

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

Martina NOČ

**PRESOJA VAROVALNEGA UČINKA GOZDA PRED
PADAJOČIM KAMENJEM NAD DELOM VRŠIŠKE
CESTE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij – 1.stopnja

Ljubljana, 2014

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

Martina NOČ

**PRESOJA VAROVALNEGA UČINKA GOZDA PRED PADAJOČIM
KAMENJEM NAD DELOM VRŠIŠKE CESTE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij – 1.stopnja

**ASSESSMENT OF PROTECTIVE EFFECT OF FOREST AGAINST
ROCKFALLS ABOVE VRŠIČ PASS ROAD**

B. Sc. Thesis
Academic Study Programms

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek 1. stopnje univerzitetnega študija gozdarstva in obnovljivih virov na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Opravljeno je bilo na katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija in za recenzenta doc. dr. Janeza Pirnata.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

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

Martina Noč

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	GDK 265+384.1(497.4Vršič)(043.2)=163.6
KG	varovalni gozdovi/varovalna funkcija/zaščitna funkcija/padajoče kamenje/vršiška cesta/presoja/naravne nevarnosti/gospodarjenje
AV	NOČ, Martina
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	2014
IN	PRESOJA VAROVALNEGA UČINKA GOZDA PRED PADAJOČIM KAMENJEM NAD DELOM VRŠIŠKE CESTE
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij – 1. stopnja)
OP	X, 50 str., 5 pregl., 26 sl., 7 pril., 31 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V goratih območjih je padajoče kamenje naraven proces, vendar lahko zaradi svojega spontanega sprožanja in izjemnih hitrosti povzroča nevarnost za prometne ceste in naselja. Na strmih pobočjih nad vršiško cesto so številni izvori kamenja, ki ogrožajo pomembno prometno povezavo med Kranjsko Goro in Bovcem, kot tudi vse uporabnike te regionalne ceste. Presodili smo varovalno funkcijo gozdov pred padajočim kamenjem nad delom ceste na kranjskogorski strani v bližini ruskega križa. Izločili in popisali smo sestoje ter jih ovrednotili po metodi NaiS. Dejansko stanje smo primerjali s ciljnim stanjem, ki zagotavlja trajno zaščito pred padajočim kamenjem. Podatke smo analizirali s programom Excel in ugotovili, da znaša delež bukve v lesni zalogi 54 %, delež smreke 26 % in delež macesna 20 %. Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah nakazuje na premajhen delež dreves v tretji debelinski stopnji in premajhen delež bukve v višjih debelinskih razredih. Za trajno zaščitno funkcijo je potrebno z gozdovi gospodariti raznomerno in raznodobno ter zagotavljati pomlajevanje. Kjer gozdnogojitveni ukrepi ne zadostujejo, je potrebno uporabiti tudi tehnične ukrepe. Priporočamo načrtno gospodarjenje z varovalnimi gozdovi, ki vključuje aktivno nego za zagotavljanje trajne zaščitne funkcije.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du1

DC FDC 265+384.1(497.4Vršič)(043.2)=163.6

CX protection forest/protection function/protective effect/rockfall/Vršič pass
road/assessment/natural hazards/management

AU NOČ, Martina

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 2014

TI ASSESSMENT OF PROTECTIVE EFFECT OF FOREST AGAINST ROCK
FALLS ABOVE VRŠIČ PASS ROAD

DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)

NO X, 50 p., 5 tab., 26 fig., 7 ann., 31 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In mountain areas, rockfall is a natural process, nevertheless it can present a risk for transportation routes and nearby villages due to its spontaneous release and extreme velocities. On steep slope above the Vršič pass road, there are many rockfall sources that threaten not only an important transportation connection between Kranjska gora and Bovec but also all users of this regional road. An assessment of protection function of the forest against rockfall above a part of the road has been made. We specified the stand boundaries and evaluated them by the NaiS method. Current state has been compared to the target state that provides protection against rockfall. Data were analyzed using Excel program and we determined the proportion of total wood stock of beech 54%, of spruce 26% and of larch 20%. Frequency distribution of tree species indicated insufficient portion of trees in the third dbh class and lack of large beech trees. In order to provide a long-term protection efficiency, both multi-aged forest management and regeneration are necessary. In areas where silvicultural measures do not suffice, an introduction of technical measures is needed. We recommend planned management of protection forests, including active care to provide protective role in a sustained way.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 VAROVALNI GOZDOVI	2
2.2 PADAJOČE KAMENJE	11
3 NAMEN IN HIPOTEZE.....	15
4 PREDSTAVITEV OBJEKTA IN RAZISKAVE	16
4.1 PROSTORSKA UMEŠČENOST OBJEKTA RAZISKAVE	16
4.2 ZNAČILNOSTI OBJEKTA RAZISKAVE.....	17
4.3 KLIMATSKE ZNAČILNOSTI.....	17
4.4 ANALIZA PRETEKLEGA GOPODARJENJA	18
4.5 OGROŽENOST CESTE NA OBMOČJU RAZISKAVE	19
5 METODE	20
5.1 TERENSKA IZVEDBA	20
5.1.1 Opis sestojev po metodi NaiS.....	20
5.1.2 Popis raziskovalnih ploskev	21
5.2 ANALIZA PODATKOV	21
5.2.1 Analiza podatkov s programom Microsoft Excel 2007	21
5.2.2 Izvedba simulacij z orodjem Rockfor.net	22
5.2.3 Presoja varovalnega učinka po NaiS sestojih	22
6 REZULTATI.....	23
6.1 SPLOŠNA PODOBA GOZDA	23
6.1.1 Prva ploskev	26

6.1.2	Tretja ploskev	27
6.2	NaiS SESTOJI	28
6.3	IZVORI PADAJOČEGA KAMENJA.....	31
6.4	ANALIZA OGROŽENOSTI Z ORODJEM Rockfor.net	33
7	RAZPRAVA.....	36
7.1	SPLOŠNA PODOBA GOZDA	36
7.2	SESTOJI, NAIS SESTOJI IN UKREPANJE	39
7.3	ANALIZA OGROŽENOSTI Z ORODJEM Rockfor.net	41
7.4	PRIMERJAVA Z DRUGIMI RAZISKAVAMI	42
8	SKLEPI	44
9	POVZETEK.....	45
10	VIRI	47
	ZAHVALA	51
	PRILOGE.....	52

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled vitalnosti dreves treh najpomembnejših drevesnih vrst.	25
Preglednica 2: Pregled socialnih položajev treh najpomembnejših drevesnih vrst.	26
Preglednica 3: Primerjava vitalnosti dreves na prvi in tretji ploskvi.	28
Preglednica 4: Pregled izpolnjevanja minimalnih zahtev NaiS sestojev.	30
Preglednica 5: Rockfor.net rezultati za A, B in C izvore kamenja.	34

KAZALO SLIK

Slika 1: Hipotetični režim odpornosti za enodobne sestoje. Režim A predstavlja motnjo v gozdu, kjer varovalno funkcijo predstavljajo srednje velika drevesa, režim B pa velika drevesa (Fidej 2011, prirejeno po: O'Hara, 2006).....	4
Slika 2: Hipotetična elastičnost enodobnega in raznodobnega sestoja v času obhodnje enodobnega sestoja oz. treh cikličnih ukrepanjih raznomernega 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 (Fidej 2011, prirejeno po: O'Hara, 2006).	4
Slika 3: Hipotetična odpornost dveh raznodobnih sestojev (A in B) in enodobnega sestoja (C) ob predpostavki, da varovalno funkcijo zagotavljajo velika drevesa. Sestoj A ima bolj pogoste sečne posege in kratke sečne dobe kot sestoj B. V primeru, da odpornost zagotavljajo velika drevesa, potem je v tem primeru najbolj primeren sestoj A, vendar nobeden od obeh ne dosega maksimalne odpornosti sestoja C (prirejeno po O'Hara, 2006).....	5
Slika 4: Štirje scenariji: (a) neporaščeno, (b) gozdnato, (c) očiščeno in (d) neočiščeno vetrolomno območje 1991 (Schönenberger in sod. 2005).....	8
Slika 5: Razvojne faze gorskega gozda in spreminjanje njihove varovalne funkcije (prirejeno po: Dorren in Berger, 2006b)	9
Slika 6: Posplošena skica treh glavnih območij padajočega kamenja (prirejeno po Dorren in sod., 2007)	13
Slika 7: Lokacija objekta raziskave (vir: Geopedia)	16
Slika 8: Podnebni diagram merilne postaje Rateče za obdobje 1981-2010.	18
Slika 9: Objekt raziskave je območje nad cesto v bližini ruskega križa	19
Slika 10: Mešanost drevesnih vrst po lesni zalogi.	23
Slika 11: Mešanost drevesnih vrst po številu dreves.....	24
Slika 12: Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah.	25
Slika 13: Porazdelitev po debelinskih stopnjah na ploskvi ena.....	27
Slika 14: Porazdelitev po debelinskih stopnjah na ploskvi tri.....	28
Slika 15: Karta NaiS sestojev z označenimi pasovi ruševja, plaznicami in skalnimi izvori	29
Slika 16: Izvorno območje A	31
Slika 17: Prehodno območje padajočega kamenja pod izvornim območjem A	32
Slika 18: Izvorno območje B.....	32
Slika 19: Sestoj pod izvornim območjem B, ki zaustavlja padajoče kamenje	33
Slika 20: Manjše izvorno območje C	33

Slika 21: Največja opažena skala na terenu	35
Slika 22: Karta izvorov padajočega kamenja z dolžinami gozdnega in negozdnega pobočja.	35
Slika 23: Poškodovanost drevesa zaradi padajočega kamenja	37
Slika 24: Pogled na prvo analizirano ploskev	38
Slika 25: Tretja analizirana ploskev	39
Slika 26: Plaznica pod izvornim območjem padajočega kamenja	40

KAZALO PRILOG

Priloga A: Obrazec za popis ploskve	52
Priloga B: Obrazec za opis NaiS sestoja (prir. po Frehner in sod. 2007).....	53
Priloga C: Obrazec za opis NaiS sestoja 1	54
Priloga D: Obrazec za opis NaiS sestoja 2.....	55
Priloga E: Obrazec za opis NaiS sestoja 3	56
Priloga F: Obrazec za opis NaiS sestoja 4.....	57
Priloga G: Obrazec za opis NaiS sestoja 5.....	58

1 UVOD

Varovalni gozdovi predstavljajo pomembno zaščito ljudi in infrastrukture pred naravnimi nevarnostmi, kot so padajoče kamenje, snežni plazovi, tokovi materiala, poplave in zemeljska erozija. Ti gozdovi so še posebej pomembni v Alpah, kjer mnogo ljudi živi na strmih pobočjih, in v dolinah, kjer se naravne nevarnosti pogosto pojavljajo. Nepravilno ravnanje s takšnimi gozdovi lahko vodi do nedopustnih tveganj za življenje ljudi.

Sposobnost gozda, da učinkovito varuje pred naravnimi nevarnostmi, je v veliki meri odvisna od njegove strukture in stabilnosti (Brang 2001; Dorren in sod. 2004). Gozd z velikim deležem debelih in srednje debelih dreves dobro varuje pred padajočim kamenjem in plazovi (Dorren in sod. 2005; Schönenberger in sod. 2005), vendar bo ta gozd nudil slabo zaščito ob svojem staranju zaradi premajhnega deleža pomladka, ki bi zagotavljal dolgoročno zaščito.

Gozdovi, ki se nahajajo na izvoru padajočega kamenja in nudijo direktno varovanje infrastrukture, zahtevajo aktivno gospodarjenje. Zaradi nevarnosti padajočega kamenja je ogroženih npr. 175 km (2.8 %) državnih cest (Horvat in sod. 2006).

Gospodarjenje z varovalnimi gozdovi v Sloveniji je v primerjavi z drugimi alpskimi državami (Francija, Švica in Italija) precej skromno, kljub temu da je več kot 100.750 ha gozdov evidentiranih in zakonsko zaščenih kot varovalnih gozdov (Resolucija ..., 2007). Razlogov za to je mnogo, najpomembnejši pa so predvsem pomanjkanje prakse in prilagojenih smernic pri gospodarjenju z varovalnimi gozdovi ter neizvajanje popisa stalnih vzorčnih ploskev.

Naloga je bila izdelana v sklopu projekta »Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocene tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja«, ki so ga izpeljali na Katedri za gojenje gozdov. V zadnjih letih je bilo na temo varovalnih gozdov izdelano že kar nekaj diplomskih nalog, kar kaže na to, da se temu področju tudi v Sloveniji posveča vse več pozornosti.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 VAROVALNI GOZDOVI

Gozdovi, ki so izjemno pomembni za varovanje zemljišč pred usadi, izpiranjem in krušenjem, gozdovi na strmih obronkih ali bregovih voda, gozdovi, ki so izpostavljeni vetru in ki v hudourniških območjih zadržujejo prenažno odtekanje voda, gozdovi blizu zgornje gozdne meje in na zelo strmih pobočjih ter v nekaterih območjih z izjemno poudarjeno biotopsko funkcijo ter pomembni ostanki gozdov v kmetijski krajini so opredeljeni kot varovalni gozdovi (100.750 ha). Ti varujejo in ohranjajo ekološko ravnovesje tam, kjer je še posebej občutljivo in ogroženo. V varovalnih gozdovih je gospodarjenje usmerjeno h krepitvi njihove varovalne oziroma biotopske funkcije (Resolucija ..., 2007).

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

V Sloveniji je danes površina gozdov z izjemno poudarjeno varovalno funkcijo 191.552 ha, z zaščitno pa 29.958 ha. 44,3 % gozdov z izjemno poudarjeno zaščitno funkcijo se prekriva s 1. stopnjo poudarjenosti varovalne funkcije, 32,5 % z 2. stopnjo poudarjenosti varovalne funkcije, 23,2 % pa so ostali gozdovi ob letališčih in protivetrni zaščitni gozdovi (Kozorog in sod., 2012).

Zakon o gozdovih (2007) v 43. členu opredeljuje varovalne gozdove kot gozdove, ki v zaostrenih ekoloških razmerah varujejo sebe, svoje zemljišče in nižje ležeča zemljišča in gozdove, v katerih je izjemno poudarjena katerakoli druga ekološka funkcija.

Uredbo o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom varovalne gozdove definira kot gozdove, ki varujejo zemljišča usadov, izpiranja in krušenja, gozdove na

strmih obronkih ali bregovih voda, gozdove, ki so izpostavljeni močnemu vetru, gozdove, ki v hudourniških območjih zadržujejo prenatrsko odtekanje vode in zato varujejo zemljišča pred erozijo in plazovi, gozdne pasove, ki varujejo gozdove in zemljišča pred vetrom, vodo, zameti in plazovi, gozdove v kmetijski in primestni krajini z izjemno poudarjeno funkcijo ohranjanja biotske raznovrstnosti ter gozdove na zgornji meji gozdne vegetacije (Uredbo..., 2013).

Motta in Haudemand (2000) sta preučevala varovalne gozdove in njihovo gojitveno stabilnost v dolini Aosta v Italiji. Navajata, da so najpomembnejše značilnosti varovalnega gozda lastnosti njegove stabilnosti, t. j. njegova sposobnost ohranjanja varovalne funkcije zanesljivo in konstanto, in če je to doseženo, njegova zmožnost ohranjanja strukture in vitalnosti navkljub neugodnim notranjim in zunanjim dejavnikom. Ugotovila sta, da so bili na proučevanem območju glavni vzroki nestabilnosti neprimerna mešanost vrst, enomerna vertikalna in horizontalna struktura, pomanjkanje naravnega pomlajevanja, prisotnost škodljivih vrst *Ips typographus* in *Heterobasidion annosum*, in prisotnost velikih populacij parkljarjev. Cilj ukrepov za izboljšanje stabilnosti je povečanje prisotnosti macesna v homogenih sestojih smreke in postopno ustvarjanje raznodobne, večplastne in maloskupinske strukture.

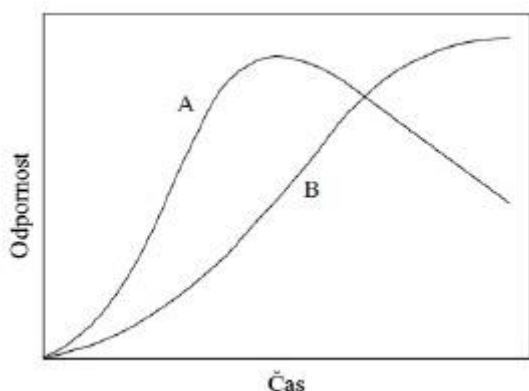
V raziskavi sta definirala tudi splošno zaščitno funkcijo varovalnih gozdov, ki se nanaša na ohranjanje površine tal, vodni režim in kakovost zraka ter direktno zaščitno funkcijo varovalnih gozdov, ki ščitijo ljudi, stavbe, ceste in železnice pred naravnimi nesrečami, kot so snežni plazovi, padajoče kamenje, zemeljski plazovi, erozije in poplave. Motta (1998, cit. po Motta in Haudemand, 2000) poudarja, da morajo imeti gozdovi z direktno zaščitno funkcijo visoko prioriteto pri gojitvenih posegih.

