

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

Robi SAJE

**ANALIZA POŠKODOVANOSTI GOZDNIH
SESTOJEV V GOZDNOGOSPODARSKI ENOTI
BREZOVA REBER S POUDARKOM NA
SNEGOLOMU LETA 2012**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2014

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

Robi SAJE

**ANALIZA POŠKODOVANOSTI GOZDNIH SESTOJEV V
GOZDNOGOSPODARSKI ENOTI BREZOVA REBER S
POUDARKOM NA SNEGOLOMU LETA 2012**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**DAMAGE ANALYSIS OF FOREST STANDS IN THE BREZOVA REBER
FOREST MANAGEMENT UNIT WITH A FOCUS ON 2012 SNOW DAMAGE**

M. Sc. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je bilo izdelano na Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Delo je zaključek študija na 2. Bolonjski stopnji Gozdarstvo in upravljanje gozdnih ekosistemov. Opravljeno je bilo v Skupini za urejanje gozdov in biometrijo. Vse meritve so bile opravljene v gozdnogospodarski enoti Brezova reber, v gozdnogospodarskem območju Novo mesto.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 15. 2. 2013 sprejela temo in za mentorja magistrskega dela imenovala doc. dr. Aleša Kadunca, za somentorja prof. dr. Andreja Bončino, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Robi SAJE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	GDK 5:228:42(043.2)=163.6
KG	motnje/snegolomi/vetroolomi/poškodbe zaradi insektov/nega gozdov/bukev
KK	
AV	SAJE, Robi
SA	KADUNC, Aleš (mentor), BONČINA, Andrej (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2014
IN	ANALIZA POŠKODOVANOSTI GOZDNIH SESTOJEV V GOZDNOGOSPODARSKI ENOTI BREZOVA REBER S POUČARKOM NA SNEGOLOMU LETA 2012
TD	Magistrsko delo (magistrski študij – 2. stopnja)
OP	X, 83 str., 33 pregl., 25 sl., 6 pril., 106 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	

Analizirana je bila poškodovanost gozdnih sestojev zaradi naravnih motenj. Analiza je bila izvedena na dveh prostorskih ravneh. Na krajinski ravni so bili za gozdnogospodarsko enoto Brezova reber (velikost 1.722 ha) glede na podatke o sanitarnem poseku za obdobje 1973–2011 analizirani količina, struktura in dinamika poseka po vzrokih sanitarne sečnje ter vpliv rastiščnih in sestojnih dejavnikov na sanitarni posek. Ugotovljeno je bilo, da je verjetnost pojavljanja poškodb v negovanih sestojih zaradi naravnih motenj v prvih treh letih po negovalni sečnji značilno višja. Poškodbe zaradi snega so verjetnejše v mlajših sestojih, poškodbe zaradi vetra in insektov pa v starejših. Na pojav naravnih motenj vpliva več rastiščnih kot sestojnih dejavnikov. Z multiplo linearno analizo je bila potrjena interakcija med različnimi naravnimi motnjami. Na sestojni ravni je bila v raziskovalnem objektu Brezova reber (oddelek 25c in 26c, velikost 0,81 ha) analizirana poškodovanost dreves zaradi snegoloma leta 2012. Sestoji so glede na gojitveno obravnavo razdeljeni v tri stratume: A) klasično izbiralno redčenje, B) izbiralno redčenje s stalnimi izbranci in C) brez ukrepanja. Delež poškodovanih dreves in izbrancev je največji v stratumu A, med stratumi B in C pa so bile odkrite razlike v deležu poškodovanih večvrhatih dreves. Z binarnim logističnim modelom je bilo ugotovljeno, da so bili močnejše sproščeni izbranci (število posekanih konkurentov na izbranca) manj poškodovani. V stratumu A so se poškodovana drevesa pojavljala na celotni površini, večinoma ob izbrancih, v stratumu B pa so bila poškodovana drevesa tudi znotraj šopov indiferentnih dreves ter manj ob izbrancih. V stratumu C so bile poškodbe najmočnejše v delih sestoja z večjim številom drevja.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Du2
DC	FDC 5:228:42(043.2)=163.6
CX	disturbances/snow damages/windthrow/bark beetle damage/forest tending/Beech
CC	
AU	SAJE, Robi
AA	KADUNC, Aleš (supervisor), BONČINA, Andrej (co-supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2014
TI	DAMAGE ANALYSIS OF FOREST STANDS IN THE BREZOVA REBER FOREST MANAGEMENT UNIT WITH A FOCUS ON 2012 SNOW DAMAGE
DT	M. Sc. thesis (Master Study Programmes)
NO	X, 83 p., 33 tab., 25 fig., 6 ann., 106 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

The aim of this thesis is to analyze damage to forest stands due to natural disturbances. The study was carried out at two spatial levels. At the landscape level it analyzed, based on the amount of salvage logging for the period 1973-2011, the volume, structure and dynamics of the causes of salvage logging as well as the impact of site and stand factors on the salvage logging for the Brezova reber forest management unit (the area of 1.722 ha). It was found that the probability of damage occurrence due to natural disturbances is significantly higher during the first three years after logging. Damage due to snow was more likely to occur in younger stands, while damage caused by wind and insects was more likely to occur in older stands. Natural disturbances are more strongly influenced by site than by stand factors. Interaction between the different natural disturbances was confirmed using multiple linear regression. At the stand level in the Brezova reber research site (departments 25c and 26c, the area of 0.81 ha) the 2012 snow damage of stand trees was analyzed. The stands in research sites were divided into three treatments: A) classical selective thinning, B) selective thinning with fixed crop trees and C) control plots for natural development. The highest percentage of damaged trees and crop trees was recorded in treatment A. Differences in the percentage of damaged forked trees were found between treatment B and treatment C. Using the binary logistic model it was found that crop trees that were more released (the number of felled competitors per crop tree) were less damaged. In treatment A damaged trees appeared on the entire surface, mostly near crop trees. In treatment B damaged trees were also inside the clusters of indifferent trees, but less near crop trees. In treatment C the damage was most severe in the part with the highest stand density.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
1.1 NAMEN, CILJI IN HIPOTEZE	3
2 PREGLED LITERATURE	5
2.1 NARAVNE MOTNJE	5
2.1.1 Veter	5
2.1.2 Žled	6
2.1.3 Sneg	7
2.1.4 Druge naravne motnje	9
2.2 ANTROPOGENE MOTNJE	10
3 OBJEKT RAZISKAVE	11
3.1 GGE BREZOVA REBER	11
3.2 RAZISKOVALNE PLOSKVE	14
3.3 VREMENSKE RAZMERE V ČASU SNEGOLOMA 2012	15
4 METODE DELA	17
4.1 KRAJINSKA RAVEN	17
4.1.1 Pridobivanje podatkov	17
4.1.2 Obdelava podatkov	17
4.2 SESTOJNA RAVEN	23
4.2.1 Pridobivanje podatkov	23
4.2.2 Obdelava podatkov	27
5 REZULTATI	32
5.1 KRAJINSKA RAVEN (GGE BREZOVA REBER, 1.722 HA)	32
5.1.1 Naravne motnje v obdobju 1953–1990	32
5.1.2 Analiza sanitarnega poseka v obdobju 1991–2011	34
5.1.3 Vpliv sestojnih in rastiščnih značilnosti na sanitarni posek	38
5.1.4 Snegolom leta 2012	43
5.2 SESTOJNA RAVEN (RO BREZOVA REBER, 0,81 HA)	46
5.2.1 Vrste poškodb	46
5.2.2 Vpliv drevesnih znakov	48
5.2.3 Vpliv sestojnih značilnosti na poškodovanost	50
5.2.4 Poškodovanost izbrancev	54
5.2.5 Analiza sanacije	56

5.2.6	Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev	57
6	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	59
6.1	KRAJINSKA RAVEN – VPLIV MOTENJ NA POŠKODOVANOST GOZDNIH SESTOJEV	59
6.1.1	Pogostost in vzroki sanitarne sečnje ter vpliv motenj na gozdne sestoje ..	60
6.1.2	Verjetnost sanitarne sečnje po izvedeni negovalni sečnji	61
6.1.3	Vpliv sestojnih in rastiščnih značilnosti na poškodovanost gozdov	62
6.1.4	Značilnosti snegoloma v letu 2012.....	63
6.2	SESTOJNA RAVEN – PRIMERJAVA MED KONCEPTI REDČENJ	64
6.2.1	Značilnosti tipov poškodb ter vpliv drevesnih značilnosti na pojavljanje različnih tipov poškodb	64
6.2.2	Vpliv sestojnih značilnosti na pojavljanje poškodb	65
6.2.3	Pojavljanje poškodb pri izbrancih ter primerjava med poškodovanimi izbranci obravnave A in B	67
6.2.4	Značilnosti sanitarne sečnje ter primerjava sanitarne sečnje med obravnavama A in B.....	67
6.2.5	Strukturne značilnosti pojavljanja poškodb	68
6.3	ZAKLJUČKI IN USMERITVE ZA GOSPODARJENJE	68
7	POVZETEK.....	71
8	VIRI	73

ZAHVALE
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razvoj gozdnih fondov ter letni realiziran posek ob koncu ureditvenega obdobja (vir: Gozdnogospodarski načrt ..., 1942, 1953, 1963, 1974, 1985, 1995, 2005) ...	13
Preglednica 2: Delež (%) razvojnih faz po obdobjih ter modelno razmerje razvojnih faz za leto 2005 (vir: Gozdnogospodarski načrt ..., 1942, 1953, 1963, 1974, 1985, 1995, 2005).	13
Preglednica 3: Razvoj drevesne sestave (vir: Gozdnogospodarski načrt ..., 1942, 1953, 1963, 1974, 1985, 1995, 2005).....	14
Preglednica 4: Sestojne značilnosti raziskovalnih ploskev po prvem redčenju (2011) in pred sanacijo (2013) glede na obravnavo.	15
Preglednica 5: Dnevni podatki glavne meteorološke postaje v Novem mestu (220 m nmv) v času snegoloma (Agencija RS za okolje, 2013)	16
Preglednica 6: Seznam vseh neodvisnih (IV) in odvisnih (DV) spremenljivk za multiplo linearno regresijo in binarno logistično regresijo (M1) ter analizo časovnih vrst (M2)	18
Preglednica 7: Seznam vseh neodvisnih (IV) in odvisnih (DV) spremenljivk za multivariatne analize.....	30
Preglednica 8: Struktura poseka v obdobju 1991–2011 glede na vrste sečnje.....	34
Preglednica 9: Posek v obdobju 1991–2011 glede na vzrok sečnje in drevesno vrsto ter deleži drevesnih vrst v lesni zalogi v letu 2005.....	38
Preglednica 10: Stopnja odvisnosti (b) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,050$) s sanitarno sečnjo poškodovanih dreves zaradi snega, vetra in insektov v obdobju 1991–2011 (Multipla linearna regresija, algoritem <i>Stepwise</i>).....	41
Preglednica 11: Stopnja značilnosti (P) in verjetnosti sanitarne sečnje poškodovanih dreves zaradi snega, vetra, insektov in abiotičnih motenj (vetrolom in/ali snegolom) ($\exp(\beta)$) - Binarna logistična regresija, metoda <i>Backward Stepwise</i> z <i>Likelihood Ratio</i>	42
Preglednica 12: Parametri snegoloma 2012	43
Preglednica 13: Stopnja odvisnosti (b) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,050$) glede na tip poškodb - Multipla linearna regresija, algoritem <i>Stepwise</i>	44
Preglednica 14: Stopnja odvisnosti (b) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,050$) glede na snegolom leta 2012 – Multipla linearna regresija, algoritem <i>Stepwise</i>	45
Preglednica 15: Stopnja poškodovanosti dreves (%) po vrstah poškodb glede na gojitveno obravnavo	47
Preglednica 16: Srednji temeljnični premer poškodovanih dreves (DBH_{qp} v cm) glede na tip poškodb in gojitveno obravnavo ter skupni srednji temeljnični premer (DBH_q skupaj) glede na tip poškodbe v primerjavi s povprečnim srednje temeljničnim premerom (DBH_q) vseh dreves na ploskvah	47
Preglednica 17: Višina (m) preloma in odloma debla glede na gojitveno obravnavo.....	48
Preglednica 18: Test razlik med obravnavami – lomne poškodbe (t -test, prikazane so stopnje tveganja).....	48
Preglednica 19: Stopnja odvisnosti (b) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,050$) glede na višino preloma in odloma debla – multipla linearna regresija, algoritem <i>Stepwise</i>	48
Preglednica 20: Analiza poškodb – drevesni parametri	49
Preglednica 21: Stopnja značilnosti (P) in verjetnosti povijanja, ruvanja dreves ter lomljenja debel in vrhov ($\exp(\beta)$) – binarna logistična regresija, metoda <i>Backward Stepwise</i> z <i>Likelihood Ratio</i>	50
Preglednica 22: Analiza poškodovanosti sestojev – sestojni parametri	50

Preglednica 23: Stopnja značilnosti (P) in verjetnosti pojavljanja kritičnih poškodb ($\exp(\beta)$) – binarna logistična regresija, metoda <i>Backward Stepwise</i> z <i>Likelihood Ratio</i>	51
Preglednica 24: Test razlik med obravnavami (t -test, prikazane so stopnje tveganja).....	51
Preglednica 25: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves (N) glede na drevesno sestavo (prikazane so samo 3 najpogostejše drevesne vrste na ploskvah).....	52
Preglednica 26: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves (N) glede na debelinsko stopnjo	53
Preglednica 27: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves (N) glede na socialni razred	53
Preglednica 28: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves glede na velikost krošnje.....	53
Preglednica 29: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves (N) glede na utesnjenost krošnje.....	54
Preglednica 30: Analiza poškodovanosti izbrancev	54
Preglednica 31: Stopnja značilnosti (P) in verjetnosti pojavljanja poškodb pri izbrancih ($\exp(\beta)$) - binarna logistična regresija, metoda <i>Backward Stepwise</i> z <i>Likelihood Ratio</i>	56
Preglednica 32: Parametri sanacije.....	56
Preglednica 33: Stopnja povezanosti (r) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,10$), ($P \leq 0,050$)*, ($P \leq 0,010$)** s sanitarno sečnjo, skupaj za obe obravnavi (Pearsonov korelacijski koeficient)	57

KAZALO SLIK

Slika 1: Gozdnogospodarska enota (GGE) Brezova reber na ortofoto posnetku (Gerk, 2013).....	11
Slika 2: Lokacije raziskovalnih ploskev v raziskovalnem objektu (RO) Brezova reber (Gerk, 2012)	14
Slika 3: Povito drevo	25
Slika 4: Nagnjeno drevo	25
Slika 5: Obviselo drevo	25
Slika 6: Podrto drevo	25
Slika 7: Zlom debla	26
Slika 8: Prelom debla.....	26
Slika 9: Odlom debla	26
Slika 10: Količina (m ³) posekanega lesa v obdobju 1973–1990 glede na vrste sečnje.....	33
Slika 11: Količina (m ³) posekanega lesa v obdobju 1991–2011 glede na vrste sečnje.....	34
Slika 12: Količina (m ³) sanitarnega poseka iglavcev v obdobju 1991–2011 glede na vzroke	35
Slika 13: Količina (m ³) sanitarnega poseka listavcev v obdobju 1991–2011 glede na vzroke	35
Slika 14: Verjetnost (%) sanitarne sečnje v negovanih sestojih zaradi naravnih motenj šibkih in močnih jakosti po izvedenih redčenjih; A – snegolomi, B – vetrolomi, C – abiotske motnje (vetrolom in/ali snegolom), D – posek zaradi insektov	36
Slika 15: Verjetnost (%) sanitarne sečnje v negovanih sestojih zaradi naravnih motenj šibkih (črtkana črta) in močnih jakosti (polna črta) po izvedeni negovalni sečnji; A – snegolom, B – vetrolom, C – abiotske motnje (vetrolom in/ali snegolom), D – poškodbe zaradi insektov.....	37
Slika 16: Struktura sanitarne sečnje po drevesnih vrstah in vzrokih sečnje.....	38
Slika 17: Deleži posekanih dreves v obdobju 1991–2011 po debelinskih stopnjah glede na vzrok sečnje.....	39
Slika 18: Deleži sanitarne sečnje glede na skupno število saniranih dreves v obdobju 1991–2011 po debelinskih stopnjah	39
Slika 19: Letna verjetnost (%) sanitarne sečnje poškodovanih dreves zaradi vetra, snega in insektov glede na debelinsko stopnjo; graf A – iglavci, graf B – listavci	40
Slika 20: Deleži sanitarne sečnje poškodovanih dreves zaradi snega (snegolom 2012) glede na debelinsko stopnjo	43
Slika 21: Struktura poškodovanega drevja po razvojnih fazah	44
Slika 22: Struktura poškodovanih dreves v sestojih z različno gojitveno obravnavo glede na vrsto poškodb.....	46
Slika 23: Deleži (%) tipov poškodb za tri najpogostejše drevesne vrste.....	52
Slika 24: Poškodovanost izbrancev po obravnavah (A, B in C) glede na tip poškodbe	55
Slika 25: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev z obravnavama A in B	58

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Šifrant za opis sestojev in odsekov
- Priloga B: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev (ploskvi 1A in 1B)
- Priloga C: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev (ploskvi 2A in 2B)
- Priloga D: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev (ploskvi 3A in 3B)
- Priloga E: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev – obravnava C
- Priloga F: Število dreves po debelinskih stopnjah v GGE Brezova reber leta 2004

1 UVOD

Poškodba je „sprememba, prizadetost tkiva organa, organizma zaradi nenadnega delovanja zunanje sile“ (Slovar slovenskega ..., 2014). Poškodbe dreves v gozdnih ekosistemih so posledice motenj. Motnja je definirana kot „dogodek, ki povzroča ali v določenih okoliščinah lahko povzroči znatno spremembo v normalni zgradbi in/ali normalnem delovanju gozdnega ekosistema“ (Forman in Godron, 1986: 591) ali kot „katerikoli diskretni dogodek v času, ki zmoti ekosistem, življenjsko skupnost ali populacijsko strukturo in spremeni vire, razpoložljivost substrata ali fizično okolje“ (Picket in White, 1985: 7). Motnje delimo glede na jakost na motnje nizkih, srednjih in velikih jakosti, ki jih imenujemo tudi ujme ali katastrofe (Frelich, 2002). Glede na trajanje razlikujemo kratkotrajne (npr. orkan) in dolgotrajne motnje (npr. vpliv emisij), glede na predvidljivost pa predvidljive in nepredvidljive motnje. Glede na poreklo (povzročitelja) razlikujemo naravne, antropogene in kombinirane motnje, glede na prostorski obseg pa globalne, regionalne, krajinske, ekosistemske in mikrorastiščne motnje (Anko, 1993). Povzročitelji biotskih motenj so insekti, divjad, glive, bolezni, povzročitelji abiotskih pa veter, sneg, žled, plazovi, suša, toča, srež, strela, pozebe, naravno nastali ogenj itn. Pogosti povzročitelji naravnih motenj pri nas so predvsem veter, sneg, žled, insekti in ogenj (Anko, 1993, Papež, 2005; Jakša, 2007; Poljanec in sod., 2008, 2014); tako govorimo o vetrolomih, snegolomih, žledolomih, poškodbah zaradi insektov in gozdnih požarih.

Razlog, da se naravne motnje vse bolj upošteva v gozdarstvu, so velike poškodbe in škode, ki jih motnje povzročajo (Bleiweis, 1983b; Ferlin, 1991; Schelhaas in sod., 2003). Razlog je tudi v preučevanju njihovih vplivov na gozdni ekosistem (Anko, 1993; Attiwill, 1994; Oliver in Larson, 1996; Schelhaas in sod., 2003) ter pomena njihovega poznavanja za napovedovanje in upravljanje gozdov. Naravne motnje so sestavni del dinamike gozdnega ekosistema (Anko, 1993; Attiwill, 1994; Oliver in Larson, 1996; Schelhaas in sod., 2003) ter so pomembne gonilne sile evolucije. Evolucija je biološki proces, ki omogoča postopno prilagajanje živega organizma na spreminjajoče se okoljske in vremenske razmere (Wikipedia, 2013). Posledica evolucije je nastajanje novih vrst, genetska variabilnost v populacijah in diferenciacija med populacijami (Eriksson in sod., 2006).

Naravne motnje so po obsegu in času krajevno nepredvidljive. Če je spremenjenost gozdov večja, potem lahko pričakujemo večje in pogostejše poškodbe gozdov (Furlan, 1997; Schelhaas in sod., 2003; Hlásny in sod., 2011). Smreka je v čistih sestojih v Evropi med najbolj prizadetimi drevesnimi vrstami, predvsem zaradi vetrolomov, snegolomov in insektov (Schelhaas in sod., 2003). Odpornejši so mešani, raznodobni ter prebiralni sestoji (Bleiweis, 1983). Na povečanje odpornosti sestojev lahko vplivamo s pravočasnim in zmernim redčenjem (Bachmann in sod., 2005). V primeru neizvedenih ali zamujenih redčenj so mladi sestoji nestabilni (Deanković, 1969; Smukavec, 1973), kar pomeni, da so bolj dovzetni za poškodbe zaradi motenj. Motnje povzročijo velike ekonomske izgube. Te zmanjšujejo prihodke in povečujejo stroške zaradi dodatnih gozdnogojitvenih del (Bleiweis, 1983a; Krajčič, 1997; Päätaalo in sod., 1999). Zaradi poškodovanih dreves lahko pride do gradacije podlubnikov in posledično do dodatnih poškodb (Valinger in Lundqvist, 1994; Klopčič in sod., 2009; Papler-Lampe, 2009). Za oceno škode po ujmi so pomembne površina poškodovanega gozda, količina poškodovanega drevja in stopnja poškodovanosti sestojev, ki vplivajo na obseg naravne in umetne obnove prizadetih površin (Bleiweis, 1983a). Stroški, ki nastanejo po ujmi, so izpad lesnega prirastka, izguba kakovostnih sortimentov, večji stroški izdelave pri podrtih in poškodovanih drevesih, večji stroški spravila, stroški izdelave dodatnih prometnic, stroški pogozditve, stroški nege in varstva gozdov, administrativni stroški, stroške skladiščenja, stroški izdelave sanacijskega načrta itn. (Rebula, 1969; Bleiweis, 1983a; Krajčič, 1997).

V evropskih gozdovih je zaradi motenj v povprečju saniranega 35 milijonov m³ lesa letno, kar je 8,1 % celotnega evropskega poseka oziroma 0,15 % lesne zaloge; 53 % poškodb povzroči veter, 16 % požar, 3 % sneg in 5 % druge abiotske motnje. Biotske motnje povzročijo 16 % poškodb (8 % samo podlubniki). Za 7 % poškodb vzroki niso znani, oziroma naj bi šlo za kombinacijo različnih motenj (Schelhaas in sod., 2003). V Sloveniji so najpogostejši vetrolomi, snegolomi, žledolom in gradacije podlubnikov (Bleiweis, 1983; Jakša, 2007; Poljanec in sod., 2008, 2014). V obdobju 1955–1965 je bila količina poseka zaradi abiotskih motenj 83.000 m³ leto⁻¹ (Zupančič, 1969), v obdobju 1966–1981 165.000 m³ leto⁻¹ (Bleiweis, 1983a), v obdobju 1995–2012 pa 278.000 m³ leto⁻¹, in sicer največ zaradi vetra (118.000 m³ leto⁻¹), približno polovico manj zaradi snega (88.000 m³ leto⁻¹) in žleda (72.000 m³ leto⁻¹) (Timber - podatkovna zbirka ..., 2014), kar kaže, da obseg

abiotских motenj narašča (narašča pa tudi lesna zaloga). Slovenske gozdove močno ogrožajo tudi insekti, ki so najpogostejši vzrok sanitarne sečnje (30 % sanitarnega poseka (Motnje, ki ogrožajo ..., 2013)). Samo zaradi podlubnikov povprečno letno posekamo 290.000 m³ lesa (Poročilo Zavoda ..., 2013). V povprečju zajema sanitarni posek 29 % evidentiranega poseka (ZGS, 2013), od tega 9,3 % poškodb povzročijo insekti, 4,4 % bolezni, 3,8 % veter, 3,2 % sneg, 2,8 % žled, 2 % antropogeni vplivi ter 3,5 % ostale motnje, kot so požari, plazovi itn. (Timber - podatkovna zbirka ..., 2014).

Dne 28. 10. 2012 je močno sneženje povzročilo velike poškodbe v še olistanih gozdovih Dolenjske, Notranjske, na Posavskem, Celjskem ter tudi na Gorenjskem območju. Poškodovani so bili predvsem gozdovi na nadmorski višini med 300 in 800 m. Moker sneg je drevesa povijal, lomil ter izruval (Včerajšnje sneženje, 2013). Na približno 152.000 ha površine je sneg poškodoval 355.000 m³ lesa (2,3 m³ ha⁻¹), škoda pa je bila ocenjena na 2,5 mio € (Poročilo Zavoda ..., 2013). Takšni dogodki so tudi priložnost, da motnje podrobno preučimo, saj so spoznanja lahko koristna za zmanjševanje neželenih posledic takšnih naravnih motenj oziroma za krepitev odpornosti sestojev.

1.1 NAMEN, CILJI IN HIPOTEZE

Namen raziskave je analizirati poškodovanost gozdnih sestojev na dveh prostorskih ravneh. Na krajinski ravni smo za gozdove GGE Brezova reber želeli ugotoviti obseg poškodovanosti gozdov zaradi naravnih motenj in rastiščne ter sestojne dejavnike, ki vplivajo na obseg poškodb gozdov zaradi motenj. Postavili smo dve hipotezi:

- 1) V prvih treh letih po opravljeni sečnji je v sestojih verjetnost pojava motenj zaradi snega, vetra in insektov večja kot v sestojih, kjer posek v zadnjih desetih letih ni bil opravljen.
- 2) Na poškodovanost sestojev zaradi snega, vetra in insektov pomembneje vplivajo rastiščni dejavniki v primerjavi s sestojnimi.

Na sestojni ravni smo podrobneje analizirali posledice zgodnjega snega na stopnjo poškodovanosti gozdnih sestojev. Želeli smo ugotoviti, kako različna gojitvena obravnava, in sicer A) klasično izbiralno redčenje, B) izbiralno redčenje s stalnimi izbranci, C) sestoji

prepuščeni naravnemu razvoju, vpliva na obseg poškodovanosti drevja zaradi snega. Hipotezi sta bili:

- 1) Jakost snegoloma, izražena v deležu posekanega drevja, je večja pri obravnavi A kot pri obravnavi B.
- 2) Prostorska razmestitev poškodovanih dreves je pogostejša ob izbrancih, ki so jim bili konkurenti že odstranjeni. Močnejše sproščeni izbranci pa so manj poškodovani.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 NARAVNE MOTNJE

2.1.1 Veter

Veter je pomemben dejavnik razvojne dinamike gospodarskih (Schelhaas in sod., 2003) in naravnih gozdov (Nagel in sod., 2006). Vetrolomi so posledica vetrnih sunkov, ki na svoji poti zadevajo ob naravne ali umetne ovire in na njih povzročajo manjše ali večje poškodbe v obliki lomov in izruvov (Bleiweis, 1983). Vetrolomi lahko ustvarijo sestojne vrzeli ali pa na veliki površini popolnoma uničijo gozdove (Papež, 2005; Jakša in Kolšek, 2009). Rušilno moč vetra so upoštevali že starejši urejevalci gozdov (npr. na Pokljuki), kjer so predpisali sečnjo proti smeri glavnih vetrov (Zupančič, 1969). Za vetrove, ki povzročajo velike škode, je značilno, da pihajo v višinah z veliko hitrostjo, pri tleh pa zaradi trenja in raznih ovir nastaja sunkovito, tudi vrtinčasto gibanje zraka. Na strmih protivetrnih pobočjih so poškodbe praviloma manjše. Na pobočjih, ki ležijo poševno v smeri vetra, so poškodbe večje kot na pobočjih, ki ležijo nanj pravokotno (Bosshard, 1967).

