saj je bila na njej velika gostota (1500 dreves/ha – največja od vseh raziskovalnih ploskev), v ostalem delu sestoja pa je bila nižja. Visoka temeljnica je posledica velikega števila dreves, predvsem v srednjih debelinskih stopnjah. Vrednosti za gostoto, temeljnico in lesno zalogo kažejo na pregoste sestoje, kar je posledica pomanjkanja gospodarjenja. Res pa je tudi, da je večja gostota v tem primeru zaželena, saj drevesa predstavljajo mehansko oviro pri proženju ali gibanju snežnih plazov, povečujejo nehomogenost snežne odeje ter ustavljajo padajoče kamenje. Potrebno pa je paziti, da zaradi prevelike gostote ne poslabšamo vitalnosti in stabilnosti dreves.

Bukev je na proučevanem območju zadovoljivo vitalna. Med pomembnejšimi drevesnimi vrstami ima največji delež dobro vitalnih dreves ter najmanjši delež slabo vitalnih dreves. To ob dejstvu, da v mlajši razvojni fazi močno prevladuje bukev, potrjuje bukovo rastišče v večini proučevanega območja. Tudi smreka je v večini primerov zadovoljivo vitalna. Delež dobro vitalnih dreves je podoben kot pri bukvi, delež slabše vitalnih dreves pa se povzpne čez 22 %, kar je največ od pomembnejših drevesnih vrst. Ta številka je posledica stanja v NaiS sestojih 4 in 7, kjer deleža slabo vitalne smreke znašata 45 % in 43 %, vendar

moramo znova opozoriti na slabo oceno dejanskega stanja v NaiS sestoji 4. V NaiS sestoji 7 pa je visok delež slabo vitalne smreke posledica pomanjkanja gospodarjenja. Ker je gostota dreves v tem sestoji prevelika, smreke v strehi sestoja ne dobijo potrebnega prostora za razvoj krošnje. V eni izmed ploskev v NaiS sestoji 7 smo zabeležili tudi največ odmrlih dreves na raziskovalnih ploskvah, med njimi pa prevladuje smreka.

7.4 NaiS SESTOJI

Ker noben NaiS sestoj ne izpolnjuje vseh zahtev za minimalno zadovoljivo stanje, lahko ocenimo trenutno stanje gozdov v objektu raziskave kot nezadovoljivo, vendar zaenkrat še ne kritično. Z izjemo NaiS sestojev 3 in 4 predstavlja največji problem gozdov znotraj objekta raziskave pomanjkanje pomladka, kar lahko z gojitvenimi ukrepi izboljšamo, še preden sestoji izgubijo večino svojega zaščitnega učinka.

Predvidevamo, da mešanost ne predstavlja velikega problema, saj v mlajših razvojnih fazah prevladuje bukev, kar bo v prihodnosti izboljšalo drevesno sestavo objekta raziskave. Največjo skrb predstavlja horizontalna struktura NaiS sestojev 3 in 4, ki sta razporejena en nad drugim ter se nahajata neposredno nad cesto, kar še poveča ogroženost ceste pred snežnimi plazovi. Ob tem je potrebno tudi poudariti, da je v NaiS sestoji 4 delež nosilcev stabilnosti na meji minimalne zadovoljivosti. Predvidevamo, da je za zagotavljanje zaščite pred snežnimi plazovi v teh dveh NaiS sestojih poleg gozdnogojitvenega potrebno tudi tehnično ukrepanje. Nosilcev stabilnosti je dovolj v večini objekta raziskave, razen v NaiS sestojih 7 in 8. Pomanjkanje nosilcev stabilnosti v teh dveh sestojih je predvsem posledica prevelike gostote dreves – NaiS sestoj 7 smo omenili že v prejšnjem poglavju, NaiS sestoj 8 pa predstavlja neredčen letvenjak in mlajši drogovnjak bukve in smreke. Res je sicer, da se nahajata v območju, kjer potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov ni, vendar je prisotnost nosilcev stabilnosti pomembna tudi zaradi njihovega prispevka k zmanjševanju energije morebitnih snežnih plazov, ki bi se lahko prožili v območjih nad tema NaiS sestojema. Opazimo lahko, da se bo delež nosilcev stabilnosti v vseh NaiS sestojih v prihodnosti zmanjševal, kar je predvsem posledica pomanjkanja gospodarjenja.

Razmere za pomlajevanje se na prvi pogled zdijo neproblematične, saj se težave z zeliščno konkurenco pojavljajo le v NaiS sestojih 1 in 6, vendar je potrebno poudariti, da ocene razmer za pomlajevanje najbrž niso povsem realne. Kjer se je namreč pojavila večja ali manjša odprtina v strehi sestoja, praviloma nismo opazili pomladka, zeliščna plast pa je bila močno razvita, kar otežuje pomlajevanje. Sklepamo, da so takšne ocene razmer za pomlajevanje predvsem posledica velike zastrtosti NaiS sestojev. Ocene stanja manjšega pomladka kažejo negativno stanje v vseh NaiS sestojih, razen v NaiS sestoju 5, kjer smo opazili skupinice mladja redke gostote. V vseh ostalih NaiS sestojih je bila namreč zastrtost večja od 70 %. Logična posledica stanja pri manjšem pomladku je tudi pomanjkanje večjega pomladka v večini NaiS sestojev, razen na območjih, kjer so v sestojih drevesa v razvojni fazi letvenjaka (NaiS sestoj 7 in 8), ter v NaiS sestoju 1, znotraj katerega je prisotna večja površina dreves bukve, smreke in macesna v razvojni fazi gošče in letvenjaka. Bukovi sestoji, ki v večini poraščajo objekt raziskave, sicer težijo k veliki zastrtosti in enomernosti ter se v naravnih razmerah pomlajujejo ob motnjah. Tega pa si v našem primeru zaradi zagotavljanja trajne zaščitne in varovalne funkcije ne moremo privoščiti.

Preglednica 7 nam pokaže pomen gospodarjenja z varovalnimi gozdovi za zagotavljanje njihove trajne zaščitne in varovalne funkcije. Že pri ocenah trenutnega stanja se vidi, da ima najboljšo oceno stanj prav NaiS sestoj 5, kjer je gozdnogojitveno ukrepanje v preteklosti verjetno omogočilo razvoj pomladka. Skupna vsota ocen stanj gozdov znotraj objekta raziskave čez 10 in 50 let se bo, ob predpostavki da se z gozdovi ne bi gospodarilo, zmanjšala, zato lahko sklepamo, da se bo ogroženost ceste od snežnih plazov povečevala. V 10-ih letih se bo vsota ocen zmanjšala večini NaiS sestojev, NaiS sestojema 4 in 5 pa se bo malenkost povečala. V NaiS sestoju 4 pričakujemo, da se bo stanje rahlo izboljšalo zaradi vertikalne strukture, saj bodo nekatera drevesa prerasla v višjo razširjeno debelinsko stopnjo, s tem pa se bo povečalo število dreves v različnih razširjenih debelinskih stopnjah. V NaiS sestoju 5 pa se bo zaradi preraščanja iz manjšega pomladka izboljšalo stanje pri večjem pomladku. Še bolj drastično se bo glede na trenutno stanje zmanjšala skupna vsota ocen stanj čez 50 let (torej leta 2061), saj se bodo ocene stanj zmanjšale vsem NaiS sestojem.