O'Hara (2006) je opisal raznodobno strukturo gozdov, ki predstavlja boljšo odpornost proti motnjam, kot so drobirski tokovi, snežni plazovi ter poplave, in elastičnost proti učinkom teh motenj v primerjavi z enodobno strukturo. Odpornost izhaja iz sposobnosti prenašanja ali preprečevanja učinkov motenj. Elastičnost pa je sposobnost ohranjanja ali obnavljanja normalne funkcije po motnji.

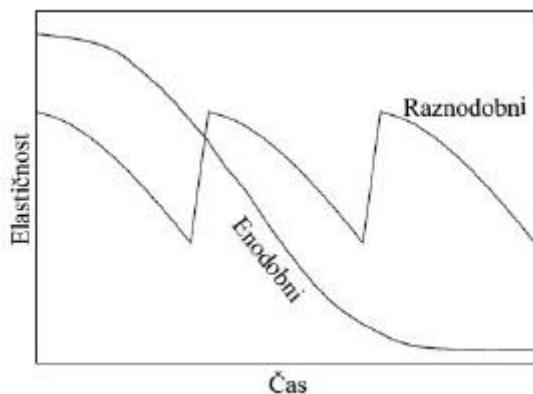
Wilford in sod. (2005, cit. po O'Hara, 2006) so označili hidrogeomorfološke motnje kot gibanje od dogodkov z nizko močjo in omejeno poškodovanostjo sestaja do dogodkov z

visoko močjo, ki lahko popolnoma odstranijo vsa drevesa. Sestoji nudijo odpornost proti tem motnjam s prisotnostjo in porazdelitvijo posameznih dreves in elastičnost s sposobnostjo nadomestitve teh dreves.

Razvoj enodobnih sestojev običajno sega od nekaj ali nič dreves v začetni fazi do mnogo velikih dreves na koncu obhodnje. Njihova sposobnost, da služijo kot varovalni gozdovi, je torej odvisna od starosti sestoja (slika 1).



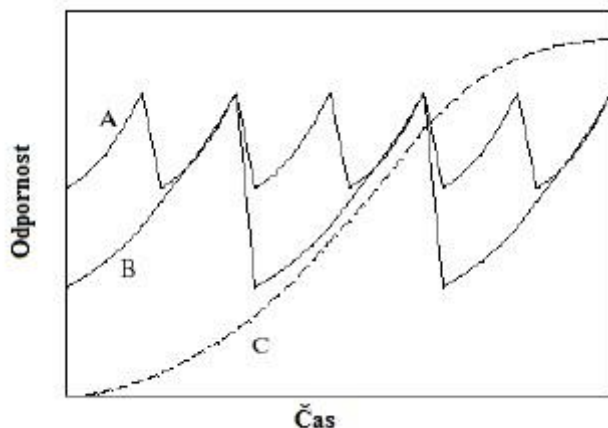
Slika 1: Hipotetični režim odpornosti za enodobne sestoje. Režim A predstavlja motnjo v gozdu, kjer varovalno funkcijo predstavljajo srednje velika drevesa, režim B pa velika drevesa (Fidej 2011, prirejeno po: O'Hara, 2006).



Slika 2: Hipotetična elastičnost enodobnega in raznodobnega sestoja v času obhodnje enodobnega sestoja oz. treh cikličnih ukrepanjih raznomernega 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 (Fidej 2011, prirejeno po: O'Hara, 2006).

Raznodobni sestoji kontinuirano zagotavljajo odpornost, vendar je ta na nižjem nivoju kot maksimalna enodobnih sestojev. Pri raznomernih sestojih pa nivo odpornosti niha znotraj

ozkega intervala od začetka do konca obhodnje, s tem je določena stopnja varovalne funkcije vedno prisotna (O'Hara, 2006)(slika 2).



Slika 3: Hipotetična odpornost dveh raznodobnih sestojev (A in B) in enodobnega sestoja (C) ob predpostavki, da varovalno funkcijo zagotavljajo velika drevesa. Sestoj A ima bolj pogoste sečne posege in kratke sečne dobe kot sestoj B. V primeru, da odpornost zagotavljajo velika drevesa, potem je v tem primeru najbolj primeren sestoj A, vendar nobeden od obeh ne dosega maksimalne odpornosti sestoja C (prirejeno po O'Hara, 2006).

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

Fidej (2011) je v svoji diplomski nalogi preučeval učinkovitost varovalnih gozdov v Soteski med Bledom in Bohinjem, kjer sta ogroženi državna cesta in železnica. Na območju pod vplivom drobirskih tokov je zbral podatke o gozdnih sestojih in jih ovrednotil po metodi NaiS. Ugotovil je, da so na preučevanem območju motnje pogoste in so potrebni gozdnogojitveni oziroma tehnični ukrepi.

Zapisal je, da v Sloveniji že imamo pravne podlage glede poplav in različnih vrst erozijskih procesov, medtem ko problematika drobirskih tokov pravno še ni pokrita, zato bi bilo v prihodnosti nujno potrebno izdelati ali dopolniti obstoječe pravne akte še za to področje.

Pintar (2012) je v okviru diplomske naloge analiziral potencialno ogroženost ceste na Vršič v bližini ruskega križa in gozda nad njo. Opravil je presojo zaščitne funkcije gozda pred snežnimi plazovi ter določil smernice in ukrepe za nadaljnji razvoj gozda in krepitev njegovega varovalnega učinka. Po modificirani metodi NaiS je izločil in opisal sestoje ter primerjal njihovo dejansko stanje s ciljnim ter ugotovil, da noben sestoj ne zagotavlja popolne in trajne zaščitne funkcije. Največji problem predstavlja pomlajevanje in zagotavljanje raznomerne strukture sestojev.

Rebernik (2013) je v okviru svoje diplomske naloge izločil in popisal poligone z lastnostmi terena in gozdnimi sestoji nad cesto, ki vodi do predora Ljubelj, ki je ogrožena zaradi padajočega kamenja. Glede na porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah je ugotovil, da je na proučevanem območju priporočljivo posekati starejša bukova drevesa in tako pospešiti pomlajevanje. Z računalniškima programoma Rockyfor3D, Rockfor.net in metodo senčnega kota so bila določena območja ogroženosti. Uporabljeni so bili tudi različni scenariji v simulacijah, ki so nakazali, da med različnimi scenariji z gozdom ni bistvenih razlik, so pa razlike v velikosti ogroženih območij glede na uporabljeno metodo.

Kunc (2008) je v svoji diplomski nalogi preučevala stabilnost varovalnih gozdov nad glavno cesto Godovič – Idrija. V gospodarjenem in negospodarjenem sestoji je popisala drevje, odmrlo lesno maso, panje ter pomladek. Ugotovila je, da je bilo na negospodarjeni ploskvi pomlajevanje nezadostno, na gospodarjeni ploskvi pa je bilo pomladka dovolj. Varovalna funkcija, glede na razdaljo dreves, na proučevanem območju, ni bila zagotovljena. Kot rešitev predlaga zmanjšanje prsnega premera in povečanje gostote dreves.

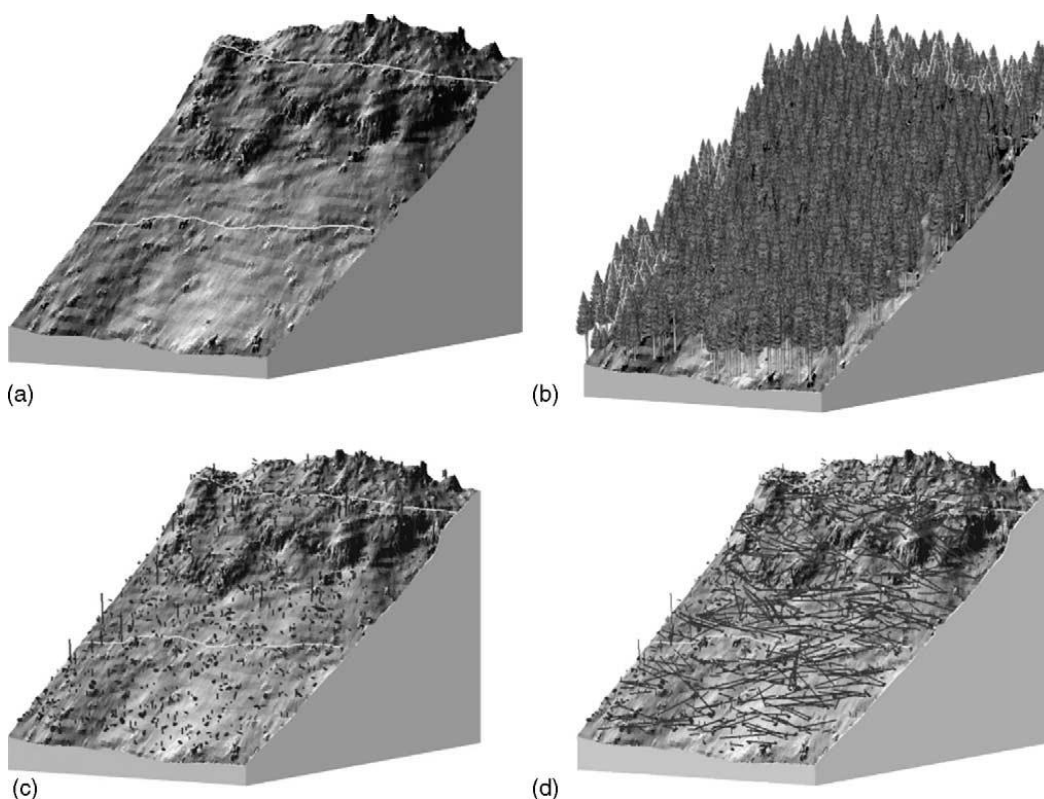
Dorren in sod. (2003) so v raziskavi prikazali kombiniran pristop k ustreznemu gospodarjenju z gorskimi gozdovi, ki varujejo strma pobočja pred padajočim kamenjem. S terenskimi tehnikami in modeliranjem so ocenili dejavnike izvora, poti, iztekanja in odlaganja padajočega kamenja. Cilji te raziskave so bili naslednji:

- 1) Razumeti vzroke pojavljanja padajočega kamenja
- 2) Prenos praktičnega znanja na model, ki simulira dinamiko padajočega kamenja
- 3) Presoja tistih značilnosti pobočja, ki določajo porazdelitev aktivno prizadetih območij padajočega kamenja

Ugotovili so, da tako stoječa kot tudi podrtá drevesa, hrapavost površja in grmi, odporni na padajoče kamenje, odločilno vplivajo na razširjanje prizadetih območij.

Schönenberger in sod. (2005) so analizirali prizadeto območje v bližini kraja Disentis v Švici, ki ga je leta 1990 opustošil orkan Vivian. V dolgotrajni raziskavi so preučili procese, ki so sledili vetrolomu, vključno z sukcesijo, pogozdovanjem in naravnimi nevarnostmi. Ocenili so gostoto in višino lesnih objektov takoj po katastrofi in desetletje zatem. Na podlagi te analize so ustvarili tri virtualne scenarije: neporaščeno območje (angl. unstocked slope), gozdnato območje (angl. forested site) in očiščeno vetrolomno območje (angl. cleared windthrow site). Primerjali so učinek posameznih virtualnih scenarijev na varovalno funkcijo z realnim scenarijem in ugotovili, da najboljšo zaščito zagotavlja realni scenarij, neočiščeno vetrolomno območje (angl. uncleared windthrow). Kljub temu pa razkrajajoč les čez nekaj desetletij izgubi svoj vpliv in posledično varovalni učinek, zato mora biti ta učinek nadomeščen z obnovo gozda še preden doseže kritično mejo.

Ocenili so, koliko časa po vetrolomu je potrebno, da se ponovno vzpostavi zaščitna funkcija gorskega varovalnega gozda. Kupferschmid in sod. (2002, cit. po Schönenberger in sod., 2005) in Kupferschmid (2003, cit. po Schönenberger in sod., 2005) ugotavljajo, da mlad gozd na subalpskih višinah potrebuje okoli 30-50 let, da je sposoben opravljati varovalno vlogo. Schönenberger (2002) pa je s preštevanjem mladih drevesc ugotovil, da s sajenjem odločilno pospešimo proces pogozdovanja na visokih nadmorskih višinah in obnovimo zaščito vsaj 10 let prej, kot pa če bi potekala naravna regeneracija.



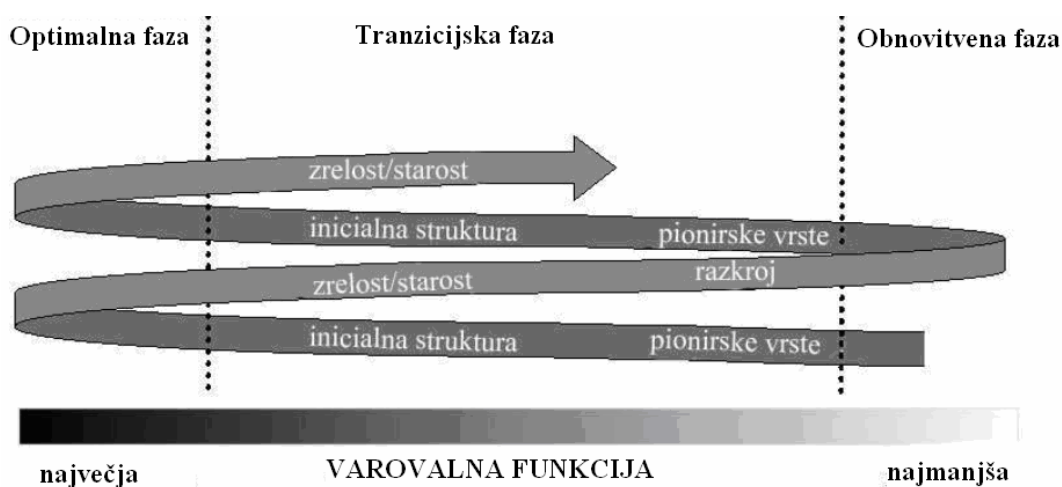
Slika 4: Štirje scenariji: (a) neporaščeno, (b) gozdno, (c) očiščeno in (d) neočiščeno vetrolomno območje 1991 (Schönenberger in sod. 2005).

Dorren in Berger (2006b) sta obrazložila panarhično teorijo (angl. Panarchy theory) in pomembnost gospodarjenja z varovalnimi gozdovi. Predstavila sta uporabo panarhične teorije v simulacijskih modelih, ki nam olajša razumevanje učinkov različnih nevarnosti v povezavi z različnimi strategijami gospodarjenja in njihovimi stroški na dolgi rok.

Naravne nevarnosti v evropskih Alpah, kot sta padajoče kamenje in snežni plazovi so, če jih izražamo s človeškimi življenji, precej majhne v primerjavi z dobro poznanimi naravnimi katastrofami v svetu. Vseeno pa se te pojavljajo lokalno in so lahko precej velike, zlasti finančno, ko gre za blokiranje prometa pomembnih prometnih povezav ali uničenje infrastrukture. Tako lahko posamezna drevesa, skupine in sestoji rešujejo življenja in zmanjšujejo škodo. V Protokolu gorskih gozdov Alpske konvencije je navedeno: »Gorski gozdovi zagotavljajo najbolj učinkovito, najcenejšo in najbolj estetsko zaščito proti naravnim nevarnostim.« V Švici in Avstriji letno porabijo približno 50 milijonov evrov za vzdrževanje ali izboljšanje zaščitne funkcije gorskih gozdov (Evropski

observatorij za gorske gozdove, 2000; Švicarski državni statistični urad, 2002, cit. po Dorren in Berger, 2006b).

Panarhija je struktura, v kateri so sistemi medsebojno povezani v nepretrganih prilagajajočih ciklih. Znotraj enega cikla prepoznamo štiri stopnje: rast, višek, kolaps in reorganizacijo ter dva glavna procesa. Te stopnje so v varovalnem gozdu rast pionirskih vrst, dosežena stopnja klimaksnih vrst, staranje gozda in njegovo odmiranje ter njegova reorganizacija v nov cikel (pionirske vrste). Varovalni gozd se neprestano razvija iz obnovitvene faze preko tranzicijske v optimalno fazo in spet nazaj (slika 5). V študiji panarhične simulacije so v gozdnem prostoru določili tri prilagajajoče cikle 1) cikel varovalnega gozda, 2) cikel padanja kamenja in 3) cikel gozdarske službe. Cilj simulacije je bil oceniti, kolikšna količina denarja je potrebna, da je tveganje za padanje kamenja čim manjše. Simulacijski model poleg tega izračuna še, kolikšno je dejansko tveganje za padanje kamenja v vsakem koraku, kar nam omogoča analizo učinkovitosti investicij.