Obseg poškodb zaradi vetra je odvisen od vremenskih razmer (hitrost in sunkovitost vetra, trajanje neurja, obtežitev krošenj s snegom ali žledom), topografskih značilnosti (naklon, višina, izpostavljenost vetru, smer vetra), značilnosti sestojev in drevesnih vrst (sestojna zgradba, starost sestojev, drevesna sestava, negovanost, zdravstveno stanje, oblika krošenj, dimenzijsko razmerje, koreninski sistem) in značilnosti tal (kamnitost, globina, drenaža, vlažnost, zmrznjenost) (Bleiweis, 1983; Stathers in sod., 1994; Papež, 2005; Jakša in Kolšek, 2009). Listavci so zaradi globoke zakoreninjenosti odpornejši od iglavcev, izjema so bori in macesen (Bleiweis, 1983). Odpornejša so tudi drevesa z večjim prsnim premerom (Nagel in sod., 2006). Najbolj so prizadeti starejši in višji sestoji iglavcev (Papež, 2005), ti so tudi bolj izpostavljeni poškodbam zaradi škodljivcev (Rebula, 1969). Za razliko od snegolomov in žledolomov je ogroženost gozdov zaradi vetrolomov sezonsko neomejena in obstaja vse leto (Bleiweis, 1983). Najnevarnejši so močni sunki vetra v zimskem obdobju, ko je drevje še obloženo s snežnimi in ledenimi tvorbami (Bleiweis, 1983; Papež, 2005).

Poznamo dve poglavitni obliki delovanja vetra na sestoje – frontalni in vrtinčasti veter. Frontalni veter sega več sto metrov v notranjost gozda, drevje podira v smeri delovanja, sestoje poškoduje v ožjem ali širšem pasu, največkrat ob linijskih objektih, poškodbe so lahko velike. Vrtinčasti veter je odvisen od konfiguracije terena, povzroča poškodbe sredi sestojev, polomljeno in izruvano drevje leži v različnih smereh (Bleiweis, 1983; 1983a; Jakša in Kolšek, 2009).

Veter povzroča v Sloveniji precej velike škode. Izstopajo predvsem alpska območja in območja na robu visokih kraških planot (Jakša, 2007). V 16-letnem obdobju (1966–1982) so vetrovi v GGO Bled skupno poškodovali 222.000 m³ lesa, večinoma iglavce (Bleiweis, 1983). Močnejši vetrolomi so se pojavljali še leta 1984 v Radovljiško-Blejski ravnini, poškodovanega je bilo 230.000 m³ lesa (Gartner in sod., 2007), leta 2006 na Jelovici, kjer je bilo poškodovanega 85.000 m³ lesa (Papler-Lampe, 2006), leta 2008 na Kamniškem in Gorenjskem območju na površini 20.000 ha, kjer je bilo poškodovanega 500.000 m³ lesa (Jakša in Kolšek, 2009), ter leta 2013 v alpski in predalpski regiji ter delu dinarske in preddinarske regije na površini 15.250 ha, kjer je bilo poškodovanega 260.000 m³ lesa (Naravne ujme in požari ..., 2014). Močnejši vetrolomi so se pojavljali tudi drugod po Sloveniji. Leta 1965 je veter na Postojnskem poškodoval 263.000 m³ lesa (Zupančič, 1969; Bleiweis, 1983a), leta 1952 v GGO Kočevje pa 118.000 m³ lesa.

2.1.2 Žled

Žled je ledena obloga, ki nastaja v času temperaturne inverzije (Jakša in Kolšek, 2009). Temperature v nižinah so negativne, v višjih legah pa pozitivne. Če je v takih razmerah velika zračna vlažnost (npr. dež), se ta ob stiku s podhlajeno podlago spreminja in kopiči v ledeno gmoto (Trontelj, 1997). Žled se pretežno pojavlja pozimi, zlasti ob prehodu sredozemskega ciklona preko Slovenije (Radinja, 1983).

Obseg poškodb zaradi žledu je odvisen od vremenskih pogojev (podhlajena podlaga, količina in čas trajanja padavin, obtežitev krošenj z žledom, hitrost in sunkovitost vetra), topografskih značilnosti (nadmorska višina, lega, razgibanost terena, izpostavljenost vetru, smer in hitrost vetra ter turbulenca), značilnosti sestojev in drevesnih vrst (drevesna sestava, višina in gostota sestoja, starost sestoja, oblike in obsega krošnje, trdnost

zakoreninjenja) ter značilnosti tal (globina tal, vlažnost tal, zmrznjenost tal) (Bleiweis, 1983; Papež, 2005). Obseg poškodb zaradi žleda je odvisen tudi od debeline in teže leda; gostota žledu je namreč odvisna od tega ali je nastal z meglo, pršcem ali dežjem (Radinja, 1983).

Proti žledolomu so odpornejši starejši sestoji ter sestoji na grebenastih in prisojnih legah (Papež, 2005). Zaradi stožčaste oblike krošnje, elastičnosti in tanjših vej so iglavci, razen borov, odpornejši od listavcev (Bleiweis, 1983; Jakša in Kolšek, 2009). Sestoji listavcev so najbolj prizadeti na strmih pobočjih in rastiščih s plitvimi tlemi (Jakša, 1997a).

Žledolomi so značilni za jugozahodno Slovenijo. Najbolj so izraziti na Visokem krasu in ob njegovem obrobju ter zunanji primorski (Radinja, 1983). Močnejši žledolomi so nastali leta 1953 v idrijskih gozdovih, poškodovanega je bilo 153.000 m³ lesa (Bleiweis, 1983a; Zupančič, 1969), leta 1975 je bilo na Tominjskem in Postojnskem GGO saniranega 367.000 m³ lesa, leta 1980 je bilo v Brkinih poškodovanega preko 670.000 m³ lesa, v novomeških in brežiških gozdovih pa 116.000 m³ lesa (Bleiweis, 1983a). Leta 1984 je žled v GGO Ljubljana poškodoval 110.000 m³ lesa, leto pozneje pa v GGO Kranj 500.000 m³ lesa (Naravne ujme in požari ..., 2014). V zimi 1996/97 sta žled in sneg na slabih 8 % površine slovenskih gozdov poškodovala 867.400 m³ drevja (Jakša, 1997a). V letu 2014 pa je žled poškodoval 51 % vseh gozdov, oziroma 9,3 milijonov m³ lesa (Načrt sanacije ..., 2014).

2.1.3 Sneg

Sneg je pomemben ekološki dejavnik, ki lahko omejuje vegetacijski razvoj gozdov (Hlásny in sod., 2011), lahko pa tudi ščiti pritalno vegetacijo pred objedanjem in podtalnico pred zmrzovanjem (Jalkanen in Konôpka, 1998). Lomljenje celih dreves ali delov dreves zaradi obremenitve s snegom imenujemo snegolom (Lipoglavšek in sod., 2010). Snegolomi se v Sloveniji z različno intenziteto pojavljajo vsako leto (Jakša in Kolšek, 2009). Časovno so enakomernejši in pogostejši od žledoloma (Bleiweis, 1983, 1983a). Največ škode povzroči južen sneg, ki se bolj oprijema vej in nanje hitro primrzne. Suh sneg povzroči škodo v brezvetrju, ko se ga na vejah nabere večja količina (Jakša in Kolšek, 2009).

Obseg poškodb zaradi snega je odvisen od drevesne vrste, starosti drevesa, zakoreninjenosti v podlago (Bleiweis, 1983), velikosti in oblike krošnje, drevesne višine in debeline, od negovanosti sestojev ter kakovosti snega in temperature (Deanković, 1969). Zaradi neenakomernega topljenja snega na prisojni in osojni strani krošenj lahko pride do neenakomerne preobremenitve krošenj in posledično do lomljenja vrhov (Papež, 2005). Poškodbe zaradi snega lahko poveča veter, vendar ta tudi stresa sneg s krošenj in jih s tem razbremenjuje (Zupančič, 1969; Bleiweis, 1983).

Za poškodbe so najbolj dovzetni čisti enodobni smrekovi gozdovi (Bleiweis, 1983a) ter mlajši sestoji listavcev (Zupančič, 1969). V zimskem obdobju so iglavci (izjema je macesen) bolj ogroženi kot listavci (Bleiweis, 1983), razen ko moker in težek sneg zapade še ali že v času olistanja (Zupančič, 1969; Bleiweis, 1983, 1983a; Papež, 2005; Jakša in Kolšek, 2009). Poškodbe zaradi snega so praviloma izrazitejše v višjih predelih, predvsem pri umetnih smrekovih sestojih (Bleiweis, 1983a), v katerih pride do odlomov vrhov dreves (Zupančič, 1969; Jakša in Kolšek, 2009), redkeje pa do izruvov (Trontelj, 1997). Smreke lahko prenesejo velike snežne obremenitve, ogroženost se poveča le, če s snegom obremenjeno smreko dodatno obremeni dež ali močnejši veter (Bleiweis, 1983). Zaradi poškodb po snegu obstaja velika verjetnost napada insektov (Klopčič in sod., 2009). Npr. leta 1959 je sneg v čistih smrekovih nasadih v Domžalah podrl 22.000 m³ lesa, pozneje pa so zaradi lubadarja posekali še dodatnih 5.000 m³ lesa (Zupančič, 1969).

Snegolomi se pojavljajo v vseh gozdnogospodarskih območjih (GGO) Slovenije, prevladujejo pa v GGO Bled (Zupančič, 1969; Bleiweis, 1983; Jakša, 1997a). Snegolomi so bili pogosti v obdobju planskih sečenj, najbolj so bili poškodovani drogovnjaki (Zupančič, 1969). Močnejši znani snegolomi so se v Sloveniji pojavljali v zimi 1960/61; na Pokljuki je bilo poškodovanega 140.000 m³ lesa (Deanković, 1969; Zupančič, 1969). V avstrijskih Alpah so v zimi 1962/63 ocenili več kot 1.000.000 m³ poškodovanega lesa zaradi snega (Deanković, 1969). Na Pokljuki in Mežaklji je sneg povzročil veliko škode tudi v decembru 2008. Na površini 5.000 ha je bilo poškodovanega več kot 49.000 m³ lesa. Moker sneg (2-3 m) je posamično in v šopih poškodoval pretežno čiste smrekove sestoje v razvojni fazi drogovnjaka in debeljaka (Papler-Lampe in Kolšek, 2008). V 16-letnem obdobju (1966–1981) je bilo zaradi snegolomov poškodovano 715.000 m³ lesa, kar je

44.687 m³ leto⁻¹, predvsem iglavcev (Bleiweis, 1983a). V zimi 1995/96 sta težek južni sneg in januarski žled (Trontelj, 1997) na površini 87.440 ha poškodovala 680.700 m³ lesa; največ poškodb je bilo ob različnih infrastrukturnih objektih, dodatne poškodbe pa je povzročil še veter. Pretežno so bili poškodovani iglavci (90 %), ob gozdnem robu pa tudi listavci (10 %). Poškodovana so bila zlasti mlajša drevesa s prsnim premerom med 10 in 30 cm (Jakša, 1997a; Trontelj, 1997).

2.1.4 Druge naravne motnje

V Sloveniji so požarno najbolj ogroženi submediteranski gozdovi. Potek in obseg požarov sta odvisna tudi od vetra, ki lahko povzroči nastanek mozaika zaplat popolnoma uničenega gozda, delno poškodovanega gozda in nepoškodovanega gozda. Na požarno ogroženost gozdov vplivajo podnebne in rastiščne razmere (npr. matična podlaga, tip tal, ekspozicija, nadmorska višina), drevesne vrste, starost sestojev in urejenost gozdov (Jakša, 1997). Suša je pogosta v poletnem času in je posledica visokih temperatur ozračja ob sočasnem pomanjkanju padavin v daljšem časovnem obdobju. Največ poškodb je vidnih na gozdnih sadikah, v starejših sestojih pa poškodbe niso znane (Bleiweis, 1983). Mrazne razpoke nastanejo zaradi nizkih temperatur. Najpogostejše so pri trdih listavcih. Srež, ki prav tako nastane zaradi nizkih temperatur, prizadene predvsem sadike v drevesnicah in na umetno pogozdenih površinah. Relativno pogoste so tudi spomladanske pozebe. Posledice pozeb so zmanjšan letni prirastek, deformirani brsti in izpad letnega semenskega obroda (Bleiweis, 1983). Toča poškoduje listno površino ali iglice, poganjke, cvetove, lubje. Posledice so zmanjšan letni prirastek, izpad obroda, krivenčasta rast, velika možnost okužb z boleznimi in možnost namnožitve insektov (Bleiweis, 1983). Leta 1965 je bilo v Tolminu zaradi tiče poškodovanih 150 ha bukovih letvenjakov. V GGO Nazarje je bilo leta 1961 zaradi toče skupaj saniranega 9.000 m³ lesa, pretežno iglavcev (Zupančič, 1969).

Gradacija podlubnikov je običajno posledica poškodovanih gozdov zaradi abiotских motenj. Na poškodovanih površinah se podlubniki v ugodnih vremenskih razmerah hitro razmnožijo, pri tem pa napadejo tudi oslabljen drevesa iz sosednjih sestojev. Gradacije podlubnikov so najpogostejše v smrekovih nasadih na neustreznih rastiščih (Papež, 2005). Tudi prostoživeče živali lahko povzročijo veliko poškodb v gozdovih. Poškodbe po jelenjadi bi lahko razdelili na objedanje, lupljenje, obgrizenje, drgnjenje, lomljenje in

uživanje plodov (Hafner, 2008). Rastlinojeda divjad lahko zaradi objedanja onemogoči pomlajevanje (Papež, 2005).

2.2 ANTROPOGENE MOTNJE

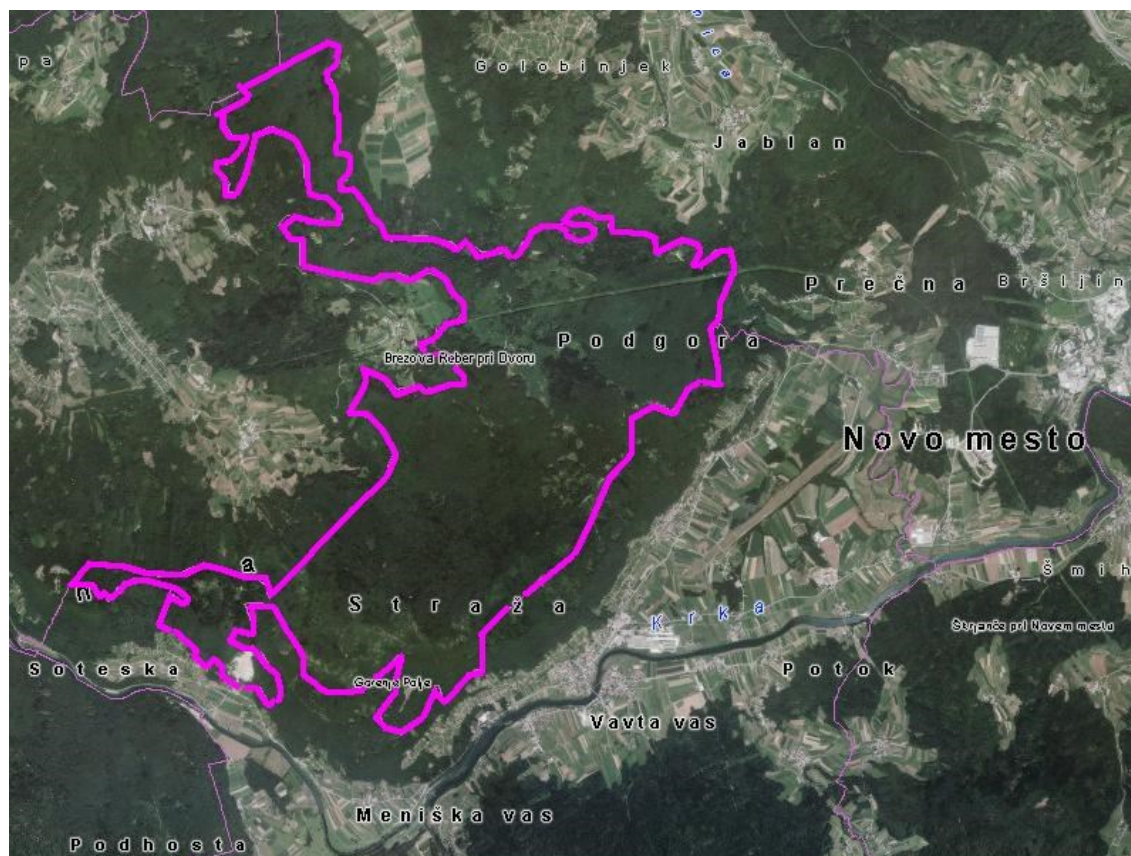
Antropogene motnje so izraz človeških posegov v gozdnem prostoru. (In)direktni vplivi antropogenih motenj na gozdni ekosistem in biotsko raznovrstnost so lahko zelo veliki (Papež, 2005). Direktni vplivi vključujejo nego gozdov, vnašanje tujerodnih vrst, sečnja in spravilo lesa, gradnjo prometnic, lov, nabiranje gob in plodov, steljarjenje, pašo, rekreacijo, krčitve, melioracijo ter uporabo pesticidov, fungicidov in umetnih gnojil. Indirektni vplivi pa zajemajo gospodarske aktivnosti, ki vplivajo na atmosfero in klimatske spremembe (onesnaževanje). Sečnja, gradnja prometnic in izvajanje gojitvenih del vplivajo bistveno bolj na gozdni ekosistem kot katera koli druga aktivnost v gozdu (Spies in Turner, 1999).

3 OBJEKT RAZISKAVE

Objekt raziskave je GGE Brezova reber. Enota spada v novomeško gozdnogospodarsko območje. Za to enoto je ohranjen arhiv poseka za zadnjih 40 let. V enoti so raziskovalne ploskve (Saje, 2011; Saje in sod., 2013), kjer je učinke snegoloma mogoče analizirati na drevesni ravni.

3.1 GGE BREZOVA REBER

V enoti prevladujejo državni gozdovi, samo 1 % površine je v zasebni lasti in lasti drugih pravnih oseb. Skupna površina meri 1.722 ha (Slika 1). Teren je položno nagnjen proti severu in severozahodu. Najvišje se dviguje v južnem delu kopastih vrhov Plešivice (596 m), Kulovih sel (591 m) in Srobotnika (592 m). Najnižja točka pa je v Škratovici (200 m) ob robu Globodolske uvale. Poleg kraških vrtač se v enoti pogosto pojavljajo tudi manjše uvale, kotanje in brezna (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005).



Slika 1: Gozdnogospodarska enota (GGE) Brezova reber na ortofoto posnetku (Gerk, 2013)

Kar 95 % celotne gozdne površine prekrivajo bukova rastišča. Med njimi izstopata združbi *Hedero-Fagetum* (*Quercu-Fagetum*) in *Lamio orvalae-Fagetum*. Nekateri predeli z dolomitno matično podlago nakazujejo pojav združbe *Hacquetio-Fagetum*. Strme, tople in sušnejše lege porašča združba *Lathyro-Quercetum*. Nekatere površine pa zaradi posebnih, mikroreliefnih talnih razmer uvrščamo med aceretna rastišča (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005).

V enoti so oblikovani naslednji rastiščno gojitveni razredi: 1400 Gradново-bukovi gozdovi (980 ha) s prevladujočo združbo *Hedero-Fagetum* (61 %), 1600 Gorski bukovi gozdovi (695 ha) s prevladujočo združbo; *Lamio orvalae-Fagetum typ.* (71 %), 3200 Varovalni gozdovi (pod kategorijo večnamenski gozd) s površino 19,91 ha in prevladujočo združbo *Lathyro-Quercetum petraea* (79 %) in varovalni gozd (21,54 ha), kjer izstopa združba *Lathyro-Quercetum fag.* ter 3300 Gozdovi s posebnim namenom - ukrepi niso dovoljeni, (8,05 ha) s prevladujočo združbo *Lathyro-Quercetum petraea* (93 %) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005).

Enoto uvrščamo v preddinarski-predpanonski klimatski tip. Povprečna letna količina padavin je 1175 mm. V času vegetacije pade kar 70 % vseh padavin. Voda zaradi prepustne karbonatne matične podlage in planotastega sveta ne odteka površinsko. Snežna odeja obstane okoli 60 dni, s povprečno debelino 70 cm. Povprečna letna temperatura je 8,0 °C, (min. -33,0 °C, maks. 36,0 °C). Vegetacijska doba traja od sredine aprila do sredine oktobra (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005).

Geološko talno podlago tvori pretežno jurski apnenec, ki je bolj ali manj dolomitiziran in v skrajnem jugozahodnem delu prehaja v dolomit. Na apnenčasti matični podlagi so se razvila srednje globoka do globoka pokarbonatna rjava tla. Ta so pogosto izprana in mestoma tudi zakisana. Produktivnost tal je prav dobra do odlična, na južnem delu in pri veliki skalovitosti se pojavlja rendzina (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005).

Povprečna lesna zaloga je 425 m³ ha⁻¹, prirastek pa 11,1 m³ ha⁻¹ (Preglednica 1). Lesna zaloga je v enoti po drugi svetovni vojni ves čas naraščala. Močni posegi so bili zabeleženi po drugi svetovni vojni, in sicer na eni petini takratne površine, zaradi česar se je lesna zaloga znižala (Gozdnogospodarski načrt ..., 1985). Posek je po letu 1962 začel naraščati.

Preglednica 1: Razvoj gozdnih fondov ter letni realiziran posek ob koncu ureditvenega obdobja (vir: Gozdnogospodarski načrt ..., 1942, 1953, 1963, 1974, 1985, 1995, 2005)

Leto	Pov. g. (ha)	Lesna zaloga (GS, m ³ ha ⁻¹)			Prirastek (P, m ³ ha ⁻¹)			Letni real. posek (m ³ ha ⁻¹)		
		Igla.	Lista.	Skupaj	Igla.	Lista.	Skupaj	Igla.	Lista.	Skupaj
1941	1.665	73	170	243	2,7	5,4	8,1			
1953	1.695	71	152	223	2,9	5,3	8,2			8,4
1963	1.725	79	162	241	3,1	6,0	9,0	0,9	2,8	3,9
1973	1.728	81	188	269	2,8	7,5	10,2	1,6	4,0	5,6
1984	1.747	97	217	314	2,6	7,6	10,2	2,0	4,7	6,7
1994	1.717	113	248	361	2,8	8,7	11,6	2,3	4,4	6,7
2004	1.722	137	288	425	3,5	7,6	11,1	2,7	4,6	7,3

Razvojne faze se še do danes niso približale modelnemu razmerju (Preglednica 2). Za obdobje pred drugo svetovno vojno in po njej so značilne visoke intenzitete sečenj (do 50 % od lesne zaloge), kar je doprineslo k povečanju deleža mladovij. Za to obdobje je značilna tudi umetna obnova s smreko (Pirc, 1997). V obdobju po letu 1984, ko so učinki sonaravnega gospodarjenja že opazni, so se deleži razvojnih faz približali modelnemu razmerju. Za zadnje obdobje je značilen visok delež debeljakov.

Preglednica 2: Delež (%) razvojnih faz po obdobjih ter modelno razmerje razvojnih faz za leto 2005 (vir: Gozdnogospodarski načrt ..., 1942, 1953, 1963, 1974, 1985, 1995, 2005)

Leto	Delež (%) mladovja			Delež (%) drogovnjakov			Delež (%) debeljakov			Delež (%) sestojev v obnovi
	MI., Go.	Let.	Skup.	Mlajši	Starejši	Skup.	Mlajši	Starejši	Skup.	
1941			28	20	16	34	19	13	28	4
1953			19	35	9	44	16	20	36	1
1963			19	21	24	45	16	19	35	2
1973	2	10	12	19	32	51	11	18	36	3
1984	5,5	8,1	13,6	15,5	23,7	39,2	23,8	9,2	33,0	14,2
1994			9,0	12,0	27,0	39,0	30,0	10,0	40,0	12,0
2004			7,4			18,8			63,1	10,5
Model (2005)			14			32			36	18

Opomba: V ureditvenem obdobju 1941–1973 so bili deleži razvojnih faz izračunani na podlagi starostnih razredov.

Do leta 1973 so podatki o drevesni sestavi okvirni (Preglednica 3). Leta 1893 naj delež iglavcev ne bi dosegal niti 7 % v lesni zalogi (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005). Leta 1893 se je v enoti začelo načrtno gospodarjenje. Delež iglavcev v sestavi gozdov pred snegolomom je bil okoli 31 % celotne lesne zaloge.

Gostote sestojev (N) na ploskvah po prvem redčenju (2011) oziroma pred sanacijo (2013) precej variirajo, in sicer od 1.511 do 4.333 ha⁻¹ (Preglednica 4). Nekaj dreves je bilo po redčenju (2011) odstranjenih brez odobritve. Lesna zaloga (GS) na ploskvah je med 62,4 in 159,3 m³ ha⁻¹, sestojna temeljnica (BA) med 20,4 in 34,5 m² ha⁻¹ (vključujoč 2. debelinsko stopnjo). Povprečni letni volumenski prirastek (P) znaša od 7,4 do 12,5 m³ ha⁻¹.

Preglednica 4: Sestojne značilnosti raziskovalnih ploskev po prvem redčenju (2011) in pred sanacijo (2013) glede na obravnavo.

Obravnava	A			B			C		
Blok	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ploskev	1A	2A	3A	1B	2B	3B	1C	2C	3C
N 2011 (ha ⁻¹)	3.333	1.589	2.378	3.378	3.078	3.511	4.189	4.333	3.111
N 2013 (ha ⁻¹)	3.256	1.511	2.378	3.289	3.022	3.489	4.189	4.279	3.100
N _M 2013 (ha ⁻¹)		2.381			3.267			3.855	
BA 2011 (m ² ha ⁻¹)	20,8	18,0	18,3	25,7	24,4	21,2	32,5	20,9	23,9
BA 2013 (m ² ha ⁻¹)	23,4	20,4	20,9	28,5	27,6	23,8	34,5	23,9	27,3
BA _M 2013 (m ² ha ⁻¹)		21,6			26,6			28,6	
GS 2011 (m ³ ha ⁻¹)	75,2	115,4	78,4	111,8	107,5	55,6	144,5	39,9	90,6
GS 2013 (m ³ ha ⁻¹)	97,9	133,8	98,8	130,5	131,2	70,4	161,8	61,8	117,8
GS _M (m ³ ha ⁻¹)		110,2			110,7			113,8	
DBH _q 2011 (mm)	85	118	93	94	96	84	93	76	95
DBH _q 2013 (mm)	89	125	99	98	101	88	95	80	102
DBH _{qM} 2013 (mm)		104,3			95,7			92,3	
P (m ³ ha ⁻¹ leto ⁻¹)	11,3	9,2	10,2	9,3	11,8	7,4	8,6	10,9	13,6
P _M (m ³ ha ⁻¹ leto ⁻¹)		10,2			9,5			11,1	
P (m ² ha ⁻¹ leto ⁻¹)	1,3	1,2	1,3	1,4	1,6	1,3	1,0	1,5	1,7
P _M (m ² ha ⁻¹ leto ⁻¹)		1,3			1,4			1,4	

Opomba: N – število dreves, BA – sestojna temeljnica, GS – lesna zaloga, DBH_q – srednje temeljnični premer, P – prirastek

Za raziskovalne ploskve je značilen visok delež bukve – 80,3 % vseh dreves, preostale drevesne vrste so gorski javor (13,3 %) in navadna smreka (5,4 %). Posamično (pod 1 %) pa se pojavljajo divja češnja, gorski brest, črni gaber, ostrolistni javor, veliki jesen in lipa.

3.3 VREMENSKE RAZMERE V ČASU SNEGOLOMA 2012

Dan pred sneženjem (27. 10. 2012) je bila povprečna dnevna temperatura (T) 12,1 °C, ki se je na dan sneženja spustila do 0 °C (Preglednica 5). V prvem dnevu je padal dež s snegom. V dveh dneh je zapadlo preko 20 cm snega. Na prvi dan sneženja je bil zabeležen močan veter, dan prej pa tudi vihar ni veter (Agencija RS za okolje, 2013). Drevje je bilo še olistano.