Z razpravo o NaiS sestojih smo potrdili vse štiri hipoteze, ki smo jih postavili. Ocene stanj NaiS sestojev čez 10 in 50 let nam jasno kažejo, da se bodo sestoji znotraj objekta raziskave, če v njih ne bomo ukrepali in prilagojeno gospodarili, oddaljevali od ciljnega stanja ter tako izgubljali svojo zaščitno in varovalno funkcijo.

Ocenjevanje zaščitne funkcije gozdov s pomočjo NaiS sestojev se nam zdi dokaj smiselna metoda, vendar je za kvalitetnejšo oceno njene učinkovitosti in praktičnosti potrebno daljše časovno spremljanje in ocenjevanje. Fidej (2011) navaja kot glavne slabosti metode NaiS preveliko število rastišč, delno neprimerljivost poenotenih švicarskih rastišč s slovenskimi, conacijo gozdnih tipov, ki je v Švici pomaknjena v višje nadmorske višine ter zahtevno izločanje in opisovanje NaiS sestojev na območjih, kjer se rastišča in strukturne značilnosti malopovršinsko spreminjajo. K temu bi dodali še problem ocenjevanja razmer za pomlajevanje, ki smo jih po metodi NaiS ocenili kot primerne, vendar v našem primeru zaplate močne zeliščne konkurence niso bile razvite predvsem zaradi prevelike zastrtosti sestojev. Predvidevamo, da bi bila ocena razmer za pomlajevanje bolj realna, če bi bila v merilih upoštevana tudi zastrtost sestoja. Ocenjujemo, da je slabost metode tudi premajhen poudarek na ocenjevanju raznodobnosti in raznomernosti sestojev. V našem primeru so imeli vsi NaiS sestoji dobro ali idealno stanje pri vertikalni strukturi, porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah pa je dolgoročno pokazala na nevarnost prehajanja strukture sestoja iz raznomerne v enomerno.

Problematično je tudi digitaliziranje vrzeli oziroma pet ali več metrov širokih pasov, ki presegajo mejne vrednosti za dolžino glede na naklon pobočja, s pomočjo GIS orodij. Posebej v bukovih gozdovih je prisotna močna stranska rast krošenj, zato se taka mesta pri digitalizaciji vrzeli in negozdnih površin ne vidijo in ne izločijo. V območju bukovih gozdov bi bilo torej na strmejših pobočjih ($\geq 35^\circ$) smotno opraviti tudi terensko kontrolo digitalizacije vrzeli.

7.5 PREDLOGI IN SMERNICE

Ob predlaganem novem kartiranju varovalne in zaščitne funkcije znotraj objekta raziskave bi se bilo smotrno osredotočiti tudi na območja nad samim objektom raziskave. Po podatkih ZGS imajo območja nad objektom raziskave poudarjeno varovalno funkcijo. Zaradi relativne bližine ceste predlagamo, da se na teh območjih preuči tudi možnost prisotnosti poudarjene zaščitne funkcije. V kategorijo varovalnih gozdov sta izločena odseka 28u in 29u, kar se nam zdi primerno, potencialno pa bi v varovalne gozdove lahko spadal tudi del odseka 28c.

Kataster plaznic, ki smo jih pridobili od podjetja PUH d. d., je bil nazadnje posodobljen leta 1999. Za boljši pregled ogroženosti ceste od snežnih plazov in zaščitne funkcije gozdov v območju bi bila potrebna posodobitev plaznic. Smotrno bi bilo, da se preuči možnost proženja snežnih plazov tudi na gozdnih površinah znotraj objekta raziskave in ne samo na negozdnih površinah v in nad objektom raziskave. S postavitvijo posameznih protilavinskih objektov na najbolj kritičnih območjih v gozdu, bi lahko še zmanjšali možnost proženja manjših snežnih plazov, ki sicer po navadi niso življenjsko nevarni, predstavljajo pa oviro pri zagotavljanju prevoznosti ceste.

7.5.1 Smernice – splošno

Če želimo zagotavljati in ohranjati zaščitno funkcijo gozdov pred snežnimi plazovi, je potrebno s prilagojenim gospodarjenjem zagotavljati predvsem raznodobno in raznomerno strukturo, primerno mešanost in gostoto sestojev ter dobro stabilnost in vitalnost dreves. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi strokovnjaki v tujini (Motta in Haudemand, 2000, Brang, 2001, Brang in sod., 2006, O'Hara, 2006). Potrebo po prilagojenem gospodarjenju z varovalnimi gozdovi vse bolj prepoznava tudi domača stroka (npr. Horvat in Zemljič, 1998; Fidej, 2011; Guček in sod., 2012; Varovalni gozdovi, ... 2012).

Gospodarjenje je potrebno prilagoditi naravnim zakonitostim in razmeram (Dorren in sod., 2004). V Sloveniji imamo na področju dojemanja gozda kot ekosistemske celote

potencialno prednost, saj so načela sonaravnega in trajnostnega gospodarjenja z gozdovi v našem prostoru prisotna že več kot pol stoletja. V zaostanku pa smo na področju gospodarjenja z varovalnimi gozdovi, saj je med stroko prevladovala miselnost (in ponekod še prevladuje), da je neukrepanje najboljša oblika gospodarjenja z varovalnimi gozdovi. Guček in sod. (2012) navajajo, da se mnenje, da z gozdovi s poudarjeno varovalno in zaščitno funkcijo ni treba aktivno gospodariti in da sestoji, prepuščeni naravnemu razvoju, bolje varujejo pred škodnimi učinki naravnih nevarnosti, nakazuje kot zmotno. V nekaterih primerih je neukrepanje v varovalnih gozdovih sicer upravičeno, pogosto pa je treba za zagotavljanje varovalnih učinkov, stabilnosti in odpornosti pred naravnimi motnjami prilagojeno gospodariti, saj le tako gozdni sestoji omogočajo zadostno zaščito pred škodnimi učinki naravnih nevarnosti.