Slika 5: Razvojne faze gorskega gozda in spreminjanje njihove varovalne funkcije (prirejeno po: Dorren in Berger, 2006b)

Trenutni modeli in znanje kažejo, da je v mnogih primerih inovativno gospodarjenje z gozdovi zadosten ukrep za zmanjšanje padajočega kamenja do stopnje, ki je sprejemljiva za lokalne oblasti. V ostalih primerih, kjer so potrebni tehnični zaščitni ukrepi, pa moramo

pri načrtovanju in oblikovanju zaščitnih ukrepov, obstoječo gozdno površino izboljšati z eko-inženirskimi tehnikami, ki zagotavljajo dodaten blažilni učinek.

Brang in sod. (2006) so napisali poročilo o ekologiji in gospodarjenju gozdov, ki služijo kot zaščita pred naravnimi nevarnostmi. Živa debla, mrtva drevesa, korenine, krošnja, odpadlo listje in veje delujejo kot ovire za pobočna gmotna premikanja, med drugim tudi za padajoče kamenje. Ločijo neposredno in posredno (ang. direct and indirect) zaščito. Prva velja za točno določeno lokacijo, npr. gozd nad vasjo, druga pa na nivoju pokrajine; posredno zaščito v določeni meri nudi vsak gozd. Prevedli bi ju lahko kot zaščita in varovalnost. Gozdovi, ki nudijo neposredno zaščito hkrati vedno nudijo tudi posredno, medtem ko obratno ne velja.

Varovalne gozdove je potrebno izločiti, da bi lahko v njih ustrezno gospodarili. Obravnavajo tudi dejavnike, ki vplivajo negativno in pozitivno na odpornost (ang. resistance) in elastičnost (ang. resilience) gozda. Glede strukture varovalnega gozda ni nekega splošnega pravila, potrebno je upoštevati tiste nevarnosti, ki so prisotne v določenem primeru. Iz statičnega vidika naj bi gozd vseboval največjo možno število ovir (dreves) z najmanjšim učinkovitim premerom. Najprimernejši sistem gospodarjenja v varovalnem gozdu je tisti, ki pusti več dreves v sestoji. Avtorji predlagajo uporabo zastorne sečnje, robne sečnje, prebiralnega ali panjevskega sistema. Za neposredno zaščito gozda je Schönenberger (2001) predlagal malopovršinsko raznomen mozaičen gozd z drevesi vseh starosti in premerov. Kot primer dobrega gospodarjenja z varovalnimi gozdovi so Brang in sod. (2006) predstavili postopek (projekt NaiS), ki so ga razvili Frehner in sod. (2005) in ga švicarske oblasti vključujejo v svoj način gospodarjenja z varovalnim gozdom. Njegova glavna prednost je standardiziranost odločanja, ki temelji na trenutno najboljši informaciji. Pristop temelji na sedmih načelih, ki zagotavljajo stroškovno učinkovito gospodarjenje z varovalnimi gozdovi:

- vsak poseg mora ohraniti zadovoljiv varovalni učinek,
- posegi morajo biti izvedeni na primernem mestu - kjer bo pozitiven učinek najbolj verjeten,
- posegi morajo biti izvedeni ob pravem času - ko je razmerje med učinki in stroški čim višje,

- posegi morajo biti skladni z naravno dinamiko gozda in izkoristiti naravne procese,
- proces odločanja naj bo standardiziran in transparenten, saj tak omogoča ovrednotenje gojitvene obravnave
- posegi naj bodo učinkoviti – naj imajo visoko verjetnost uspeha
- njihove koristi morajo krepko presegati stroške

Splošen pristop temelji na primerjavi trenutnega stanja sestoja in ciljnega stanja oziroma ciljnega profila sestoja, ki je odvisen od vrste nevarnosti in rastišča. Ciljni profil je določeno ciljno stanje gozda določenega rastišča ali ciljno stanje gozda, ki najbolje ščiti pred določeno nevarnostjo. Ciljni profil se nadalje razdeli na minimalni, ki služi kot spodnji prag za zagotavljanje zaščite, in idealni, ki predstavlja varovalni gozd, ki lahko opravlja svojo funkcijo dolgoročno. Ciljni profili so določeni za nevarnosti, kot so snežni in zemeljski plazovi, erozija, drobirski tokovi, padajoče kamenje in poplave.

Trenutno stanje gozda njegovo ocenjeno stanje čez 10 let in 50 let se primerja s ciljnim profilom. Če stanje čez 50 let odstopa od ciljnega profila, moramo ukrepati. Med možnimi ukrepi je posek najpogostejši. Z njim lahko (delno) pokrijemo tudi stroške, a začasno zmanjšamo odpornost sestoja. Drugi ukrepi so posek in puščanje dreves na tleh, sajenje, nega mladja, odstrel divjadi, ustvarjanje ugodnih mikrolokacij za pomlajevanje itd.

2.2 PADAJOČE KAMENJE

Pod pojmom padanje kamnov razumemo padajoče kamenje kot tudi interakcijo med njimi in okolico. Kamenje se kotali, odbija in drsi. Ti načini gibanja se dajo dobro opisati. Medtem kamenje naleti na tla ali ovire kot drevesna debla ali varovalne zgradbe in izgublja na energiji. Proces padanja kamnov se odvija v sledečih fazah: območje nastanka, območje poti, območje izteka in odlaganja. Pogosto se posamezni deli prekrivajo (Frehner, 2005).

Na območju izvora se kamenje sproži. Na velikost in obliko kamenja kot tudi pogostost padanja kamenja vpliva vrsta kamnin, plastovitost kamnin, ekspozicija in višinska lega.

V območju poti se kamenje kotali, drsi in na bolj strmih terenih tudi odbija. Pri stiku s podlago ali z ovirami kamenje izgublja energijo ($\text{energija} = \text{masa} \cdot \text{hitrost}^2$), lahko pa tudi

spremenijo smer. Občasno je težko izračunati kako velika je izguba energije. Kamenje se lahko ob takšnih stikih tudi ustavi, lahko pa tudi ponovno preide v gibanje.

Na območju iztekanja in odlaganja se hitrost kamnov zmanjša tudi brez stika z ovirami. Med pobočnim naklonom 25° (45 %) in 30° (58 %) se kamnine brez stika z ovirami še dolgo kotalijo naprej, pri pobočnem naklonu manjšem od 25° (45 %) se kamnine po navadi hitro ustavijo. Kamnine, ki so se ustavile, se ne pričnejo ponovno gibati. Območja poti in odlaganja se prekrivajo. Na zaviranje kamnov vplivajo enaki dejavniki kot v območju poti.

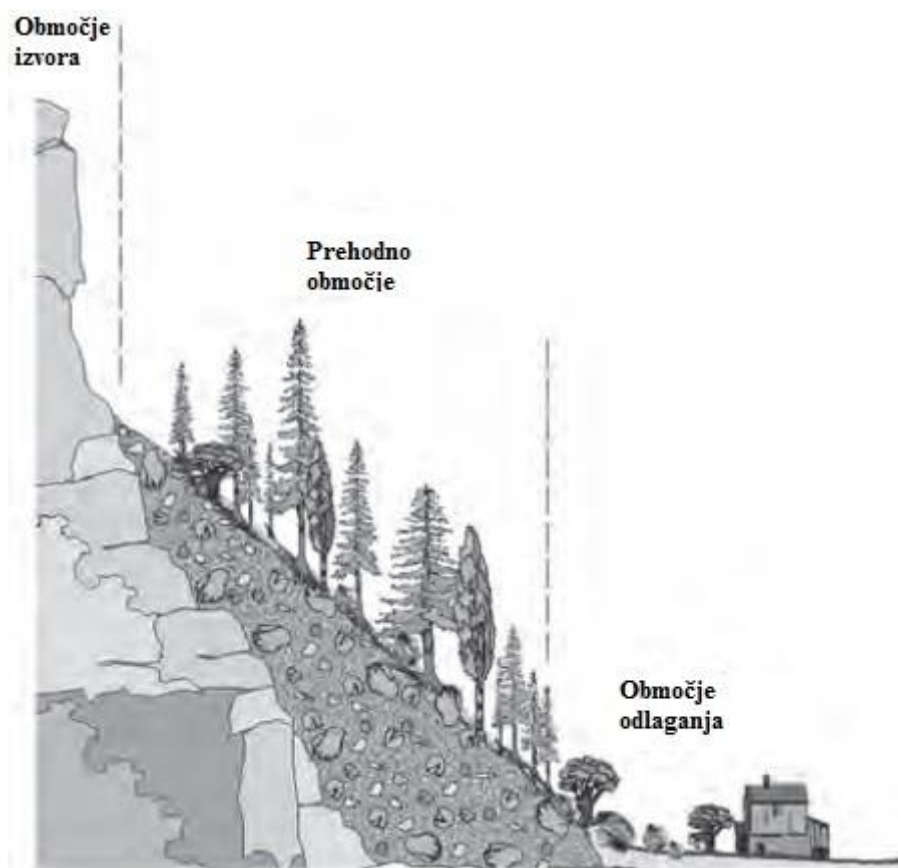
Dorren in sod. (2007) ugotavljajo, da je za cenovno ugodno zaščito pred padajočim kamenjem potrebno vedeti tri značilnosti:

- 1) kje se pojavlja padajoče kamenje in s kakšno razsežnostjo,
- 2) do kakšne mere gozd zmanjša razdaljo proženja, višino odbojev in energijo padajočih kamnov in
- 3) kako lahko izboljšamo varovalno funkcijo gozda.

Raziskave na področju padajočega kamenja potekajo že od leta 1920, preučevanje interakcij med padajočim kamenjem in gozdovi pa se je začelo šele leta 1980. Od takrat je opazen znaten napredek v različnih pogledih na interakcije med padajočim kamenjem in gozdovi.

Na pobočju padanja kamenja lahko ločimo tri glavna območja:

- 1) območje izvora, ki je običajno skalna stena. Tu lahko ocenimo pospeševalce in prožilce padajočega kamenja,
- 2) prehodno območje leži med izvornim in odlagalnim območjem. Hitrosti kamenja in višine odbojev so tu največje,
- 3) območje odlaganja je tisto, kjer se večina kamenja ustavi.



Slika 6: Posplošena skica treh glavnih območij padajočega kamenja (prirejeno po Dorren in sod., 2007)

Pri ravnanju s padajočim kamenjem je ta parameter izjemno pomemben, saj vsa tri območja vsebujejo pomembno informacijo o možni razsežnosti padajočega kamenja v prihodnosti.

Opisali so različne metode za analizo velikosti kamenja v izvornem območju in razpršitev kamenja po velikosti v območju odlaganja, podane so njihove prednosti in slabosti pri uporabi.

V članku so opisana tudi orodja za ocenjevanje varovalne funkcije gozdov. Razdeljena so v dve večji skupini in sicer; orodja za hitro ocenjevanje in simulacijski modeli. Mnoge od teh se lahko uporablja tudi pri kartiranju padajočega kamenja, upoštevanju vloge gozdov in pri kartiranju gozdov, ki trenutno zagotavljajo učinkovito zaščito pred padajočim kamenjem.

Našteli so tudi več izzivov za prihodnost, med katerimi so najbolj izpostavili nadaljnje razvijanje metod za predvidevanje pojava padajočega kamenja v izvornem območju, torej kdaj se bo kamenje pojavilo ter v kakšni velikosti in obliki. V prehodnem območju in območju odlaganja pa so kot glavni izziv izpostavili kvantificiranje učinka različnih naklonov pobočja na razpršitev energije pri odbijanju kamenja in razvoj ciljnih metod za opis elastičnosti in hrapavosti različnih površinskih tipov.

Schönenberger in sod. (2005) so padajoče kamenje definirali kot nevarnost, ki je odvisna predvsem od dejavnika hrapavosti na površini tal, kot sta trenje in ovire. Pod pojmom gibanje kamenja pa lahko razumemo padajoče kamenje (rock-falling), kotaljenje (rock-rolling) in odbijanje (rock-jumping) kamenja. Padajoče kamenje se pojavi kot kotaljenje ali drsenje na gladkih pobočjih z nagibom $30-35^\circ$ in na bolj strmih naklonih kot odbijajoče kamenje. Zmožnost topografskih, regeneracijskih in lesnih ovir, da bi preprečili ali ustavili padajoče kamenje je odvisna od njihove gostote, višine in tudi učinka hrapavosti. Strukturni elementi so sposobni odlaganja, zmanjševanja in zaustavljanja kamenja, ki se kotali in odbija v tranzicijski in depozicijski coni.

Volkwein in sod. (2011) so padajoče kamenje definirali kot naravno katastrofo z dolgo razdaljo padanja. Dolžina od izvora do maksimalne razdalje odlaganja znaša do nekaj deset kilometrov pri plazovih kamenja in drobirskih tokovih ali nekaj sto metrov pri drobnem kamenju. Padajoče kamenje je tako odvisno od:

- možnosti, da se na določeni lokaciji pojavi padajoče kamenje z določeno magnitudo,
- možnosti, da padajoči bloki dosežejo točno določeno mesto na pobočju, ter od
- intenzitete padanja kamenja.

3 NAMEN IN HIPOTEZE

Namen naloge je preučiti varovalni učinek gozda pred padajočim kamenjem na kranjskogorski strani vršiške ceste in presoditi, če gozdovi na obravnavanem območju zagotavljajo zadostno in trajno zaščito pred padajočim kamenjem. Namen je analizirati strukturne značilnosti gozdov in jih ovrednotiti glede na ciljne strukture, ki zagotavljajo minimalno zaščito pred padajočim kamenjem. Nadaljnji korak je določitev ukrepov v posameznih sestojih za približevanje dejanskega stanja sestojev k ciljnim značilnostim sestojev. Z nalogo želimo poudariti pomen gospodarjenja v varovalnih gozdovih s poudarjeno zaščitno funkcijo.

Cilji:

- Določitev območij znotraj in nad objektom raziskave, ki so potencialno nevarna za proženje kamenja.
- Presoja varovalnega učinka različnih sestojev pred padajočim kamenjem.
- Analiza strukturnih značilnosti sestojev znotraj objekta raziskave ter vrednotenje dejanskega stanja sestojev glede na ciljno stanje, ki zagotavlja minimalno zaščito pred padajočim kamenjem, povzeto po projektu NaiS (Frehner in sod., 2005).
- Ocenitev varovalne sposobnosti gozda z orodjem Rockfor.net
- Določitev gozdnogojitvenih ukrepov v posameznih sestojih za približevanje dejanskega sestoja k ciljnemu stanju.

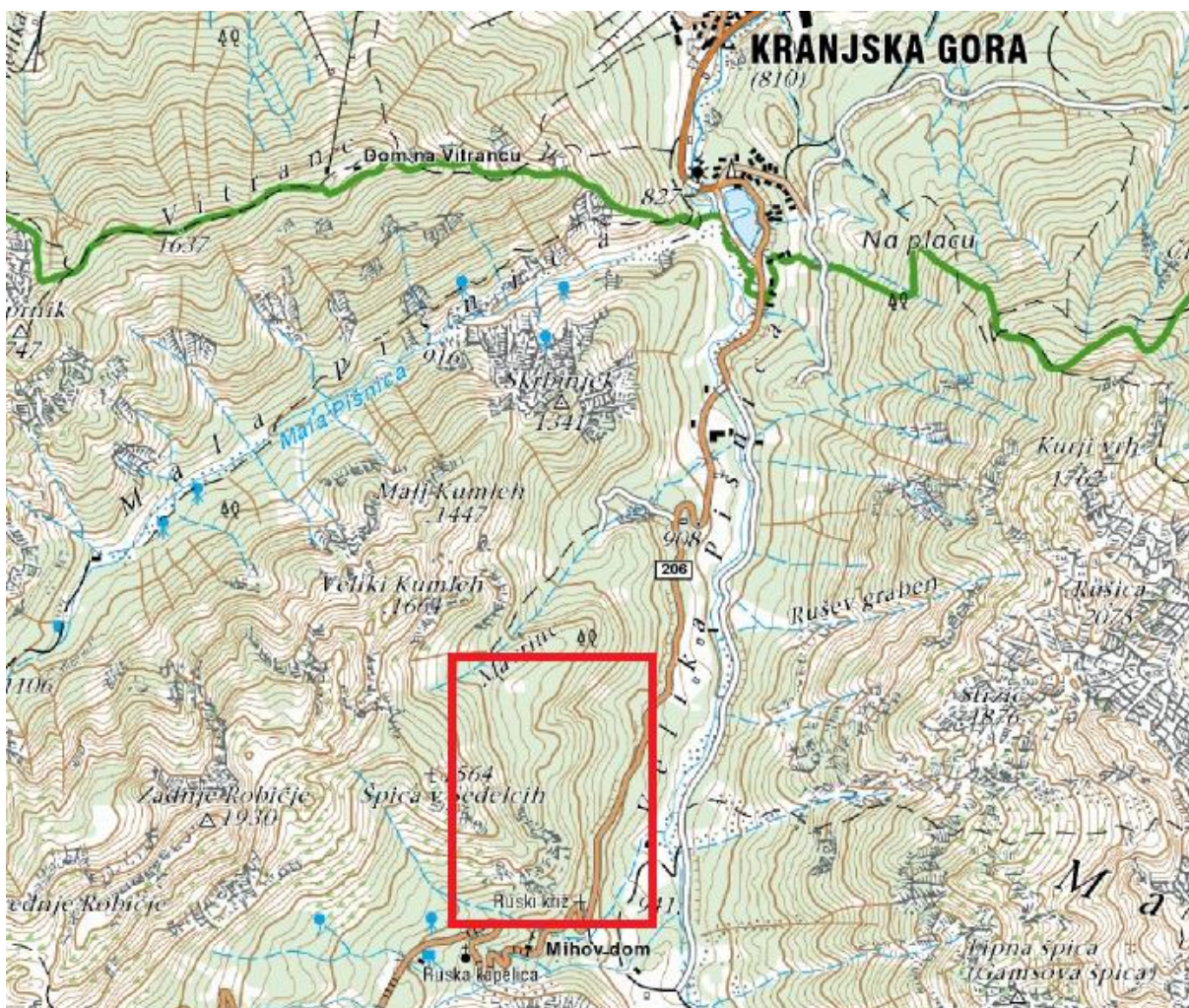
Opredelili smo naslednje delovne hipoteze:

- Neukrepanje v varovalnih gozdovih ne zagotavlja učinkovite in trajne varovalne in zaščitne funkcije.
- Gozdovi znotraj objekta se oddaljujejo od ciljnega stanja, ki zagotavlja minimalno zaščito pred padajočim kamenjem.
- Dosedanja ovrednotenja varovalne in zaščitne funkcije na raziskovalnem objektu niso zadostna in jih je potrebno nadgraditi.
- Za zagotavljanje učinkovite in trajne varovalne funkcije je potrebno aktivno gozdnogojitveno ukrepanje.