Preglednica 5: Dnevni podatki glavne meteorološke postaje v Novem mestu (220 m nmv) v času snegoloma (Agencija RS za okolje, 2013)

Datum	Povp. dnevna T (°C)	Max T (°C)	Min T (°C)	Min T nad 5 cm (°C)	Količina padavin (mm)	Višina snežne odeje (cm)	Višina novega snega (cm)	Trajanje sonca (h)	Dež s snegom
25.10	9,8	15,4	7,8	8,7	0,0			5,2	Ne
26.10	8,7	9,9	6,5	4,4	0,0			0,0	Ne
27.10	12,1	13,8	9,2	9,0	20,5			0,1	Ne
28.10	0,5	13,0	0,0	-0,1	55,9	11,0	11,0	0,0	Da
29.10	0,8	2,4	0,0	-0,8	22,0	18,0	10,0	0,0	Ne
30.10	0,3	2,5	-1,8	-1,9	0,0	10,0		0,1	Ne
31.10	3,3	7,5	-1,2	-2,5	0,0	7,0		2,3	Ne
1.11	5,5	6,4	3,6	2,3	11,4	0,0		0,0	Ne

Ponoči 28. 10. 2012 je deževalo, sredi noči se je jugovzhodni veter spremenil v jugozahodnega in vzhodnega, proti jutru pa je začelo snežiti. V dolinah je sredi dneva zapadlo do 10 cm snega, v Novi gori (Podgora) pa do 20 cm snega. Sredi popoldneva je zopet začelo snežiti. Temperature so se gibale od 0 °C do 1 °C. Po gozdu se je lomilo drevje. Ponoči 29. 10. 2012 je nehalo snežiti. V Novi gori je zapadlo okrog 30 cm snega, v višjih legah (Straški hrib) pa tudi do 50 cm snega. Temperature so se gibale od 0 °C do 3 °C (Pirc, 2013).

4 METODE DELA

4.1 KRAJINSKA RAVEN

4.1.1 Pridobivanje podatkov

Podatke smo pridobili iz gozdnogospodarskih načrtov (1953, 1963, 1974, 1985, 1995, 2005) in podatkovnih zbirk ZGS (Podatkovna zbirka Zavoda ..., 2011). Osnovna enota pri analizi je bila odsek. Za obdobje 1956–1972 smo podatke o motnjah pridobili iz gozdnogospodarskih načrtov (1953, 1963, 1974, 1985), podatke za obdobje 1973–1990 pa iz evidenc sečenj v pisni obliki. Za obdobje 1973–1990 so kot vrste poseka opredeljeni samo glavni donos (redna sečnja), vmesni donos (redčenja) in izredni donos (sanitarna sečnja), zato vzrokov sanitarnih sečenj za to obdobje ne moremo podrobneje prikazati. Vzroke sanitarnih sečenj za obdobje 1973–1990 je na podlagi letnih bilanc in gozdarskega dnevnika pripravil upokojeni revirni gozdar Stanislav Pirc. Podatke o sečnji za obdobje 1991–2011 smo pridobili v digitalni obliki. Enako tudi podatke o sestojih in odsekih za leto 2004. Za obdobje 1991–2011 smo sečnjo razdelili v tri skupine: redna sečnja (redčenja in pomladitvena sečnja), ostali vzroki sečnje (posek za (gozdno) infrastrukturo, posek brez odobritve, posek za umetno obnovo ter ostali neopredeljen posek) in sanitarna sečnja. Pri sanitarni sečnji smo podrobneje obravnavali snegolome, vetrolome, posek zaradi insektov in posek poškodovanega drevja zaradi del v gozdu.

Odkazilo poškodovanih dreves v enoti zaradi snegoloma 2012 je bilo opravljeno v letu 2013. Poleg odkazila je revirni gozdar Gregor Colarič na ravni odseka ocenil še naslednje znake: delež podrhtih izrваниh dreves, delež nagnjenih in povitih dreves ter delež dreves z lomnimi poškodbami (prelom in odlom debla).

4.1.2 Obdelava podatkov

Podatke smo obdelali s programsko opremo MS Office Excel 2010. Podatke evidenc sečenj za obdobje 1973–1990 smo najprej vnesli v podatkovno zbirko. Ker so se odseki spremenili, smo stare oznake odsekov nadomestili z novimi (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005). Pri tem smo sodelovali z gozdarskimi strokovnjaki iz OE Novo mesto (ZGS).

Za analizo poškodovanosti gozdnih sestojev smo za nekatere neodvisne spremenljivke uporabili šifrant za opis sestojev in odsekov (Priloga A, Preglednica 6). S preliminarno analizo smo posameznim spremenljivkam preverili natančnost ter identificirali manjkajoče vrednosti. Z opisno statistiko smo preverili frekvence porazdelitev kategoričnih spremenljivk. Kategorije z nizkimi frekvencami smo združevali glede na podobnost. Kategorialne spremenljivke smo nadalje pretvorili v binarne *dummy* spremenljivke.

Pred multivariatno analizo smo uporabili standardno univariatno statistiko – koeficient korelacije za zvezne spremenljivke in kontingenčni test za grupirane podatke. Če sta bili vrednost med pari spremenljivk pri korelacijskem koeficientu r in pri kazalcu „Contingency coefficient“ $> 0,700$, smo eno izmed spremenljivk v paru zaradi multikolinearnosti izločili iz procesa modeliranja.

Preglednica 6: Seznam vseh neodvisnih (IV) in odvisnih (DV) spremenljivk za multiplo linearno regresijo in binarno logistično regresijo (M1) ter analizo časovnih vrst (M2)

Spremenljivke	Tip spremenljivke	Opis spremenljivke	Vključena v model (M)
Rastiščne		Merjene oziroma ocenjena na ravni odseka	
Pol.p_1	Binarna	Položaj v pokrajini; 1 - ravnina, 0 - vznožje, pobočje, greben	M1: IV = Da
Pol.p_2	Binarna	Položaj v pokrajini; 1 - pobočje, greben 0 - ravnina, vznožje,	M1: IV = Da
Nmv_pov	Zvezna	Povprečna nadmorska višina odseka (m)	M1: IV = Da
Relief_1	Binarna	1 - gladko do valovito, 0 - kotanjasto do vrtačasto, jarkasto do grebenasto	M1: IV = Da
Lega_1	Binarna	1 - S, SV, SZ, 0 - V, JV, J, JZ, Z, vse lege in brez naklona	M1: IV = Da
Lega_2	Binarna	1 - V, JV, J, JZ, Z, 0 - S, SV, SZ, vse lege in brez naklona	M1: IV = Da
Kamnina_a	Binarna	Geološka podlaga: 1 - apnenec, 0 - dolomitiziran apnenec, dolomit	M1: IV = Da
Naklon	Zvezna	Povprečni naklon odseka v stopinjah (°)	M1: IV = Da
Kamnitost	Zvezna	Delež (%) kamnitosti	M1: IV = Da
Skalovitost	Zvezna	Delež (%) skalovitosti	M1: IV = Da
Kam_skal	Zvezna	Delež (%) kamnitosti in skalovitosti	M1: IV = Da
Tehnološke			
Razdalja	Zvezna	Spravilna razdalja (m)	M1: IV = Da
Odprtost	Zvezna	Delež (%) odprtosti gozdov z gozdnimi prometnicami	M1: IV = Da
Sestojne			
Ohran_s	Binarna	Stopnja ohranjenosti - prvobitnosti gozdnih sestojev: 1 - spremenjeni (31-70 %), močno spremenjeni (71-91 %), izmenjani (nad 90 %), 0 - ohranjeni (do 30 %),	M1: IV = Da

Se nadaljuje,

nadaljevanje preglednice št. 6

Spremenljivke	Tip spremenljivke	Opis spremenljivke	Vključena v model (M)
Sestojne		Merjene oziroma ocenjena na ravni odseka	
GS_list	Zvezna	Sestojna lesna zaloga listavcev ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	M1: IV = Ne
GS_igl_ods	Zvezna	Delež (%) iglavcev v lesni zalogi	M1: IV = Da
GS_list_ods	Zvezna	Delež (%) listavcev v lesni zalogi	M1: IV = Ne
GS	Zvezna	Sestojna lesna zaloga ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	M1: IV = Ne
Rfaza_mlad	Zvezna	Razvojna faza mladovje (%)	M1: IV = Ne
Rfaza_drg	Zvezna	Razvojna faza drogovnjak (%)	M1: IV = Ne
Rfaza_deb	Zvezna	Razvojna faza debeljak (%)	M1: IV = Da
Rfaza_svo	Zvezna	Razvojna faza sestoj v obnovi (%)	M1: IV = Ne
Časovne			
Red_leta	Zvezna	Čas, ki je pretekel od zadnjega redčenja (leto)	M2: DV = Da
Neg.s_leta	Zvezna	Čas, ki je pretekel od zadnje izvedene negovalne sečnje (redčenja ali/in pomladitvene sečnje) (leto)	M2: DV = Da
Nega			
Red_kub	Zvezna	Količina redčenja ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	M1: IV = Ne
Red_ods	Zvezna	Obseg redčenja glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: IV = Da
Pom_kub	Zvezna	Količina pomladitvene sečnje ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	M1: IV = Ne
Pom_ods	Zvezna	Obseg pomladitvene sečnje glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: IV = Ne
Neg.s_kub	Zvezna	Količina negovalnih sečenj (redčenja skupaj s pomladitveno sečnjo) ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	M1: IV = Ne
Neg.s_odst	Zvezna	Obseg negovalnih sečenj glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: IV = Da
Motnje			
Insekti_šib	Binarna	Šibke gradacije glede na delež od lesne zaloge (od 0,125 % GS do 1,199 % GS)	M2: IV = Da
Insekti_moč	Binarna	Močne gradacije glede na delež od lesne zaloge (> 1,20 % GS)	M2: IV = Da
Insekti_kub	Zvezna	Količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi insektov ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	M1: DV = Da, IV = Ne
Insekti_odst	Zvezna	Obseg sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi insektov glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: DV = Da, IV = Da
Insekti_del	Zvezna	Delež (%) sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi insektov od skupnega poseka	M1: DV = Da
Insekti_sum	Binarna	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi insektov v obdobju 1991–2011 ($0 < 2,49$ % GS, $1 > 2,5$ % GS)	M1: DV = Da, IV = Da
Veter_šib	Binarna	Šibki vetrolomi glede na delež od lesne zaloge (> 0,33 % GS)	M2: IV = Da
Veter_kub	Zvezna	Količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi vetra ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	M1: DV = Da, IV = Ne
Veter_odst	Zvezna	Obseg sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi vetra glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: DV = Da, IV = Da
Veter_del	Zvezna	Delež (%) sanitarne sečnje poškodovanega lesa zaradi vetra od skupnega poseka	M1: DV = Da
Veter_sum	Binarna	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi vetra v obdobju 1991–2011. $0 < 0,69$ % GS, $1 > 0,70$ % GS	M1: DV = Da, IV = Da

Se nadaljuje,

nadaljevanje preglednice št. 6

Spremenljivke	Tip spremenljivke	Opis spremenljivke	Vključena v model (M)
Motnje		Merjene oziroma ocenjena na ravni odseka	
Sneg_šib	Binarna	Šibki snegolomi glede na delež od lese zaloge (od 0,125 % GS do 1,199 % GS)	M2: IV = Da
Sneg_moč	Binarna	Močni snegolomi glede na delež od lesne zaloge (> 1,20 % GS)	M2: IV = Da
Sneg_kub	Zvezna	Količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi snega (m ³ ha ⁻¹)	M1: DV = Da, IV = Ne
Sneg_odst	Zvezna	Obseg sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi snega glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: DV = Da, IV = Da
Sneg_del	Zvezna	Delež sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi snega od skupnega poseka	M1: IV = Da
Sneg_sum	Binarna	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi snega v obdobju 1991–2011. 0 < 2,49 % GS, 1 > 2,5 % GS	M1: DV = Da, IV = Da
Ab.mot_šib	Binarna	Šibke abiotske motnje (vetrolomi in snegolomi skupaj) glede na delež od lesne zaloge (> 0,125 % GS do 1,199 % GS)	M2: IV = Da
Ab.mot_moč	Binarna	Močne abiotske motnje (vetrolomi in snegolomi skupaj) glede na delež od lesne zaloge (> 1,20 % GS)	M2: IV = Da
Ab.mot_kub	Zvezna	Količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi abiotskih motenj (vetrolomi in snegolomi skupaj) (m ³ ha ⁻¹)	M1: DV = Da, IV = Ne
Ab.mot_odst	Zvezna	Obseg sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi abiotskih motenj (vetrolomi in snegolomi skupaj) glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: DV = Da, IV = Ne
Ab.mot_sum	Binarna	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi vetra in snega v obdobju 1991–2011. 0 < 2,49 % GS, 1 > 2,5 % GS	M1: DV = Da, IV = Ne
Delo.v.g_kub	Zvezna	Količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi del v gozdu (antropogene motnje) (m ³ ha ⁻¹)	M1: DV = Ne, IV = Ne
Delo.v.g_odst	Zvezna	Obseg sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi del v gozdu (antropogene motnje) glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: DV = Ne, IV = Da
Delo.v.g_sum	Zvezna	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanega drevja zaradi del v gozdu (antropogene motnje) v obdobju 1991–2011. 0 < 0,69 % GS, 1 > 0,70 % GS	M1: DV = Ne, IV = Da
Snegolom 2012			
Sneg_std_igl	Zvezna	Število posekanih poškodovanih dreves iglavcev	M1: DV = Ne
Sneg_std_lis	Zvezna	Število posekanih poškodovanih dreves listavcev	M1: DV = Ne
Sneg_std_igl_ods	Zvezna	Delež (%) posekanih poškodovanih dreves iglavcev	M1: DV = Ne
Sneg_std_lis_ods	Zvezna	Delež (%) posekanih poškodovanih dreves listavcev	M1: DV = Ne
Sneg_std	Zvezna	Število posekanih poškodovanih dreves	M1: DV = Ne
Sneg_igl_sum	Zvezna	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanih dreves iglavcev (m ³)	M1: DV = Ne
Sneg_igl_kub	Zvezna	Količina sanitarne sečnje poškodovanih dreves iglavcev (m ³ ha ⁻¹)	M1: DV = Da
Sneg_igl_odst	Zvezna	Obseg sanitarne sečnje poškodovanih iglavcev glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: DV = Da
Sneg_igl_p.dr	Zvezna	Povprečno posekano poškodovano srednjekubno drevo – iglavci (Pov. dr.)	M1: DV = Da

Se nadaljuje,

nadaljevanje preglednice št. 6

Spremenljivke	Tip spremenljivke	Opis spremenljivke	Vključena v model (M)
Snegolom 2012		Merjene oziroma ocenjena na ravni odseka	
Sneg_list_sum	Zvezan	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanih dreves listavcev (m^3)	M1: DV = Ne
Sneg_list_kub	Zvezna	Količina sanitarne sečnje poškodovanih dreves listavcev ($m^3 ha^{-1}$)	M1: DV = Da
Sneg_list_odst	Zvezna	Obseg sanitarne sečnje poškodovanih listavcev glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: DV = Da
Sneg_list_p.dr	Zvezna	Povprečno posekano poškodovano srednjekubno drevo – listavci (Pov. dr.)	M1: DV = Da
Sneg_skup_kub	Zvezna	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanih dreves ($m^3 ha^{-1}$)	M1: DV = Da
Sneg_skup_ods	Zvezna	Obseg sanitarne sečnje poškodovanih dreves glede na delež od lesne zaloge (% GS)	M1: DV = Da
Sneg_p.dr	Zvezna	Povprečno posekano poškodovano srednjekubno drevo (Pov. dr.)	M1: DV = Da
Sneg_sum	Zvezna	Skupna količina sanitarne sečnje poškodovanih dreves (m^3)	M1: DV = Ne
Lom_ods	Zvezna	Delež (%) dreves z lomnimi poškodbami	M1: DV = Da
Izruv_ods	Zvezna	Delež (%) izruvanih dreves	M1: DV = Da
Pov.nag_ods	Zvezna	Delež (%) povitih in nagnjenih dreves	M1: DV = Da

Pri multivariatnih analizah smo izvedli analizo časovnih vrst, multiplo linearno regresijo (Kotar, 2011) in binarno logistično regresijo (Košmelj, 2001).

Pri analizi časovnih vrst smo verjetnosti sanitarnih sečenj v 10-letnem obdobju analizirali s preizkusom naslednjih funkcij: linearna, logaritemska, eksponentna, potenčna ter polinomska druge in tretje stopnje. Funkcije smo risali v programskem orodju Microsoft Office Excel 2010, stopnjo tveganja (P), F -test in R^2 pa smo izračunali v programskem orodju SPSS Statistics 21. Funkcijo smo izbrali na podlagi najvišjih vrednosti F (F -test) in determinacijskega koeficienta (R^2) ter najnižje stopnje tveganja. Verjetnost poškodb smo računali na ravni odsekov, opazovalno okno pa je bilo časovno dolgo 38 let.

Verjetnosti sanitarnih sečenj zaradi vetra, snega in insektov (v nadaljevanju naravne motnje) po izvedenih redčenjih in negovalni sečnji (v nadaljevanju sečnja) je razmerje med številom poškodovanih odsekov zaradi naravne motnje in številom opazovanih odsekov v enoti. Število opazovanih odsekov pa je odvisno od izvedene sečnje. Tako smo imeli npr. v času, ki je pretekel od zadnjega redčenja, skupno 101 odsek, kar pomeni, da so se redčenja v teh odsekih izvedla vsaj enkrat. Verjetnosti smo prikazali v deležih (%) za 10 let po izvedeni negovalni sečnji.

Verjetnost (%) pojavljanja poškodb zaradi naravnih motenj smo prikazali tudi po debelinskih stopnjah. Kot referenčno skupno število dreves po debelinskih stopnjah (d. st.) v enoti smo obravnavali drevesa izmerjena na stalnih vzorčnih ploskvah v letu 2004 (Priloga F), povprečno letno število poškodovanih dreves po d. st. pa smo izračunali na podlagi letnega odkazila v obdobju 1999–2009 (skupaj 11 let). Verjetnost, da naravne motnje poškodujejo drevo določene d. st., je razmerje med skupnim številom poškodovanih dreves zaradi naravne motnje in skupnim številom dreves te d. st. v enoti.

Z multiplo linearno regresijo smo ugotavljali, katere neodvisne spremenljivke značilno vplivajo ($P \leq 0,050$) na jakost poškodb zaradi snegolomov, vetrolomov in insektov. Stopnjo vpliva smo prikazali s regresijskim koeficientom (b). Kot algoritem smo izbrali *Stepwise*.

Pri binarni logistični regresiji smo kot metodo modela vplivnih spremenljivk (prediktorjev) izbrali algoritem *Backward Stepwise* z merilom *Likelihood Ratio* (Kleinbaum in Klein, 2002). Verjetnost, da ima odvisna spremenljivka (Y_i) vrednost 1, kadar nanjo vplivajo neodvisne spremenljivke (X_i - prediktorji), se izrazi z naslednjim obrazcem (Košmelj, 2001):

$$P(Y = 1 | x_1, x_2, \dots, x_p) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)} \quad \dots (1)$$

Iz tega sledi (2):

$$\ln \frac{P(Y=1|x_1, x_2, \dots, x_p)}{1 - P(Y=1|x_1, x_2, \dots, x_p)} = \text{logit} P(Y = 1) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p \quad \dots (2)$$

4.2 SESTOJNA RAVEN

4.2.1 Pridobivanje podatkov

Podatke smo pridobili z merjenjem in ocenjevanjem posameznih dreves na raziskovalnih ploskvah v raziskovalnem objektu (RO) Brezova reber, ki meri 0,81 ha. Glede na prve meritve na raziskovalnih ploskvah smo v analizi uporabili naslednje že izmerjene oziroma ocenjene znake (Saje, 2011):

- zaporedna številka drevesa na ploskvi;
- koordinata drevesa;
- drevesna vrsta;
- status drevesa: 1 – izbranec, 2 – indiferentno drevo, 3 – konkurent;
- socialni razred (Assmann, 1961): 1 – nadvladajoča drevesa, 2 – vladajoča drevesa, 3 – sovladajoča drevesa, 4 – obvladana drevesa, 5 – podstojna drevesa;
- utesnjenost krošnje (Assmann, 1961): 1 – krošnja je popolnoma sproščena na vse strani (osamelci), 2 – enostransko utesnjena krošnja s krošnjami sosednjih dreves, 3 – dvostransko utesnjena krošnja, 4 – tristransko utesnjena krošnja, 5 – vsestransko utesnjena krošnja;
- velikost krošnje (Assmann, 1961): 1 – zelo velika krošnja, enakomerno razvita na vseh straneh, gosto olistana, 2 – normalna, simetrična krošnja, precej dobro olistana, 3 – normalna, asimetrična krošnja, manj gosto olistana, 4 – majhna krošnja, slabo olistana, 5 – zelo majhna krošnja, redko olistana;
- kakovost/napake debla: 0 – brez vidnih napak, 1 – mehanska poškodba, 2 – večvrhatost (V.vrh), 3 – vejnatost v spodnji tretjini debla, 4 – epikormski poganjki, 5 – krivost debla, 6 – ovalnost debla, 7 – žlebatost debla, 8 – zavitost, 9 – slepice/grče v spodnji tretjini debla, 10 – mrazne razpoke.

Za merjenje in ocenjevanje poškodovanih in nepoškodovanih dreves na raziskovalnih ploskvah so bili uporabljeni naslednji znaki:

- prsni premer (DBH); merjen na prsni višini (1,3 m) s pi-trakom. Merjena so bila vsa poškodovana drevesa ne glede na tip poškodb, vsako 5 zaporedno (nepoškodovano) drevo ter vsi izbranci;

- premer panja (SD); merjen na 1 % drevesne višine na milimeter natančno (Valinger in Fridman, 1997) (podatke o višini dreves smo dobili na podlagi prvih meritev (Saje, 2011). Merjena so bila vsa poškodovana drevesa ne glede na tip poškodb, vsako 5 zaporedno drevo ter vsi izbranci;
- zgornji premer (UD); merjen na milimeter natančno s pi-trakom na petih metrih drevesne višine (Valinger in Fridman, 1997). Merjena so bila vsa sanirana (posekana) drevesa v času sečnje;
- drevesna višina (H); merjena so bila vsa posekana drevesa v času sečnje na decimeter natančno z meritvenim trakom;
- dolžina čistega debla (Sl); merjena so bila vsa posekana drevesa v času sečnje na decimeter natančno z meritvenim trakom (Valinger in Fridman, 1997);
- dolžina krošnje (Cl); znak lahko merimo, v našem primeru pa smo ga pridobili po izračunu (3) (Päätaalo in sod., 1999):

$$Cl = H - Sl \quad \dots (3)$$

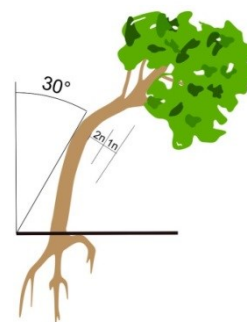
- povprečna širina krošnje (CWq); izmerjena na decimeter natančno na podlagi povprečnega premera krošnje, kjer so glede na azimut (sever, jug, vzhod, zahod) premeri največji (Päätaalo in sod., 1999). Merjena so bila vsa poškodovana drevesa ne glede na tip poškodb, vsako peto zaporedno drevo ter vsi izbranci.

Poškodbe na krošnji:

- poškodovanost krošnje: 0 - brez poškodb, manjše poškodbe ali domnevne poškodbe na krošnji, tanjše primarne veje – odlom/prelom (< 3cm premera), 1 - debele primarne veje – odlom/prelom (> 3 cm premera), 2 - odlomljen/prelomljen vrh krošnje (> 3/4 višine drevesa), (sanacija je potrebna).

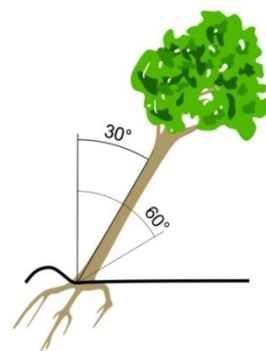
Poškodbe na deblu:

- Povito drevo, (nagnjeno $> 30^\circ$ v obliki loka) (1 = DA, 0 = NE): zgornja polovica (ali $2/3$) debla je v obliki loka, spodnja polovica (ali $1/3$) debla dokaj ravna in brez vidnih poškodb korenin in koreničnika. Lomne poškodbe (prelom, odlom, zlom) niso vidne. Če bi bile take poškodbe vidne, se drevo oceni z znaki: prelom, odlom oziroma zlom debla. Sanacija je potrebna, razen v primeru, če drevo ne ogroža bližnjih dreves.



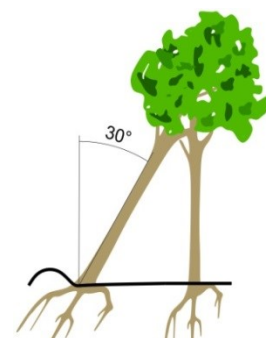
Slika 3: Povito drevo

- Nagnjeno drevo ($> 30^\circ$ do 60°) (1 = DA, 0 = NE) (prirejeno po Valinger in Fridman, 1997): drevo se je zaradi teže snega v celoti nagnilo, vendar ni izruvano – samostoječe ne popolnoma podrto drevo (podrto, izruvano drevo je $> 60^\circ$). Vidne so poškodbe korenin in koreničnika. Lomne poškodbe (prelom, odlom, zlom) niso vidne. Če bi bile take poškodbe vidne, se drevo oceni s znaki: prelom, odlom oziroma zlom debla. Sanacija je potrebna.



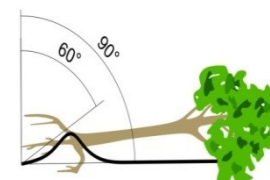
Slika 4: Nagnjeno drevo

- Obviselo drevo, (0 = NE, 1 = DA ($> 30^\circ$ do 60°)) (prirejeno po Valinger in Fridman, 1997): zaradi teže snega se je drevo nagnilo in obviselo na sosednjem drevesu. Vidne so poškodbe korenin in koreničnika. Lomne poškodbe (prelom, odlom, zlom) niso vidne. Če bi bile take poškodbe vidne, se drevo oceni s znaki: prelom, odlom oziroma zlom debla. Sanacija je potrebna.



Slika 5: Obviselo drevo

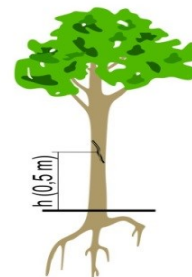
- Podrto, izkoreninjeno – izruvano drevo, ($> 60^\circ$ do 90°), (1 = DA, 0 = NE) (prirejeno po Päätaalo in sod., 1999; Valinger in Fridman, 1997): zaradi teže snega se je drevo izkoreninilo, izruvalo. Poškodbe korenin-koreničnika so velike. Drevo je v celoti podrto ali je nagnjeno $> 60^\circ$. Sanacija je potrebna.



Slika 6: Podrto drevo

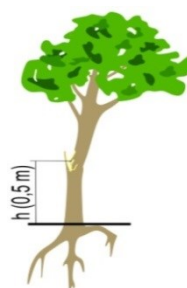
Lomne poškodbe debla; (zlom + prelom + odlom ($1 = \text{DA}$, $0 = \text{NE}$)), (prirejeno po Päätaalo in sod., 1999; Pellikka in Järvenpää, 2003):

- Zlom debla (višina zloma, merjena od tal na 0,5 m natančno): v smeri drevesnih vlaken, v deblu so vidne razpoke. Ščetine, oziroma pretrgana vlakna niso vidna, na koreničniku in koreninah ni vidnih poškodb oziroma so le-te majhne. V primeru izrazitejšega loma je potrebna sanacija.