Korak v pravo smer se nam zdi projekt *Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocene tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja* (2012), ki predstavlja dobro podlago za nadaljnjo teoretično in praktično delo na področju zagotavljanja trajne zaščitne in varovalne funkcije gozdov. Diaci in sod. (2012) ob zaključku tega projekta predlagajo delovanje na naslednjih področjih:

- sprememba kategorizacije varovalnih in zaščitnih gozdov: da bi zagotovili večjo preglednost, boljše razumevanje in lažje sofinanciranje,
- izpopolnjevanje meril za določitev varovalnih in zaščitnih gozdov: objektivnejše določanje območij teh gozdov je mogoče doseči z enotnimi merili za njihovo določanje,
- izboljšanje inventurnih metod: potrebno je vpeljati minimalne standarde inventarizacije gozdov in preverjanja izpeljanih ukrepov,
- razvijanje priporočil za ukrepanje v varovalnih in zaščitnih gozdovih ter nadzorovanje teh ukrepov,
- sistem sofinanciranja del v varovalnih in zaščitnih gozdovih: zakonska podlaga je že, treba pa bo dopolniti podzakonske predpise s točnejšo opredelitvijo nujnih oziroma posebnih del v varovalnih gozdovih,
- izobraževanje in informiranje strokovnega kadra ter delo z javnostjo,

- gospodarjenje z varovalnimi in zaščitnimi gozdovi je treba vključiti v sistem celovitega obvladovanja ogroženosti pred naravnimi nesrečami.

Predlagamo, da smernice, ki bi se oblikovale za gospodarjenje za varovalnimi gozdovi, vključujejo podobna načela kot ta, na katerih temelji NaiS metoda: (1) ukrepi so usmerjeni v ohranjanje zadovoljivega varovalnega učinka, (2) na pravem mestu, (3) ob pravem času, (4) v skladu z naravnimi procesi, (5) prilagojeni posamičnemu sestoju, transparentni, ponovljivi in nadzorovani, (6) učinkoviti in (7) narejeni z razumnim vložkom (Frehner in sod., 2005).

Pri gospodarjenju z varovalnimi gozdovi se je potrebno zavedati tudi, da varovalni gozd običajno ne ščiti le pred eno naravno nevarnostjo (Bončina in sod., 2012), kar smo videli tudi v našem primeru. Objekt raziskave namreč opravlja zaščitno funkcijo pred snežnimi plazovi in pred padajočim kamenjem. Pri oblikovanju smernic je torej potrebna čim večja pozornost tudi na ostale potencialne naravne nevarnosti.

7.5.2 Smernice za objekt raziskave

Neugodna mešanost ne predstavlja velikega problema, saj v mlajših razvojnih fazah izrazito prevladuje bukev, kar nakazuje, da bo v prihodnosti v vseh NaiS sestojih dobila prevladujočo vlogo. Čim več dreves, ki so vitalna in imajo enakomerno razraslo in dobro razvito krošnjo izberemo za nosilce stabilnosti in jim pomagamo tako, da jim odstranimo najresnejše konkurente, vendar pazimo, da ne dobijo preveč prostora in s tem preveč razrasle krošnje. Pri tem poskušamo usmerjati sestoj k želeni mešanosti. Če ni slabo vitalna, naj smreka doseže 30-odstotni delež v lesni zalogi, delež bukve pa naj ne pade pod 60 % lesne zaloge. Večji delež zimzelenih iglavcev poveča intercepcijo snežnih padavin, kar zmanjša debelino snežne odeje in posledično tudi tveganje za proženje snežnih plazov. Smreka tudi nima tako intenzivne stranske rasti krošnje in se zato vrzeli ne zapirajo tako hitro, kar lahko olajša pomlajevanje.

Ker se za raznomerno in raznodobno strukturo gozda kaže pomanjkanje pomladka in dreves v 3. debelinski stopnji, s točkovnim svetlitvenim redčenjem v večini NaiS sestojev poskušamo osnovati vsaj 2 skupinici mladja na hektar pod zastorom v velikosti 2 do 5 arov. Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah nam kaže, da so v NaiS sestojih prisotna tudi drevesa, ki so nad 9. debelinsko stopnjo. Ta drevesa odstranimo in tako osnujemo skupinico mladja pod zastorom, ki jo sčasoma širimo do primerne velikosti. Predvidevamo, da je zaradi močne zeliščne konkurence potrebna velika previdnost in zmernost pri odpiranju strehe sestoja. Z redčenjem mladja začnemo v fazi gošče, kjer izberemo dobro vitalne izbrance z dobro razvito krošnjo. Če so prisotni predrastki, ki nakazujejo, da bodo imeli široko razraslo krošnjo, jih odstranimo, če so v ostalem mladju prisotni bodoči nosilci stabilnosti.

Pri osnovanju skupinic mladja pazimo, da skupinice niso razporejene druga nad drugo po padnici (Rugani in Firm, 2012), enako velja tudi za morebitne vrzeli, ki naj ne presegajo dolžine (po padnici) 20 m in širine 10 m. Oblikovanju večjih vrzeli se poskušamo izogniti. Prednost pri izbiri NaiS sestojev za osnivanje skupinic mladja imajo sestoji, kjer so dobre razmere za pomlajevanje.

Priporočamo vsaj 70 % zastrtost. Gostota dreves naj bo čim večja, vendar ne na račun stabilnosti in vitalnosti dreves, pomlajevanja ter raznomerne in raznodobne strukture. Velika gostota dreves ugodno vpliva na preprečevanje proženja snežnih plazov (večja mehanska stabilnost in nehomogenost snežne odeje) ter na zmanjševanje njihove hitrosti, pomembna pa je tudi za ustavljanje padajočega kamenja.

Pri sečnji dreves pustimo panje v višini 1,3 m, da pomagajo pri preprečevanju proženja plazov (Rugani in Firm, 2012).

Zavedamo se, da veliko težavo pri gospodarjenju na objektu raziskave predstavlja naklon in nedostopnost terena. Predlagamo, da se preuči možnost uporabe žičniškega spravila v večji meri, kot je načrtovano v sečnospravnem načrtu za odsek 28c. Linijo žičnega žerjava je potrebno umestiti poševno na padnico terena, saj tako zmanjšamo erozijski potencial

(Rugani in Firm, 2012) ter se izognemo vrzelim, ki bi potekale v smeri padnice. Rugani in Firm (2012) zaradi zmanjševanja poškodb drevja, pomladka in tal priporočata uporabo sortimentne metode spravila. Kjer so nakloni manjši (SV in JZ del objekta raziskave), se za spravilo lahko uporabi goseničarje, ob predpostavki, da se poveča odprtost gozda. Pri gradnji vlak je potrebna previdnost, da se znatno ne poslabša erozijska stabilnost tal.