4 PREDSTAVITEV OBJEKTA IN RAZISKAVE

4.1 PROSTORSKA UMEŠČENOST OBJEKTA RAZISKAVE

Objekt raziskave se nahaja nad regionalno cesto Kranjska Gora – Vršič, na levem pobočju doline Velike Pišnice (slika 7). Objekt spada v GGO Bled, GGE Kranjska gora in leži znotraj odsekov 28c, 28u, 29u. Večji del objekta se nahaja v drugem varstvenem območju Triglavskega narodnega parka, le manjši del pa v prvem varstvenem območju.



Slika 7: Lokacija objekta raziskave (vir: Geopedia)

4.2 ZNAČILNOSTI OBJEKTA RAZISKAVE

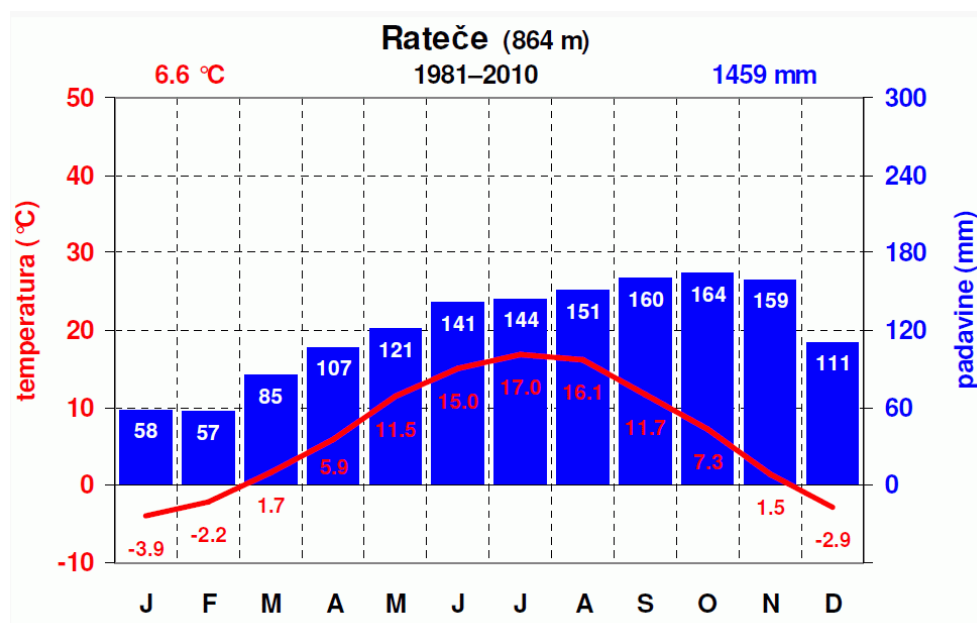
Nadmorska višina proučevanega objekta znaša od 970 m do 1200 m. Teren je razgiban in mestoma skalovit, na pobočjih so globoki jarki. Opazili smo strme naklone, ponekod tudi prepadne, na ploskvah so se gibali od 22° pa do 47°. Prevladuje jugovzhodna lega, prisotne so bile še južne in vzhodne lege. Matična podlaga je apnenec in dolomit ter pobočni apnenčev grušč. Tla so srednje globoke do plitve rendzine, ki se pojavljajo predvsem na večjih strminah. Skalovitost se giblje med 5 % in 30 %, kamnitost pa med 5 % in 15 %.

Na ploskvah se v prevladujočih deležih pojavljajo tri drevesne vrste: bukev, smreka in macesen. Prevladuje gozdna združba *Anemone trifoliae-Fagetum typicum* (bukovje s trilistno vetrnico). Rodovitnost je v večjem delu objekta raziskave majhna, na severnem in južnem delu pa mestoma srednja.

4.3 KLIMATSKE ZNAČILNOSTI

Objekt raziskave spada v gorski svet z alpskim podnebjem, za katerega je značilna velika namočenost. Največ padavin pade jeseni, najvišje temperature pa so izmerjene v poletnih mesecih (slika 8). V hribovitih predelih države je padavinskih dni tudi nad 140 v enem letu, največ jih je v maju, juniju in juliju. Močne padavine pa so najbolj pogoste v oktobru in novembru. Letna višina merjenih padavin na merilni postaji Rateče za obdobje 1948–2013 znaša od 1129 mm do 2290 mm. Letno število dni s snežno odejo za omenjeno obdobje je bilo od najmanj 43 pa do največ 171 letno. Višina skupne snežne odeje pa od najmanj 14 cm do največ 240 cm.

Temperaturne razmere so močno pogojene s tipom podnebja in reliefom. Najbolj očitna je odvisnost temperaturnih razmer od nadmorske višine. Povprečna letna temperatura se na vsakih 1000 m spusti za 5.3°C. Najtoplejši mesec je običajno julij, v gorah avgust, najhladnejši pa januar, v gorah pa februar. Povprečna letna temperatura zraka za Rateče znaša 4.6°C do 7.7°C (Arhiv, 2014).



Slika 8: Podnebni diagram merilne postaje Rateče za obdobje 1981-2010.

4.4 ANALIZA PRETEKLEGA GOPODARJENJA

V preteklosti so gozdove na tem območju uporabljali predvsem za potrebe rudarstva, v 19. stoletju pa sta se razširila tudi oglarjenje in tovorjenje v sosednje tuje kraje. Takrat so gozd izkoriščali predvsem na golosečni način, kar je povzročilo večjo dovzetnost za vetrolome, napade lubadarjev in poplave. Šele ob koncu 19. stoletja so se začele izvajati sanacije posekov s sadnjo. Podroben pregled preteklega gospodarjenja na tem območju je v svoji diplomski nalogi opisal Pintar (2012).

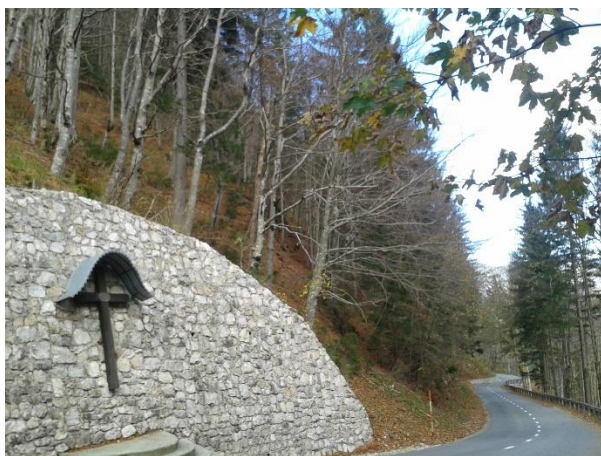
Danes posledic vetrolomov ali žarišč podlubnikov ni več opaziti, prisotnost panjev pa nakazuje na gospodarjenje z gozdom v zadnjih 50-ih letih. Pintar (2012) omenja tudi sledi redčenja bukovega letvenjaka in sledi redčenja smreke v fazi mlajšega drogovnjaka.

V ureditvenem obdobju od leta 1997 do 2006 je bilo v rastiščnogojitvenem razredu Gozdovi s poudarjeno socialno in ekološko funkcijo realizirane le 38,2 % načrtovane sečnje (5017,31 m³). V rastiščno-gojitvenem 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).

4.5 OGROŽENOST CESTE NA OBMOČJU RAZISKAVE

Državna cesta R1-206 Kranjska Gora-Vršič, znana pod imenom »Vršiška cesta« oziroma v delu med hotelom Erika in vrhom prelaza Vršič »Ruska cesta« ima v Sloveniji poseben pomen. Je ena najlepših panoramskih cest, ki leži v območju Triglavskega narodnega parka, prelaz Vršič je najvišji gorski prelaz v Sloveniji, cesta pa ima tudi velik simbolni pomen, saj je zgodovinski spomin na prvo svetovno vojno in soško fronto (Rekonstrukcija regionalne ceste..., 2007, cit. po Markič, 2008).



Slika 9: Objekt raziskave je območje nad cesto v bližini ruskega križa

Trasa obravnavane ceste poteka po hudourniškem območju Pišnice, zlasti Velike Pišnice, v krajinsko izjemno bogatem prostoru, kjer vlada krhko ravnovesje med rušilnimi erozijskimi procesi in naravno odpornostjo ekosistemov. Zato se ob neugodnih razmerah, kot so intenzivne dežne in snežne padavine, dolge zime z močno zmrzaljo in potresi, pojavijo močni erozijski procesi, snežni plazovi in tudi padajoče kamenje. Območje pod Ruskim križem je ogroženo zaradi padajočega kamenja preko celega leta, zlasti pa spomladi, ko se zaradi otoplitve snežna odeja začne taliti in močiti tla. Območje pa je

ogroženo tudi zaradi snežnih plazov, kar se je že v preteklosti izkazalo ob tragediji pri gradnji vršiške ceste. To področje je podrobno opisal Pintar (2012).

5 METODE

Postopek dela je potekal v dveh delih, terenski izvedbi in analizi podatkov, v naslednjem vrstnem redu:

- izločitev in opis sestojev po metodi NaiS,
- zakoličba in popis raziskovalnih ploskev,
- popis izvorov kamenja,
- analiza podatkov pridobljenih na terenu,
- simuliranje padajočega kamenja z orodjem Rockfor.net,
- presoja varovalnega učinka po NaiS sestojih.

5.1 TERENSKA IZVEDBA

5.1.1 Opis sestojev po metodi NaiS

Na obravnavanem območju smo izločili pet sestojev in jih opisali po metodi NaiS za primer padajočega kamenja. Za ugotavljanje ciljnega stanja rastišča smo uporabili rastišče *Cardamine Fagetum–typicum*.

Za vsak sestoj smo določili naslednje lastnosti:

- Deleže najpogostejših drevesnih vrst (bukev, smreka, macesen)
- Vertikalna struktura (število različnih debelinskih razredov na ha)
- Horizontalna struktura (število dreves s prsnim premerom večjim od 24 cm)
- Delež nosilcev stabilnosti v odstotkih
- Razmere za pomlajevanje (delež površine, ki je neugodna za pomlajevanje)
- Manjši pomladek (10-40 cm višine)
- Večji pomladek (40 cm višine do 12 cm premera)

Na obravnavanem območju smo opazili tri izvore padajočega kamenja, ki so označeni na karti s črko A, B in C. Ocenili smo približno višino skalne stene in dolžino izvornega območja. Točne vrednosti višine in dolžine izvornih območjih je zelo težko ugotoviti, zato smo podali približne vrednosti v intervalih. Kartirali smo tudi plaznice in pasove ruševja.

Obrazec za popis NaiS sestojev je prikazan v prilogi B.

5.1.2 Popis raziskovalnih ploskev

Znotraj vsakega sestoja smo naključno postavili eno ploskev velikosti 100 m². Na vsaki ploskvi smo popisali vsa drevesa, jim določili drevesno vrsto, izmerili premer, ocenili vitalnost drevesa (bujna, normalna, kržljava), socialni položaj ter delež poškodovanih dreves (Priloga A).

5.2 ANALIZA PODATKOV

5.2.1 Analiza podatkov s programom Microsoft Excel 2007

Podatke, ki smo jih zbrali na terenu smo obdelali s programom Microsoft Excel. Izračunali smo naslednje sestojne parametre:

- Lesna zaloga po drevesnih vrstah
- Število dreves po drevesnih vrstah
- Število dreves po debelinskih stopnjah

Za izračun lesne zaloge smo uporabili Čoklove vmesne tarife, ki jih uporablja tudi Zavod za gozdove v teh odsekih. Porazdelitev drevesnih vrst po številu in po lesni zalogi smo najprej izračunali za vsak sestoj posebej, jih pretvorili v hektarske vrednosti, nato pa smo jih pomnožili s površino. Tako smo dobili absolutne vrednosti za vsak sestoj, ki smo jih potem še sešteli in tako dobili obtežene vrednosti za celoten objekt raziskave.

Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah smo prav tako izračunali za vsak sestoj posebej in jih nato sešteli ter delili s površino celotnega objekta raziskave. Tako smo dobili povprečno število dreves v posamezni debelinski stopnji po drevesnih vrstah na hektar.

Posebej smo prikazali še analizo podatkov za ploskev 1 in ploskev 3, ki se po sestojnih lastnostih najbolj razlikujeta.

5.2.2 Izvedba simulacij z orodjem Rockfor.net

Orodje Rockfor.net, ki je prosto dostopno na internetu, se uporablja za hitro ocenjevanje varovalne sposobnosti gozda pri čemer upošteva velikost in energijo padajočega kamenja. V primerjavi z drugimi orodji in programi, na podlagi majhnega niza podatkov izračuna kazalce varovalnega gozda in za simuliranje poti padajočega kamenja ne zahteva obsežnega kartiranja na terenu.

Za izračun smo uporabili tri začetne točke padajočega kamenja ter vnesli značilnosti kamenja, pobočja in sestoja, ki se nahajajo pod izvorno točko. Uporabili smo povprečne dimenzije kamenja in dimenzije največje skale, ki smo jo opazili na terenu.

5.2.3 Presoja varovalnega učinka po NaiS sestojih

Primerjali smo posamezne parametre NaiS sestojev z minimalnim profilom, ki je predviden za rastišče *Cardamine–Fagetum typicum* ter za zaščito pred naravno nevarnostjo padajočega kamenja. Sestojni parametri, ki smo jih ocenjevali, so opisani v poglavju 5.1.1 Opis sestojev po metodi NaiS. Ocenili smo sedanje stanje gozda in predvideli trend v 10. in 50. letih. Presodili smo ali je ukrepanje potrebno in kakšna je nujnost ukrepanja ter predlagali učinkovite ukrepe, kjer je to potrebno. Nujnost ukrepanja smo določili s tremi stopnjami, majhna, srednja in velika.

6 REZULTATI

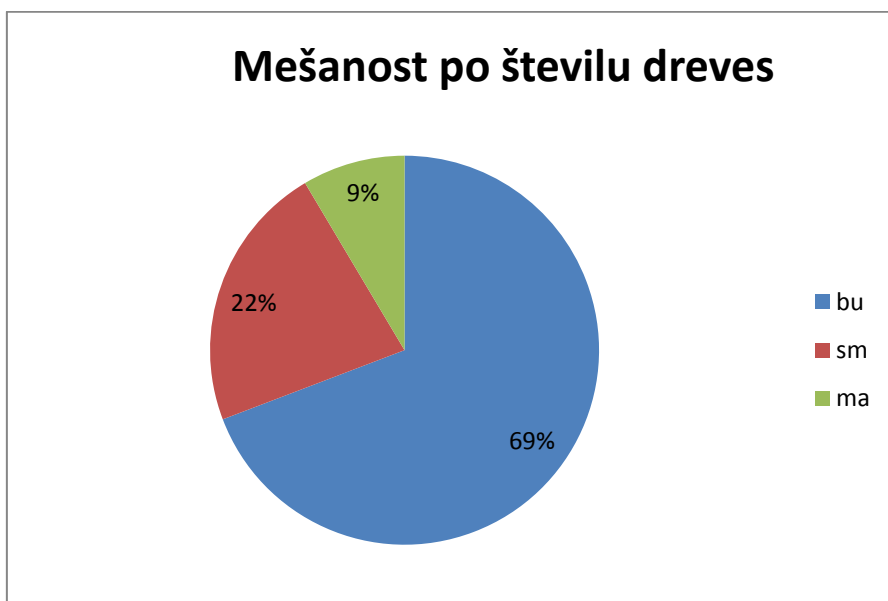
6.1 SPLOŠNA PODOBA GOZDA

Na območju raziskave je glede na lesno zalogo od treh prevladujočih drevesnih vrst najbolj zastopana bukev z 54 % deležem. Smreka se pojavlja z 26 % in macesen z 20 % deležem.