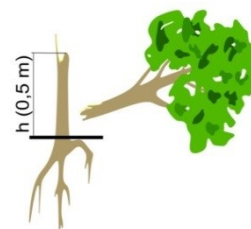
Slika 7: Zlom debla

- Prelom debla (višina preloma, merjena od tal na 0,5 m natančno): na mestu poškodbe med zgornjim in spodnjim delom debla je stik, vidne so ščetine oziroma pretrgana drevesna vlakna. Na koreničniku in koreninah ni vidnih poškodb oziroma so le-te majhne. Sanacija je potrebna.



Slika 8: Prelom debla

- Odlom debla (višina odloma, merjena od tal na 0,5 m natančno), (do 3/4 višine drevesa): na mestu poškodbe med zgornjim in spodnjim delom debla ni stika. Poškodbe korenin oziroma koreničnika niso vidne ali so manjše. Sanacija je potrebna.



Slika 9: Odlom debla

Pri terenskem snemanju smo uporabili podatke iz prvih meritev (Saje, 2011). Zaradi velikega števila znakov in dreves na raziskovalnih ploskvah (povprečno 289 dreves na ploskev) smo se odločili za način, ki kljub manjšemu obsegu dela zagotavlja zadostno količino podatkov za objektivno analizo. Merili smo vsa poškodovana drevesa ter vse izbrance. Sistematično po številčnem zaporedju smo merili tudi vsako peto drevo (povprečno 60 dreves na ploskev). Sistematični način merjenja smo izbrali predvsem zaradi korektne primerjave med poškodovanimi in nepoškodovanimi drevesi. Z znaki, ki niso odvisni od sečnje/sanacije, smo v povprečju analizirali 144 dreves na ploskev (skupaj 1293 dreves), kar je za polovico manj od povprečnega števila dreves na ploskvi (289).

Meritve smo izpeljali v marcu in aprilu leta 2013, še pred olistanjem, kar je bilo pomembno za natančno ocenjevanje poškodovanosti krošenj.

Glede na tip poškodbe smo odkazali vsa drevesa, za katera je bila sanacija potrebna (glej opis poškodb). Po končanih meritvah smo to drevje posekali. Sanacija je bila izvedena v maju in juniju leta 2013. Sanacije nismo izvedli na ploskvah z obravnavo C. V povprečju smo sanirali 31 % vseh dreves na ploskvah oziroma 82 % poškodovanih dreves. Posekanemu drevju smo izmerili še preostale znake: zgornji premer drevesa, višino čistega debla ter višino drevesa. Vse pridobljene podatke smo s pomočjo tabličnega računalnika sproti vnašali v Excelovo datoteko.

4.2.2 Obdelava podatkov

Po končanih meritvah smo podatke prenesli v MS Office Excel 2010. Pred izvedeno statistično analizo smo z linearno regresijo nadomestili manjkajoče vrednosti. To smo storili v programskem orodju SPSS Statistic 21. V multivariatnem modelu takšnih spremenljivk nismo upoštevali.

Na podlagi podatkov za posamezna drevesa smo izračunali izpeljane parametre:

- N , N_{ha} – število dreves nad merskim pragom na ploskvi pred sanacijo in število dreves nad merskim pragom na hektar pred sanacijo;
- N_{PP} , $N_{PP_{ha}}$, $\%N_{PP}$ – število poškodovanih dreves na ploskvi z vsemi poškodbami, število poškodovanih dreves na ploskvi z vsemi poškodbami na hektar ter delež poškodovanih dreves z vsemi poškodbami;
- N_P , $N_{P_{ha}}$, $\%N_P$ – število poškodovanih dreves na ploskvi, število poškodovanih dreves na ploskvi na hektar ter delež poškodovanih dreves. Drevesa, pri katerih so bile poškodovane samo primarne veje, niso upoštevana – v nadaljevanju kritične poškodbe oziroma kritično poškodovana drevesa (p);
- BA_{ha} – temeljnica sestoja na hektar;
- $BA_{P_{ha}}$, $\%BA_P$ – temeljnica poškodovanih dreves na hektar in delež poškodovane temeljnice. Upoštewane so samo kritične poškodbe;
- GS_{ha} – lesna zaloga sestoja na hektar;

- GS_p_ha , $\%GS_p$ – lesna zaloga poškodovanih dreves na hektar in delež poškodovane lese zaloge. Upoštevane so samo kritične poškodbe.

Volumen (bruto debeljad) smo za vsa drevesa izračunali na podlagi razmerja med volumnom drevesa in temeljnico drevesa prvih meritev (2011), pomnoženo s temeljnico drevesa drugih meritev (2013).

$$m_{2013}^3 = \frac{m_{2011}^3}{m_{2011}^2} \times m_{2013}^2 \quad \dots (4)$$

Volumen dreves v času prve meritve (2011) je bil izračunan na podlagi prsnega premera in višine drevesa po enačbah za debeljad (Puhek, 2003);

- DBH_q_mm , DBH_{q0_mm} , DBH_{qp_mm} , – srednje temeljnični premer vseh dreves, srednje temeljnični premer nepoškodovanih dreves in srednje temeljnični premer poškodovanih dreves (upoštevane so samo kritične poškodbe);

$$DBH_q = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{DBH_i^2}{N}} \quad \dots (5)$$

- Pk – površina krošnje (m^2) (Pretzsch, 2002). Za bukev je predpostavka, da je senčni del krošnje prisekani stožec (7), sončni del krošnje pa kubični paraboloid (9). Isti način smo uporabili tudi za preostale listavce. Za smreko pa je predpostavka, da je senčni del krošnje ravno tako prisekani stožec (7), sončni del pa je oblika stožca (8).

$$Pk = (R + r) * s * \pi \quad \dots (7)$$

R – polmer spodnjega kroga, r – polmer zgornjega kroga, s – dolžina stranice

$$Pk = r * \pi * s \quad ali \quad r * \pi \sqrt{r^2 + h} \quad \dots (8)$$

r – polmer spodnjega kroga (enačba 8 in 9), h – višina stožca (paraboloida (10));

$$Pk = \frac{a * \pi}{2} * \left[h^{2/3} * \sqrt{\frac{9}{a} * h^{4/3} + 1} + \sqrt{\frac{a}{9}} * \ln \left(\frac{3}{\sqrt{a}} * h^{2/3} + \sqrt{\frac{9}{a} * h^{4/3} + 1} \right) \right] \quad \dots (9)$$

$$a = \frac{r^2}{h^{2/3}} \quad \dots (10)$$

- Pk_P/Pk_0 – razmerje med površino krošnje poškodovanih in nepoškodovanih dreves;
- GA – indeks rastnega prostora, je razmerje med povprečno širino krošnje in prsnim premerom (Čarman in Smrekar, 2007; Kotar, 2005)
- GA_P/GA_0 – razmerje med indeksom rastnega prostora poškodovanih in nepoškodovanih dreves;
- DBH/CW_q – razmerje med prsnim premerom in povprečnim premerom krošnje (Čarman in Smrekar, 2007; Kotar, 2005).

Za analizo izbrancev in odkazanih dreves smo izračunali naslednje parametre:

- CT, CT_ha, %_CT – (crop trees) število izbrancev na ploskvi, število izbrancev na hektar ter delež izbrancev glede na vsa drevesa;
- $CT_{PP}\%$, $CT_P\%$ – delež poškodovanih izbrancev z vsemi poškodbami in delež kritično poškodovanih izbrancev;
- %_CT_r – delež saniranih izbrancev;
- N_r, %_N_r – število saniranih dreves in delež saniranih dreves glede na vsa drevesa nad merskim pragom;
- BA_r_ha, %_BA_r – temeljnica saniranih dreves in delež sanirane temeljnice;
- GS_r_ha, %_GS_r – lesna zaloga saniranih dreves in delež sanirane lese zaloge;
- DSI – (damage stand index) je indikator poškodovanosti sestojev. Je razmerje med sestojno temeljnico sanitarnega poseka zaradi snega na hektar (BA snegolom) in redčeno sestojno temeljnico na hektar (BA redčeno). Višja kot je vrednost indikatorja (> 1), višja je jakost sanacijske sečnje.

$$DSI = \frac{BA_{snegolo_ha}}{BA_{redčeno_ha}} \quad \dots (11)$$

Vsi izračuni so bili izvedeni v programskem orodju MS Office Excel 2010. Multivariatne statistične analize pa so bile izvedene v programskem orodju SPSS Statistics 21.

Pred multivariatno statistično analizo smo preverili multikolinearnosti na enak način kot pri analizi na krajinski ravni.

Preglednica 7: Seznam vseh neodvisnih (IV) in odvisnih (DV) spremenljivk za multivariatne analize

Spremenljivke	Tip spremenljivke	Opis spremenljivke	Vključena v model
Dv_bu	Binarna	Drevesa vrsta bukev: 1 = DA, 0 = smreka, javor	Da
Dv_sm	Binarna	Drevesna vrsta smreka: 1 = DA, 0 = bukev, javor	Da
Dv_izb_bu	Binarna	Drevesa vrsta bukev – izbranec: 1 = DA, 0 = ostalo	Da
Dv_izb_ja	Binarna	Drevesna vrsta javor – izbranec: 1 = DA, 0 = ostalo	Ne
V_kr_1_2_3	Binarna	Velikost krošnje: 1 = zelo velika, normalna simetrična, normalna asimetrična, 0 = ostalo	Da
V_kr_4	Binarna	Velikost krošnje: 1 = majhna, 0 = ostalo	Da
V_kr_5	Binarna	Velikost krošnje: 1 = zelo majhna, 0 = ostalo	Da
V_kr_izb_3	Binarna	Velikost krošnje izbranca: 1 = normalna asimetrična, 0 = ostalo	Da
V_kr_izb_4	Binarna	Velikost krošnje izbranca: 1 = majhna, 0 = ostalo	Da
V_kr_izb_5	Binarna	Velikost krošnje izbranca: 1 = zelo majhna, 0 = ostalo	Ne
Soc_r_1_2	Binarna	Socialni razred drevesa: 1 = nadvladajoče, vladajoče, 0 = ostalo	Da
Soc_r_3	Binarna	Socialni razred drevesa: 1 = sovladajoče, 0 = ostalo	Da
Soc_r_4_5	Binarna	Socialni razred drevesa: 1 = podstojno, obvladano, 0 = ostalo	Da
Soc_r_izb_1	Binarna	Socialni razred izbranca: 1 = nadvladajoče, 0 = ostalo	Da
Soc_r_izb_2	Binarna	Socialni razred izbranca: 1 = vladajoče, 0 = ostalo	Da
Soc_r_izb_3	Binarna	Socialni razred izbranca: 1 = sovladajoč, 0 = ostalo	Ne
V_vrh	Binarna	Večvrhatost drevesa: 1 = DA, 0 = Ne	Da
V_vrh_izb	Binarna	Večvrhatost drevesa – izbranec: 1 = DA, 0 = Ne	Da
DBH	Zvezna	Prsni premer drevesa (mm)	Da
SD	Zvezna	Spodnji premer drevesa (mm)	Ne
CWq	Zvezna	Povprečna širina krošnje (dm)	Ne
Pk	Zvezna	Površina krošnje (m ²)	Ne
RDS	Zvezna	Razmerje DBH/SD	Da
GA	Zvezna	Razmerje; srednji premer krošnje/prsni premer	Da
DBH/CWq	Zvezna	Razmerje; prsni premer/srednji premer krošnje	Ne
temeljnica	Zvezna	Temeljnica drevesa (m ²)	Ne
volumen	Zvezna	Volumen drevesa (m ³)	Ne
Jak_red_nalzb	Zvezna	Število odstranjenih konkurentov na izbranca	Da
Zlom_db (DV)	Zvezna	Višina zloma debla od tal (0,5 m natančno)	Ne
Prelom_db (DV)	Zvezna	Višina preloma debla od tal (0,5 m natančno)	Da
Odlom_db (DV)	Zvezna	Višina odloma debla od tal (0,5 m natančno)	Da
V_vrh_p (DV)	Binarna	Poškodovan (lom) vrh krošnje: 1 = DA, 0 = NE	Da
Lom_db (DV)	Binarna	Lom debla: 1 = DA, 0 = NE	Da
Povit_d (DV)	Binarna	Povito drevo: 1 = DA, 0 = NE	Da
Nag_d (DV)	Binarna	Nagnjeno drevo: 1 = DA, 0 = NE	Ne
Obv_d (DV)	Binarna	Obviselo drevo: 1 = DA, 0 = NE	Ne
Pod_d (DV)	Binarna	Podrto drevo: 1 = DA, 0 = NE	Ne
Ruvanje	Binarna	Nagnjeno, obviselo ali podrto drevo: 1 = DA, 0 = NE	Da
P_kritične (DV)	Binarna	Kritično poškodovana drevesa: 1 = DA, 0 = NE	Da
P_vse (DV)	Binarna	Vse poškodbe: 1 = DA, 0 = NE	Ne
Sanacija (DV)	Binarna	Sanirana drevesa: 1 = DA, 0 = NE	Ne
Izb_p_kritične (DV)	Binarna	Kritično poškodovani izbranci: 1 = DA, 0 = NE	Da
Izb_p_vse (DV)	Binarna	Poškodovani izbranci (vse poškodbe): 1 = DA, 0 = NE	Ne
Izb_sanacija (DV)	Binarna	Sanirani izbranci: 1 = DA, 0 = NE	Da
Izb_lom (DV)	Binarna	Izbranci z lomnimi poškodbami: 1 = DA, 0 = NE	Da

Uporabili smo univariatne statistične metode, in sicer parametrični *t*-test za neodvisne vzorce, pri čemer smo ugotavljali razlike med obravnavami A, B in C glede poškodovanosti sestojev zaradi snega, in Pearsonov korelacijski koeficient, pri čemer smo ugotavljali stopnjo povezanosti (*r*) med jakostjo redčenja (Saje, 2011) in jakostjo sanitarnega poseka zaradi snega.

Izmed multivariatnih statističnih metod smo uporabili multiplo linearno regresijo (Kotar, 2011) ter binarno logistično regresijo (Košmelj, 2001). Postopki modeliranja so bili enaki kot na krajinski ravni. Z multiplo linearno regresijo smo ugotavljali, katere neodvisne spremenljivke vplivajo na višino preloma in odloma debla. Z binarno logistično regresijo pa smo preverili, katere spremenljivke vplivajo na verjetnost ($\exp(\beta)$) pojavljanja različnih tipov poškodb zaradi snega. V rezultatih multiple linearne regresije smo predstavili samo statistično značilne spremenljivke ($P \leq 0,05$).

Binarne logistične regresije za nagnjena, obvisela in podrta drevesa zaradi prenizkih frekvenc nismo izvedli, ampak smo jih združili v eno spremenljivko (ruvanje). Pri binarni logistični regresiji, kjer smo ugotavljali verjetnost poškodovanih izbrancev, smo poleg vključenih neodvisnih spremenljivk (Preglednica 7) v model vključili še število odkazanih konkurentov na izbranca (Jak_red_naIzb). Slednje smo določili s programskim orodjem MapInfo Professional 10.0, kjer smo posameznim izbrancem na ploskvah določili število posekanih konkurentov na podlagi najkrajše razdalje. V povprečju so bili na ploskvah posekani trije konkurenti na izbranca (referenčna vrednost).

4.2.2.1 Obdelava GIS slojev

S programskim orodjem MapInfo Professional 10.0 smo prikazali prostorsko razmestitev poškodovanih dreves. Vse tlorisne projekcije so bile dodatno grafično obdelane s programskim orodjem Corel DRAW X6, s katerim smo izdelali tudi ilustracije poškodb dreves. Tloris strukture poškodovanih sestojev je prikazan za sestoje z obravnavo A in B. Tloris strukture poškodovanih sestojev po ploskvah je podrobneje prikazan v prilogah (Priloge B, C, D in E).

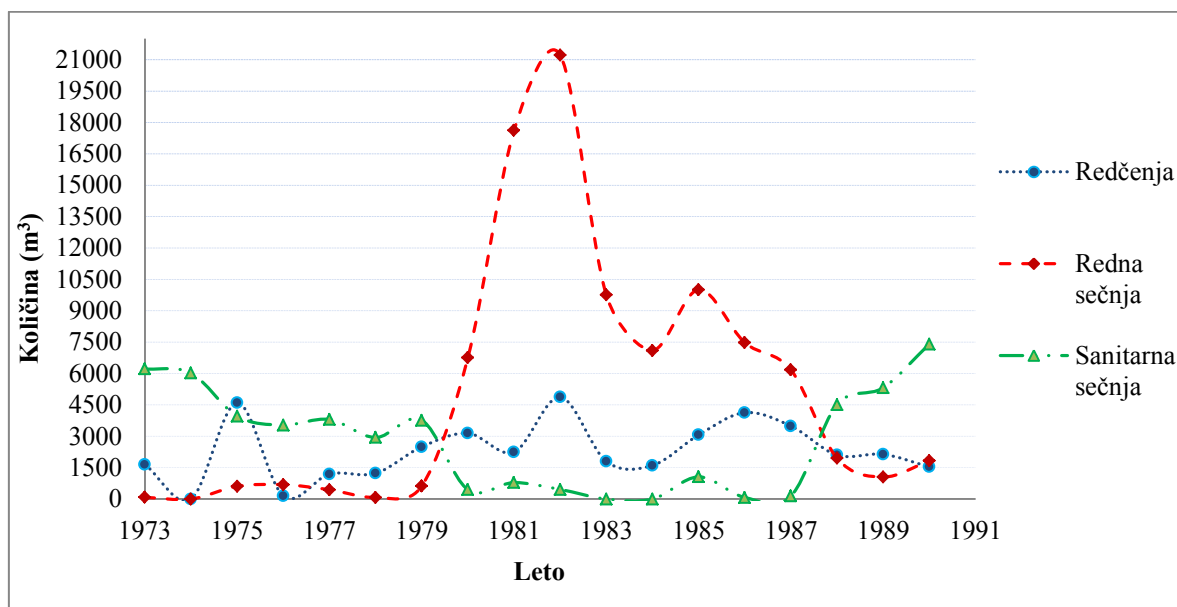
5 REZULTATI

5.1 KRAJINSKA RAVEN (GGE BREZOVA REBER, 1.722 HA)

5.1.1 Naravne motnje v obdobju 1953–1990

6. 5. 1957 je na že olistane gozdove zapadlo 50 cm snega. Poškodovanih je bilo več 100 ha gozdne površine. Najbolj poškodovani so bili mladi bukovi sestoji, stari med 20 in 50 let, v manjši meri pa je sneg poškodoval tudi brezo in topol (trepetliko). Sneg je drevesa listavcev povijal, lomil in izruval. Iglavci so bili manj poškodovani. Gozdarji so takoj ukrepali; otresali so sneg ter dvigali in podpirali najlepša drevesa. Po snegolomu je bilo veliko sestojev vrzelastih. Najbolj opustošene predele so posekali na golo in obnovili s sadnjo smreke. Najbolj so bili prizadeti oddelki 1-6, 8, 9, 14-17, 19 in 20, v katerih so prevladovali sestoji s starostjo med 20 in 50 let. Kot zelo resno biotsko naravno motnjo so navajali tudi škodo zaradi divjadi. Obžrte so bile mlade jelke, medtem ko so bili nasadi rdečega bora, kostanja, javorja, zelenega bora in duglazije obdrgnjeni (Gozdnogospodarski načrt ..., 1963). Pozimi leta 1971/72 je sestoje v enoti poškodoval močan snegolom, ki je polomil in podrl drevesa v skupni količini 6.000 m³. Prizadete so bile predvsem starejše monokulture iglavcev. Manjšo škodo na macesnu, duglaziji, zelenem boru, smreki in jelki je povzročila tudi divjad z objedanjem, lupljenjem ali obgrizovanjem (Gozdnogospodarski načrt ..., 1974).

Evidence poseka za obdobje 1973–1990 kažejo, da je bilo v gozdovih GGE Brezova reber, ki meri 1.722 ha, v povprečju na leto posekanega 10.818 m³ lesa, kar je 6,28 m³ ha⁻¹ (Slika 10), od tega je bilo 13,5 % sanitarne sečnje. Večji sanitarni poseki so bili zabeleženi na začetku in proti koncu tega obdobja. Redne sečnje in redčenja so bila najintenzivnejša sredi navedenega obdobja (1980–1987). V tem času so bili sanitarni poseki opravljeni v manjšem obsegu (< 1000 m³). Med letoma 1973 in 1979 je razviden majhen obseg rednih sečenj, medtem ko so bile močnejše sanitarne sečnje in redčenja. Razlogi so v intenzivnem čiščenju oslabilih (poškodovanih) dreves ter v manj intenzivnem končnem poseku. Možne so tudi napake pri evidencah poseka.



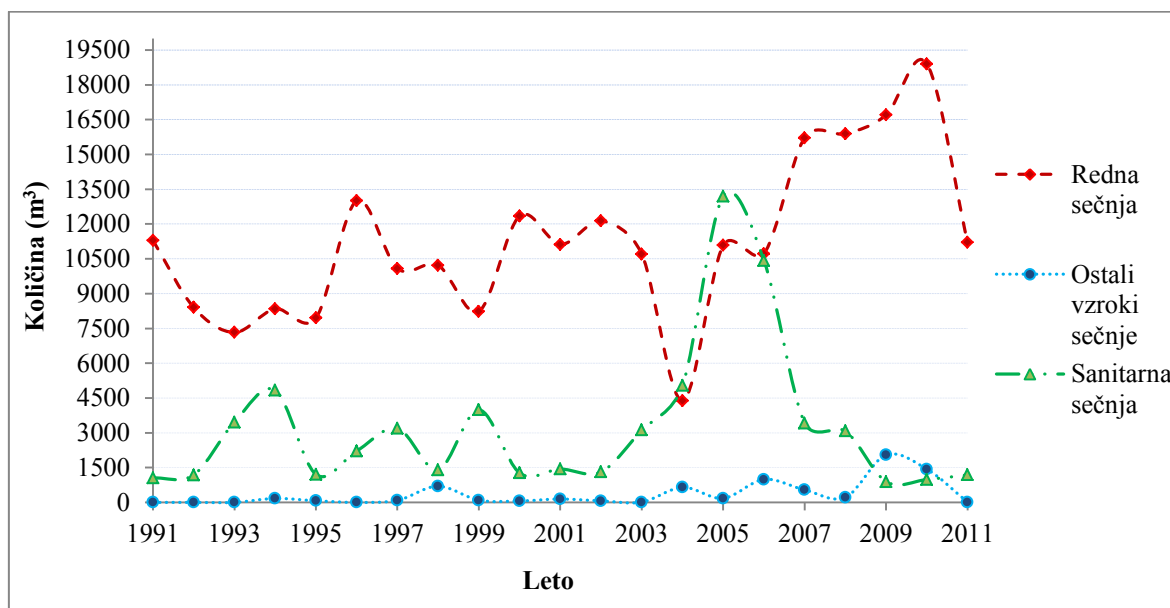
Slika 10: Količina (m³) posekanega lesa v obdobju 1973–1990 glede na vrste sečnje

Med letoma 1980 in 1981 je snegolom poškodoval 800 m³ iglavcev in 3.400 m³ listavcev. Leta 1982 je žled skupaj s snegom poškodoval 2.000 m³ iglavcev in 1.300 m³ listavcev. Poškodovani so bili sestoji na nadmorski višini med 300 in 400 m. 7. 2. 1983 je zapadlo 25 cm mokrega snega, štiri dni pozneje pa še dodatnih 50 cm snega, vmes je občasno tudi deževalo. Moker sneg je poškodoval predvsem sestoje iglavcev (3.700 m³), nekoliko manj sestoje listavcev (400 m³). Sanacija je potekala tudi v letu 1984. Nekaj let pozneje (1986) je sneg ponovno poškodoval gozdove. Poškodovanih je bilo okoli 1.000 m³ iglavcev in 2.600 m³ listavcev. Po snegolomu je 24. 7. 1986 sestoje poškodoval še viharjni veter. Poškodovanih je bilo 900 m³ iglavcev in 1.000 m³ listavcev (Pirc, 2011). Primerjava količine sanitarne sečnje po evidencah (Slika 10) in zapisih o ujmah v gozdovih v obdobju 1981–1986 (Pirc, 2011) nakazuje, da je bil evidentirani sanitarni posek podcenjen. Verjetno so nekatere sanitarne sečnje registrirali v evidencah kot redne.

V obdobju 1973–1979 je bilo zaradi insektov (podlubnikov) v enoti povprečno letno posekanega 250 m³ lesa z vštetimi lovnimi drevesi. V enoti je bilo povprečno med 25 in 30 lovnih dreves, kar je znašalo do 50 m³ lesa. V obdobju 1980–1990 je posek zaradi insektov znašal 385 m³ leto⁻¹ (minimalno 240 m³ v letu 1984, maksimalno 600 m³ v letu 1990, z vštetimi lovnimi drevesi).

5.1.2 Analiza sanitarnega poseka v obdobju 1991–2011

V desetletju 1991–2000 je bil letni posek 12.219 m^3 ($7,1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$), v obdobju 2001–2011 pa 17.178 m^3 lesa ($9,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$). Sanitarnega poseka je bilo v prvem obdobju 19,5 %, v drugem 23,3 %, v celotnem obdobju pa 21,8 %.



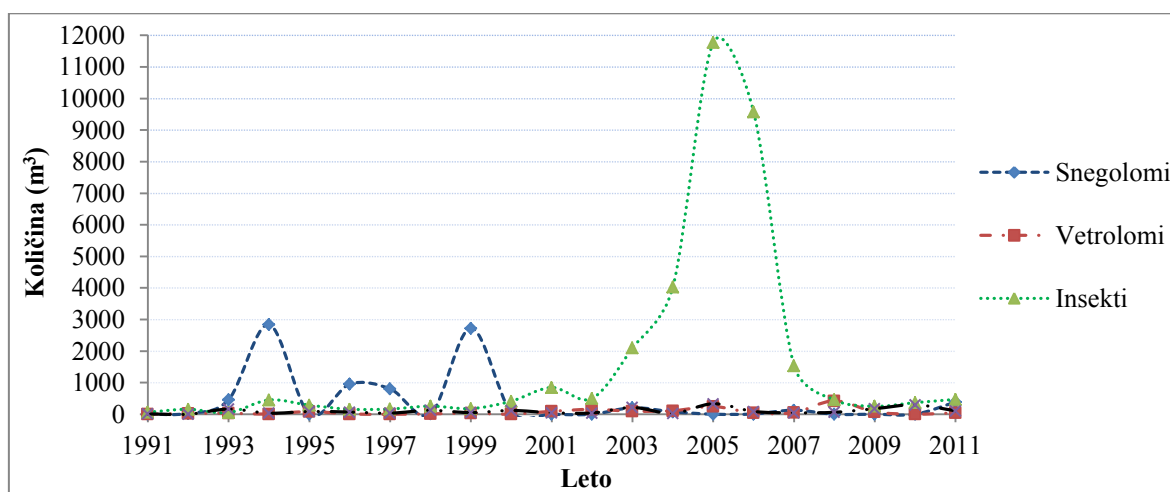
Slika 11: Količina (m^3) posekanega lesa v obdobju 1991–2011 glede na vrste sečnje

Odstotki poseka iglavcev v celotnem poseku zaradi snega (7,6 %), vetra (1,4 %) in insektov (29,9 %) so znatno večji kot pri listavcih (0,8 %, 0,4 %, 0,0 % v enakem zaporedju) (Preglednica 8). Ostali vzroki sečnje (sečnja za (gozdno) infrastrukturo in ostalo) v povprečju zajemajo 2,4 % evidentiranega poseka. Posek zaradi del v gozdu je znašal 2,4 % skupnega poseka. V obdobju 1991–2011 je bil skupen posek 311.152 m^3 lesa, kar je $8,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$.