Predlagamo tudi, da se na nedostopnih terenih drevesa podirajo diagonalno na padnico ter pustijo zagozdena in cela v gozdu ter tako pripomorejo k večji stabilnosti snežne odeje pri manjših količinah snega, pomagajo pa tudi pri drugih naravnih nevarnostih (npr. padajoče kamenje). Ugodno vplivajo tudi na razmere za pomlajevanje, saj nudijo zavetje pomladku in deloma preprečujejo izgubo mineralnih snovi zaradi erozijskih procesov. Z drevesi, ki jih pustimo podrti v gozdu ugodno vplivamo tudi na biotopsko funkcijo saj lahko predstavljajo habitatno okolje in vir hrane za organizme, ki sodelujejo pri razgradnji organskih snovi. S puščanjem dreves v gozdu se lahko izognemo stroškom spravila lesa in morebitnim stroškom postavitve protilavinskih objektov, vendar pri tem izpade dohodek od prodaje lesa, ki pa je v takih razmerah po navadi manjši od stroškov. V območjih, kjer obstaja nevarnost namnožitve podlubnikov in je podrto drevo smreka, priporočamo tudi lupljenje debla.

Pogostost ukrepov naj bo večja, intenzivnost pa manjša. Ukrepi za krepitev socialnih (z izjemo zaščitne funkcije) in proizvodnih funkcij gozda naj se podredijo ukrepom za krepitev funkcije varovanja gozdnih zemljišč in sestojev ter zaščitne funkcije. Ukrepanje naj se izvaja takrat, ko je tveganje za naravne nesreče in ogrožanje ljudi (delavcev in turistov) najmanjše. Predlagamo pomladanske in jesenske mesece, pri tem pa moramo upoštevati, da so pomladanski meseci zaradi zagotavljanja biotopske funkcije gozdov večkrat manj primerni za izvajanje ukrepov.

7.6 PRIMERJAVA Z DRUGIMI RAZISKAVAMI

Podobno kot ugotavljajo Motta in Haudemand (2000), Brang (2001), Brang in sod. (2006) in O'Hara (2006), smo tudi pri naši raziskavi za zagotavljanje učinkovitosti in trajnosti zaščitne funkcije gozda prepoznali pomen raznodobne in raznomerne strukture, primerne mešanosti drevesnih vrst, primerne gostote ter dobre vitalnosti in stabilnosti dreves.

Winter (2009), ki je proučevala tudi varovalni učinek gozda pred snežnimi plazovi po metodi NaiS v Naravnem rezervatu Goldeck v Avstriji, je ugotovila, da slaba tretjina ploskev zadovoljivo ščiti pred snežnimi plazovi. Ocenila je tudi, da se bo čez 10 in 50 let stanje rahlo poslabšalo. Rezultati njene raziskave se razlikujejo od naših. Ocenili smo, da v našem primeru noben sestoj ne izpolnjuje vseh zahtev za zadovoljiv varovalni učinek ter da se bo stanje čez 50 let opazno poslabšalo. Razlike so najbrž posledica različnih rastišč, saj sta na njenem objektu raziskave prisotni združbi *Larici-Piceetum* in *Galio rotundifolii-Abietetum*, v drevesni sestavi pa prevladuje smreka, ki ne gradi enomernih sestojev kot bukev. Horizontalna in vertikalna struktura je tako ocenjena kot raznomena in raznodobna in ne teži k enomerni strukturi, kot pri naši raziskavi. Rodovitnost rastišč je dokaj velika, zaradi prepovedi sečnje pa je večja tudi količina mrtvega lesa, kar pripomore k dobrim ocenam pomladka in razmer za pomlajevanje. Vse to je najbrž botrovalo boljši oceni varovalnega učinka tako v času raziskave kot tudi čez 50 let.

8 ZAKLJUČEK

Z nalogo smo ocenili nevarnost pojavljanja snežnih plazov nad objektom raziskave in v njem, zaščitno funkcijo gozdov znotraj objekta raziskave pred snežnimi plazovi ter določili smernice in ukrepe za nadaljnji razvoj sestojev. Opravili smo tudi presoj o aktualne prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozdov znotraj objekta raziskave. Potrdili smo vse delovne hipoteze, ki smo jih postavili: neukrepanje v varovalnih gozdovih ne zagotavlja trajne varovalne in zaščitne funkcije, gozdovi znotraj objekta raziskave se oddaljujejo od ciljnega stanja in ne zagotavljajo trajne zaščitne funkcije ter za zagotavljanje trajne varovalne in zaščitne funkcije je potrebno aktivno gozdnogojitveno ukrepanje.

Gozdovi in njihova izjemno pomembna vloga pri zmanjševanju posledic snežne erozije ali preprečevanju le-te so z vidika lavinske preventive med najpomembnejšimi pokrajinskimi sestavinami (Pavšek, 2012). Neposredni dohodki iz varovalnih gozdov so sicer zelo majhni, vendar so njihove varovalne in splošno koristne funkcije neprecenljive (Horvat in Zemljič, 1998). Za zagotavljanje učinkovite in trajne zaščitne funkcije varovalnih gozdov je potrebno prilagojeno načrtovanje in gospodarjenje. Brez tega lahko varovalni gozdovi izgubijo svoje ključne značilnosti, ki zagotavljajo večjo zaščito pred naravnimi nevarnostmi (Motta in Haudemand, 2000; Dorren in sod., 2004; Wilford in sod., 2006). To se je jasno pokazalo tudi v naši raziskavi. Trajnost in učinkovitost zaščitne funkcije lahko krepimo predvsem z raznomerno in raznodobno strukturo, primerno mešanostjo in gostoto sestojev ter tako, da krepimo stabilnost in vitalnost dreves. Prilagojeno gospodarjenje vključuje tudi manjšo intenzivnost in večjo pogostost ukrepov ter previdnost pri odpiranju sestojev, da ne nastanejo večje gole površine. Izogibati se moramo odprtina v sestoji (vrzeli, skupinice mladja, linije žičniškega spravila ...), ki bi bile razporejene ena nad drugo, oziroma bi potekale po padnici. Ob podiranju dreves smo pozorni, da puščamo višje panje, na težje dostopnih področjih pa lahko cela drevesa pustimo v gozdu, zagozdena diagonalno na padnico. V prihodnje bi bilo smotno usmerjati raziskave tudi v preučevanje proženja snežnih plazov znotraj gozda in preprečevanju le teh.

Pri načrtovanju gospodarjenja z varovalnimi gozdovi je smiselno upoštevati podobna načela in metodologijo dela kot v NaiS (Frehner in sod., 2005), saj je potrebno zagotoviti učinkovitost, racionalnost, preglednost in ponovljivost ukrepov. NaiS metoda se nam ob manjših popravkih (pri ocenjevanju vertikalne strukture in pri ocenjevanju razmer za pomlajevanje) zdi primerna metoda vrednotenja zaščitne funkcije gozdov, za bolj temeljito oceno pa je potrebno daljše časovno ocenjevanje metode.