Slika 10: Mešanost drevesnih vrst po lesni zalogi.

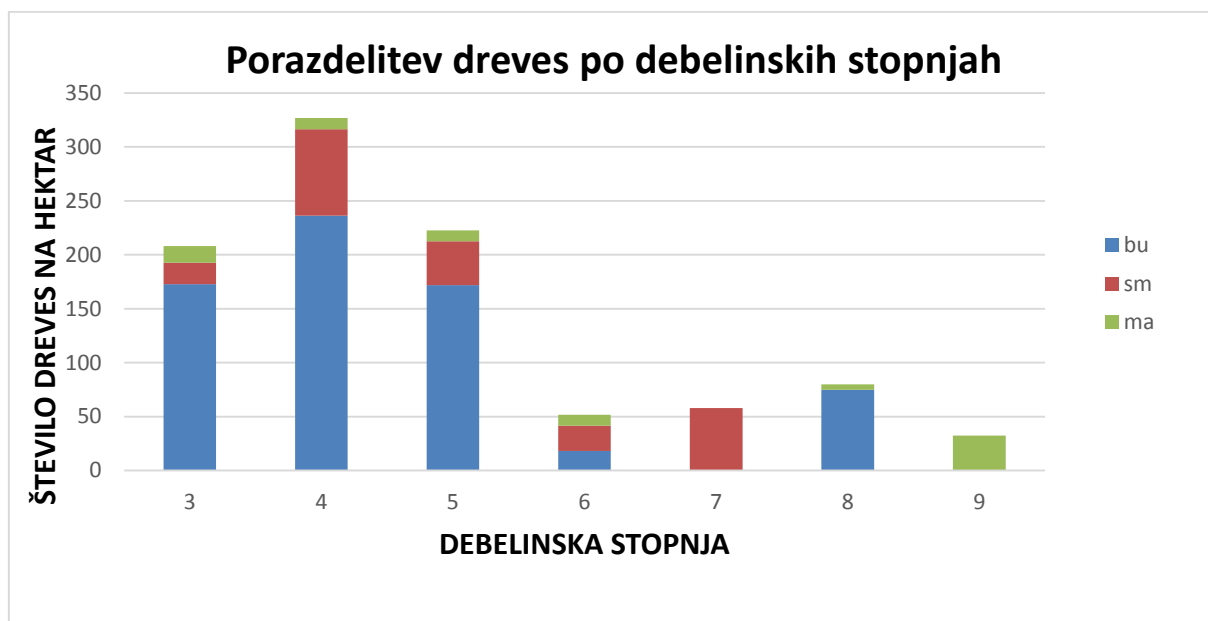
Mešanost drevesnih vrst po številu dreves pa se nekoliko razlikuje, vendar še vedno prevladuje bukev z 69 % deležem, sledi smreka z 22 % deležem. Macesen se znova pojavlja z najnižjim deležem in sicer, 9 %.



Slika 11: Mešanost drevesnih vrst po številu dreves.

Na obravnavanem območju se v zelo majhnih deležih (1 % ali manj) pojavljajo tudi gorski javor, alpski nagnoj, jelka in rdeči bor, vendar jih na proučevanih ploskvah nismo zasledili, zato jih v nadaljevanju ne prikazujemo.

Porazdelitev po debelinskih stopnjah kaže na velik delež dreves v 4. debelinski stopnji in pomanjkanje dreves v 3. debelinski stopnji. Delež bukve se lepo porazdeljuje v nižjih debelinskih razredih, pomanjkljivo pa je zastopana v višjih razredih. Podobno velja za smreko. Delež macesna pa se do 8. stopnje bistveno ne spreminja, opazen pa je večji delež v 9. debelinski stopnji, kjer sta smreka in bukev slabše zastopani.



Slika 12: Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah.

Analiza vitalnosti popisanih dreves nakazuje na srednjo do slabo vitalnost dreves. Manjši delež dreves (20 %) pa ima dobro vitalnost. Med drevesnimi vrstami kaže na najboljšo vitalnost smreka, na najslabšo pa macesen. Bukev ima velik delež dreves srednje vitalnosti.

Preglednica 1: Pregled vitalnosti dreves treh najpomembnejših drevesnih vrst.

Drevesna vrsta	Vitalnost (%)		
	Dobra	Srednja	Slaba
Bukev	17,4	43,5	39,1
Smreka	25,9	37,0	37,0
Macesen	10,0	50,0	40,0
Skupaj	20,0	41,7	38,3

Analiza socialnih položajev popisanih dreves pa je pokazala na največji delež dreves v zgornjem položaju (38,33 %), razmeroma velik delež dreves srednjega položaja (36,67 %) in najmanjši delež dreves spodnjega položaja (25 %). V zgornjem socialnem položaju prevladujeta smreka in bukev, macesen pa zavzema največji delež v srednjem položaju.

Preglednica 2: Pregled socialnih položajev treh najpomembnejših drevesnih vrst.

Drevesna vrsta	Socialni položaj (%)		
	Zgornji	Srednji	Spodnji
Bukev	43,5	30,4	26,1
Smreka	42,3	30,8	26,9
Macesen	18,2	63,6	18,2
Skupaj	38,3	36,7	25,0

Opazili smo od 10 do 15 % poškodovanost dreves zaradi padajočega kamenja.

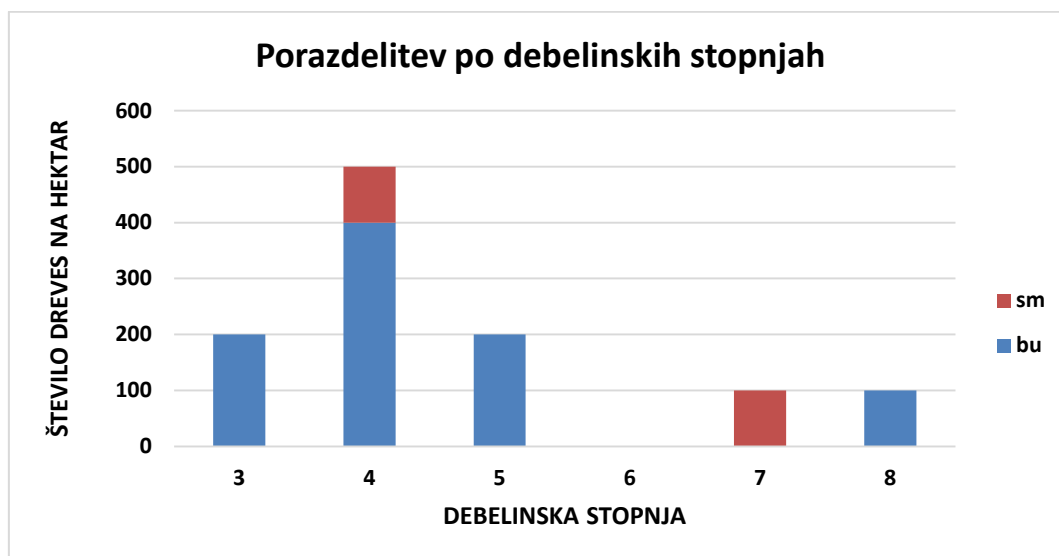
Ocenjena povprečna lesna zaloga znaša 361 m³/ha, povprečna gostota pa 974 dreves/ha. Med vzorčnimi ploskvami obstajajo velike razlike v gostoti dreves, lesni zalogi, vitalnosti ter tudi v mešanosti po lesni zalogi in po številu dreves ter porazdelitvi po debelinskih stopnjah. Za primerjavo smo si izbrali prvo in tretjo ploskev.

6.1.1 Prva ploskev

Na prvi ploskvi velikosti enega ara je močno zastopana bukev s kar 70 % deležem po lesni zalogi. Smreka predstavlja 30 % delež po lesni zalogi. Lesna zaloga ja na prvi ploskvi znašala 356 m³/ha.

Po številu dreves je delež bukve še večji in sicer 82 %, delež smreke pa le 18 %. Gostota dreves je na prvi ploskvi znašala 1100 dreves/ha.

Porazdelitev števila dreves po debelinskih stopnjah kaže na pomanjkanje dreves v 3. in 6. debelinski stopnji.



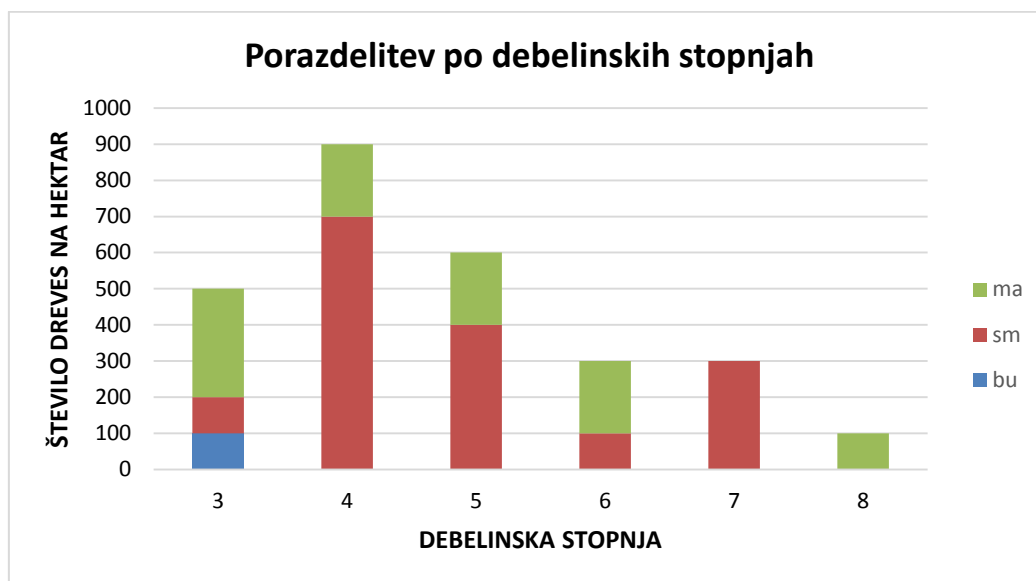
Slika 13: Porazdelitev po debelinskih stopnjah na ploskvi ena.

6.1.2 Tretja ploskev

Na tretji ploskvi se bukev pojavlja z zelo majhnim deležem po lesni zalogi (manj kot 1 %). Bistveno večji delež predstavlja macesen (38 %), največji (62 %) pa smreka. Lesna zaloga je na tretji ploskvi znašala 966 m³/ha.

Deleži drevesnih vrst po številu dreves se rahlo razlikujejo. Delež bukve se nekoliko poveča (na 4 %), delež smreke se le za 2 % zmanjša, delež macesna pa ostane približno enak. Gostota dreves je na tretji ploskvi znašala 2700 dreves/ha.

Porazdelitev po debelinskih stopnjah se približuje padajoči frekvenčni porazdelitvi s pomanjkanjem dreves v 3. debelinski stopnji. Bukev je prisotna le v 3. debelinski stopnji, v višjih pa se pojavljata le smreka in macesen.



Slika 14: Porazdelitev po debelinskih stopnjah na ploskvi tri.

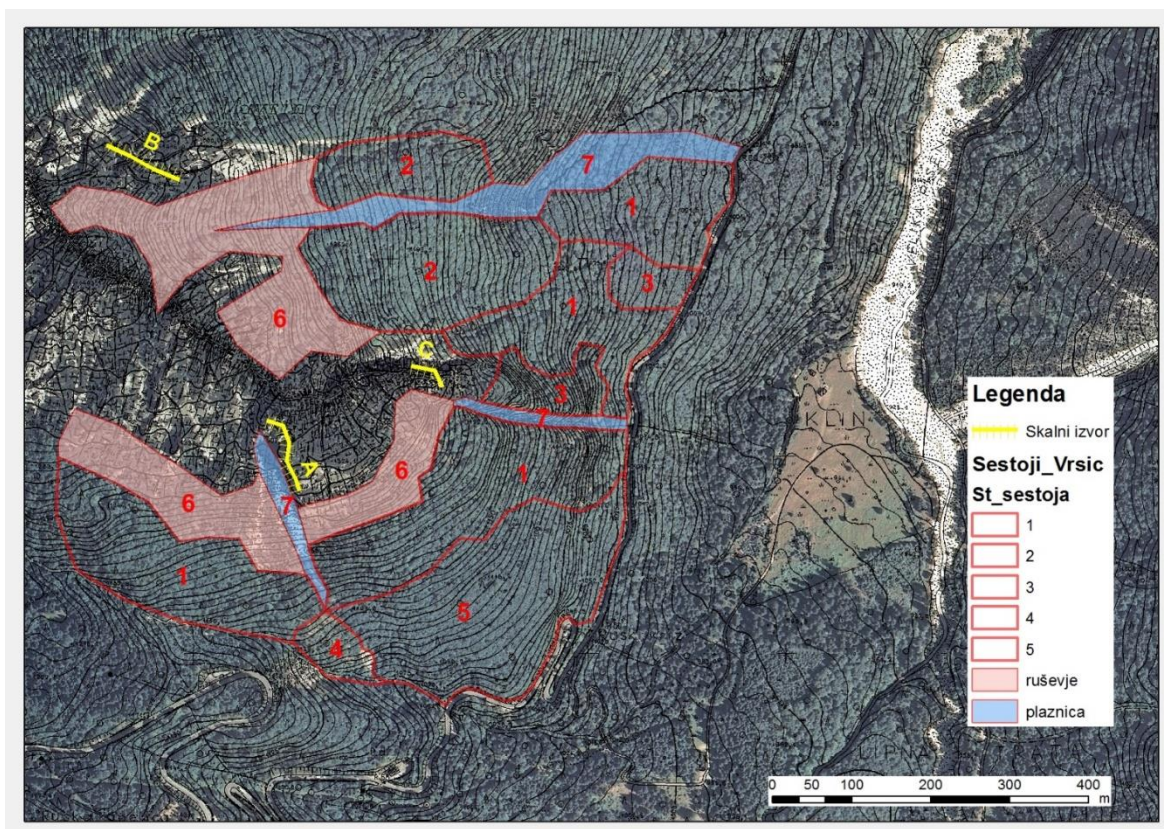
Primerjava vitalnosti je pokazala, da so drevesa na prvi ploskvi bolj vitalna, saj je delež bujno razvitih dreves na prvi ploskvi 18 odstoten, na tretji pa 11 odstoten. Tretja ploskev ima tudi večji delež slabo vitalnih oz. kržljavih dreves.

Preglednica 3: Primerjava vitalnosti dreves na prvi in tretji ploskvi

Ploskev	Vitalnost (%)		
	Dobra	Srednja	Slaba
1. ploskev	18,2	45,4	36,4
3. ploskev	11,1	40,7	48,2

6.2 NaiS SESTOJI

NaiS vegetacijske sestoje smo izločili glede na drevesne vrste, povprečno starost dreves in debelinski razred. Na izjemno strmih pobočjih, kjer je bil dostop prezahteven, smo si pri razmejevanju pomagali z aerofoto posnetkom. Glede na omenjene kriterije smo izločili pet NaiS sestojev, ki so označeni na karti (slika 15). Posebej smo označili tudi površine porasle s rušjem in plaznice. Sestoj 4 ne izpolnjuje kriterija po minimalni površini vsaj 1 ha, vendar ga zaradi mlajše starostne strukture in zastopanosti dreves le do 5. debelinskega razreda nismo mogli združiti s katerim od sosednjih sestojev.



Slika 15: Karta NaiS sestojev z označenimi pasovi ruševja, plaznicami in skalnimi izvori

Izpolnjene preglednice NaiS sestojev so prikazane v prilogah C, D, E, F in G. Trend v 10. in 50. letih smo prikazali z dvema puščicama, ki nakazujeta pozitiven (usmerjeni v desno) ali negativen (usmerjeni v levo) razvoj določene lastnosti sestoja. V primeru, da puščici potekata naravnost navzgor sklepamo, da se trend v 10. oz. v 50. letih brez ukrepanja ne bo spremenil.

Ocenili smo, da noben NaiS sestojev ne izpolnjuje minimalnih pogojev za zagotavljanje varovalne funkcije pred padajočim kamenjem in da je v vseh sestojih potrebno ukrepanje. Glede na stopnjo izpolnjevanja minimalnega profila oz. na število lastnosti, ki izpolnjujejo minimalni profil smo ocenili tri stopnje ukrepanja. V primeru, da je vsaj pet lastnosti enega sestoja izpolnjevalo minimalne zahteve smo določili nujnost ukrepanja tri, kar pomeni majhna nujnost. Če so bile lastnosti, ki so izpolnjevale minimalne zahteve tri ali štiri, potem smo določili srednjo nujnost ukrepanja, s številko dve. Kjer pa sta le dve ali manj

lastnosti izpolnjevali minimalne zahteve pa je bila nujnost ukrepanja velika in smo jo označili s številko ena.