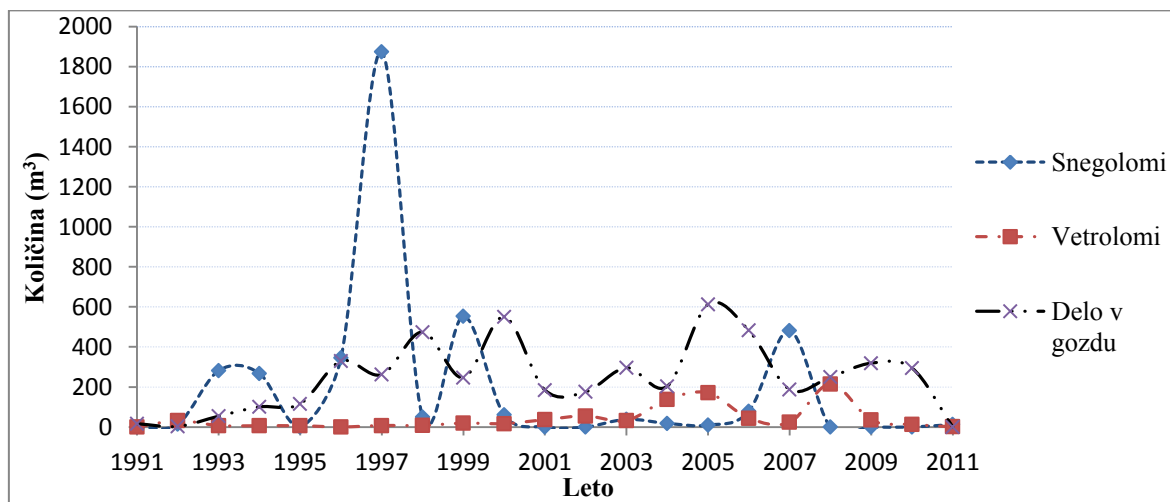
Preglednica 8: Struktura poseka v obdobju 1991–2011 glede na vrste sečnje

	Snego.	Vetro.	Insekti	Delo v gozdu	Sanit. sečnja	Redna sečnja	Ostali vzroki sečnje	Skup.	Skup. (m^3)	Skup. ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
Igla. (%)	7,6	1,4	29,9	1,9	48,2	49,6	2,1	100,0	113.900	66,2
Lista. (%)	0,8	0,4	0,0	2,6	6,7	90,7	2,5	100,0	197.519	114,8
Skup. (%)	3,3	0,8	11,0	2,3	21,8	75,8	2,4	100,0	311.152	180,8
Skup. ($\text{m}^3 \text{ leto}^{-1}$)	488	115	1.624	347	3.233	11.228	355	14.816		
Skup. ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$)	0,28	0,06	0,94	0,20	1,88	6,52	0,20	8,60		

Največ poškodb na drevju povzročijo insekti (Slika 12). Pri listavcih je bilo v obdobju 1991–2011 zaradi insektov skupaj posekanega le 15,6 m³ lesa, zato ga (Slika 13) nismo prikazali. V obdobju 1991–2011 je bil letni posek zaradi insektov 1.664 m³, kar je 0,96 m³ ha⁻¹ leto⁻¹. Sneg je letno poškodoval 609 m³ lesa, kar znaša 0,35 m³ ha⁻¹ leto⁻¹ (68 % iglavcev, 32 % listavcev). Veter pa je v povprečju poškodoval 115 m³ lesa, oziroma 0,06 m³ ha⁻¹ leto⁻¹ (64 % iglavcev, 36 % listavcev). Zaradi del v gozdu je bilo povprečno poškodovanega 347 m³ lesa, kar je 0,2 m³ ha⁻¹ leto⁻¹ (29 % iglavcev, 71 % listavcev).



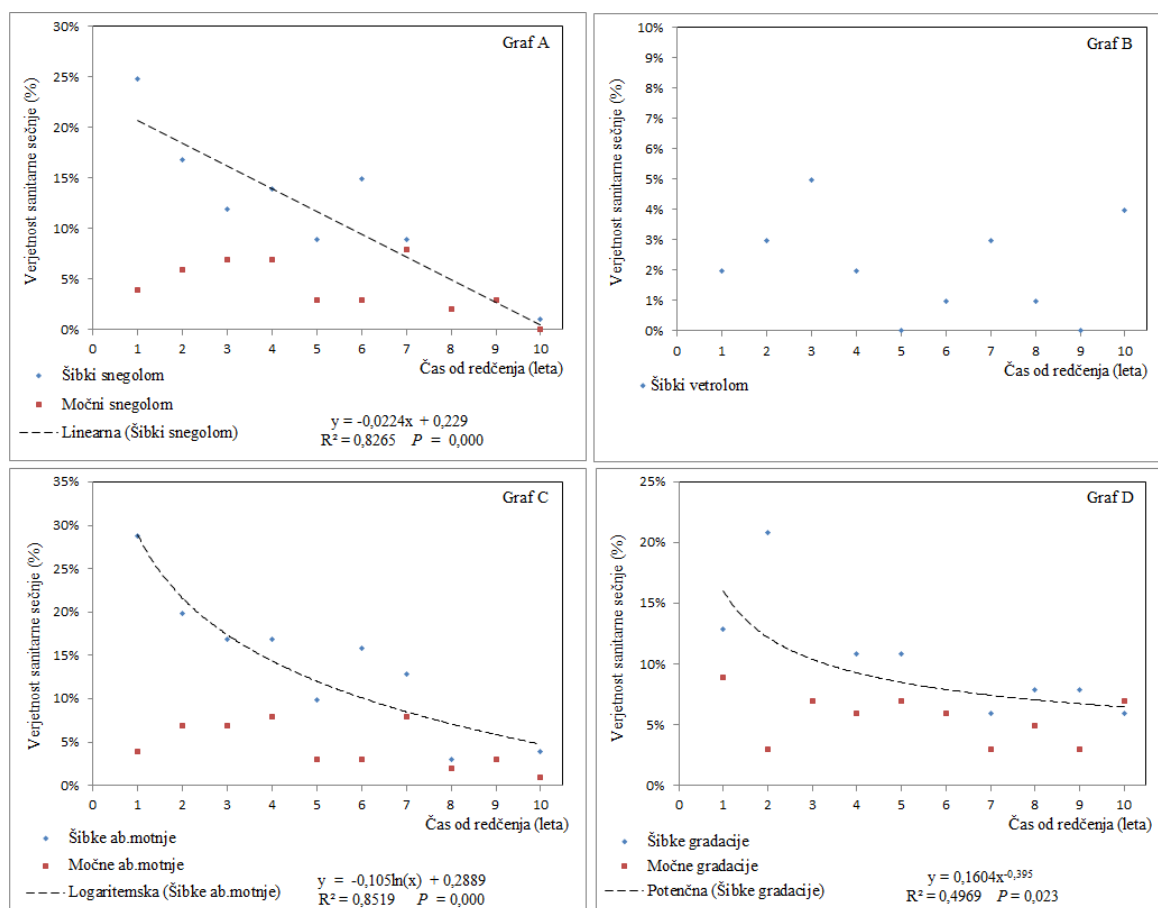
Slika 12: Količina (m³) sanitarnega poseka iglavcev v obdobju 1991–2011 glede na vzroke



Slika 13: Količina (m³) sanitarnega poseka listavcev v obdobju 1991–2011 glede na vzroke

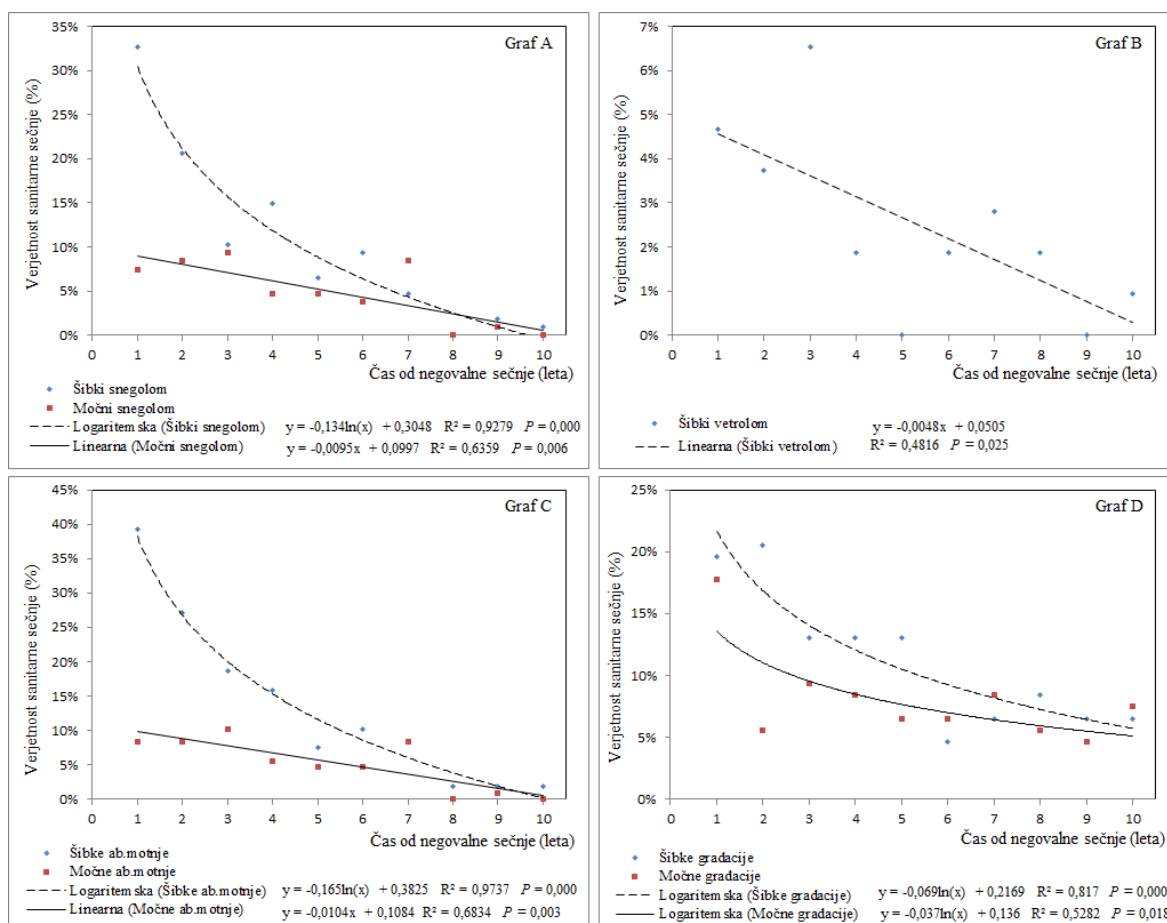
V enoti se občasno v manjšem obsegu (0,02 m³ ha⁻¹ leto⁻¹) pojavljajo še poškodbe zaradi bolezni in gliv. Žledolomov v obdobju 1991–2011 ni bilo.

Leta, pretekla od zadnjih izvedenih redčenj (negovani sestoji, Slika 14), značilno vplivajo na zmanjševanje verjetnosti sanitarnega poseka zaradi šibkih snegolomov ($P = 0,000$; slika 14A), šibkih abiotskih motenj ($P = 0,000$; slika 14C) in šibkih gradacij ($P = 0,023$; slika 14D). Verjetnost sanitarne sečnje v prvem letu po redčenju je pri šibkem snegolomu 25 % in z leti linearno pada, pri šibkih abiotskih motnjah (vetrolomi in/ali snegolomi) pa je 29 % ter se z leti linearno zmanjšuje (slika 14C). Verjetnost sanitarne sečnje zaradi šibkih gradacij v prvem letu po redčenju znaša 16 %, s pretekom časa od redčenja pa se eksponentno zmanjšuje ter po desetih letih verjetnost sanitarne sečnje znaša še 6 % (slika 14D).



Slika 14: Verjetnost (%) sanitarne sečnje v negovanih sestojih zaradi naravnih motenj šibkih in močnih jakosti po izvedenih redčenjih; A – snegolomi, B – vetrolomi, C – abiotske motnje (vetrolom in/ali snegolom), D – posek zaradi insektov

Leta, pretekla od zadnje izvedene negovalne sečnje (redčenja s pomladitveno sečnjo; Slika 15), ravno tako značilno vplivajo na zmanjševanje verjetnosti sanitarnega poseka zaradi šibkih ($P = 0,000$) in močnih ($P = 0,006$) snegolomov (slika 15A), šibkih vetrolomov ($P = 0,025$; slika 15B), šibkih ($P = 0,000$) in močnih ($P = 0,003$) abiotских motenj (slika 15C) ter šibkih ($P = 0,000$) in močnih ($P = 0,018$) gradacij (poškodbe zaradi insektov; slika 15D). Verjetnost sanitarne sečnje v prvem letu po izvedeni negovalni sečnji je pri šibkem snegolomu 33 % ter se z leti logaritemsko zmanjšuje, pri močnem snegolomu pa je 7 % ter z leti linearno pada. Pri šibkem vetrolomu je verjetnost sanitarne sečnje 5 % ter ravno tako z leti linearno pada, pri šibkih abiotских motnjah je 40 %, pri močnih pa 9 %. Pri šibkih in pri močnih gradacijah verjetnosti sanitarne sečnje z leti po izvedeni negovalni sečnji logaritemsko padajo ter so po desetih letih po izvedeni negovalni sečnji še vedno visoki (5-6 %).



Slika 15: Verjetnost (%) sanitarne sečnje v negovanih sestojih zaradi naravnih motenj šibkih (črtkana črta) in močnih jakosti (polna črta) po izvedeni negovalni sečnji; A – snegolom, B – vetrolom, C – abiotские motnje (vetrolom in/ali snegolom), D – poškodbe zaradi insektov

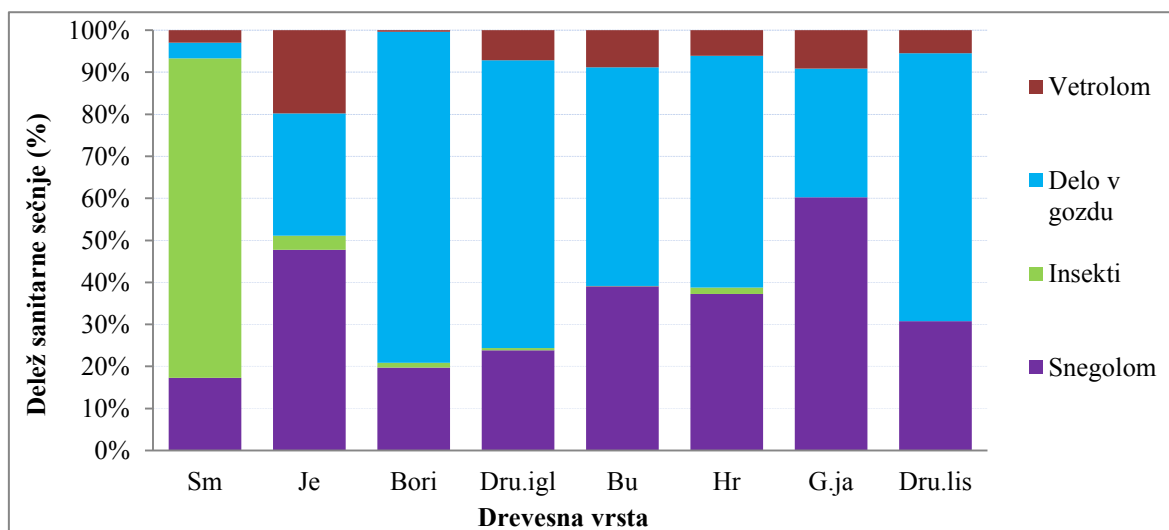
5.1.3 Vpliv sestojnih in rastiščnih značilnosti na sanitarni posek

Pri smreki je sanitarna sečnja večja (50,5 %) kot redna sečnja (48,2 %) (Preglednica 9). Najmanjši odstotek sanitarne sečnje v celotnem poseku je pri gorskemu javorju (4,9 %), pri bukvi znaša 6,2 %. Pri listavcih je sanitarna sečnja relativno najvišja pri hrastih (17,5 %), sledijo pa jim trdi in mehki listavci (11,8 %).

Preglednica 9: Posek v obdobju 1991–2011 glede na vzrok sečnje in drevesno vrsto ter deleži drevesnih vrst v lesni zalogi v letu 2005

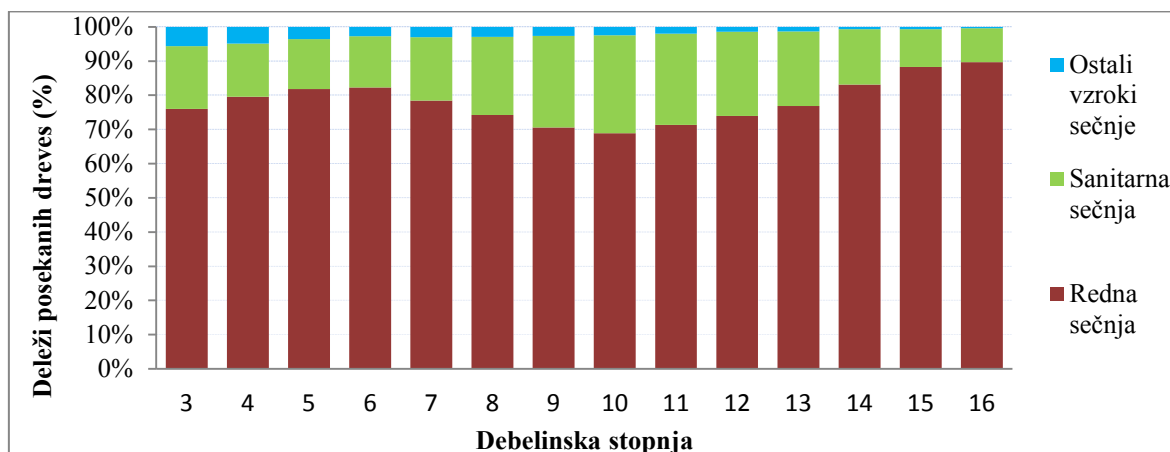
	Sm.	Je.	Bori	Dru. igl	Bu.	Hr.	G.ja.	Dru. list	Skupaj
Redna sečnja (m ³ ha ⁻¹ leto ⁻¹)	1,26	0,29	0,01	0,04	4,43	0,12	0,24	0,13	6,52
Ostali vzroki sečnje (m ³ ha ⁻¹ leto ⁻¹)	0,03	0,03	0,00	0,00	0,13	0,00	0,01	0,01	0,21
Sanitarna sečnja (m ³ ha ⁻¹ leto ⁻¹)	1,31	0,19	0,00	0,01	0,30	0,03	0,01	0,02	1,88
Sanitarna sečnja (%)	50,50	37,12	29,32	24,71	6,19	17,52	4,87	11,80	100,00
Drevesna sestava (v % GS 2005)	20,9	10,5	0,2	0,7	58,5	1,7	2,8	4,7	100,0

Smreka je najbolj ranljiva zaradi insektov - podlubnikov (76 % sanitarne sečnje) (Slika 16). Gorski javor je največkrat poškodovan zaradi snega (60 %), ravno tako tudi jelka (48 %). Zaradi del v gozdu so največkrat poškodovani bori (79 %) in drugi iglavci (66 %). Poškodovanost bukve je največja zaradi del v gozdu (52 %), manj zaradi snega (39 %) in vetra (8 %).



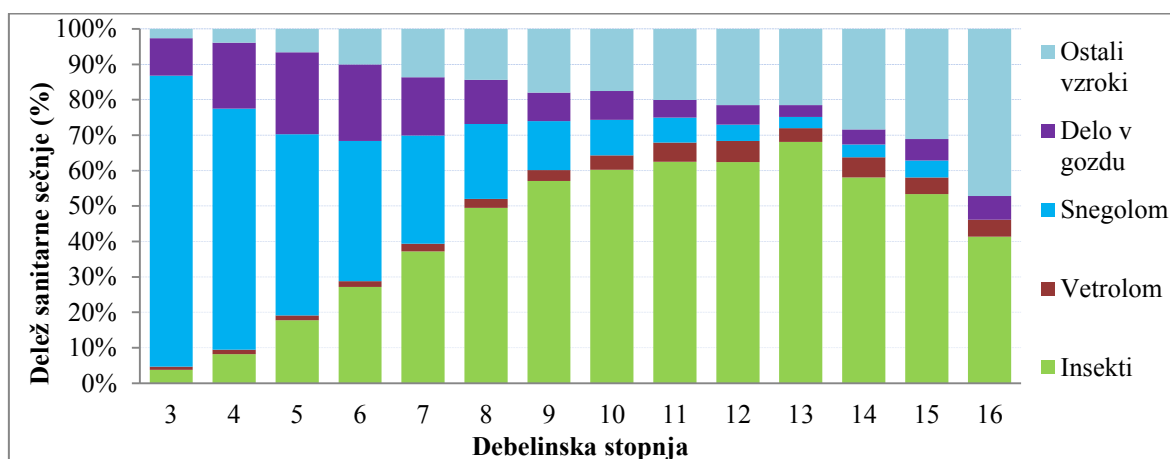
Slika 16: Struktura sanitarne sečnje po drevesnih vrstah in vzrokih sečnje

Glede na skupno število posekanih dreves v enoti je sanitarna sečnja največja pri srednje debelem drevju (9.–11. debelinska stopnja) (Slika 17), relativno najnižji pa posek debelega drevja (15. in 16. debelinska stopnja).



Slika 17: Deleži posekanih dreves v obdobju 1991–2011 po debelinskih stopnjah glede na vzrok sečnje

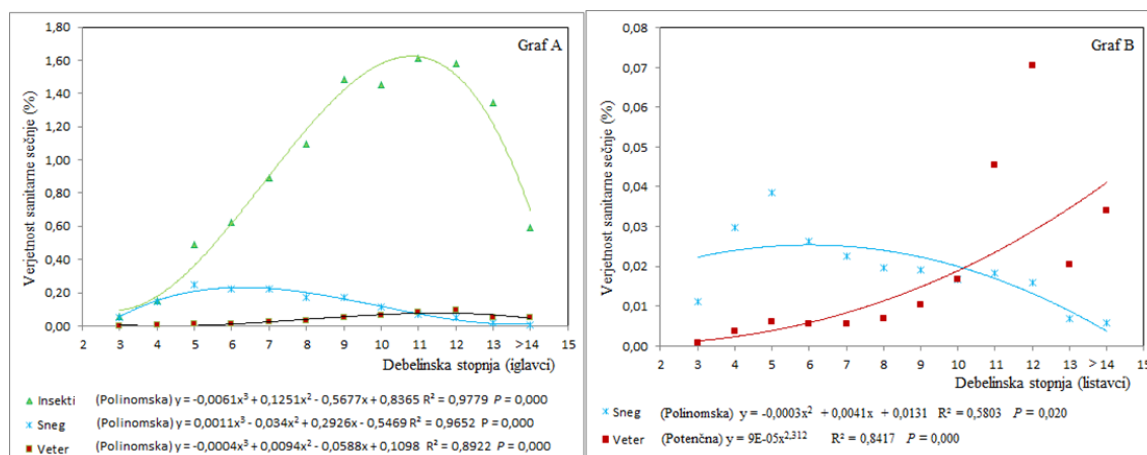
Snegolomi so relativno pogostejši pri tanjšem drevju, prav tako tudi posek zaradi poškodb, ki nastanejo zaradi del v gozdu (Slika 18). Z naraščanjem debeline drevja se relativno povečuje posek zaradi insektov in vetrolomov. Poškodbe zaradi ostalih vzrokov sanitarne sečnje (predvsem zaradi bolezni in gliv) naraščajo sorazmerno z naraščajočo debelino drevja.



Slika 18: Deleži sanitarne sečnje glede na skupno število saniranih dreves v obdobju 1991–2011 po debelinskih stopnjah

Povprečno drevo, posekano zaradi snega, meri $0,44 \text{ m}^3$, zaradi vetra $2,01 \text{ m}^3$, insektov $2,14 \text{ m}^3$, zaradi del v gozdovih pa $0,81 \text{ m}^3$. Poprečno drevo sanitarnega poseka meri $1,19 \text{ m}^3$, pri redni sečnji pa $0,98 \text{ m}^3$.

Verjetnost (%) sanitarnega poseka zaradi naravnih motenj (insekti, veter, sneg) je odvisna ($P \leq 0,020$) od debeline drevja (Slika 19). Verjetnost sanitarnega poseka iglavcev zaradi insektov je največja (1,4-1,6 %) pri debelejšem drevju (DBH 40-65 cm). Verjetnost sanitarnega poseka iglavcev zaradi snega in vetra je precej nižja ($< 0,3$ %) (Slika 19A). Pri listavcih verjetnost sanitarne sečnje zaradi vetra narašča sorazmerno z debelino drevja ter je najvišja pri debelem drevju (DBH > 50 cm), verjetnosti sanitarne sečnje zaradi snega pa je najvišja pri tanjšem in srednje debelem drevju (DBH 15-40 cm) (Slika 19B).



Slika 19: Letna verjetnost (%) sanitarne sečnje poškodovanih dreves zaradi vetra, snega in insektov glede na debelinsko stopnjo; graf A – iglavci, graf B – listavci

Z multivariatnim statističnim modelom in naborom neodvisnih spremenljivk (Preglednica 6) smo preverili povezanost med sanitarnim posekom ter rastiščnimi, sestojnimi in tehnološkimi znaki (Preglednica 10). Snegolomi, vetrolomi in poškodbe zaradi del v gozdu povečujejo obseg (% GS) in količino ($m^3 ha^{-1}$) sanitarnega poseka zaradi insektov; slednji pa povečujejo obseg in količino snegolomov in vetrolomov. Snegolomi tudi povečujejo delež vetrolomov v sanitarnem poseku. Redčenja in negovalna sečnja negativno korelirata z obsegom snegolomov v prihodnjih letih, medtem ko negovalna sečnja pozitivno korelira s obsegom poškodb zaradi vetra. To nakazuje, da so sestoji po redčenjih bolj dovzetni za poškodbe zaradi vetra.

Na sanitarni posek zaradi snega, vetra in insektov bolj vplivajo rastiščne kot sestojne spremenljivke (Preglednica 10). Manj kot so sestoji ohranjeni, večja bo sanitarna sečnja zaradi vetrolomov. Z naraščanjem deleža iglavcev v lesni zalogi narašča tudi obseg

sanitarne sečnje zaradi snegolomov in insektov. Z naraščanjem nadmorske višine se sanitarni posek zaradi snegolomov zmanjšuje, zaradi vetrolomov pa povečuje. Z naraščanjem skalovitosti se zmanjšuje sanitarni posek zaradi snega in insektov. Sanacija vetrolomov je večja v odsekih z večjim deležem kamnitosti. Na apnenčasti matični podlagi so v primerjavi z dolomitno matično podlago snegolomi manjšega obsega, medtem ko so vetrolomi večjega obsega. Na vetrolome vpliva tudi pravilna razdalja. Daljša kot je pravilna razdalja, manjši je obseg vetrolomov v sanitarnem poseku.