Za opredeljevanje in ocenjevanje nevarnosti pojavljanja snežnih plazov ter določanja prednostnih območij ukrepanja je smotrna uporaba GIS orodij v kombinaciji s terenskimi ogledi in preverjanji. V prihodnje bi bilo primerno usmerjati raziskave tudi v smer čim kakovostnejšega ocenjevanja strukturnih značilnosti (struktura, gostota, mešanost ...) varovalnih gozdov ter določitve območij proženja, gibanja in ustavljanja potencialnih snežnih plazov s pomočjo tehnik daljinskega zaznavanja. Primera poskusa podobnega ocenjevanja sta projekt *Proalp* (Bauerhansl in sod., 2010) ter članek Simulacija ogroženosti površja zaradi snežnih plazov v slovenskih Alpah (Pavšek, 2002a).

Ob vsem trudu za prilagojeno gospodarjenje z varovalnimi gozdovi ter varstvom pred snežnimi plazovi se moramo zavedati, da je popolno zaščito pred snežnimi plazovi praktično nemogoče zagotoviti zaradi prostorske, časovne in količinske spremenljivosti plazov. Narave, katere sestavni del smo, pač ne moremo v celoti obvladovati in včasih je bolje, da jo upoštevamo in se ji prilagodimo, kot pa da jo poskušamo spreminjati in (u)krotiti.

9 POVZETEK

Snežni plazovi ogrožajo dobršen del ceste na Vršič, gozdovi nad njo pa opravljajo zaščitno in varovalno funkcijo pred njimi. Z nalogo smo določili in analizirali potencialno ogroženost dela ceste in gozdov nad njo ter ugotovili ali gozdovi na obravnavanem območju zagotavljajo zadostno in trajno zaščitno funkcijo pred snežnimi plazovi. Določili smo tudi smernice in ukrepe za nadaljnji razvoj gozdov in krepitev njihove zaščitne funkcije ter opravili presojo trenutne prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozdov znotraj proučevanega območja.

Objekt raziskave se nahaja nad cesto Kranjska Gora–Vršič v bližini Ruskega križa, kjer je evidentiranih pet plaznic. Nadmorska višina se giblje od 970 m do 1200 m, nakloni so strmi, mestoma prepadni, prevladujoča lega pa je jugovzhodna. Objekt raziskave prerašča združba *Anemone trifoliae*–*Fagetum typicum* (osrednja oblika bukovja s trilistno vetrnico), rodovitnost tal je večinoma majhna.

Na objekt raziskave smo v kvadratni mreži postavili 21 raziskovalnih ploskev s površino 5 arov. Na njih smo popisali živa drevesa s premerom ≥ 10 cm in jim ocenili naslednje parametre: drevesna vrsta, premer, socialni položaj, vitalnost in poškodbe. Popisali smo tudi značilnosti raziskovalne ploskve (mrtvo drevje, naklon, lega, sklep krošenj, skalovitost ...). Na objektu raziskave smo izločili in opisali sestoje po modificirani NaiS metodi (Frehner in sod., 2005). Ocenjevali smo dejansko stanje sestoja in ga primerjali s ciljnim stanjem, ki smo ga povzeli po NaiS ter tako določili ali sestoj zadovoljivo opravlja zaščitno funkcijo ali ne. Parametri, ki smo jih ocenjevali pri opisu sestojev, so bili: mešanost drevesnih vrst, vertikalna struktura, horizontalna struktura (vrzeli), delež nosilcev stabilnosti, razmere za pomlajevanje in pomladek. Ocenili smo tudi stanje sestoja čez 10 in 50 let, ob predpostavki, da gospodarjenja v sestoju ne bi bilo.

Znotraj proučevanega območja in nad njim smo kartirali negozdne površine, ki so bile daljše ali širše od 30 m. S pomočjo digitalnega modela reliefa smo izdelali rastrsko karto potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov zaradi naklona. Naredili smo presek obeh

kart in tako dobili karto potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin, ki nam kaže najbolj potencialno nevarna mesta za proženje snežnih plazov v in nad objektom raziskave.

Na raziskovalnih ploskvah smo popisali 821 dreves. Delež bukve v lesni zalogi znaša 55 %, delež smreke 32 %, delež macesna pa 11 %. Sledijo še gorski javor, alpski nagnoj, jelka in rdeči bor. Povprečna gostota znaša 830 dreves/ha, povprečna lesna zaloga pa 366,65 m³/ha. Porazdelitev števila dreves po debelinskih stopnjah kaže na padajočo frekvenčno razporeditev z vidnim pomanjkanjem dreves v 3. debelinski stopnji, kar predstavlja nevarnost prehajanja raznomerne strukture v enomerno. V povprečju smo na raziskovalnih ploskvah zabeležili 85 % zastrtost.

Izločili smo 8 NaiS sestojev. Trenutno nobeden ne izpolnjuje vseh zahtev za minimalno zadovoljivo stanje, torej po metodi NaiS popolne in trajne zaščitne funkcije ne opravlja noben sestoj na objektu raziskave. Največ zahtev (5) izpolnjujeta NaiS sestoja 2 in 5, najmanj pa NaiS sestoj 3. Najslabše je stanje NaiS sestojev pri pomlajevanju in izpolnjevanju trajnosti zaščitne funkcije, saj je manjši pomladek prisoten le v NaiS sestoku 5. Ocenjujemo, da se bo stanje v prihodnosti (ob upoštevanju negospodarjenja) še poslabševalo.

Presoja aktualne prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozdov znotraj objekta raziskave je pokazala pomanjkljivo kartiranje obeh funkcij. Predlagamo, da sta varovalna in zaščitna funkcija gozda na prvi stopnji poudarjenosti znotraj celotnega objekta raziskave.