Preglednica 4: Pregled izpolnjevanja minimalnih zahtev NaiS sestojev

Lastnosti sestoja	Sestoj 1	Sestoj 2	Sestoj 3	Sestoj 4	Sestoj 5
Mešanost drevesnih vrst	da	ne	ne	ne	ne
Vertikalna struktura	da	da	da	da	da
Horizontalna struktura	da	da	da	ne	da
Nosilci stabilnosti	da	ne	da	da	da
Razmere za pomlajevanje	da	da	da	da	da
Pomlajevanje: manjši pomladek	ne	ne	ne	da	ne
Pomlajevanje: večji pomladek	ne	ne	da	da	ne
Nujnost ukrepanja	3	2	3	3	2

Mešanost je zadovoljiva le v prvem NaiS sestoju, v vseh ostalih sestojih pa je delež listavcev oz. bukve premajhen. Vertikalna struktura, ki smo jo ocenili z zadostnim številom dreves z rastnim potencialom v vsaj dveh različnih debelinskih razredih je zadovoljiva v vseh NaiS sestojih. Horizontalna struktura, ki zahteva vsaj 300 dreves na hektar s premerom, ki je večji od 24 cm ni zadovoljiva le v četrtem NaiS sestoju, kjer je takšnih dreves premalo. Razmere za pomlajevanje so ugodne v vseh sestojih, vendar kljub temu minimalne zahteve po deležu manjšega in tudi večjega pomladka na površino v večini primerov niso izpolnjene. Končni rezultat kaže, da noben NaiS sestoj ne izpolnjuje vseh zahtev, kar pomeni, da je povsod potrebno ukrepanje s srednjo, oziroma majhno nujnostjo ukrepanja. Ocenjeni trendi čez 10 in 50 let nakazujejo, da se bo stanje posameznih lastnosti le pri nekaterih sestojih izboljšalo, ponekod bo v primeru negospodarjenja stanje ostalo enako. Stanje določenih lastnosti pa je že sedaj slabo in trendi nakazujejo, da se bo to stanje še poslabšalo, če ne bomo ukrepali. Pri tem moramo omeniti predvsem pomlajevanje, ki je v vseh razen v četrtem sestoju pomanjkljivo in ne kaže na izboljšanje stanja. Delež nosilcev stabilnosti je sicer trenutno zadovoljiv, vendar ocenjujemo, da se bo njihovo število zmanjšalo. Problem nakazuje tudi trend pri mešanosti

drevesnih vrst, ki v vseh sestojih razen v prvem kaže na zmanjšanje deleža listavcev, kar bo prav tako povzročilo zmanjšanje varovalne funkcije gozda na območju raziskave.

V preglednicah NaiS sestojev, ki so priložene v prilogah, so zapisani tudi ukrepi, ki jih predlagamo za izboljšanje zaščitne funkcije varovalnega gozda nad delom vršiške ceste.

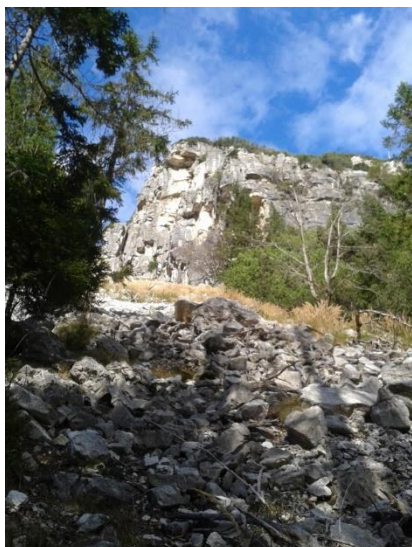
6.3 IZVORI PADAJOČEGA KAMENJA

Na raziskovalnem območju smo opazili dva večja izvora kamenja in enega manjšega (slika 15).

Izvorno območje A (slika 16) se razteza v dolžini od 40-60 m in sega v višino 15-20 m. Ocenjujemo, da gre za razmeroma nevaren izvor padajočega kamenja, saj se tik pod njem nahaja negozdnata površina (slika 17), ki predstavlja prehodno območje, kjer sta hitrost padanja in velikost odbijanja kamenja največji.



Slika 16: Izvorno območje A



Slika 17: Prehodno območje padajočega kamenja pod izvornim območjem A

Izvorno območje B (slika 18) se razteza v dolžini od 50-70 m in sega v višino 25-30 m. Tudi to območje proženja je nevarno, vendar manj kot območje A, saj se pod njim nahaja dokaj gost in raznodoben sestoj bukve s primesjo macesna in smreke. Te lastnosti sestoja omogočajo, da gozd že na prehodnem območju zadrži večji del kamenja, ki se sproži s skalne stene. Na sliki 16, ki je bila zajeta pod izvornim območjem B je prikazan omenjeni sestoj, na njem pa sta razvidna tudi dva primera zaustavitve kamenja zaradi dreves.



Slika 18: Izvorno območje B



Slika 19: Sestoj pod izvornim območjem B, ki zaustavlja padajoče kamenje

Izvorno območje C (slika 20) se razteza na dolžini 25-30m, v višino pa sega le 3-5 m. Na prehodnem območju pod njim smo opazili le nekaj kamnov manjših dimenzij, zato smo ocenili, da gre za manj nevarno območje padajočega kamenja.



Slika 20: Manjše izvorno območje C

6.4 ANALIZA OGROŽENOSTI Z ORODJEM Rockfor.net

Rezultati analize ogroženosti pred padajočim kamenjem so prikazani v preglednici 5. Najprej smo izvedli analizo za tri izvorna območja (slika 22) za povprečne dimenzije

kamenja ($0,5 \times 0,5 \times 0,5$), nato pa še analizo A izvornega območja za dimenzije ($1,7 \times 0,5 \times 1$) največje opažene skale na terenu (slika 21).

Preglednica 5: Rockfor.net rezultati za A, B in C izvore kamenja

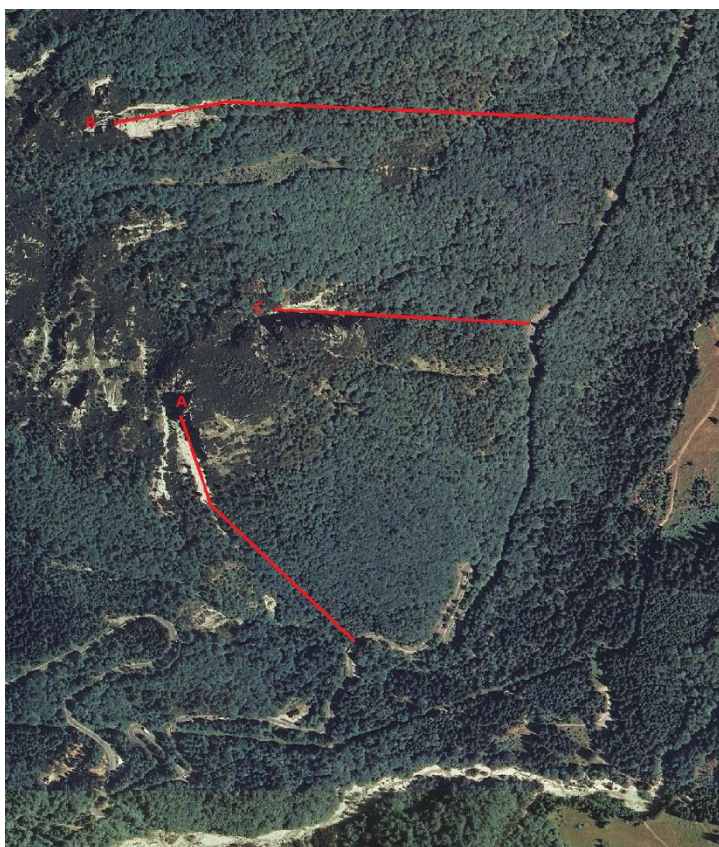
Izvorno območje	A	A	B	C
Dimenzije skal	$0,5 \times 0,5 \times 0,5$	$1,7 \times 0,5 \times 1$	$0,5 \times 0,5 \times 0,5$	$0,5 \times 0,5 \times 0,5$
Povprečni prsni premer (cm)	23	23	25	19
Stopnja zaščite (%)	75-95	25-50	95-99	95-99
PRH (%)	9,4	54,7	1	1
Priporočena gostota (dreves/ha) (DBH $\geq$ 8 cm)	1000	1300	670	780
Priporočena gostota (dreves/ha) (DBH $\geq$ 12 cm)	600	810	410	470
Priporočena temeljnica (DBH $\geq$ 8 cm) m ² /ha	32	64	20	24
Maksimalna energija skale v gozdu (kJ)	100	700	100	100

Kot glavni rezultat navajamo trenutno stopnjo zaščite v odstotkih, ki je za izvorno območje B in C največja možna. Avtorja (Berger in Dorren, 2007) orodja navajata, da 100 % stopnja zaščite tako rekoče ni mogoča.

Izračunali smo tudi verjetnost tveganja pred padajočim kamenjem (PRH) (Berger in Dorren, 2007), ki je podana v odstotkih. Ta je enaka enemu odstotku za izvorni območji B in C, ker dejanska temeljnica sestoji zavzema visoko vrednost v primerjavi z priporočeno temeljnico.



Slika 21: Največja opažena skala na terenu



Slika 22: Karta izvorov padajočega kamenja z dolžinami gozdnega in negozdnega pobočja.

7 RAZPRAVA

7.1 SPLOŠNA PODOBA GOZDA

Glede na lesno zalogo in število dreves v vrstni sestavi prevladuje bukev, kar prispeva k zadovoljivemu stanju (Sliki 10 in 11). Po debelinskih stopnjah se bukev v prevladujočem deležu pojavlja samo v prvih debelinskih stopnjah (od 3. do 5. debelinske stopnje), v višjih pa se povečata delež smreke in macesna (Slika 12). V mlajših razvojnih fazah torej prevladuje bukev, velik delež pa ohrani le v nekaterih starejših stopnjah. Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah kaže na pomanjkanje dreves v 3. debelinski stopnji, kar se odmika od padajoče frekvenčne porazdelitve, ki je značilna za raznodobno strukturo gozdov, ki predstavlja boljšo odpornost proti padajočemu kamenju in hkrati prispeva k trajnosti zaščitne funkcije. Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Pintar (2012), ki je v svoji diplomski nalogi presojal varovalni učinek pred snežnimi plazovi na istem območju. Zapisal je tudi, da bi se lahko pojavile velike težave pri obnovi takih sestojev, saj bi na veliki površini dobili nestabilne in neodporne sestoje.

Povprečna lesna zaloga, ki smo jo izračunali iz zbranih podatkov znaša $361 \text{ m}^3/\text{ha}$, kar je nekoliko precenjena ocena. Sklepamo, da je to posledica premajhnega števila raziskovalnih ploskev, ki ne odražajo dejanskega stanja. Zelo podobno oceno povprečne lesne zaloge za enako območje je predstavil tudi Pintar (2012) in sicer $366 \text{ m}^3/\text{ha}$, ki jo prav tako označuje za dokaj visoko vrednost. Povprečna gostota znaša 974 dreves/ha , kar je tudi nekoliko visoka vrednost. To nam potrjuje tudi Pintarjeva ocena povprečne gostote na tem raziskovalnem območju, ki znaša 830 dreves/ha . Vendar pa je večja gostota dreves z vidika varovanja pred padajočim kamenjem zaželena.

Analiza vitalnosti treh najpogostejših vrst je pokazala, da je največ dreves srednje vitalnih, precejšen delež dreves pa tudi slabo vitalnih. Sklepamo, da je to posledica negospodarjenja, strmih naklonov gorskega pobočja, visoke gostote dreves ter poškodovanosti dreves zaradi padajočega kamenja (slika 21). Takšen rezultat je nekoliko presenetljiv za bukev, kjer bi pričakovali boljšo vitalnost, saj raste na bukovih rastiščih.



Slika 23: Poškodovanost drevesa zaradi padajočega kamenja

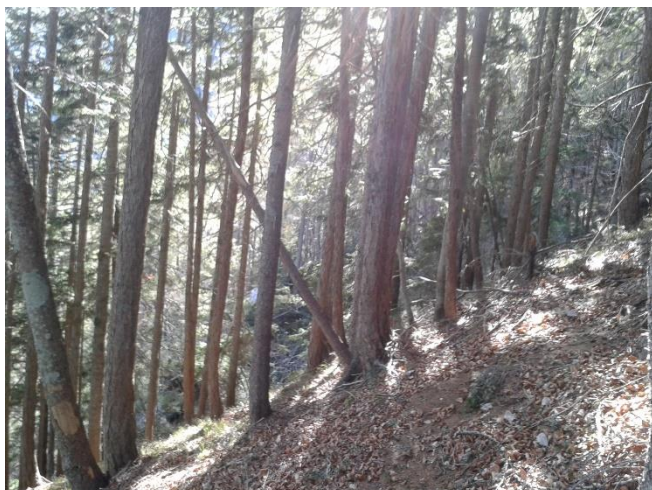
Primerjava sestojih lastnosti na ploskvi 1 in ploskvi 3 je pokazala, da se deleži drevesnih vrst med ploskvama bistveno razlikujejo. Na prvi ploskvi je bukev zastopana s večinskim deležem po lesni zalogi in še nekoliko večjim deležem po številu dreves, medtem ko je njen delež na tretji ploskvi zelo majhen. Po lesni zalogi je njen delež manjši od enega odstotka, po številu dreves pa nekaj manj kot 4 %. Preostali delež mešanosti na prvi ploskvi predstavlja smreka. Čeprav v rezultatih analize prve ploskve delež macesna ni zabeležen pa je potrebno omeniti, da se macesen pojavlja tudi v prvem sestoju, vendar ni bil zajet v našo ploskev.



Slika 24: Pogled na prvo analizirano ploskev

Primerjava porazdelitve po debelinskih stopnjah med prvo in tretjo ploskvijo nam pokaže, da se tretja ploskev bolje približuje padajoči frekvenčni porazdelitvi, ki nakazuje raznodobno strukturo sestojev. Vendar je na obeh ploskvah močno opazen premajhen delež dreves v 3. debelinski stopnji, na prvi ploskvi pa tudi v 6. debelinski stopnji. Če z gospodarjenjem ne bomo pravočasno usmerili razvoja debelinske strukture, lahko pričakujemo zmanjšanje odpornosti in vzdržljivosti varovalnih sestojev.

Navedli smo tudi lesno zalogo prve ploskve ($356 \text{ m}^3/\text{ha}$) in jo primerjali z lesno zalogo tretje ploskve ($966 \text{ m}^3/\text{ha}$). Vrednosti se močno razlikujeta, kar pojasnjujemo z večjim deležem debelejših dreves in večjo gostoto (2700 dreves/ha) na tretji ploskvi (slika 23). Vrednost lesne zaloge prve ploskve se približuje povprečni vrednosti lesne zaloge za celotno območje raziskave, ki znaša $361 \text{ m}^3/\text{ha}$. Tudi gostota dreves prve ploskve (1100 dreves/ha) bolje sovпада s povprečno gostoto proučevanega območja (974 dreves/ha).



Slika 25: Tretja analizirana ploskev

Izredno visoka gostota dreves na tretji ploskvi pa negativno vpliva na vitalnost dreves, kar potrjujejo tudi rezultati primerjave vitalnosti. Na tretji ploskvi je ta posledično nekoliko slabša kot na prvi. Kljub temu pa ocenjujemo, da je vitalnost na obeh ploskvah nezadovoljiva in bi bilo potrebno izvajati nego sestojev.

7.2 SESTOJI, NAIS SESTOJI IN UKREPANJE

Pri razmejevanju sestojev smo si pomagali z aerofoto posnetki, ker fizični pregled območja ni bil mogoč v celoti. Razgiban teren in strm naklon sta nam onemogočala dostop do določenih predelov. Poleg tega med različnimi sestoji ni izrazite meje, ampak posamezen sestoj postopno prehaja v naslednjega, kar je značilno za naravi prepuščene sestoje.

Analiza NaiS sestojev je pokazala, da vsi NaiS sestoji le delno izpolnjujejo minimalne zahteve, nobeden ne v celoti. Ocenjujemo, da je stanje varovalnih gozdov na raziskovalnem območju nezadovoljivo in bi bilo potrebno ukrepati na različnih področjih. V prilogah so zapisani predlogi za ukrepanje v posameznem NaiS sestoji z namenom, da stanje izboljšamo in posledično povečamo varovalno funkcijo gozdov. Največji problem predstavlja pomanjkanje pomladka, zato predlagamo ustvarjanje pomladitvenih jeder na celotnem območju raziskave. S tem bi pomembo prispevali k trajni varovalni funkciji gozdov. V naslednjih 10-20 letih pa bi bilo potrebno tudi izboljšati mešanost drevesnih vrst v prid listavcev, saj je stanje glede mešanosti zadovoljivo le v prvem NaiS sestoji. Kot

pomembno lastnost stabilnega sestoja moramo omeniti tudi prisotnost nosilcev stabilnosti, ki je v vseh, razen v sestoji 2 zadostna, vendar je iz vidika trajnosti potrebno izvesti gozdnogojitvene ukrepe tudi na tem področju. Predvidevamo, da se bo ob neukrepanju delež stabilnih dreves postopno zmanjševal.