Preglednica 10: Stopnja odvisnosti (*b*) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,050$) s sanitarno sečnjo poškodovanih dreves zaradi snega, vetra in insektov v obdobju 1991–2011 (Multipla linearna regresija, algoritem *Stepwise*)

	Snegol. (m ³ ha ⁻¹)	Snegol. (% GS)	Snegol. (%)	Vetrol. (m ³ ha ⁻¹)	Vetrol. (% GS)	Vetrol. (%)	Insekti (m ³ ha ⁻¹)	Insekti (% GS)	Insekti (%)
	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>
Insekti_odst	0,601	0,669							
Insekti_sum				0,436	0,362	0,305			
Sneg_sum						0,217			
Sneg_odst							0,635	0,669	0,696
Veter_sum							0,367	0,355	0,348
Delo.v.g_sum							0,166	0,171	
Red_odst	-0,226	-0,279	-0,173						
Nega_odst	-0,210		-0,336	0,438	0,608				
Ohran_s				0,157	0,074				
GS_igl_odst	0,473	0,502	0,405						0,509
Nmv	-0,430	-0,418	-0,319		0,210	0,123			
Skalovitost	-0,118	-0,113	-0,041				-0,316	-0,281	-0,339
Kamnitost						0,217			
Kamnina_a	-0,025	-0,003	-0,005	0,174					
Razdalja						-0,178			

Model binarne logistične regresije je med snegolome pravilno uvrstil 68,5 % enot, med vetrolome 58,3 % enot, med abiotske motnje 63,4 % enot in med poškodbe zaradi insektov 50,9 % enot (Preglednica 11). Za 1 % večji obseg vetroloma glede na lesno zalogo sestoj (GS) poveča verjetnost sanitarne sečnje zaradi snega za 3,3-krat in insektov za 58,4-krat. Če se obseg snegoloma poveča za 1 %, je verjetnost sanitarne sečnje zaradi insektov za 3,15-krat večja. Močnejši kot je snegolom, večja je verjetnost poznejšega vetroloma; npr. če je obseg močnejšega snegoloma (> 2,5 % GS) večji za 1 %, je verjetnost sanitarne sečnje zaradi vetroloma za 3,90-krat večja, verjetnost sanitarne sečnje zaradi insektov poškodovanega drevja pa za 28,09-krat večja. Na poznejšo sanitarno sečnjo zaradi insektov vplivajo tudi poškodbe, ki nastanejo zaradi del v gozdu. Če se od slednjih obseg sanitarne

sečnje poveča za 1 %, je verjetnost poznejše sanitarne sečnje zaradi insektov za 3,06-krat večja. Če povečamo obseg redčenj za 1 % glede na delež od lesne zaloge sestoja, se verjetnost sanacije vetroloma zmanjša za 7,9 %. Za odstotek večji obseg negovalne sečnje (redčenja s pomladitveno sečnjo) pa poveča verjetnost sanacije vetroloma za 6 %.

Slabo ohranjeni sestoji imajo 43,48-krat večjo verjetnost sanitarnega poseka zaradi snega in 4,99-krat večjo verjetnost sanitarnega poseka zaradi abiotskih motenj v primerjavi z dobro ohranjenimi sestoji. Za 1 % višji delež debeljakov v odseku poveča obseg vetroloma za 3 %, vendar ta zmanjšuje skupni obseg abiotskih motenj za 2,4 %, verjetno zaradi snegolomov. Če se lesna zaloga iglavcev v sestojih zmanjša za 1 %, je verjetnost sanitarne sečnje zaradi snega manjša za 3,5 %.

Z naraščanjem nadmorske višine se sanitarni posek zaradi snega zmanjšuje, in sicer če se nadmorska višina od povprečne poveča za 1 m, se obseg sanitarne sečnje zmanjša za 2,1 %, podoben je tudi pri sanaciji zaradi insektov in abiotskih motenj. Na apnenčasti podlagi je sanacija snegoloma za 7,96-krat večja, zaradi abiotskih motenj je za 6,64-krat večja ter zaradi insektov za 4,04-krat večja v primerjavi z dolomitno matično podlago. Z vsako stopinjo večjim naklonom terena od povprečnega se delež sanitarne sečnje zaradi vetra poškodovanega drevja zmanjša za 11,7 %.

Preglednica 11: Stopnja značilnosti (P) in verjetnosti sanitarne sečnje poškodovanih dreves zaradi snega, vetra, insektov in abiotskih motenj (vetrolom in/ali snegolom) ($\exp(\beta)$) - Binarna logistična regresija, metoda *Backward Stepwise* z *Likelihood Ratio*

	Snegolom_sum		Vetrolom_sum		Ab. motnje_sum		Insekti_sum	
	P	$\exp(\beta)$	P	$\exp(\beta)$	P	$\exp(\beta)$	P	$\exp(\beta)$
Sneg_odst							0,003	3,151
Sneg_sum			0,042	3,905			0,011	28,088
Insekti_odst	0,097	1,094	0,018	1,147	0,008	1,147		
Veter_odst	0,079	3,312					0,002	58,406
Delo.v.g_odst							0,037	3,068
Red_odst			0,006	0,921				
Nega_odst			0,003	1,062				
GS_igl_odst	0,098	0,965						
Rfaza_deb			0,003	1,033	0,003	0,976		
Ohran_s	0,000	43,481			0,006	4,987		
Nmv	0,000	0,979			0,002	0,987	0,002	0,986
Kamnina_a	0,011	7,962			0,007	6,645	0,053	4,045
Naklon			0,055	0,883				
Razdalja	0,008	1,006						

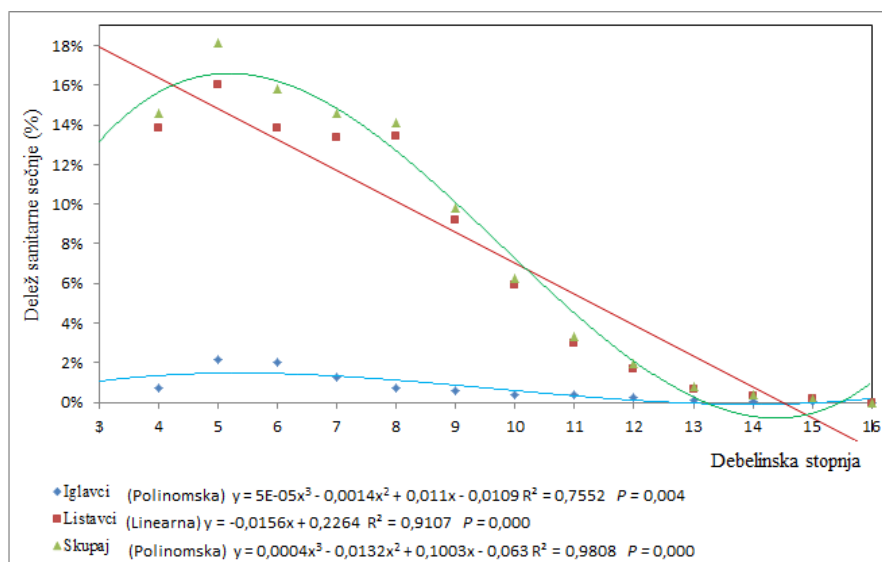
5.1.4 Snegolom leta 2012

Sneg, ki je oktobra 2012 lomil, izruval in povijal drevesa iglavcev (831 m³), predvsem pa listavcev (8.950 m³), je skupno v GGE poškodoval 9.782 m³ lesa, oziroma v povprečju 5,69 m³ ha⁻¹ (Preglednica 12). Glede na skupno lesno zalogo v enoti to znaša 1,34 %, glede na letni prirastek pa 51,23 %. Poškodovanih je bilo tudi 59,2 ha letvenjakov. Povprečni volumen poškodovanega drevesa pa je znašal 1,09 m³.

Preglednica 12: Parametri snegoloma 2012

	Snegolom (m ³ ha ⁻¹)	Snegolom (% GS)	Snegolom (% P)	Pov. pošk. drevo (m ³)	Pošk. letv. (ha)	Snegolom skupaj (m ³)
Iglavci	0,48	0,35	13,80	1,01		831,50
Listavci	5,20	1,81	68,49	1,10		8.950,50
Skupaj	5,69	1,34	51,23	1,09	59,2	9.782,00

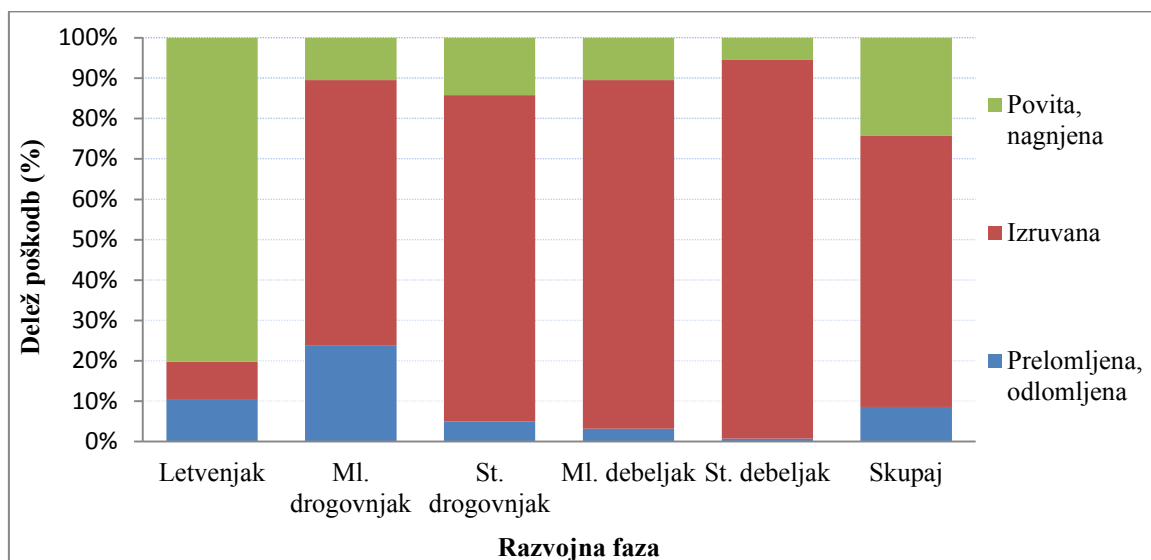
Pri listavcih je bilo srednje debelo drevje (DBH, 20-40 cm) relativno najbolj poškodovano (14-16 %) (Slika 20), podobno je bilo tudi pri iglavcih (DBH, 25-30 cm). Delež saniranih dreves pa je bil najnižji pri starejšem drevju (DBH > 60 cm).



Slika 20: Deleži sanitarne sečnje poškodovanih dreves zaradi snega (snegolom 2012) glede na debelinsko stopnjo

Tipi poškodb se med razvojnimi fazami bistveno ne razlikujejo (Slika 21). Izstopajo letvenjaki zaradi visokega deleža povitih dreves (80 %), v starejših razvojnih fazah pa gre

za nagnjena drevesa. Lomne poškodbe (prelomi in odlomi) so izrazitejše pri mlajših drogovnjakih (23 %). S starostjo pa narašča delež izruvanih dreves, ki je največji pri debeljakih (86-93 %).



Slika 21: Struktura poškodovanega drevja po razvojnih fazah

Delež lomnih poškodb (prelomi in odlomi) v gozdovih je značilno odvisen od deleža debeljakov (Preglednica 13). Večji kot je delež debeljakov, manj je lomnih poškodb. Z deležem izruvanih dreves pozitivno korelirajo grebenaste in pobočne lege, razvojna faza debeljak ter odprtost gozdov z gozdnimi prometnicami, negativno pa kamnitost. Delež povitih in nagnjenih dreves je največji v mlajših sestojih.

Preglednica 13: Stopnja odvisnosti (*b*) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,050$) glede na tip poškodb - Multipla linearna regresija, algoritem *Stepwise*

	Lom_ods	Izruv_ods	Pov.nag_ods
	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>
Rfaza_deb	-0,319	0,278	-0,404
Pol.p_2		0,291	
Kamnitost		-0,224	
Odprtost		0,021	

Na sanitarni posek poškodovanih dreves zaradi snega je vplivalo sedem rastiščnih in dve sestojni spremenljivki, vendar so odvisnosti dokaj šibke (Preglednica 14). Na gladkem in valovitem reliefu (1) se obseg (% GS) in količina ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) snegoloma povečujeta. Obseg

sanitarne sečnje se na severnih legah (1) zmanjšuje, na vzhodnih, južnih in zahodnih legah (2) pa povečuje. Na ravninah (1) je sanitarna sečnja zaradi snega večja v primerjavi z vznožjem, pobočjem in grebenom. Na pobočjih in grebenih (2) je povprečno sanirano srednjekubno drevo (m^3) večje kot na preostalih položajih v pokrajini, povprečno poškodovano srednjekubno drevo pa povečuje tudi večji naklon terena. Z naraščanjem nadmorske višine se obseg sanitarne sečnje listavcev zmanjšuje, zmanjšuje pa se tudi povprečno srednjekubno drevo iglavcev. Povprečno srednjekubno drevo iglavcev je na apnenčasti matični podlagi večji v primerjavi z dolomitno matično podlago. Večji kot je delež skalovitosti, manjše je povprečno sanirano srednjekubno drevo. Snegolomi pa so manj intenzivni tudi v sestojih z daljšo pravilno razdaljo.

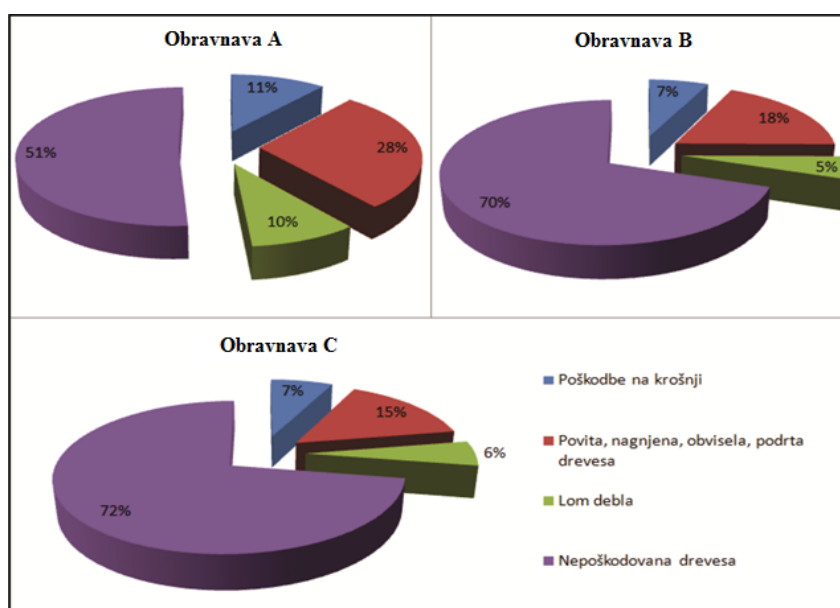
Preglednica 14: Stopnja odvisnosti (*b*) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,050$) glede na snegolom leta 2012 – Multipla linearna regresija, algoritem *Stepwise*

	Snegolom skupaj			Snegolom - iglavci			Snegolom - listavci		
	($m^3 ha^{-1}$)	(% GS)	(Pov. d.)	($m^3 ha^{-1}$)	(% GS)	(Pov. d.)	($m^3 ha^{-1}$)	(% GS)	(Pov. d.)
	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>
Rfaza_deb			0,382			0,270	0,256		0,231
Ohran_s		-0,267			-0,212		-0,289		-0,213
Relief_1	0,338	0,346					0,375		
Lega_1		-0,107			-0,189		-0,087		
Lega_2	0,261	0,230		0,121					
Pol.p_1				0,215		0,092			
Pol.p_2			0,231						
Naklon			0,182						
Nmv						-0,248	-0,288	-0,359	
Kamnina_a						0,117			
Skalovitost			-0,205						
Razdalja	-0,207	-0,209		-0,220	-0,197		-0,191		
Odprtost			0,052						

5.2 SESTOJNA RAVEN (RO BREZOVA REBER, 0,81 HA)

5.2.1 Vrste poškodb

Največ poškodovanih dreves je bilo v klasično redčenih sestojih (obravnavna A, Slika 23). Skupaj je bilo poškodovanih 49 % vseh dreves (1.159 ha^{-1}). 30 % (989 ha^{-1}) dreves je bilo poškodovanih v sestojih z enkratno določenimi izbranci (obravnavna B) ter 28 % (1.081 ha^{-1}) v sestojih, kjer se ukrepi ne izvajajo (obravnavna C). V povprečju je bilo na ploskvah poškodovanih $1.077 \text{ dreves ha}^{-1}$.



Slika 22: Struktura poškodovanih dreves v sestojih z različno gojitveno obravnavo glede na vrsto poškodb

Struktura poškodovanega drevja se med obravnavama B in C bistveno ne razlikuje (Preglednica 15). Lomnih poškodb (prelom, odlom, zlom debla) je pri obravnavi B celo za slab odstotek manj (5,1 %) kot pri obravnavi C (5,5 %), višji je pri obravnavi A (9,3 %). Opazne so tudi razlike v obsegu in vrsti poškodb med sestoji (ploskvami) z isto obravnavo. V strukturi poškodb prevladujejo povita drevesa. Sledijo jim poškodbe na krošnjah, predvsem zaradi poškodovanih primarnih vej. V sestojih C je bilo tudi več dreves s poškodovanim vrhom krošnje (3,2 %) kot v sestojih B (2,2 %). Med lomnimi poškodbami prevladujejo odlomi. Teh je največ pri obravnavi A (6,5 %) in najmanj pri obravnavi B (2,6 %).

Preglednica 15: Stopnja poškodovanosti dreves (%) po vrstah poškodb glede na gojitveno obravnavo

Obravnava	A	B	C
Poškodovane primarne veje	7,8	4,8	3,8
Poškodovan vrh krošnje	3,3	2,2	3,2
Povita drevesa	25,7	16,2	13,8
Nagnjena drevesa	0,6	0,9	0,3
Obvisela drevesa	0,5	0,9	0,3
Podrta - izruvana drevesa	1,6	0,2	0,8
Zlom debla	0,0	0,1	0,2
Prelom debla	2,8	2,4	2,0
Odlom debla	6,5	2,6	3,3
Skupaj	48,7	30,3	27,6

Največji srednji temeljnični premer (DBH_q) imajo drevesa s poškodovanimi primarnimi vejami, sledijo jim drevesa s poškodovanim vrhom krošnje ter nagnjena drevesa (Preglednica 16). Pričakovano imajo povita drevesa najnižji DBH_q . Iz primerjave preloma in odloma debla je razvidno, da imajo drevesa z odlomljenim deblom večji DBH_q , izjema so drevesa v obravnavi A, kjer so imela prelomljena drevesa večji DBH_q kot drevesa z odlomljenimi debli.

Preglednica 16: Srednji temeljnični premer poškodovanih dreves (DBH_{qp} v cm) glede na tip poškodb in gojitveno obravnavo ter skupni srednji temeljnični premer (DBH_q skupaj) glede na tip poškodbe v primerjavi s povprečnim srednje temeljničnim premerom (DBH_q) vseh dreves na ploskvah

Obravnava	A	B	C	DBH_q skupaj
Poškodovane primarne veje	14,0	12,8	12,8	13,1
Poškodovan vrh krošnje	12,2	10,4	11,4	11,8
Povita drevesa	7,9	8,0	7,1	7,5
Nagnjena drevesa	14,1	10,4	8,9	11,4
Obvisela drevesa	10,7	9,9	12,5	10,3
Podrta - izruvana drevesa	11,5	11,3	6,7	10,7
Zlom debla		11,7	8,9	9,8
Prelom debla	12,4	9,7	8,4	9,6
Odlom debla	11,0	12,6	10,7	10,9
DBH_q (vsa merjena drevesa)	10,4	9,6	9,2	9,7

Povprečna višina preloma debla pri obravnavi A je bila nekoliko višja (6,3 m) kot pri obravnavi B (4,7 m), slednja se od obravnave C bistveno ne razlikuje (4,2 m) (Preglednica 17). Povprečna višina odloma debla pa se med obravnavami bistveno ne razlikuje. Povprečna skupna višina odloma in preloma je največja pri obravnavi A (5,9 m), najmanjša pa pri obravnavi C (5,1 m). Ker se je zlom pojavil le pri treh drevesih, ga podrobneje ne analiziramo.

Preglednica 17: Višina (m) preloma in odloma debla glede na gojitveno obravnavo

Obravnavava	A	B	C
Prelom debla	6,3	4,7	4,2
Odlom debla	5,6	5,8	6,0
Skupaj	5,9	5,2	5,1

Statistično značilnih razlik v lomnih poškodbah (Preglednica 18) med obravnavami A, B in C nismo odkrili.

Preglednica 18: Test razlik med obravnavami – lomne poškodbe (*t*-test, prikazane so stopnje tveganja)

Obravnavava	Prelom	Odlom	Skupaj
A B	0,504	0,775	0,628
A C	0,404	0,786	0,632
B C	0,119	0,817	0,853

Z multiplo linearno regresijo smo ugotovili, da na višino preloma statistično značilno vplivata ($P \leq 0,050$) prsni premer in drevesna vrsta (smreka in bukev) (Preglednica 19). Na višino odloma debla pa statistično značilno vplivajo prsni premer, drevesna vrsta smreka in indeks rastnega prostora. Odvisnosti vplivnih spremenljivk so pri obeh modelih pozitivne in precej šibke.

Preglednica 19: Stopnja odvisnosti (*b*) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,050$) glede na višino preloma in odloma debla – multipla linearna regresija, algoritem *Stepwise*

	Prelom <i>b</i>	Odlom <i>b</i>
DBH	0,050	0,136
Dv_sm	0,093	0,074
Dv_bu	0,012	
GA		0,077

5.2.2 Vpliv drevesnih znakov

V sestojih A imajo drevesa v povprečju največjo površino krošnje (P_k), drevesa s kritičnimi poškodbami pa so imela v sestojih A in B manjšo površino krošnje kot nepoškodovana drevesa (Preglednica 20). Najmanjšo površino krošnje imajo drevesa v sestojih C, kritično bolj poškodovana pa so drevesa z večjo površino krošnje. Podobno

kaže tudi indeks rastnega prostora (GA). Razmerje med srednje temeljničnim premerom kritično poškodovanih in nepoškodovanih dreves (DBH_{qp}/DBH_{q0}) kaže, da so bila poškodovana predvsem drevesa manjših premerov. V sestojih A in B je bilo poškodovanih tudi več večvrhatih dreves (43,6 %, 31,3 %), v sestojih C pa je bilo teh poškodb manj (16,7 %).

Preglednica 20: Analiza poškodb – drevesni parametri

Obravnava	A	B	C
$Pk (m^2)$	62	48	43
Pk_p/Pk_0	0,91	0,98	1,05
GA (%)	19,5	17,5	16,8
GA_p/GA_0	0,96	0,99	1,04
DBH_{qp}/DBH_{q0}	0,90	0,93	0,88
V.vrh _p (%)	43,6	31,3	16,7

Pri bukvi je verjetnost povijanja debel 2,06-krat večja, verjetnost ruvanja pa 3,84-krat večja kot pri smreki in gorskem javorju (Preglednica 21). Verjetnost odlomov in prelomov debel je pri smreki 14,37-krat večja, pri bukvi pa 2,39-krat večja kot pri g. javorju. Smreka ima tudi največjo verjetnost lomljenja vrhov, ki je 3,00-krat večja kot pri bukvi in g. javorju. Če se prsni premer drevesa poveča za 1 cm, se verjetnost povijanja dreves zmanjša za 37,0 %, verjetnost ruvanja se poveča za 1,19-krat, verjetnost lomljenja vrhov pa poveča za 1,21-krat. Večji rastni prostor drevesa tudi povečuje verjetnost povijanja, ruvanja in lomljenja debel. Večjo verjetnost povijanja imajo tudi večvrhata drevesa, in sicer za 1,82-krat v primerjavi s preostalimi drevesi. Drevesa z velikostjo krošnje 1, 2 in 3 imajo za 45,5 % manjšo verjetnost povijanja ter za 2,05-krat večjo verjetnost lomljenja debel kot pa drevesa z zelo majhno krošnjo (5). Pri sovladajočih drevesih (3) je verjetnost ruvanja za 4,11-krat večja kot pri ostalih drevesih. Nadvladajoča (1) in vladajoča drevesa (2) pa imajo za 2,62-krat večjo verjetnost povijanja ter za 70,3 % manjšo verjetnost lomljenja vrhov kot podstojna (4) in obvladana drevesa (5).

Preglednica 21: Stopnja značilnosti (P) in verjetnosti povijanja, ruvanja dreves ter lomljenja debel in vrhov ($\exp(\beta)$) – binarna logistična regresija, metoda *Backward Stepwise z Likelihood Ratio*

	Povita drevesa		Izruvana drevesa		Lom debla		Lom vrha krošnje	
	P	$\exp(\beta)$	P	$\exp(\beta)$	P	$\exp(\beta)$	P	$\exp(\beta)$
Dv_bu	0,001	2,058	0,078	3,840	0,050	2,391		
Dv_sm					0,000	14,375	0,006	3,000
DBH	0,000	0,630	0,000	1,191			0,000	1,215
GA	0,000	1,045	0,027	1,057	0,000	1,058		
V.vrh	0,045	1,823						
V_kr_1_2_3	0,008	0,455			0,006	2,050		
V_kr_4	0,027	0,693			0,003	1,874		
Soc_r_1_2	0,001	2,627					0,011	0,297
Soc_r_3	0,000	2,456	0,000	4,113			0,000	0,255

5.2.3 Vpliv sestojnih značilnosti na poškodovanost

Delež vseh poškodovanih dreves (% N_{pp}) je bil največji pri obravnavi A (48,7 %). (Preglednica 22). Deleži kritično poškodovanih dreves (% N_p) so nekoliko nižji od prejšnjega parametra (% N_{pp}), ponovno pa izstopa obravnava A, ki ima za 15 odstotnih točk več poškodovanih dreves kot obravnava B oz. za 17 odstotnih točk več kot obravnava C. Da je poškodovanost v obravnavi A večja, dokazuje tudi delež poškodovane sestojne temeljnice (% BA_p).

Preglednica 22: Analiza poškodovanosti sestojev – sestojni parametri

Obravnava	A	B	C
N	214	294	347
N_ha	2.382	3.267	3.859
% N_{pp}	48,7	30,3	27,6
% N_p	40,9	25,5	23,8
BA_ha	21,5	26,6	28,5
% BA_p	34,7	22,1	20,3
GS_ha	110,5	111,6	113,8
% GS_p	29,9	18,5	16,4

Pri smreki je verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb 2,63-krat večja kot pri bukvi in gorskem javorju (Preglednica 23). Če se drevesu poveča prsni premer za 1 centimeter, se mu verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb zmanjša za 14,3 %, če pa pridobi na rastnem prostoru za 1 %, se verjetnost kritičnih poškodb poveča za 7,6 %. Pojavljanje kritičnih

poškodb je pri večvrhatih drevesih za 1,56-krat večje kot pri enovrhatih drevesih. Drevesa z velikostjo krošnje 1, 2 in 3 imajo za 35,3 % manjšo verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb kot drevesa z zelo majhno krošnjo (5). Podobno je tudi pri drevesih z velikostjo krošnje 4. Večja verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb je pri drevesih sovladajočega socialnega razreda (3), in sicer je ta 1,49-krat večja kot pri ostalih drevesih.

Preglednica 23: Stopnja značilnosti (P) in verjetnosti pojavljanja kritičnih poškodb ($\exp(\beta)$) – binarna logistična regresija, metoda *Backward Stepwise* z *Likelihood Ratio*

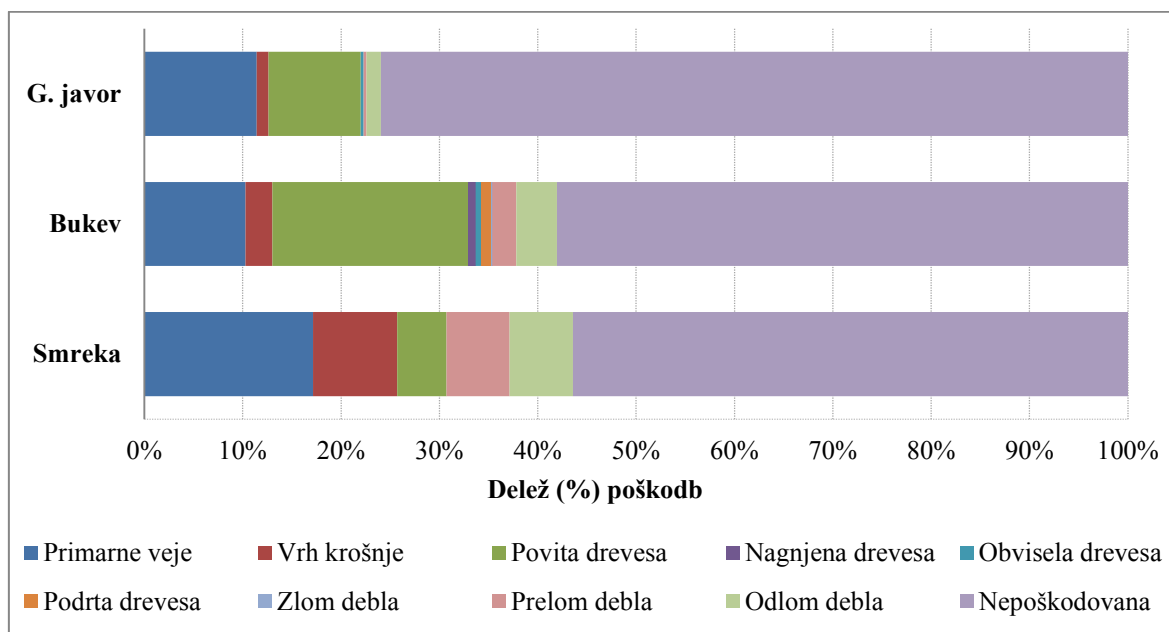
	Kritično poškodovana drevesa	
	P	$\exp(\beta)$
Dv_sm	0,003	2,635
DBH	0,000	0,857
GA	0,000	1,076
V.vrh	0,062	1,557
V_kr_1_2_3	0,070	0,647
V_kr_4	0,053	0,732
Soc_r_3	0,003	1,488

S t -testom za neodvisne vzorce smo preverili razlike v poškodovanosti sestojev med obravnavami (Preglednica 24). Statistično značilne razlike s stopnjo tveganja $P \leq 0,050$ med obravnavami A, B in C smo odkrili samo pri deležu kritično poškodovanih večvrhatih dreves, in sicer med obravnavama B in C. Statistično značilne razlike s stopnjo tveganja $P \leq 0,100$ med obravnavami A-B in A-C smo potrdili za delež vseh poškodb na ploskvi (% N_{PP}), med obravnavama A in C pa za delež poškodovanih večvrhatih dreves.