Določili smo tudi smernice in ukrepe, ki bi zagotavljali kar največjo učinkovitost in trajnost zaščitne funkcije sestojev znotraj objekta raziskave:

- pospeševati je potrebno raznomoerno in raznodobno strukturo,
- osnujemo 2 skupinici mladja na hektar pod zastorom v velikosti 2 do 5 arov, najprimerneje na mestih, kjer so bila prej drevesa nad 9. debelinsko stopnjo,

- čim več dreves, ki so vitalna in imajo enakomerno razraslo in dobro razvito krošnjo, izberemo za nosilce stabilnosti in jim pomagamo tako, da jim odstranimo najresnejše konkurente,
- če ni slabo vitalna, naj smreka doseže 30-odstotni delež v lesni zalogi, delež bukve pa naj ne pade pod 60 % lesne zaloge,
- gostota dreves naj bo čim večja, vendar ne na račun stabilnosti in vitalnosti dreves, pomlajevanja ter raznomerne in raznodobne strukture,
- pri osnovanju skupinic mladja pazimo, da skupinice niso razporejene druga nad drugo po padnici, enako velja tudi za morebitne vrzeli, ki naj ne presegajo dolžine (po padnici) 20 m in širine 10 m,
- pri sečnji dreves pustimo panje v višini 1,3 m, da pomagajo pri preprečevanju proženja plazov,
- linijo morebitnega žičnega žerjava umestimo poševno na padnico terena,
- na nedostopnih terenih lahko drevesa podiramo diagonalno na padnico ter pustimo zagozdna in cela v gozdu,
- pogostost ukrepov naj bo večja, intenzivnost pa manjša,
- ukrepi za krepitev ostalih socialnih in proizvodnih funkcij gozda naj se podredijo ukrepom za krepitev funkcije varovanja gozdnih zemljišč in sestojev ter zaščitne funkcije.

10 VIRI

Atlas okolja:

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso

(26. 5. 2012)

Bauerhansl C., Berger F., Dorren L., Duc P., Ginzler C., Kleemayr K., Koch V., Koukal T., Mattiuzzi M., Perzl F., Prskawetz M., Schadauer K., Schneider W., Seebach L. 2010. Development of harmonized indicators and estimation procedures for forests with protective functions against natural hazards in the alpine space. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities: 168 str.

Bončina A., Guček M., Simončič T., Poljanec A. 2012. Načrtovanje in gospodarjenje v varovalnih in zaščitnih gozdovih: stanje in perspektive. V: Varovalni gozdovi: presoja naravnih nevarnosti, načrtovanje in gospodarjenje: zbornik razširjenih povzetkov predavanj. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 38–40

<http://web.bf.uni-lj.si/go/varovalnigozd/material/Zbornik.pdf> (26. 5. 2012)

Brang P. 2001. Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in 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

Černe V. 1992. Borovška vas: monografija o Kranjski Gori: prispevek. Kranjska Gora, Turistično društvo Kranjska Gora: 168 str.

Černe V. 2006. Naš sosed Vitranc. Kranjska gora, samozaložba: 124 str.

Diaci J., Beguš J., Bončina A., Breznikar A., Firm D., Grečs Z., Jošt M., Kovač M., Košir B., Kozorog E., Matijašić D., Papež J., Robek R., Rovani S., Rugani T., Zavrl B. A., Zafran J. 2012. Zaključki in usmeritve posvetovanja Varovalni gozdovi: presoja naravnih nevarnosti, načrtovanje in gospodarjenje. *Gozdarski vestnik*, 70, 7–8: 333–336

- 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
- Fidej G. 2011. Presoja varovalnega učinka gozda pred drobirskimi tokovi ob Savi Bohinjki v soteski: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 92 str.
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R. 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald: Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00732/index.html?lang=de&download=NHZLpZig7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCGdoF8fWym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2IdvoaCVZ,s-.pdf>
(26. 5. 2012)
- Frey W., Thee P. 2002. Avalanche protection of windthrow areas: A ten year comparison of cleared and uncleared starting zones. *Forest Snow and Landscape Research*, 77, 1/2: 89–107
- Gozdnogospodarski načrt za Gozdnogospodarsko enoto Kranjska Gora 2007 – 2016. 2007. Bled, Zavod za gozdove Slovenije, OE Bled: 145 str.
- Guček M., Bončina A., Diaci J., Firm D., Poljanec A., Rugani T. 2012. Gozdovi s poudarjeno zaščitno in varovalno funkcijo: značilnosti, valorizacija in gospodarjenje. *Gozdarski vestnik*, 70, 2: 59–71
- Horvat A. 1996. Ogroženost ceste R 302 Kranjska Gora–Vršič–Bovec zaradi erozije. *Ujma*, 10: 161–165
- Horvat A., Zemljič M. 1998. Protierozijska vloga gorskega gozda. V: *Gorski gozd: zbornik referatov: 19. gozdarski študijski dnevi, Logarska Dolina, 26.–27. marec 1998*. Diaci J., Watton I., Golubič M., Lubej E. I., Kovačič I. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 411–424
- Horvat A., Durjava D., Papež J., Zemljič M., Valič M., Kočevar P. 1999. Zagotovitev varnosti pred snežnimi plazovi na državnih cestah Republike Slovenije: študijska naloga. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov d.d.: 78 str.
- Kataster snežnih plazov za območje Vršiča. 1999. Ljubljana, PUH d. d.

- Kienholz H., Perret S., Schmid F. 2006. Dokumentacija o naravnih nesrečah/nevarnih dogodkih: terenska navodila. Innsbruck, Bern, Platforma Naravne nevarnosti Alpske konvencije: 64 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
- O'Hara K. L. 2006. Multiaged forest stands for protection forests: concepts and applications. Forest Snow and Landscape Research, 80, 1: 45–55
- Pavšek M. 2002a. Simulacija ogroženosti površja zaradi snežnih plazov v slovenskih Alpah. Dela, 18: 115–132
- Pavšek M. 2002b. Snežni plazovi v Sloveniji: geografske značilnosti in preventiva. (Geografija Slovenije, 6). Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU: 209 str.
- Pavšek M. 2012. Ogroženost gozdov zaradi snežnih plazov in presoja lavinske nevarnosti na območju varovalnih gozdov v alpskih visokogorjih Slovenije. V: Varovalni gozdovi: presoja naravnih nevarnosti, načrtovanje in gospodarjenje: zbornik razširjenih povzetkov predavanj. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 33–37
<http://web.bf.uni-lj.si/go/varovalnigozd/material/Zbornik.pdf> (26. 5. 2012)
- Pintar S. 2010. Varovalni gozd: seminarska naloga. Ljubljana, samozaložba: 6 str.
- Podnebne razmere v Sloveniji: obdobje 1971–2000. 2006. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 27 str.
http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf
(12. 1. 2012)
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. Ur. l. RS št. 91/2010
- Rugani T., Firm D. 2012. Varovalni gozdovi v Sloveniji: presoja naravnih nevarnosti in gojenje gozdov. V: Varovalni gozdovi: presoja naravnih nevarnosti, načrtovanje in gospodarjenje: zbornik razširjenih povzetkov predavanj. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 62–64
<http://web.bf.uni-lj.si/go/varovalnigozd/material/Zbornik.pdf> (26. 5. 2012)
- Ruska kapelica. 2012.