Trend v 10-ih in 50-ih letih nam pokaže, da se bo stanje gozdov znotraj objekta raziskave poslabšalo, če jih bomo prepustili naravnemu razvoju. Posledično se bo zmanjšala njihova varovalna funkcija ter povečala ogroženost vršiške ceste zaradi padajočega kamenja.

Kartirali smo tudi pasove rušja, ki imajo velik pomen pri varovanju, saj predstavljajo prvo oviro padajočemu kamenju, ki se sproži iz skalne stene. Ruševje ščiti tla pred erozijo in jim s porabo vode izboljšuje stabilnost. Zmanjšuje tudi učinek negativnih posledic naravnih nevarnosti (padajoče kamenje, snežni in zemeljski plazovi, drobirski tokovi) v primeru, da se te zgodijo. Po motnji pa prispeva k ponovni vzpostavitvi uravnovešenega stanja z ustvarjanjem ugodnih razmer za pomlajevanje.

Na karti (slika 15) so označene tudi plaznice, na katerih stalno nastopajo snežni plazovi. Nekatere od njih pa predstavljajo tudi prehodno, lahko tudi odlagalno območje padajočega kamenja (slika 30).



Slika 26: Plaznica pod izvornim območjem padajočega kamenja

Določanje dimenzij skalnih izvorov je brez merskih naprav nekoliko oteženo. Ocenjene vrednosti širine in dolžine so zato le približne.

Diaci in sod. (2012) poudarjajo, da vsaka kombinacija rastišča in naravne nevarnosti lahko terja drugačen gozdnogojitveni cilj in usmeritve za ukrepanje. Preliminarna uporaba švicarskih smernic (NaiS) nakazuje primernost za uporabo v slovenskih razmerah. Dopolniti pa bo treba gozdnogojitvene cilje za številne združbe ilirskih listnatih gozdov, ki se po zmesi in sindinamiki razlikujejo od vegetacije osrednjih Alp (Diaci in sod., 2012).

7.3 ANALIZA OGROŽENOSTI Z ORODJEM Rockfor.net

Osnovni princip orodja rockfor.net temelji na vrednosti temeljnice, ki predstavlja glavno izhodišče za izračun verjetnosti, da skala z vrha pobočja pride skozi sesto (Berger in Dorren, 2007). Ugotovili smo, da je vrednost PRH za območje B in C enaka enemu odstotku (preglednica 5), ravno zaradi visoke vrednosti dejanske temeljnice sestojev, ki se nahajajo pod izvornima območjema B in C. Sklepamo lahko, da je zato tudi stopnja zaščite za ti dve območji visoka, kljub razlikam v povprečnih prsnih premerih.

Pomemben podatek, ki prispeva k rezultatu stopnje zaščite so zagotovo dimenzije kamnov oz. skal, ki se nahajajo na ogroženem območju. Pri dimenzijah $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m}$ je stopnja zaščite razmeroma visoka (75-95 %), pri dimenzijah največje opažene skale na objektu raziskave $1,7\text{ m} \times 0,5\text{ m} \times 1\text{ m}$, pa se stopnja zaščite zmanjša na 25-50 %. Te vrednosti dimenzij smo uporabili samo pri izračunu za izvorno območje A, ker smo le tam opazili nadpovprečno velike skale (slika 21).

Vrednost PRH v prvem primeru znaša 9,4 %, pri povečanju dimenzij pa naraste na 54,7 %. Kar pomeni, da obstaja 54,7 odstotna verjetnost, da skale dimenzij $1,7\text{ m} \times 0,5\text{ m} \times 1\text{ m}$ sesto ne zaustavi in lahko povzroči škodo.

Orodje poleg priporočene gostote dreves s prsnim premerom $\text{DBH} \geq 8\text{ cm}$ in $\text{DBH} \geq 12\text{ cm}$ izračuna tudi priporočeno gostoto dreves s prsnima premeroma $\text{DBH} \geq 24\text{ cm}$ in $\text{DBH} \geq 36\text{ cm}$. Dodatna rezultata poleg priporočene temeljnice, ki potencialno zaustavi vse padajoče

kamenje, sta še idealna temeljnica ter minimalna temeljnica. Glede na vstavljene parametre nam orodje v obliki diagrama prikaže tudi idealno porazdelitev dreves po prsnem premeru.

Kljub mnogim prednostim orodja Rockfor.net moramo omeniti, da ta ne upošteva topografije terena v dovolj veliki meri, ki je pogosto od izvora kamenja do ciljne točke zelo raznolika. Ravno tako ne zahteva vnosa podatkov o potencialno ležečem drevju, ki je do določene stopnje sposobno omiliti negativne učinke padajočega kamenja. Rebernik (2013) je opisal dodatne slabosti, kot je neupoštevanje izgube energije ob odboju, dejanske porazdelitve dreves v prostoru in možne odklone kamenja od načrtane poti. Hkrati je poudaril, da je Rockfor.net enostavnejši, hitrejši in cenejši program v primerjavi z Rockyfor3D.

Berger in Dorren (2007) sta poudarila, da bi bilo potrebno dodatno umerjanje orodja, saj bi s tem lahko preizkusili stabilnost uporabljenih parametrov, kot tudi orodja Rockfor.net.

7.4 PRIMERJAVA Z DRUGIMI RAZISKAVAMI

Dokaj podobne rezultate sestojnih značilnosti istega območja raziskave je predstavil že Pintar (2012), ki se je v svoji diplomski nalogi osredotočil na presojo varovalnega učinka pred snežnimi plazovi. Ocenil je dokaj podobne deleže smreke in bukve v lesni zalogi, podal pa je nekoliko nižji delež macesna (11 %), kot smo ga ugotovili mi (20 %).

Prav tako je ocenil, da noben NaiS sestoj na obravnavanem območju ne izpolnjuje vseh zahtev za minimalno zadovoljivo stanje ter poudaril problem pomanjkanja pomladka. Ugotovil je, da se bodo sestoji, če v njih ne bomo prilagojeno gospodarili oddaljevali od ciljnega stanja in izgubljali zaščitno in varovalno funkcijo. Poleg gozdnogojitvenih ukrepov je predlagal novo kartiranje varovalne in zaščitne funkcije ter posodobitev plaznic.

Rebernik (2013), ki je proučeval vpliv padajočega kamenja v varovalnem gozdu na Ljubelju, je prav tako ugotovil pomanjkanje dreves v tretji debelinski stopnji in poudaril, da enomerna struktura nudi slabšo elastičnost in odpornost. Zaželeni so prebiralni gozdovi, kjer prevladuje bukev. Izpostavil je tudi problem pomlajevanja in opozoril na previdnost

pred pretirano razredčenimi sestoji, ki bi lahko povečali ogroženost ceste. Pri svojem delu je uporabil računalniška programa Rockyfor3D, Rockfor.net in metodo senčnega kota. Pri vnosu podatkov za program Rockfor.net je uporabil dimenzije največjih skal $0,5\text{ m} \times 0,6\text{ m} \times 0,6\text{ m}$, ki so nekoliko manjše od največjih dimenzij, ki smo jih izmerili mi. Ugotovil je, da lahko vrednosti PRH zavzamejo še večje vrednosti (do 100 %), kot smo jih izračunali mi (54 %).

Na pomanjkanje dreves v nižjih debelinskih stopnjah je opozoril tudi Fidej (2011), ki je analiziral strukturne značilnosti gozdov, ki opravljajo zaščitno funkcijo pred drobirskim tokom ob Savi Bohinjki v Soteski.

Ocenil je, da na 40 % površine vplivnega območja gozdnogojitveno ukrepanje ni možno, na preostalih 60 % pa je gozdnogojitveno ukrepanje nujno. Mi smo ugotovili, da je ukrepanje potrebno na celotnem območju raziskave, le da je nujnost ukrepanja v določenih sestojih majhna.

Podobno kot sta ugotovila Motta in Haudemad (2000), smo tudi pri naši raziskavi ugotovili, da so neprimerna mešanost vrst, enomerna vertikalna in horizontalna struktura, pomanjkanje naravnega pomlajevanja, glavni vzroki nestabilnosti.

8 SKLEPI

Padajoče kamenje je na gorskih pobočjih naraven pojav, vendar lahko gozd, s katerim gospodarimo usmerjeno, zmanjša negativne učinke naravnih nevarnosti. Dosedanje raziskave so pokazale, da lahko inovativno gospodarjenje z gozdovi v mnogih primerih zmanjša padajoče kamenje do te mere, da ne predstavlja več nevarnosti za infrastrukturo ali prebivalce. Trajnost varovalne funkcije lahko zagotovimo z raznomerno in raznodobno strukturo, s primerno mešanostjo drevesnih vrst ter z zadostnim številom stabilnih in vitalnih dreves.

Analizirali smo sestojne parametre gorskega gozda in jih primerjali z minimalnimi pogoji, ki zagotavljajo varovalno funkcijo. Ugotovili smo, da mešanost drevesnih vrst ni primerna, saj je delež iglavcev, ki plitko koreninijo in zmanjšujejo stabilnost, previsok. Ugotovljena je bila tudi premajhna prisotnost pomladka ter neprimerna debelinska struktura. Splošna usmeritev za gozdove, ki varujejo pred padajočim kamenjem, je na primer pospeševanje mešanih, malopovršinsko raznomernih ($< 0,5$ ha) in raznodobnih sestojev domačih drevesnih vrst. (Diaci in sod., 2012). Za doseganje stabilnosti bi bilo potrebno izvajati svetlitveno redčenje in s tem ustvariti pogoje za manjša pomladitvena jedra. Starejša drevesa odstranjujemo postopno. Pri tem moramo paziti, da ne odpiramo večjih vrzeli, saj bi s tem povečali hitrost kamenja. Posek predebelega in nestabilnega drevja izvedemo tako, da to drevje pade diagonalno na smer padnice terena, s tem ustvarimo dodatno zaščito pred naravnimi nevarnostmi. Pomembno je pospeševanje dobro stabilnih in vitalnih dreves. Možno je tudi panjevsko gospodarjenje, saj panjevski bukovi gozdovi zelo dobro zaustavljajo padajoče kamenje (Rugani in Firm, 2012).

Zavedati pa se moramo, da je gozd dinamičen sistem, ki tekom svojega razvoja nudi različno stopnjo zaščite pred padajočim kamenjem. Tam, kjer gozdnogojitveni ukrepi ne morejo zagotoviti trajne zaščitne funkcije, je smiselna postavitev tehničnih varovalnih objektov.

9 POVZETEK

Namen diplomskega dela je bil analizirati sestojne značilnosti gozda, presoditi varovalni učinek gozda pred padajočim kamenjem ter predlagati gozdnogojitvene ukrepe za izboljšanje varovalne funkcije gozdov.

Objekt raziskave se nahaja nad delom vršiške ceste v bližini ruskega križa, kjer znaša nadmorska višina od 1000 m do 1200 m. Relief je razgiban in strm, lega je po večini pobočja jugovzhodna. Prevladujoča gozdna združba je *Anemone trifoliae–Fagetum typicum*.

Izločili smo pet sestojev in znotraj vsakega naključno postavili eno ploskev velikosti enega ara. Popisali smo vsa drevesa na ploskvi, katerih prsni premer je večji od 10 cm. Določili smo jim drevesno vrsto, socialni položaj, vitalnost in izmerili prsni premer. Podatke smo obdelali s programom Excel in jih uporabili za prikaz sestojnih parametrov celotnega območja ter primerjavo med tipičnima, vendar hkrati najbolj različnima, sestojema. Sestoje smo opisali po metodi NaiS (Frehner in sod., 2005). Stanje posamezne lastnosti sestoja smo primerjali z minimalnimi zahtevami, ki jih metoda predlaga za potencialno nevarnost padajočega kamenja. Glede na izpolnjevanje minimalnih zahtev smo določili, ali je stanje zadovoljivo ali pa je potrebno ukrepanje. Določili smo tudi nujnost ukrepanja. Predvideli smo tudi trend razvoja sestoja čez 10 in čez 50 let ter na podlagi zbranih podatkov predlagali ukrepe za izboljšanje stanja.

Na območju raziskave smo kartirali pasove ruševja in plaznice ter tri izvore kamenja, katerim smo ocenili približno višino in dolžino.

Delež bukve v lesni zalogi znaša 54 %, delež smreke 26 % in delež macesna 20 %. Po številu dreves znaša delež bukve 69 %, sledi smreka z 22 % deležem in macesen z 9 % deležem. Porazdelitev števila dreves po debelinskih stopnjah kaže na padajočo frekvenčno porazdelitev s pomanjkanjem dreves v tretji debelinski stopnji. Pričakujemo, da se bo delež debelih dreves še povečal, kar bo negativno vplivalo na stabilnost sestojev in trajnost zaščitne funkcije.

Povprečna lesna zaloga znaša $361 \text{ m}^3/\text{ha}$, povprečna gostota pa 974 dreves/ha . Analiza vitalnosti popisanih dreves nakazuje na srednjo do slabo vitalnost dreves. Manjši delež dreves (20 %) pa ima dobro vitalnost. Analiza socialnih položajev popisanih dreves je pokazala na največji delež dreves v zgornjem položaju (38,3 %).

Z orodjem Rockfor.net smo določili trenutno stopnjo zaščite sestojev, ki ležijo pod izvornimi območji padajočega kamenja. Ugotovili smo, da večje dimenzije skal, nizka gostota dreves in majhna temeljnica močno zmanjšajo stopnjo zaščite in povečajo verjetnost tveganja, da skale pridejo skozi sestoj.

Ugotovili smo, da noben NaiS sestoj ne opravlja zadovoljive varovalne funkcije in da le delno izpolnjujejo minimalne zahteve. Gozdnogojitveni ukrepi so potrebni v vseh sestojih predvsem v smeri zagotavljanja trajne zaščitne funkcije. Stanje na sestojih 2 in 5 je nekoliko slabše, zato smo ocenili, da je nujnost ukrepanja srednja, v ostalih sestojih pa majhna. Tradicionalni pristop neukrepanja ne pride v poštev pri vzdrževanju varovalnosti gorskih gozdov (Dorren in Berger, 2006a).

10 VIRI

- Arhiv – opazovani in merjeni podatki po Sloveniji. 2013. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. (<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>) (23. 11. 2014)
- Berger F., Dorren L. K. A. 2007. Principles of the tool Rockfor.net for quantifying the rockfall hazard below a protection forest. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 158, 6:157-165
- Brang P. 2001. Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 145: 107–119
- Brang P., Schönenberger W., Frehner M., Scwitter R., Thorman J.J., Wasser B. 2006. Management of protection forests in the European Alps: an overview. *Forest snow and landscape research*, 80, 1:23-44
- Diaci J., Beguš J., Bončina A., Breznikar A., Firm D., Grecs Z., Jošt M., Kovač M., Košir B., Kozorog E., Matijašić D., Papež J., Robek R., Rovani S., Rugani T., Zavrl Bogataj A., Zafran J. 2012. Zaključki in usmeritve posvetovanja Varovalni gozdovi: presoja naravnih nevarnosti, načrtovanje in gospodarjenje. *Gozdarski vestnik* 70, 7–8: 341–343
- Dorren L. K. A. 2003. A review of rockfall mechanics and modelling approaches. *Progress in Physical Geography*, 27, 1: 69-87
- Dorren L. K. A., Berger F. 2006a. Balancing tradition and technology to sustain rockfall - protection forests in the Alps. *Forest Snow and Landscape Research*, 80, 1: 87-98
- Dorren L. K. A., Berger F. 2006b. Panarchy and sustainable risk prevention by managing protection forests in mountain areas. V: *RISK21- Coping with Risks due to Natural Hazards in the 21st Century*. 2006. Amman W. J., Dannenmann S., Vulliet L. (Ur.). Monte Verita, Ascona, (Switzerland): 203-214

- Dorren L. K. A., Berger F., Hir C., Mermin E., Tardiff P. 2005. Mechanisms, effects and management implications of rockfall in forests. *Forest Ecology and Management* 215: 183–195
- Dorren L.K.A., Berger F., Jonnson M., Krautblatter M., Moelk M., Stoffel M. & Wehrli A. 2007. State of the art in rockfall - forest interactions. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 158(6): 128-141
- Dorren L. K. A., Maier B., Putters U. S., Seijmonsbergen A. C. 2004. Combining field and modelling techniques to assess rockfall dynamics on a protection forest hillslope in the European Alps. *Geomorphology*, 57: 151 – 167
- 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, samozal.: 92 str.
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R. 2007. Sustainability and success monitoring in protection forests. Guidelines for managing forests with protective functions. Federal Office for the Environment (FOEN), 27: 29 str.
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R. 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00732/index.html?lang=de&download=NHZLpZig7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCGd oF8fWym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2IdvoaCVZ,s-.pdf> (26.8.2014)
- Gozdnogospodarski načrt za Gozdnogospodarsko enoto Kranjska Gora 2007 – 2016. 2007. Bled, Zavod za gozdove Slovenije, OE Bled: 145 str.
- Horvat A., Papež J., Černivec J. 2006. Varstvo prometnic pred padajočim kamenjem s sistemom globoko sidranih jeklenih mrež visokih nateznih trdnosti. *Ujma*, 20: 224 – 229
- Kozorog E., Pisek R., Matijašić D. 2012. Gospodarjenje z varovalnimi in zaščitnimi gozdovi v Sloveniji. 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: 41–43
- Kunc K. 2008. Vpliv gospodarjenja na stabilnost varovalnih gozdov nad glavno cesto Godovič - Idrija: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.: 60 str.
- Markič M. 2008. Geografski pogledi na možne oblike zavarovanj prometnic in smučišč pred snežnimi plazovi na izbranih primerih v Sloveniji. (Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo). Ljubljana, samozal.: 130 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
- Pintar S. 2012. Presoja varovalnega učinka gozda pred snežnimi plazovi na delu ceste na Vršič: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 74 str.
- Rebernik J. 2013. Proučevanje vpliva padajočega kamenja v varovalnem gozdu na Ljubelju. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 71 str.
- Resolucija o nacionalnem gozdnem programu. Ur. 1. RS, 111/2007
- 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
- Schönenberger W. 2001. Cluster afforestation for creating diverse mountain forest structures – a review. *Forest Ecology and Management*, 145: 121–128

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

Schönenberger W. 2002. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian. *Forest Snow and Landscape Research*, 77, 1/2: 61-80

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, Ur. l. RS št. 1/2013

Volkwein A., Schellenberg K., Labiouse V., Agliardi F., Berger F., Bourrier F., Dorren L. K. A., Gerber W., Jaboyedoff M. 2011. Rockfall characterisation and structural protection – a review. *Natural Hazard and Earth System Sciences*, 11: 2617-2651

Zakon o gozdovih. 2007. Ur. l. RS št. 110/07

ZAHVALA

Mentorju prof. dr. Juriju Diaciju se zahvaljujem za strokovno pomoč, napotke in usmeritve pri pisanju diplomske naloge.