Preglednica 24: Test razlik med obravnavami (t -test, prikazane so stopnje tveganja)

Obravnava		% N_{PP}	% N_P	% BA_P	% GS_P	% CT_P	V.vrh _P (%)
A	B	0,072	0,163	0,188	0,232	0,192	0,213
A	C	0,092	0,297	0,236	0,114	0,166	0,076
B	C	0,725	0,841	0,870	0,815	0,668	0,027*

Stopnja poškodovanosti je največja pri bukvi (41,9 % vseh poškodb, 31,7 % kritičnih poškodb) in smreki (43,6 % vseh poškodb, 26,4 % kritičnih poškodb) (Slika 23). Slednja pa je imela največ poškodb na krošnjah (25,7 %). Gorski javor je bil najmanj poškodovan (24,0 % vseh poškodb, 12,6 % kritičnih poškodb). Pri bukvi je bilo največ povitih debel (20,0 %) in poškodb na primarnih vejah (10,3 %).



Slika 23: Deleži (%) tipov poškodb za tri najpogostejše drevesne vrste

Bukev je v sestojih A najbolj poškodovana (44,6 %), kar je za 16,4 % več kot v sestojih B in za 18,9 % kot v sestojih C (Preglednica 25). Zanimiv je podatek, da je v obravnavi A poškodovanih le 4,8 % dreves g. javorja, medtem ko jih je v obravnavi B poškodovanih 15,8 %, v obravnavi C pa 11,8 %. Deleži kritično poškodovanih smrekovih dreves pa se med obravnavami bistveno ne razlikujejo.

Preglednica 25: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves (N) glede na drevesno sestavo (prikazane so samo 3 najpogostejše drevesne vrste na ploskvah)

Obravnava	A	B	C	N
Smreka	28,6	24,1	30,0	140
Bukev	44,6	28,2	25,7	2.060
G. javor	4,8	15,8	11,8	341
Skupaj	40,9	25,5	23,8	2.541

Največ dreves je poškodovanih v 2. debelinski stopnji (Preglednici 26), kjer je tudi največ izmerjenih dreves (N = 1.568). V obravnavi A je bilo poškodovanih skoraj polovica (49 %) dreves 2. debelinske stopnje, kar je za 21,1 odstotnih točk več kot pri obravnavi B in 19,4 odstotnih točk kot pri obravnavi C.

Preglednica 26: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves (N) glede na debelinsko stopnjo

Obravnava	A	B	C	N
2. debelinska stopnja	49,0	27,9	29,6	1.568
3. debelinska stopnja	31,8	24,3	12,8	784
4. debelinska stopnja	33,3	10,3	16,4	191
5. debelinska stopnja	11,1	10,0	0,0	23
6. debelinska stopnja	0,0	0,0	0,0	1
Skupaj	40,9	25,5	23,8	2.567

V B in C sestojih je bilo največ poškodovanih dreves v sovladajočem in obvladanem socialnem razredu, najmanj pa v podstojnem socialnem razredu (Preglednica 27). Izjema je obravnava A, kjer so bile poškodbe najpogostejše v podstojnem socialnem razredu (47,8 %), tudi ostali razredi se od navedenega bistveno ne razlikujejo.

Preglednica 27: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves (N) glede na socialni razred

Obravnava	A	B	C	N
Nadvladajoče drevo	31,3	17,6	18,5	222
Vladajoče drevo	42,0	23,9	13,8	623
Sovladajoče drevo	41,4	29,4	29,5	1.189
Obvladano drevo	39,1	26,4	25,2	305
Podstojno drevo	47,8	18,2	14,3	228
Skupaj	40,9	25,5	23,8	2.567

V redčenih sestojih (obravnavi A in B) delež poškodovanih dreves pada s povečevanjem krošnje (Preglednica 28), medtem ko se pri neredčenih sestojih (obrnava C) poškodbe bistveno ne razlikujejo glede na velikost krošnje (izjema so zelo velike krošnje).

Preglednica 28: Delež (%) kitično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves glede na velikost krošnje

Obravnava	A	B	C	N
Zelo velika krošnja	0,0	0,0	0,0	4
Normalna simetrična krošnja	0,0	16,7	20,0	12
Normalna asimetrična krošnja	32,4	21,6	24,4	327
Majhna krošnja	36,1	23,1	24,4	1.243
Zelo majhna krošnja	47,9	29,4	22,4	981
Skupaj	40,9	25,5	23,8	2.567

V sestojih z obravnavo C je opazno, da neutesnjena in enostransko utesnjena drevesa niso poškodovana, drevesa iz ostalih razredov utesnjenosti pa izkazujejo zelo podobne deleže

poškodovanosti (Preglednica 29). Pri obravnavi B je razvidno, da so se poškodbe pojavljale že pri drevesih z enostransko utesnjenostjo. Pri obravnavi A pa rezultati kažejo drugače. Poškodbe indiferentnih dreves se z naraščanjem utesnjenosti krošenj zmanjšujejo, pojavljajo se tudi poškodbe pri drevesih z neutesnjeno krošnjo.

Preglednica 29: Delež (%) kritično poškodovanih dreves po obravnavah (A, B in C) ter skupno število dreves (N) glede na utesnjenost krošnje

Obravnava	A	B	C	N
Neutesnjena	66,7	0,0	0,0	5
Utesnjena do ¼	54,5	20,0	0,0	17
Utesnjena do ²/₄	37,0	17,4	23,1	89
Utesnjena do ¾	43,6	19,3	24,0	706
Utesnjena do ⁴/₄	41,6	29,9	24,0	1.597
Skupaj	40,9	25,5	23,8	2.414

Opomba: zaradi izvedenih redčenj (2011) sta obravnavi A in B analizirani samo na podlagi indiferentnih dreves.

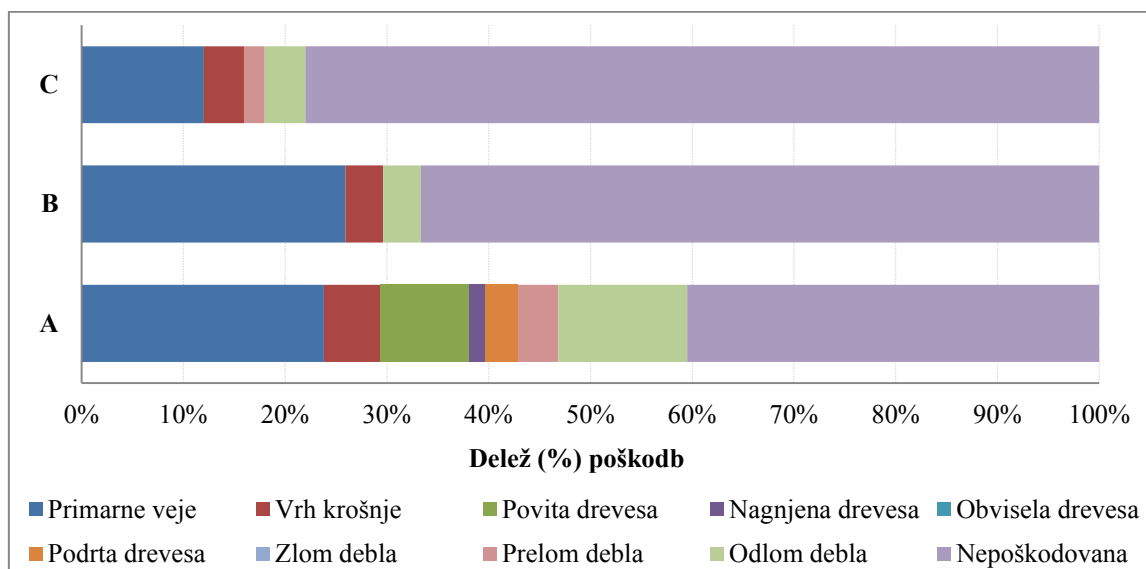
5.2.4 Poškodovanost izbrancev

Največ poškodovanih izbrancev (CT_{PP} – vse poškodbe) je bilo v sestojih z obravnavo A (59,5 %), najmanj pa v sestojih z obravnavo C (21,6 %) (Preglednica 30). Če analiziramo poškodovanost brez poškodovanih primarnih vej ($\% CT_P$), je stopnja poškodovanih izbrancev znatno nižja.

Preglednica 30: Analiza poškodovanosti izbrancev

Obravnava	A	B	C	N
CT (izbranci)	126	27	50	
CT _{ha}	467	100	189	
%_CT	19,6	3,1	4,9	
%_CT _{PP}	59,5	33,3	21,6	96
%_CT _P	35,7	7,4	9,8	53

Pri izbrancih prevladujejo poškodbe krošenj, in sicer na primarnih vejah (A – 24 %, B – 26 %, C – 12 %) (Slika 24). V obravnavi B sta se pojavljala še dva tipa poškodb: poškodovani vrh krošnje (4 %) in odlom debla (4 %) s povprečno višino odloma 5 m. Pri obravnavi A je bila povprečna višina odloma 6,5 m, skupaj je bilo poškodovanih 16 % dreves. V obravnavi A so se pojavljali še prelom debla (4 %) s povprečno višino preloma 7,3 m, podrti drevesa (3 %), nagnjena drevesa (2 %) in povita drevesa (9 %).



Slika 24: Poškodovanost izbrancev po obravnavah (A, B in C) glede na tip poškodbe

Za odvisno spremenljivko – lom debla je binarni logistični model pravilno uvrstil 85,6 % enot, pri kritičnih poškodbah 69,3 %, pri saniranih drevesih pa 71,2 %. Če se pri izbrancih prsni premer poveča za 1 cm od povprečnega (13,6 cm), se verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb poveča za 1,55-krat, oziroma za 1,44-krat večja je verjetnost, da bodo sanirani (Preglednica 31). Ravno tako na večjo verjetnost poškodovanih izbrancev vpliva indeks rastnega prostora (GA). Če se ta poveča za 1 %, je verjetnost lomnih poškodb za 1,14-krat večja, verjetnost kritičnih poškodb za 1,43-krat večja ter verjetnost, da bodo izbranci sanirani, za 1,45-krat večja. Verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb pri izbrancih, ki imajo normalno velikost krošnje (3), je manjša za 61,8 %, verjetnost, da bodo izbranci sanirani v primerjavi z izbranci, ki imajo majhno krošnjo (4), pa za 65,3 % manjša. Vladajoči izbranci (2) imajo v primerjavi z nadvladajočimi izbranci (1) 2,48-krat večjo verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb.

Jakost redčenja ima značilno velik vpliv na pojavljanje poznejših poškodb zaradi snega. Če izbrancu odstranimo enega konkurenta več glede na povprečje (3 odstranjeni konkurenti na izbranca), je verjetnost lomnih poškodb za 31,9 % manjša, verjetnost kritičnih poškodb za 58,7 % manjša ter verjetnost, da bodo izbranci sanirani, za 56,1 % manjša.

Preglednica 31: Stopnja značilnosti (P) in verjetnosti pojavljanja poškodb pri izbrancih ($\exp(\beta)$) - binarna logistična regresija, metoda *Backward Stepwise z Likelihood Ratio*

	Lom debela		Kritične poškodbe		Sanirana drevesa	
	P	$\exp(\beta)$	P	$\exp(\beta)$	P	$\exp(\beta)$
DBH			0,000	1,547	0,001	1,444
GA	0,009	1,145	0,000	1,434	0,000	1,451
V_kr_izb_3			0,077	0,382	0,050	0,347
Soc_r_izb_2			0,073	2,478		
Jak_red_naIzb	0,057	0,681	0,000	0,413	0,000	0,439

5.2.5 Analiza sanacije

Število dreves se je po opravljenih redčenjih in sanaciji zaradi snegoloma občutno zmanjšalo (Preglednica 32). V sestojih z obravnavo A je bilo skupaj saniranih 40,1 % dreves, v obravnavi B pa 24,9 %. V obravnavi A je bilo tudi bistveno več saniranih izbrancev (34,1 %) kot v obravnavi B (7,4 %). Skupaj je bilo v sestojih z obravnavo A odstranjene 33,5 % sestojne temeljnice (BA_r) ter 29,4 % lesne zaloge (GS_r), v obravnavi B pa 21,9 % sestojne temeljnice in 19 % lesne zaloge. V sestojih z obravnavo C poškodovanih dreves nismo sanirali, ampak smo jih prepustili naravnemu razkroju.

Indeks poškodovanosti sestojev (DSI) pri obravnavi A znaša 0,75, pri obravnavi B pa 1,22, kar pomeni, da je bilo pri obravnavi B več sestojne temeljnice sanirane kot pa redčene, pri obravnavi A pa kaže indeks ravno nasprotno.

Preglednica 32: Parametri sanacije

Obravnava	A	B
N_ha (pred sanacijo)	2.378	3.267
N_ha (po sanaciji)	1.422	2.456
%_N_r (sanirano)	40,1	24,9
%_BA_r (sanirano)	33,5	21,9
%_GS_r (sanirano)	29,4	19,0
%_CT_r (sanirano)	34,1	7,4
DSI	0,75	1,22

Na sanacijo poškodovanih dreves zaradi snega imajo precejšen vpliv predhodno izvedena redčenja (Preglednica 33). Korelacije so precej visoke, morda zaradi majhnega vzorca. Iz istega razloga korelacije nismo prikazali ločeno po obravnavah A in B. Z večjo jakostjo

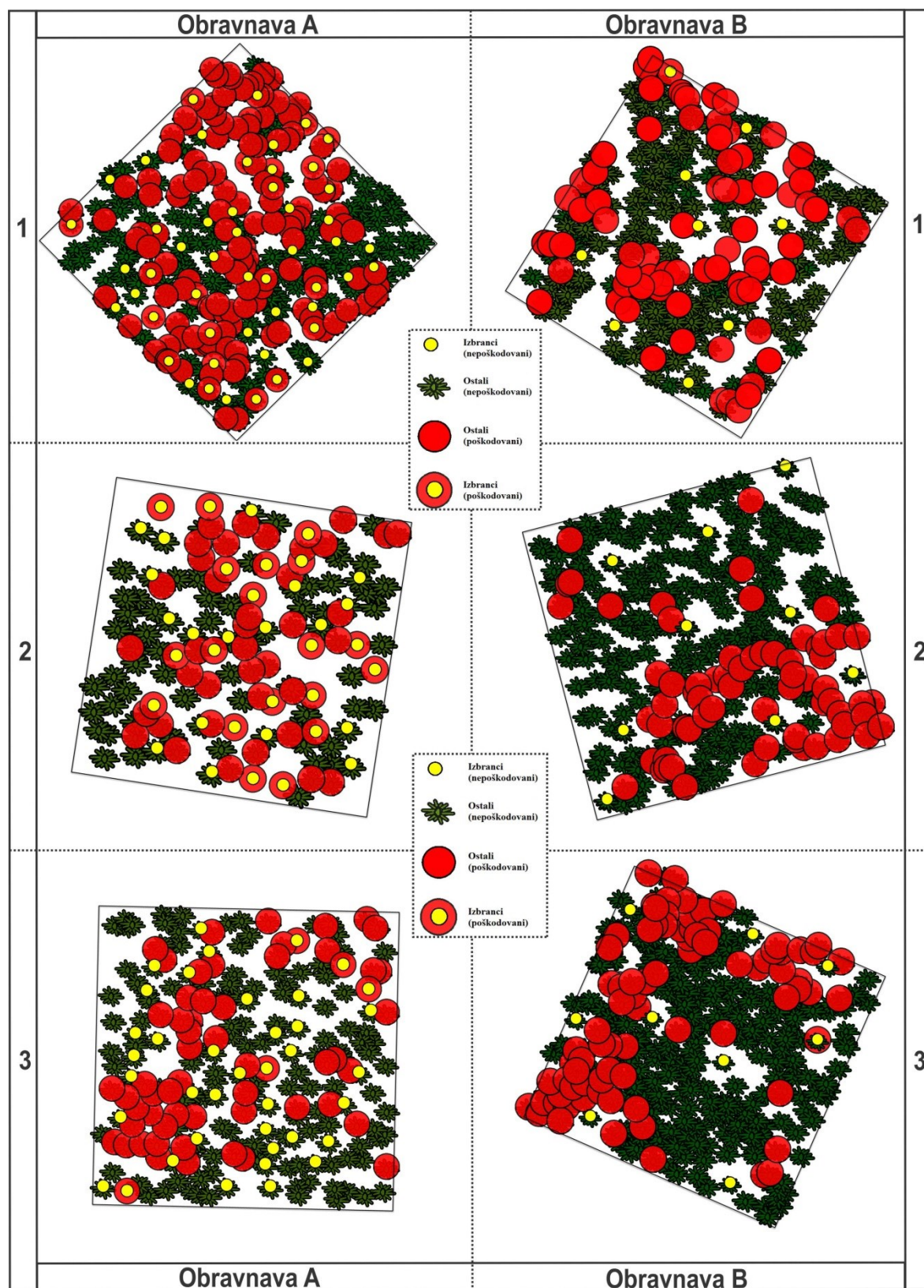
redčenj na enoto površine narašča obseg poznejših poškodb zaradi snega ter število poškodovanih (saniranih) izbrancev.

Preglednica 33: Stopnja povezanosti (r) statistično značilnih neodvisnih spremenljivk ($P \leq 0,10$), ($P \leq 0,050$)*, ($P \leq 0,010$) s sanitarno sečnjo, skupaj za obe obravnavi (Pearsonov korelacijski koeficient)**

	N sanirano (Št.) (%)		BA sanirano (m ² ha ⁻¹) (%)		GS sanirano (m ² ha ⁻¹) (%)		CT sanirano (Št.) (%)	
	r	r	r	r	r	r	r	r
N redčeno (ha ⁻¹)	0,799	0,837*					0,765	
N redčeno (%)		0,801		0,765			0,871*	0,823*
BA redčeno (m ² ha ⁻¹)		0,921*		0,855*		0,736	0,930**	0,834*
BA redčeno (%)		0,833*		0,774			0,885*	0,815*
GS redčeno sanacijo (m ³ ha ⁻¹)					0,881*	0,784		
GS redčeno (%)					0,881**		0,737	0,738
Število izbrancev (ha ⁻¹)		0,817*					0,845*	0,740

5.2.6 Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev

Na ploskvah obravnave A so se poškodbe pojavile na celotni površini; poškodovana drevesa so bila locirana večinoma ob izbrancih, ki so jim bili konkurenti že odstranjeni (Slika 25). Pri obravnavi B se poškodbe prav tako pojavljajo v bližini izbrancev, vendar ne pri vseh. Opazno je, da je lega poškodovanih dreves tudi znotraj šopov indiferentnih dreves in ne samo ob robu vrzeli, ki so nastale zaradi redčenja. Pri obeh obravnavah se poškodbe pojavljajo pogosteje tudi ob robu ploskev in ob vlakah. Na ploskvah z obravnavo C je manj poškodovanih dreves (Priloga E). Te poškodbe se pojavljajo predvsem ob vlakah in na mestih, kjer so bile krošnje manj utesnjene, ter na mestih z večjo skalnatostjo, kjer je gostota sestoja praviloma manjša.



Slika 25: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev z obravnavama A in B

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

Rezultati raziskave so prikazani na dveh prostorskih ravneh, in sicer na krajinski in sestojni ravni. Podatke za analizo krajinske ravni smo pridobili iz gozdnogospodarskih načrtov (1953, 1963, 1974, 1985) in evidenc sečenj (Podatkovna zbirka Zavoda ..., 2011), podatke za analizo na ravni sestojev pa na podlagi terenskih meritev na raziskovalnih ploskvah (Saje, 2011). Podatki iz gozdnogospodarskih načrtov in evidenc sečenj se pogosto uporabljajo pri analizah naravnih motenj (npr. Klopčič in sod., 2009, 2013; Pahovnik, 2008; Poljanec in sod., 2014). Takšne analize v večini primerov temeljijo na analizi poškodb večjega obsega (npr. Jakša 1997, 1997a, 2007), zelo malo pa je raziskav, ki podrobneje analizirajo posamezne vrste poškodbe, kot so npr. izruvana drevesa, lomi in prelomi debel itn. (npr. Valinger in Fridman, 1997; Zhu in sod., 2006).

6.1 KRAJINSKA RAVEN – VPLIV MOTENJ NA POŠKODOVANOST GOZDNIH SESTOJEV

GGE Brezova reber je po površini relativno majhna (1.722 ha). V naši raziskavi v statističnem pogledu odseki predstavljajo vzorčne enote. V enoti je le 111 odsekov, kar pomeni, da imamo majhen vzorec. Nekatere rastiščne in sestojne značilnosti v enoti imajo majhno variabilnost; npr. nadmorska višina, mešanost sestojev (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005). Naravne motnje ne poznajo administrativnih enot, zato jih je bolj smiselno raziskovati na širšem geografskem območju, npr. na ravni posameznih rastišč.

Do leta 1990 so gozdarji beležili posek v treh skupinah: redčenje, redna sečnja in sanitarna sečnja, vzrokov sanitarne sečnje pa niso beležili. Iz tega razloga so vzroki sanitarne sečnje ocenjeni na podlagi podatkov, pridobljenih iz gozdarskega dnevnika (Pirca, 2011). Zaradi neobjektivnosti podatki o evidentiranih sečnjah v obdobju 1973–1990 niso neposredno uporabni za podrobnejšo analizo, kar pa vpliva tudi na dolžino opazovalnega okna. Slednji bi moral biti za analizo motenj, predvsem močnejših ($> 1,2 \% GS$, ali $> 5 m^3 ha^{-1}$), relativno daljši (> 50 let), saj se močnejše motnje v enoti pojavljajo bolj poredko. V našem pogledu daljšega opazovalnega okna ni bilo mogoče zajeti. Alternativno bi lahko ta problem rešili tako, da bi v analizo s slučajnim izborom vključili še eno ali dve GGE in s tem povečali vzorec in zanesljivost ocen.

6.1.1 Pogostost in vzroki sanitarne sečnje ter vpliv motenj na gozdne sestoje

V obdobju 1973–1990 so bili iglavci poškodovani predvsem zaradi snega in žleda, kar potrjuje ugotovitev, da so iglavci, predvsem tisti na nenaravnih rastiščih, zaradi teh motenj bolj ranljivi (Zupančič, 1969; Bleiweis, 1983a; Jakša, 1997a; Trontelj, 1997; Jakša in Kolšek, 2009), veliko bolj ranljivi kot listavci pa so tudi takrat, kadar jih je poškodoval južni sneg (Jakša, 1997a). Listavce je močnejše poškodoval sneg predvsem, ko so bili še ali že olistani (Zupančič, 1969; Bleiweis, 1983; Bleiweis, 1983a; Papež, 2005; Jakša in Kolšek, 2009), splošno gledano pa so listavci bolj ranljivi na žled kot pa iglavci (Bleiweis, 1983; Jakša, 1997a; Jakša in Kolšek, 2009; Saje, 2014).

Po letu 1991 podatke o motnjah in vrstah sečnje beleži Zavod za gozdove Slovenije. Odkazilo poškodovanega drevja zaradi motenj poteka sproti. Pri večjem obsegu poškodovanega drevja lahko pride do letnega ali celo večletnega zamika med dejanskim časom nastanka poškodb in zabeleženimi/odkazanimi količinami poškodovanega drevja oziroma posekom, kar pa lahko predstavlja problem pri analizi motenj.

Klimatske spremembe, stari sestoji, manj temeljit gozdni red ter ponekod prepozno izvedene sanacije so po letu 1991 vplivale na pogostejši pojav poškodb zaradi insektov (Pirc, 1997; Gozdnogospodarski načrt ..., 2005). Snegolom nad 1000 m³ poškodovanega lesa se v enoti v povprečju pojavi vsakih 5 let, poškodbe zaradi insektov pa vsake 4 leta; vetrolomov nad to jakostjo po letu 1991 ni bilo.

Pri vsaki sečnji nastajajo tudi poškodbe zaradi gozdarskih del. Slednjih je v enoti za kar 10,7 % od vsega sanitarnega poseka, kar je več kot na ravni Slovenije (6,6 % sanitarnega poseka (Poljanec in sod., 2014)). Košir (2000) ugotavlja, da je obseg sanitarne sečnje zaradi poškodb, ki jih povzročijo dela v gozdovih, odvisen od posekane lesne mase na hektar, gostote sekundarnih prometnic in sestojne gostote oziroma starosti sestojev, njihov vpliv na kakovost sortimentov pa je precejšen (Košir, 1998). V naši raziskavi smo ugotovili, da je obseg sanitarne sečnje zaradi del v gozdu največji v mlajših sestojih. Na splošno so tako poškodovana drevesa pozneje manj stabilna in slabo odporna proti napadom insektov in gliv (Zupančič, 1969).

V letih od 2003 do 2006 so bile zaradi podlubnikov zabeležene visoke sanitarne sečnje (skupaj 27.471 m³ v analizirani enoti) tudi drugod po Sloveniji (Jakša, 2005). V teh letih so bili snegolomi in vetrolomi manjšega obsega (do 400 m³ leto⁻¹). Ker je smreka precej bolj občutljiva na vročino in sušo (Brus, 2008), obstaja velika nevarnost napadov podlubnikov (Jakša, 2005). V povprečju je na leto na območju GGE 21 dni s temperaturo nad 30 °C. Leta 2003 je bilo skupaj takšnih dni 58 (Agencija RS za okolje, 2013), iz česar lahko sklepamo, da je prišlo do močne namnožitve podlubnikov, ki so sestoje poškodovali še nekaj let za tem (Jakša, 2005).

Po letu 1941 je v enoti ves čas padal delež smreke (iz 28 % na 20 %; Gozdnogospodarski načrt ..., 1963, 1974, 1985, 1995, 2005), čeprav letni etat iglavcev do zadnjega ureditvenega obdobja (2005–2014) ni nikoli presegel prirastka iglavcev (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005). To kaže na to, da imajo naravne motnje velik vpliv na sestojno dinamiko predruženih gozdnih ekosistemov (Furlan, 1997; Schelhaas in sod., 2003; Hlásny in sod., 2011).