<http://www.kranjska-gora.si/Kulturne-znamenitosti/Ruska-kapelica> (26. 5. 2012)

- Sakals M. E., Innes J. L., Wilford D. J., Sidle R. C., Grant G. E. 2006. The role of forests in reducing hydrogeomorphic hazards. *Forest Snow and Landscape Research*, 80, 1: 11–22
- Schönenberger W., Noack A., Thee P. 2005. Effect of timber removal from windthrow slopes on the risk of snow avalanches and rockfall. *Forest Ecology and Management*, 213: 197–208
- Smole I. 1987. Gozdne združbe in rastiščnogojitveni tipi v gozdnogospodarki enoti Jesenice – zahod (Kranjska Gora): fitocenološki elaborat. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani: 143 str.
- Šegula P. 1986. Sneg, led, plazovi: priročnik za planince, smučarje in druge. Ljubljana, Planinska založba Slovenije: 301 str.
- Teich M., Bebi P. 2009. Evaluating the benefit of avalanche protection forest with GIS – based risk analyses: A case study in Switzerland. *Forest Ecology and Management*, 257: 1910–1919
- Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. Ur. l. RS št. 88/2005, Ur. l. RS št. 56/2007, Ur. l. RS št. 29/2009, Ur. l. RS št. 91/2010
- Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocene tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja: aplikativni raziskovalni projekt. 2012. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- http://web.bf.uni-lj.si/go/varovalnigozd/varovalni_gozd.html (26. 5. 2012)
- Wehrli A., Brang P., Maier B., Duc P., Binder F., Lingua E., Ziegner K., Dorren L. 2007. Science and practice of the management of protection forests in the Alps: an overview. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 158: 142–156
- Winter M. B. 2009. Natural regeneration and protection efficiency of the upper montane forests in the Natural Forest Reserve Goldeck, Carinthia: master thesis. Vienna, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Department of Forest- and Soil Sciences, Institute of Silviculture: 72 str.
- Zakon o gozdovih. Ur. l. RS št. 30/1993, Ur. l. RS št. 13/1998, Ur. l. RS št. 24/1999, Ur. l. RS št. 56/1999, Ur. l. RS št. 67/2002, Ur. l. RS št. 110/2002, Ur. l. RS št. 112/2006, Ur. l. RS št. 115/2006, Ur. l. RS št. 110/2007, Ur. l. RS št. 106/2010

ZAHVALE

Iskrena hvala mentorju prof. dr. Juriju Diaciju za veliko pripravljenost, trud, usmeritve in koristne napotke med pisanjem diplomskega dela.

Recenzentu doc. dr. Janezu Pirnatu se lepo zahvaljujem za recenzijo dela.

Najlepša hvala Tihomirju Ruganiju za njegove napotke, komentarje, usmeritve in pomoč pri številnih problemih in dilemah. Hvala tudi Dejanu Firmu za občasne pripombe.

Hvala doc. dr. Davidu Hladniku ter Alojzu Skvarči za pripravljenost in pomoč pri izdelavi kart.

Hvala Kostji Jerovšek iz ZGS za pomoč pri podatkih o objektu raziskave.

Maji Božič se zahvaljujem za pregled naloge.

Hvala Tatjani za lektoriranje diplomskega dela in koristne pripombe.

Ata, Simona in Mato so mi pomagali pri popisovanju raziskovalnih ploskev, za kar se jim lepo zahvaljujem. Skupaj smo premagovali spoštljive naklone.

Hvala mami in atu da sta mi omogočila študij in za vso dobroto, ki sem je deležen.

Hvala Simoni za ves njen trud, potrpežljivost in podporo.

Priloga A: Obrazec za popis raziskovalne ploskve.

[illegible]

Priloga B: Obrazec za opis NaiS sestoja.

Waldbauprojekt		Formular 2 / Herleitung Handlungsbedarf				
Občina:	Lokacija:	Ploskev:	Datum:		Avtor:	
1. Rastišče: <i>Anemone - Fagetum typ.</i>						
2. Naravna nevarnost in učinkovitost: snežni plazovi						
3. Stanje gozda, analiza trendov in ukrepanja						
Lastnosti sestoja in drevesa	Minimalni profil (zahteve) (vključno z naravnimi nevarnostmi)	Sedanje stanje gozda	Sedanje stanje, trend v 10. in 50. letih		Učinkovito ukrepanje	6. Etapni cilj s ciljnim vrednostmi Preverjanje čez 10 let
Mešanost drevesnih vrst (tip in stopnja)	listavci 60 - 100% bukev 50 - 100% smreka 0 - 30%					
Vertikalna struktura (variacija DBH)	Zadostno število dreves z ravnim potencialom v vsaj 2. različnih debelinskih razredih na ha					
Horizontalna struktura (% površine, dolžina vrzeli, gostota)	glej zahteve dolžino in širino vrzeli ter zastor					
Nosilci stabilnosti (oblika krošnje, vitkost, ciljni premer)	Vsaj polovica dreves s simetrično krošnjo. Navpična deblo, dobro zasidrana, le nekatera drevesa nagnjena					
Razmere za pomlajevanje (podlaga)	Zaplate z močno zeliščno konkurenco < 1/3 površja					
Pomlajevanje: manjši pomladek (10 do 40 cm višine)	Pri zastrtosti < 0,7, vsaj 10 bukev na 1 ar (v povprečju 1 bukev vsake 3 m)					
Pomlajevanje: večji pomladek (40 cm višine do 12 cm premera)	Vsaj 1 skupini na ha (velikosti 2 - 5a), v povprečju 1 skupina vsakih 100 m ali pokrovnost pomladka vsaj 3 %, mešanost skladna s ciljnim stanjem.					
4. Potrebno ukrepanje: Da Ne		5. Nujnost ukrepanja: majhna srednja velika				

Priloga C: Trenutno stanje sestojnih parametrov in izpolnjevanje zahtev za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestojev. Vrednosti v oklepajih so ocene stanja po 6 stopenjski lestvici, vsota ocen stanja pa je prikazana pod številko NaiS sestoja.