Doc. dr. Janezu Pirnatu se posebej zahvaljujem za pregled in recenzijo dela.

Iskrena hvala tudi Tihomirju Ruganiju za napotke in pomoč pri terenskem delu.

Hvala Dejanu Firmu za koristne nasvete in pomoč pri izdelavi kart.

Za tehnični pregled se zahvaljujem prof. Špeli Velikonja.

Najlepša hvala Katarini za lektoriranje in koristne pripombe.

Hvala tudi Sabini in Pavlini za pomoč pri popisovanju raziskovalnih ploskev ter Metki za usmeritve pri oblikovanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi Luku za koristne napotke ter mami, ki mi je ves čas stala ob strani in me spodbujala med pisanjem diplomske naloge.

PRILOGE

Priloga A: Obrazec za popis ploskve

[illegible]

Priloga B: Obrazec za opis NaiS sestoja (prir. po Frehner in sod. 2007)

PREGLEDNICA O UKREPIH - Decision-making table		NAKLON:	
Pirjeno po švicarskem obrazcu (Brang et al.)			
Občina: Kranjska gora	Lokacija: Vršiška cesta	Sestoj:	Datum:
		Avtor:	
1. Rastišče: <i>Cardamine Fagetum Typicum</i>			
2. Naravna nevarnost in učinkovitost: padajoče kamenje			
3. Stanje gozda, analiza trendov in ukrepanja			
Lastnosti sestoja in dreves	Minimalni profil (ključno z naravnimi nevarnostmi)	Sedanje stanje gozda	Sedanje stanje, trend v 10. in 50. letih
Mešanost drevesnih vrst	listavci 60 - 100% bukev 50 - 100% smreka 0-30% V primeru stika dveh rastišč upoštevamo zahteve vlažnejšega.		
(tip in stopnja)			
Vertikalna struktura	Zadostno število dreves z ravnim potencialom v vsaj 2. različnih debelinskih razredih na ha		
(Variacija DBH)			
Horizontalna struktura(% površine, dolžina vrzeli, gostota)	Vsaj 300 dreves/ha dbh >24cm		
Nosilci stabilnosti (oblika krošnje, vitkost, ciljni premer)	Vsaj polovica dreves s simetrično krošnjo. Navpično deblo, dobro zasidrana, le nekatera drevesa nagnjena		
Razmere za pomlajevanje (podlaga)	Zaplate z močno zeliščno konkurenco < 1/3 površja		
Pomlajevanje: manjši pomladek (10-40cm višine)	Pri zastrtosti < 0,7, vsaj 10 bukev na 1 ar (v povprečju 1 bukev vsake 3 metre)		
Pomlajevanje: večji pomladek (40cm višine - 12 cm premera)	Vsaj 1 skupina na ha velikosti 2-5a (v povprečju 1 skupina vsake 100m) ali zastrtost vsaj 3%. Mešanost skladna s ciljnim stanjem.		
4. Potrebno ukrepati:	DA	NE	
5. Nujnost ukrepanja:		MAJHNA	SREDNJA
			VELIKA

Priloga C: Obrazec za opis NaiS sestoja 1

PREGLEDNICA O UKREPIH - Decision-making table		NAKLON: 36°	
Prirejeno po švicarskem obrazcu (Brang et al.)			
Občina: Kranjska gora	Lokacija: Vršiška cesta	Sestoji: 1	Datum: 2.8.2011
Avtor: Martina Noč			
1. Rastišče: <i>Cardamine Fagetum Typicum</i>			
2. Naravna nevarnost in učinkovitost: padajoče kamenje			
3. Stanje gozda, analiza trendov in ukrepanja			
Lastnosti sestoja in dreves	Minimalni profil (ključno z naravnimi nevarnostmi)	Sedanje stanje gozda	Sedanje stanje, trend v 10. in 50. letih
Mešanost drevesnih vrst	listavci 60 - 100% bukev 50 - 100% smreka 0-30% V primeru stika dveh rastišč upoštevamo zahteve vlažnejšega.	bukev 70% smreka 30%	Ohranjanje bukev, postopno odstranjevanje debelejših dreves smreke
(tip in stopnja)			
Vertikalna struktura	Zadostno število dreves z ravnim potencialom v vsaj 2. različnih debelinskih razredih na ha	2 različni debelinski stopnji	Redčenje, sproščanje vitalnih dreves v 1. in 2. debelinski stopnji
(Variacija DBH)			
Horizontalna struktura (% površine, dolžina vrzeli, gostota)	Vsaj 300 dreves/ha dbh >24cm	400 dreves na ha dbh>24cm	-
Nosilci stabilnosti (oblika krošnje, vitkost, ciljni premer)	Vsaj polovica dreves s simetrično krošnjo. Navpično deblo, dobro zasidrana, le nekatera drevesa nagnjena	več kot polovica (80%) dreves je dobro stabilnih, vitalnih, simetričnih	Nosilec stabilnosti odstranimo konkurente, prednost dajemo buki
Razmere za pomlajevanje (podlaga)	Zaplate z močno zeliščno konkurenco < 1/3 površja	pod 10% površine je neugodne za pomlajevanje	-
Pomlajevanje: manjši pomladek (10-40cm višine)	Pri zastrtosti < 0,7, vsaj 10 bukev na 1 ar (v povprečju 1 bukev vsake 3 metre)	zastrtost je več kot 0,7, tega razreda ni	ustvarjamo pomladitvena jedra, upoštevamo celoten sestoj v prihodnjih 50-ih letih ustvarimo
Pomlajevanje: večji pomladek (40cm višine - 12 cm premera)	Vsaj 1 skupina na ha velikosti 2-5a (v povprečju 1 skupina vsake 100m) ali zastrtost vsaj 3%. Mešanost skladna s ciljnim stanjem	ni pomladka	3 pomladitvena jedra
4. Potrebno ukrepati: DA NE		5. Nujnost ukrepanja: MAJHNA SREDNJA VELIKA	

Priloga D: Obrazec za opis NaiS sestoja 2

PREGLEDNICA O UKREPIH - Decision-making table			
Prirejeno po švicarskem obrazcu (Brang et al.)			
Občina: Kranjska gora	Lokacija: Vršiška cesta	Sestoji: 2	Datum: 14.8.2011
Avtor: Martina Noč			
1. Rastišče: <i>Cardamine Fagetum Typicum</i>			
2. Naravna nevarnost in učinkovitost: padajoče kamenje			
3. Stanje gozda, analiza trendov in ukrepanja			
Lastnosti dreves	Sedanje stanje gozda	Sedanje stanje, trend v 10. in 50. letih	Učinkovito ukrepanje
Mešanost drevesnih vrst	bukev 53%		Pospesevanje bukeve, postopno odstranjevanje starejših osebkov macesna
(tip in stopnja)	macesen 47%		
Vertikalna struktura	3 debelinski razredi		Sproščanje vitalnih dreves
(Variacija DBH)	300 dreves na ha		
Horizontalna struktura (% površine, dolžina vzeli, gostota)	dbh >24cm		Redčenje v drogovnjakih
Nosilci stabilnosti (oblika krošnje, vitkost, ciljni premer)	60% dreves ima nesimetrične krošnje		Ohranjanje in pospeševanje le najbolj vitalnih
Razmere za pomlajevanje (podlaga)	manj kot 10% površine je neugodne za pomlajevanje		
Pomlajevanje: manjši pomladek (10-40cm višine)	zastrtost je večja od 0,7		Ustvarjanje pomladitvenih jeder
Pomlajevanje: večji pomladek (40cm višine - 12 cm premera)	pomladka ni		Ustvarjanje pomladitvenih jeder
4. Potrebno ukrepati: DA NE		5. Nujnost ukrepanja: MAJHNA SREDNJA VELIKA	

Priloga E: Obrazec za opis NaiS sestoja 3

PREGLEDNICA O UKREPIH - Decision-making table			
Prirejeno po švicarskem obrazcu (Brang et al.)			
Občina: Kranjska gora	Lokacija: Vršiška cesta	Sestoji: 3	Datum: 14.8.2011
		Avtor: Martina Noč	
1. Rastišče: <i>Cardamine Fagetum Typicum</i>			
2. Naravna nevarnost in učinkovitost: padajoče kamenje			
3. Stanje gozda, analiza trendov in ukrepanja			
Lastnosti sestoja in dreves	Minimalni profil (vključno z naravnimi nevarnostmi)	Sedanje stanje gozda	Sedanje stanje, trend v 10. in 50. letih
Mešanost drevesnih vrst	listavci 60 - 100% bukev 50 - 100% smreka 0-30% V primeru stika dveh rastišč upoštevamo zahteve viažnejšega.	bukev 1% smreka 62% macesen 37%	odstranjevanje starejših smrek in macesenov, pomagamo buki
(tip in stopnja)			
Vertikalna struktura	Zadostno število dreves z ravnim potencialom v vsaj 2. različnih debelinskih razredih na ha	2 debelinska razreda	redčenje
(Variacija DBH)			
Horizontalna struktura (% površine, dolžina vrzeli, gostota)	Vsaj 300 dreves/ha dbh >24cm	1300 dreves na ha dbh >24 cm	-
Nosilci stabilnosti (oblika krošnje, vitkost, ciljni premer)	Vsaj polovica dreves s simetrično krošnjo. Navpično deblo, dobro zasidrana. le nekatera drevesa nagnjena	nosilci so dobro zasidrani, imajo navpična debela	-
Razmere za	Zaplate z močno zeliščno konkurenco < 1/3 površja	zeliščna konkurenca se pojavi na 1/3 površine, vendar je šibka	-
pomlajevanje (podlaga)	Pri zastrtosti < 0,7, vsaj 10 bukev na 1 ar (v povprečju 1 bukev vsake 3 metre)	zastrtost >0,7, premalo listavcev	pomlajevanje z listavci, osnujemo 3 skupine mladja, odstranimo debelejša drevesa
Pomlajevanje: večji pomladek (10-40cm višine)	Vsaj 1 skupina na ha velikosti 2-5a (v povprečju 1 skupina vsake 100m) ali zastrtost vsaj 3%. Mešanost skladna s ciljnim stanjem.	pomladek se pojavlja v vrzelih, približno 1 skupina/ha	pomlajevanje z listavci
Pomlajevanje: večji pomladek (40cm višine - 12 cm premera)			
4. Potrebno ukrepati: DA NE		5. Nujnost ukrepanja: MAJHNA SREDNJA VELIKA	

Priloga F: Obrazec za opis NaiS sestoja 4

PREGLEDNICA O UKREPIH - Decision-making table				
Prirejeno po švicarskem obrazcu (Brang et al.)				
Občina: Kranjska gora				
Lokacija: Vršiška cesta		Sestoji: 4	Datum: 15.8.2011	
			Avtor: Martina Noč	
1. Rastišče: <i>Cardamine Fagetum Typicum</i>				
2. Naravna nevarnost in učinkovitost: padajoče kamenje				
3. Stanje gozda, analiza trendov in ukrepanja				
Lastnosti dreves in sestoja	Minimalni profil (ključno z naravnimi nevarnostmi)	Sedanje stanje gozda	Sedanje stanje, trend v 10. in 50. letih	Učinkovito ukrepanje
Mešanost drevesnih vrst	listavci 60 - 100% bukev 50 - 100% smreka 0-30% V primeru stika dveh rastišč upoštevamo zahteve vlažnejšega.	bukev 16%		sproščanje posameznih
(tip in stopnja)		smreka 84%		osebkov
Vertikalna struktura	Zadostno število dreves z rastiščnim potencialom v vsaj 2. različnih debelinskih razredih na ha	2 različni debelinski stopnji		redčenje v 1. debelinski stopnji
(Variacija DBH)				
Horizontalna struktura(% površine, dolžina vrzeli, gostota)	Vsaj 300 dreves/ha	100 dreves		redčenje v drogovnjaku
Nosilci stabilnosti (oblika krošnje, vitkost, ciljni premer)	dbh >24cm Vsaj polovica dreves s simetrično krošnjo. Navpično deblo, dobro zasidrana, le nekatera drevesa nagnjena	več kot 90% dreves je dobro stabilnih, s simetrično krošnjo		
Razmere za pomlajevanje (podlaga)	Zaplate z močno zeliščno konkurenco < 1/3 površja	pod 10%		-
Pomlajevanje: manjši pomladek (10-40cm višine)	Pri zastrtosti < 0,7, vsaj 10 bukev na 1 ar (v povprečju 1 bukev vsake 3 metre)	zastrtost <0,7		
Pomlajevanje: večji pomladek (40cm višine - 12 cm premera)	Vsaj 1 skupina na ha velikosti 2-5a (v povprečju 1 skupina vsake 100m) ali zastrtost vsaj 3%. Mešanost skladna s ciljnim stanjem.	5 bukev na ar večji pomladek 1 skupina na ar		-
4. Potrebno ukrepati:		5. Nujnost ukrepanja:	MAJHNA	SREDNJA
				VELIKA

Priloga G: Obrazec za opis NaiS sestoja 5

PREGLEDNICA O UKREPIH - Decision-making table			
Prirejeno po švicarskem obrazcu (Brang et al.)			
Občina: Kranjska gora	Lokacija: Vršiška cesta	Sestoji: 5	Datum: 15.8.2011 Avtor: Martina Noč
1. Rastišče: <i>Cardamine Fagetum Typicum</i>			
2. Naravna nevarnost in učinkovitost: padajoče kamenje			
3. Stanje gozda, analiza trendov in ukrepanja			
Lastnosti dreves	Minimalni profil (ključno z naravnimi nevarnostmi)	Sedanje stanje gozda	Sedanje stanje, trend v 10. in 50. letih
Mešanost drevesnih vrst	listavci 60 - 100% bukev 50 - 100% smreka 0-30% V primeru stika dveh rastišč upoštevamo zahteve viažnejšega.	bukev 62 %	
(tip in stopnja)		smreka 38%	
Vertikalna struktura	Zadostno število dreves z ravnim potencialom v vsaj 2. različnih debelinskih razredih na ha	2 različni debelinski stopnji	
(Variacija DBH)			sproščanje vitalnih osebkov
Horizontalna struktura(% površine, dolžina vrzeli, gostota)	Vsaj 300 dreves/ha dbh >24cm	600 dreves na ha dbh>24cm	
Nosilci stabilnosti (oblika krošnje, vitkost, ciljni premer)	Vsaj polovica dreves s simetrično krošnjo. Navpično deblo, dobro zasidrana, le nekatera drevesa nagnjena	več kot 80% dreves ima krošnjo simetrično in navpična debela	
Razmere za pomlajevanje (podlaga)	Zaplate z močno zeliščno konkurenco < 1/3 površja	zeliščne konkurence ni	
Pomlajevanje: manjši pomladek (10-40cm višine)	Pri zastrtosti < 0,7, vsaj 10 bukev na 1 ar (v povprečju 1 bukev vsake 3 metre)	zastrtost > 0,7	
Pomlajevanje: večji pomladek (40cm višine - 12 cm premera)	Vsaj 1 skupina na ha velikosti 2-5a (v povprečju 1 skupina vsake 100m) ali zastrtost vsaj 3%. Mešanost skladna s ciljnim stanjem	ni pomladka	
4. Potrebno ukrepati: DA NE		5. Nujnost ukrepanja: MAJHNA SREDNJA VELIKA	