NaiS sestoj	mešanost		vertikalna struktura		horizontalna struktura		nosilci stabilnosti		razmere za pomlajevanje (podlaga)	pomlajevanje (manjši pomladek)	pomlajevanje (večji pomladek)
	stanje	izpol. zahtev	stanje	izpol. zahtev	stanje	izpol. zahtev	stanje	izpol. zahtev	izpolnjevanje zahtev	izpolnjevanje zahtev	izpolnjevanje zahtev
1 $\Sigma = 0$	bu: 46 % sm: 34 % ma: 20 %	 (-1)	2 deb. stopnji	 (+1)	naklon: 35 ° $l_{vrzeli} < 50 \text{ m}$ $d_{vrzeli} < 5 \text{ m}$ zastrtost > 50 %	 (+3)	70 % dobro stab.	 (+2)	 (-3)	 (-3)	 (+1)
2 $\Sigma = +3$	bu: 70 % sm: 22 % ma: 8 %	 (+2)	2 deb. stopnji	 (+1)	naklon: 37 ° $l_{vrzeli} < 50 \text{ m}$ $d_{vrzeli} < 5 \text{ m}$ zastrtost > 50 %	 (+3)	60 % dobro stab.	 (+1)	 (+1)	 (-3)	 (-2)
3 $\Sigma = -2$	bu: 24 % gja: 3 % sm: 54 % ma: 19 %	 (-2)	3 deb. stopnje	 (+2)	naklon: 40 ° $l_{vrzeli} > 40 \text{ m}$ $d_{vrzeli} > 5 \text{ m}$ zastrtost > 50 %	 (-1)	60 % dobro stab.	 (+1)	 (+3)	 (-3)	 (-2)
4 $\Sigma = -5$	bu: 56 % sm: 30 % ma: 14 %	 (0)	2. deb. stopnji	 (0)	naklon: 37 ° $l_{vrzeli} > 50 \text{ m}$ $d_{vrzeli} > 5 \text{ m}$ zastrtost > 50 %	 (-2)	50 % dobro stab.	 (0)	 (+1)	 (-1)	 (-3)

se nadaljuje

nadaljevanje

NaiS sestoj	mešanost		vertikalna struktura		horizontalna struktura		nosilci stabilnosti		razmere za pomlajevanje (podlaga)	pomlajevanje (manjši pomladek)	pomlajevanje (večji pomladek)
	stanje	izpol. zahtev	stanje	izpol. zahtev	stanje	izpol. zahtev	stanje	izpol. zahtev	izpolnjevanje zahtev	izpolnjevanje zahtev	izpolnjevanje zahtev
5 $\Sigma = +6$	bu: 48 % gja: 3 % sm: 49 %	 (-1)	2 deb. stopnji	 (+1)	naklon: 35 ° l _{vrzeli} < 50 m d _{vrzeli} < 5 m zastrtost > 50 %	 (+2)	85 % dobro stab.	 (+3)	 (0)	 (+2)	 (-1)
6 $\Sigma = +1$	bu: 62 % gja: 1 % nag: 1 % sm: 22 % ma: 14 %	 (+1)	3 deb. stopnje	 (+2)	naklon: 33 ° l _{vrzeli} < 50 m d _{vrzeli} < 5 m zastrtost > 50 %	 (+3)	60 % dobro stab.	 (+1)	 (-3)	 (-2)	 (-1)
7 $\Sigma = -1$	bu: 42 % gja: 1 % sm: 52 % ma: 1 % rbo: 4 %	 (-2)	2 deb. stopnji	 (+1)	naklon < 30 ° l _{vrzeli} < 50 m d _{vrzeli} < 5 m zastrtost > 50 %	 (+3)	40 % dobro stab.	 (-1)	 (+1)	 (-3)	 (0)
8 $\Sigma = +5$	bu: 54 % nag: 2 % sm: 43 % ma: 1 %	 (-1)	2 deb. stopnji	 (+1)	naklon: < 30 ° l _{vrzeli} < 50 m d _{vrzeli} < 5 m zastrtost > 50 %	 (+3)	40 % dobro stab.	 (-1)	 (+3)	 (-3)	 (+3)

Priloga D: Pregled izpolnjevanja zahtev za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestojev čez 10 let. Vrednosti v oklepajih so ocene stanja po 6 stopenjski lestvici, vsota ocen stanja pa je prikazana pod številko NaiS sestoja.

NaiS sesto	mešanost	vert. str.	hor. str.	nosilci stabilnosti	razmere za poml. (podlaga)	pomlajevanje (manjši poml.)	pomlajevanje (večji poml.)
1 $\Sigma = 0$	 (-1)	 (+1)	 (+3)	 (+2)	 (-3)	 (-3)	 (+1)
2 $\Sigma = +1$	 (+2)	 (0)	 (+3)	 (0)	 (+1)	 (-3)	 (-2)
3 $\Sigma = -3$	 (-2)	 (+2)	 (-1)	 (+1)	 (+3)	 (-3)	 (-3)
4 $\Sigma = -4$	 (0)	 (+1)	 (-2)	 (0)	 (+1)	 (-1)	 (-3)
5 $\Sigma = +7$	 (-1)	 (+1)	 (+2)	 (+3)	 (0)	 (+2)	 (0)
6 $\Sigma = 0$	 (+1)	 (+2)	 (+3)	 (0)	 (-3)	 (-2)	 (-1)
7 $\Sigma = -4$	 (-2)	 (0)	 (+3)	 (-2)	 (+1)	 (-3)	 (-1)
8 $\Sigma = +4$	 (-1)	 (+1)	 (+3)	 (-1)	 (+3)	 (-3)	 (+2)

Priloga E: Pregled izpolnjevanja zahtev za minimalno zadovoljivo stanje NaiS sestojev čez 50 let. Vrednosti v oklepajih so ocene stanja po 6 stopenjski lestvici, vsota ocen stanja pa je prikazana pod številko NaiS sestoja.

NaiS sesto	mešanost	vert. str.	hor. str.	nosilci stabilnosti	razmere za poml. (podlaga)	pomlajevanje (manjši poml.)	pomlajevanje (večji poml.)
1 $\Sigma = -2$	✓ (0)	✓ (+1)	✓ (+2)	✓ (+1)	✗ (-3)	✗ (-3)	✓ (0)
2 $\Sigma = +1$	✓ (+3)	✓ (+1)	✓ (+2)	✗ (-1)	✓ (+1)	✗ (-3)	✗ (-2)
3 $\Sigma = -4$	✗ (-1)	✓ (+2)	✗ (-2)	✓ (0)	✓ (+3)	✗ (-3)	✗ (-3)
4 $\Sigma = -5$	✓ (0)	✓ (+1)	✗ (-2)	✗ (-2)	✓ (+1)	✗ (-1)	✗ (-2)
5 $\Sigma = +5$	✓ (0)	✓ (+2)	✓ (+2)	✓ (+2)	✗ (-1)	✓ (+1)	✗ (-1)
6 $\Sigma = -4$	✓ (+1)	✓ (+1)	✓ (+2)	✗ (-1)	✗ (-3)	✗ (-2)	✗ (-2)
7 $\Sigma = -5$	✗ (-1)	✓ (0)	✓ (+3)	✗ (-3)	✓ (+1)	✗ (-3)	✗ (-2)
8 $\Sigma = 0$	✗ (-1)	✓ (0)	✓ (+3)	✗ (-2)	✓ (+3)	✗ (-3)	✓ (0)