6.1.2 Verjetnost sanitarne sečnje po izvedeni negovalni sečnji

Verjetnost sanitarne sečnje zaradi snega, vetra in insektov po izvedeni negovalni sečnji z leti pada in je najmanjša 10 let po izvedbi. S to ugotovitvijo smo potrdili prvo hipotezo na krajinski ravni, na podlagi česar lahko sklepamo, da so sestoji še nekaj let po izvedeni negovalni sečnji manj stabilni in manj odporni na poškodbe zaradi naravnih motenj. Negovalna sečnja značilno vpliva na verjetnost poznejše sanitarne sečnje zaradi insektov, ki je največja v prvih letih (1-3) po izvedbi. Razlog za to so poškodbe zaradi poseka in spravila, saj so poškodovana drevesa bolj dovzetna na poškodbe zaradi napada insektov, insekte pa privabljajo tudi sečni ostanki. Ker so sestoji po sečnji bolj sproščeni, sklepamo, da so zračni tokovi močnejši, ti pa s seboj lahko prinašajo podlubnike; močnejša je tudi prepustnost svetlobe, zaradi česar temperature v sproščenih sestojih naraščajo, vlažnost pa pada, kar je ugodno za namnožitev podlubnikov.

Verjetnost sanitarne sečnje zaradi naravnih motenj bi bilo dobro preizkusiti tudi za sestoji, ki niso bili negovani več kot 20 let. V naši raziskavi takšnih sestojev ni bilo, zato primerjave med negovanimi in nenegovanimi sestoji ni bilo mogoče preizkusiti. Na

podoben način bi bilo primerno preizkusiti tudi posamezne motnje npr. snegolom, ki je poškodoval olistane gozdove, v primerjavi s snegolomom, ki je poškodoval gozdove, ko ti niso bili več olistani. V naši raziskavi smo preizkusili še, kako čas, ki je potekel od močnejših naravnih motenj, vpliva na poznejše poškodbe zaradi naravnih motenj. Izkazalo se je, da bi potrebovali daljše opazovalno okno (> 50 let). Zaradi obsežne naloge pa rezultatov nismo prikazali.

Da čas, ki je pretekel od zadnjih izvedenih redčenj, vpliva na poznejši sanitarni posek zaradi snegolomov in tudi vetrolomov, ter da je njihov obseg največji v prvih letih po izvedenih redčenjih, ugotavljajo mnogi raziskovalci (Valinger in sod., 1994; Nyäknen in sod., 1997; Valinger in Fridman, 1997; Jalkanen in Mattila, 2000), medtem ko številni to tudi zanikajo (npr. Schmid-Haas in Bachofen, 1991; Redde, 2002). Schütz in sod. (2006) ugotavljajo, da je razlog za nasprotne ugotovitve verjetno v uporabljenih zvrsteh redčenj.

6.1.3 Vpliv sestojnih in rastiščnih značilnosti na poškodovanost gozdov

Smreka je v enoti najpogostejše sanirana (50,5 % sanitarne sečnje), predvsem zaradi insektov/podlubnikov (76 %). Sledi ji jelka (37,2 % sanitarne sečnje), ki je najpogostejše sanirana zaradi snega (48 %), nato bori (29,3 % sanitarne sečnje), ki so najpogostejše sanirani zaradi poškodb, ki jih povzroči človek z deli v gozdu (79 %). Sanitarna sečnja pri bukvi znaša 6,2 %, predvsem zaradi gozdarskih del (52 %,.) in snega (39 %). Pri gorskemu javorju znaša sanitarni posek 4,9 %, najbolj pa ga ogroža sneg (60 %). Na ravni Slovenije je smreka najpogostejše sanirana zaradi podlubnikov (53 %), jelka zaradi ostalih vzrokov, kot so bolezni, glive in poškodbe zaradi del v gozdu (31 %), rdeči bor je najpogostejše saniran zaradi snega (46 %), bukev pa zaradi žleda (33 %, Poljanec in sod., 2014).

Stopnja in obseg poškodovanosti gozdov zaradi naravnih motenj se razlikujeta tudi po starosti sestojev oziroma debelini dreves (Jalkanen in Mattila, 2000). Tako so v mlajših sestojih najpogostejši snegolomi, v starejših sestojih pa vetrolomi in poškodbe zaradi insektov. Podobno ugotavljajo tudi Poljanec in sod. (2014), ki so sanitarni posek analizirali na ravni Slovenije. V starejših sestojih so najpogostejše tudi poškodbe zaradi bolezni in gliv. Poprečno sanirano drevo v enoti meri $1,19 \text{ m}^3$, kar je več kot meri povprečno sanirano drevo slovenskih gozdov ($0,77 \text{ m}^3$, Poljanec in sod., 2014).

Z multivariatno statistično analizo smo značilno potrdili ($P \leq 0,050$) interakcijo med različnimi naravnimi motnjami. Sanitarna sečnja zaradi insektov povečuje poznejši sanitarni posek zaradi snega in vetra ter obratno. Zaradi del v gozdovih pa je večja tudi poznejša sanitarna sečnja zaradi insektov.

Eden izmed ciljev redčenj je izboljšati stabilnost – odpornost sestojev na naravne motnje (Spellmann in Nagel, 1996; Klädtke, 2001; Bachmann in sod., 2005). Z multiplo linearno regresijo smo dokazali, da redčenja in negovalna sečnja (redčenje s pomladitveno sečnjo) v poznejših letih zmanjšujeta obseg sanitarne sečnje zaradi snega. Podobno ugotavljata tudi Jalkanen in Mattila (2000), ki menita, da so redčeni sestoji odpornejši na snegolome. Dokazali smo tudi, da skupni negovalni posek (redčenja in/ali pomladitvena sečnja), verjetno zaradi pomladitvene sečnje v poznejših letih povečuje obseg sanitarne sečnje zaradi vetrolomov. Schütz in sod. (2006) podobno ugotavljajo, da so intenzivno redčeni sestoji bolj dovzetni na vetrolome, manj občutljivi na vetrolome pa so nenegovani sestoji. V tem je tudi razlog, zakaj številni avtorji preučujejo snegolome skupaj s vetrolomi (npr. Valinger in Lundqvist 1994; Valinger in Fridman, 1997, 1999; Jalkanen in Mattila 2000; Wallentin in Nilsson, 2014).

Na obseg in količino sanitarne sečnje zaradi naravnih motenj (vetrolomi, snegolomi, poškodbe zaradi insektov) značilno vpliva več rastiščnih (7) kot pa sestojnih (2) spremenljivk. Rastiščne spremenljivke imajo v povprečju tudi večji skupni vpliv. S to ugotovitvijo smo potrdili tudi drugo hipotezo na krajinski ravni. Za vetrolome podobno ugotavljajo tudi Klopčič in sod. (2013), večina avtorjev pa ugotavlja prav nasprotno (npr. Jalkanen in Mattila, 2000; Ruel, 2000; Klopčič in sod., 2009). Klopčič in sod. (2013) ugotavljajo, da je bilo več vplivnih rastiščnih spremenljivk potrjenih zaradi analize močnejšega „katastrofalnega“ vetroloma, medtem ko so avtorji z nasprotnim mnenjem analizirali šibkejša vetrolome. V naši raziskavi so bili vetrolomi šibki, njihova pogostost pa je bila majhna.

6.1.4 Značilnosti snegoloma v letu 2012

Snegolom leta 2012 je v Sloveniji na površini 152.000 ha povzročil za 2,5 mio € škode (Poročilo Zavoda ..., 2013). Na tej površini je bil povprečni sanitarni posek $2,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$,

kar je več kot polovico manj kot na ravni objekta naše raziskave ($5,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Za primerjavo bo žledolom leta 2014 zahteval precej višji sanitarni posek ($15,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) in povzročil tudi znatno višjo skupno škodo (214 mio €) (Saje, 2014; Načrt sanacije ..., 2014). V enoti je bilo poškodovanih tudi 59,2 ha letvenjakov, kar je približno 40 % vseh letvenjakov v enoti (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005). Sneg, ki je zapadel na še olistane gozdove, je v večji meri poškodoval listavce (91,4 %), precej manj pa iglavce (8,6 %), podobno so ugotovili tudi na ravni celotne Slovenije (Poročilo Zavoda ..., 2013). Listavci in tudi iglavci so bili najmočneje poškodovani v mlajših sestojih. Poškodbe (povita, nagnjena, izruvana drevesa, lomne poškodbe) pa so se razlikovale glede na razvojno fazo. Za snegolome podobno ugotavljajo tudi pri iglavcih (Hlāsni in sod., 2011). Povitih dreves je največ v mlajših sestojih, lomnih poškodb je največ v srednje starih sestojih, izruvanih dreves pa v starejših sestojih (Peltola in sod., 1999).

Za snegolom leta 2012 smo ugotovili, da so bile poškodbe v spremenjenih sestojih manj obsežne, kar je nasprotno od ugotovitve za skupne snegolome v enoti. Razlog je, da so bili listavci zaradi olistanja bolj poškodovani kot iglavci, ohranjenost gozdov pa je odvisna od deleža smreke v lesni zalogi, saj je smreka umetno vnesena v enoto.

6.2 SESTOJNA RAVEN – PRIMERJAVA MED KONCEPTI REDČENJ

V Srednji Evropi je malo raziskav, ki ugotavljajo vpliv snega na poškodovanost sestojev in dreves (npr. Hlāsny in sod., 2011). Večina teh se nanaša na borealna območja, kjer so snegolomi izrazitejši, predvsem v iglastih gozdovih, malo pa je takih, ki opisujejo tudi listavce (Päätaalo in sod., 1999; Valinger in Fridman, 1999).

6.2.1 Značilnosti tipov poškodb ter vpliv drevesnih značilnosti na pojavljanje različnih tipov poškodb

Deleži vrst poškodb drevja zaradi snega (poškodovane primarne veje, poškodovan vrh krošnje, povita, nagnjena, obvisela in podrtá drevesa, prelom debla, odlom debla) se opazno razlikujejo med gojitvenimi obravnavami (A, B in C). Omenjeni tipi poškodb drevja so lahko odvisni tudi od časa sneženja, količine zapadlega snega in časa, ko se je sneg zadržal na površinah posameznih dreves (Hlāsny in sod., 2011).

Do večjih razlik med obravnavami A, B in C prihaja pri deležu povitih dreves. Opaziti je, da je delež povitih dreves v obravnavi A za 9,5 % večji kot v obravnavi B. Pri obravnavi C pa je ta delež najmanjši (13,8 %). Razlog je verjetno v gostoti sestojev. Gostejši sestoji so bolj dovzetni na snegolome (Jalkanen in Mattila, 2000; Hlásny in sod., 2011). Dodatni razlog je lahko tudi v debelini drevja; višine dreves pa se med ploskvami bistveno ne razlikujejo (Saje, 2011), kar pomeni, da je dimenzijsko razmerje med višino (H) in prsnim premerom (DBH) na ploskvah z manjšimi debelinami drevja večje. Dimenzijsko razmerje (H/DBH) je dober kazalec negovanosti sestojev (Wallentin in Nilsson, 2014). Uporabljen je bil v številnih raziskavah (npr. Valinger in Fridman, 1997, 1999; Päätaalo in sod., 1999; Schütz in sod., 2006; Wallentin in Nilsson, 2014). Intenzivnejša kot so redčenja, manjše je dimenzijsko razmerje (Kato in Nakatani, 2000; Wallentin in Nilsson, 2014), največje pa je v neredčenih sestojih. Sestoji, pri katerih je dimenzijsko razmerje večje od 1 (H/DBH, m/cm), so slabo stabilni (Päätaalo in sod., 1999). Ker je bila višina drevesa v naši raziskavi pridobljena z regresijo, je v analizo nismo vključili. Pri odkazanih (Saje, 2011) in saniranih drevesih, na katerih je bila izmerjena višina dreves, znaša dimenzijsko razmerje na ploskvah 1,5, kar pomeni, da so sestoji nestabilni, redčenja pa so bila zamujena.

Nekateri avtorji ugotavljajo, da se pri smreki verjetnost prelomov in ruvanja večja s povečevanjem snežne obremenitve in da se zmanjšuje s povečevanjem sestojne gostote (Päätaalo in sod., 1999). V naših sestojih smreka raste posamično ter večinoma vladajoče. Odlomljeni vrhovi in debla pa so poškodovala tudi pod njo rastoča drevesa.

6.2.2 Vpliv sestojnih značilnosti na pojavljanje poškodb

Največ poškodovanih dreves je bilo v sestojih z obravnavo A. To smo dokazali z vsemi sestojnimi parametri (N_{PP} , N_P , BA_P , GS_P). Obravnavi A in B se statistično značilno razlikujeta (Saje in sod., 2013), vendar s t -testom nismo ugotovili statistično značilnih razlik ($P \leq 0,050$) med deleži poškodb za sestojne parametre N_{PP} , N_P , BA_P , GS_P , zaradi česar prve hipoteze na sestojni ravni nismo potrdili v celoti. Statistično značilne razlike bi verjetno ugotovili, če bi imeli večje število ploskev na obravnavo (npr. 4 ali 5). V našem primeru pa ima vsaka obravnava 3 ploskve.

Največji delež kritično poškodovanih bukovih dreves je v obravnavi A (44,6 %), najmanjši pa v obravnavi B (28,2 %) in C (25,7 %). Javor je bil glede na kritične poškodbe najmanj poškodovan v obravnavi A (4,8 %), najbolj pa v obravnavi B (15,8 %) in C (11,8 %). Delež poškodovane smreke je bil največji v sestojih C (30,0 %), nekoliko manjši pa v sestojih B (28,6 %) in A (24,1 %). Sklepamo, da je bil delež poškodovanih bukovih dreves največji v sestojih, kjer so bila redčenja na enoto površine močnejša – obravnava A (klasično izbiralno redčenje). Nadalje sklepamo, da so se slabo stabilna bukova drevesa močnejše povijala zaradi rahlih sklepov po celotni površini. Delež poškodovanega javorja je bil največji v sestojih z manjšo jakostjo redčenja na enoto površine – obravnava B (izbiralno redčenje s stalnimi izbranci), delež poškodovane smreke pa je bil največji v sestojih, kjer redčenja niso bila izvedena - obravnava C (Saje, 2011; Saje in sod., 2013).

Pri smreki je verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb za 2,63-krat večja kot pri bukvi, pri gorskemu javorju pa 60,5 % manjša. Če se prsni premer poveča za 1 cm od povprečnega (9,7 cm), se verjetnost kritičnih poškodb zmanjša za 14,3 %, verjetno zaradi zmanjševanja deleža povitih dreves, ki je največji pri tanjših drevesih. Podobno ugotavljajo tudi drugi avtorji (npr. Valinger in Fridman, 1999; Kato in Nakatani, 2000).

Pri izmeri ničelnega stanja (Saje, 2011) je bila kot spremenljivka uporabljena tudi utesnjenost krošnje, ki je dober kazalec stabilnosti in hkrati tudi negovanosti sestojev. Na splošno so bila drevesa na ploskvah zelo utesnjena (93 % vseh dreves je imelo utesnjeno krošnjo $> \frac{3}{4}$), iz česar izhaja, da so bila redčenja zamujena. Običajno so zaradi tega močnejše tudi kritične poškodbe (Päätölä in sod., 1999; Jalkanen in Mattila, 2000; Schütz in sod., 2006), medtem ko so tesni sklepi v obravnavi C kazali na nekoliko stabilnejše sestoje. Zaradi tesnih sklepov so sestoji C v povprečju manj poškodovani, opaziti pa je tudi, da so neutesnjena drevesa ter enostransko utesnjena drevesa v obravnavi C nepoškodovana. Manj poškodovanih dreves je tudi v sestojih B, saj redčenja niso bila enakomerno razporejena po površini, izbranci pa so bili redčeni s takšno jakostjo, da so bili po redčenjih neutesnjeni.

6.2.3 Pojavljanje poškodb pri izbrancih ter primerjava med poškodovanimi izbranci obravnave A in B

Opaziti je, da je delež poškodovanih izbrancev v redčenih sestojih največji pri obravnavi A, deleža poškodovanih izbrancev pri obravnavi B in C pa sta si precej podobna, čeprav je bilo v obravnavi C več kritično poškodovanih izbrancev (% CT_p). Izbranci v obravnavi B so bili po redčenju neutesnjeni, izbranci A pa so bili po redčenju utesnjeni v največ treh smereh, medtem ko neutesnjenih ni bilo. Izbranci iz sestojev B so bili verjetno manj poškodovani tudi zato, ker so bili izbrani po strožjih merilih v primerjavi z izbranci A.

Na verjetnost kritično poškodovanih izbrancev in na sanacijo izbrancev značilno vpliva ($P \leq 0,001$) jakost redčenja na izbranca (število odstranjenih konkurentov na izbranca). V povprečju sta bila pri obravnavi A odstranjena 2 konkurenta na izbranca (maks. 5, min. 1), na ploskvah z obravnavo B pa je bilo odstranjenih 5 konkurentov na izbranca (maks. 8, min. 3), povprečna vrednost za obe obravnavi skupaj je bila po 3 odstranjeni konkurenti na izbranca, kar pomeni, da je stopnja sproščenosti izbrancev pri obravnavi B značilno večja kot pri obravnavi A (Saje in sod., 2013). Če jakost redčenja na izbranca povečamo za enega konkurenta več, je verjetnost pojavljanja kritičnih poškodb pri izbrancih za 58,7 % manjša, verjetnost saniranja pa za 56,1 % manjša, kar pomeni, da so bili močnejše sproščeni izbranci manj poškodovani. S to ugotovitvijo potrjujemo drugi del druge hipoteze na sestojni ravni.

6.2.4 Značilnosti sanitarne sečnje ter primerjava sanitarne sečnje med obravnavama A in B

Delež posekanih dreves je dober indikator obsega dela. Ker gre za drobnejše drevje (zakon o kosovnem volumnu), večja količina poseka pomeni znatno višje stroške ukrepanja. Pri obravnavi A je bilo v povprečju posekanih 31,8 % vseh dreves, pri obravnavi B pa 12,9 % vseh dreves (Saje, 2011; Saje in sod., 2012), kar pomeni, da je bil vložek dela pri obravnavi B bistveno manjši, manjša pa je bila tudi sanitarna sečnja.

S Pearsonovim korelacijskim koeficientom smo skupaj za obe obravnavi (A in B) ugotovili, da večja kot je jakost sečnje na enoto površine, večja je jakost sanacije poškodovanih dreves. Omenili smo tudi, da so bili močnejše sproščeni izbranci manj

poškodovani, tudi v sestojih, kjer so bila redčenja na enoto površine močnejša (Obravnava A). S to ugotovitvijo sklepamo, da večja kot je jakost redčenja na enoto površine ter hkrati manjša kot je na izbranca, večja je dovzetnost izbrancev in preostalih dreves na snegolome. Zavedati se je treba tudi, da so izbranci v povprečju debelejša drevesa z bolj razvitimi krošnjami in zato stabilnejši od povprečnih dreves. Opomniti je treba, da je jakost redčenja na enoto površine in na izbranca odvisna od števila izbrancev in od gostote dreves (Pajk, 2011; Saje, 2011; Saje in sod., 2013). V mlajših sestojih je gostota dreves večja, pri manjšem izboru izbrancev ($< 130 \text{ ha}^{-1}$) pa je mogoče redčiti s takšno jakostjo, da so izbranci kljub manjši jakosti redčenja na enoto površine povsem sproščeni.

6.2.5 Strukturne značilnosti pojavljanja poškodb

Pri obravnavi A, kjer je bila mreža odstranjenih konkurentov enakomerno razporejena po površini, so se poškodbe na ploskvah pojavile po celotni površini. Pri obravnavi B in zlasti pri obravnavi C pa to ne velja v celoti. Sklepamo, da je lokacija poškodovanih dreves odvisna od lokacije odstranjenih konkurentov. S tem potrjujemo prvi del druge hipoteze na sestojni ravni, saj je bila prostorska razmestitev poškodovanih dreves pogostejša ob izbrancih, ki so jim konkurenti že odstranjeni. Poškodbe so se pojavljale tudi ob robovih ploskev in na bolj skalnatem terenu, tudi tam, kjer redčenja niso bila izvedena (Priloga H). Zaradi neupoštevanega robnega pasu, ki bi moral meriti vsaj eno dolžino krošnje odraslega drevesa (Saje in sod., 2013), in še pred snegolomom izvedenih redčenj izven ploskev so bile ob robovih ploskev poškodbe izrazito vidne tudi na neredčenih ploskvah (obrnava C). Poškodbe so se pojavljale tudi ob vlakah in ob bližini ceste. Ob vlakah se poškodbe pojavljajo predvsem zaradi nagnjene rasti obrobni dreves in asimetričnih krošenj, za njimi pa so se povijala in lomila tudi sosednja drevesa, zaradi česar je nastal „domino efekt“.

6.3 ZAKLJUČKI IN USMERITVE ZA GOSPODARJENJE

Klimatske spremembe bodo v prihodnje izrazitejše, tako v zimskem kot tudi v poletnem času (IPCC, 2007). Snegolomi, vetrolomi in žledolomi bodo intenzivnejši, suša, požari ter napadi insektov pa bodo pogostejši. Bolj bodo izrazite klimatske spremembe, hitreje bo prihajalo do vegetacijskih sprememb.

Odpornost gozdov na naravne motnje lahko povečamo z ustrezno izbiro drevesnih vrst na rastiščih, ki so zanje primerna (Schütz in sod., 2006). Z malopovršinskim gospodarjenjem lahko dosežemo raznoliko zgradbo gozdov na večjih površinah, s tem pa tudi odpornejše sestoje na vetrolome. Za odpornost in stabilnost gozdov proti naravnim motnjam so pomembna strokovno izvedena negovalna dela že v mlajših razvojnih fazah, kjer lahko, poleg izboljšanja stabilnosti sestojev, izberemo rastišču primernejše drevesne vrste. Pomembna je tudi jakost redčenja, saj odločilno vpliva na genetsko variabilnost drevesnih vrst in posledično na njihovo prilagodljivost rastiščno-sestojnim razmeram (Brus, 2013).

Prsni premer ima značilno velik vpliv na poškodovanost sestojev zaradi snega (Peltola in sod., 1999; Valinger in Fridman, 1999; Kato in Nakatani, 2000; Hlásny in sod., 2011), zato lahko s pravočasnim redčenjem, zlasti v mlajših razvojnih fazah, vključno z zmanjševanjem gostote izboljšamo stabilnost in odpornost sestojev na snegolome. Ker redčenja začasno zmanjšajo stabilnost sestojev za nekaj let (Schütz in sod., 2006), so snegolomi takrat izrazitejši (Valinger in sod., 1994; Nyäknen in sod., 1997; Valinger in Fridman, 1997; Jalkanen in Mattila, 2000). Izrazitejši so lahko tudi vetrolomi, saj so sklenjeni sestoji manj občutljivi na poškodbe zaradi vetra (Valinger in Fridman, 1997; Schütz in sod., 2006). Vprašanje je, s kakšno pogostostjo in jakostjo je treba redčiti sestoje, da bodo poškodbe zaradi naravnih motenj čim manjše.

Ključno je z učinkovitim redčenjem okrepiti stabilnost sestojnih dreves ter povečati njihovo kakovost (Spellmann in Nagel, 1996; Klädtke, 2001). Pri klasičnem izbiralnem redčenju so jakosti redčenj in gostote izbrancev na enoto površine večje, pri ponovnem redčenju pa so lahko izbranci opredeljeni kot konkurenti (Bončina in sod., 2006; Bončina in Kadunc, 2012: 355). Redčenja s stalnimi izbranci so bila razvita predvsem zaradi racionalizacije gozdarskih del (Rozenberger in sod., 2008), saj znašajo stroški nege letvenjaka in tanjšega drogovnjaka 66 % skupnih stroškov gojenja (Schütz, 1996). Bončina in sod. (2007) ter Bončina in Kadunc (2012: 355) predlagajo v prvi tretjini proizvodne dobe manjše število izbrancev z manjšo intenziteto redčenj, kot se sicer izvaja v Sloveniji. Podobno predlagajo tudi Rozenberger in sod. (2008) predvsem z namenom, da se izognemo vlaganjem v gozdove brez ekonomskega učinka. Kotar (1997) in Ferlin (2002) navajata, da je treba pri modelih z enkratno določenimi izbranci upoštevati izključno

lesnoproizvodne cilje. Problemi se pojavljajo pri oteženem prilagajanju ciljev med razvojem sestojev ter v manjšem deležu kakovostnejših – debelejših indiferentnih dreves in v večji verjetnosti poškodb na izbrancih, kar je nasprotno od ugotovitev v naši raziskavi. Podobno kot Kotar (1997) in Ferlin (2002) ugotavljata tudi Neumann in Rössler (2006), ki menita, da so modeli z zelo majhnim številom izbrancev ($< 100 \text{ ha}^{-1}$) uporabni le na produktivnejših rastiščih in tam, kjer ni velikih tveganj zaradi naravnih motenj.

V naši raziskavi smo ugotovili, da so bile poškodbe zaradi snega obsežnejše v klasično redčenih sestojih (obravnava A), relativno je bilo poškodovanih in saniranih tudi več izbrancev kot v sestojih z enkratno določenimi izbranci (obravnava B). Ugotovili smo še, da so bili v povprečju močnejše sproščeni izbranci (4-5 odkazanih konkurentov) v sestojih A in B manj poškodovani.

Zaključiti je mogoče, da bi z manjšo gostoto izbrancev ($< 130 \text{ ha}^{-1}$), pravočasno izvedenimi redčenji, manjšo jakostjo redčenja na enoto površine, kot se sicer izvaja v praksi, ter večjo jakostjo redčenja na izbranca v mlajših razvojnih fazah (4-5 odstranjenih konkurentov na izbranca) dosegli stabilne, kakovostne in na poškodbe zaradi naravnih motenj odpornejše sestoje. Posledično bi bil obseg dela manjši, skupni stroški vlaganj in sanacijskih del pa nižji. Po izvedenih redčenjih bi bile tudi poškodbe zaradi del v gozdu manjše.

7 POVZETEK

Poškodbe v gozdovih lahko povzročijo insekti (biotske motnje), veter, sneg, žled, požar, suša (abiotske motnje), lahko pa jih povzroči tudi človek (antropogene motnje). Namen raziskave je ugotoviti značilnosti pojavljanja motenj oziroma njihov vpliv na sestoje v gozdnogospodarski enoti (GGE) Brezova reber (krajinska raven) ter proučiti poškodovanost drevja v raziskovalnem objektu (RO) Brezova reber zaradi snega v letu 2012 (sestojna raven) glede na naslednje gojitvene obravnave: A) klasično izbiralno redčenje, B) izbiralno redčenje s stalnimi izbranci, C) sestoji, prepuščeni naravnemu razvoju. V procesu modeliranja smo uporabili: analizo časovnih vrst, multiplo linearno regresijo, binarno logistično regresijo in parametrične teste. Analizirana pa je bila tudi prostorska razmestitev poškodovanih dreves.

Šibke naravne motnje ($< 1,2 \% \text{ GS}$, ali $< 5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) se v enoti pojavljajo vsako leto, močnejše naravne motnje ($> 1,2 \% \text{ GS}$, ali $> 5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) pa približno enkrat v desetletju. Verjetnost sanitarne sečnje je največja po izvedeni sečnji ter v prvih nekaj letih (1-3) po redčenjih za šibke snegolome znaša med 21 % in 15 %, za šibke abiotske motnje (vetrolomi in/ali snegolomi) pa med 28 % in 16 %. Verjetnost sanitarne sečnje je zaradi insektov (šibke gradacije) v prvih letih (1-3) po redčenjih med 16 % in 8 %. Verjetnost sanitarne sečnje zaradi naravnih motenj je odvisna od debeline dreves; za snegolome je največja v mlajših sestojih (DBH 15-30 cm), za vetrolome in poškodbe zaradi insektov pa v starejših sestojih (DBH $> 50 \text{ cm}$).

Naravne motnje delujejo vzajemno. Poškodbe zaradi insektov povečujejo poznejše poškodbe zaradi vetra in snega ter obratno. Poškodbe zaradi antropogenih motenj pa povečujejo poznejše poškodbe zaradi insektov. V slabo ohranjenih gozdovih so snegolomi in vetrolomi močnejši. Na poškodovanost gozdov zaradi naravnih motenj vpliva več rastiščnih kot pa sestojih spremenljivk. Rastiščne spremenljivke imajo tudi večji vpliv na pojavljanje poškodb zaradi naravnih motenj kot sestojne spremenljivke.

Za 1 odstotek večji snegolom (snegolom $> 2,5 \% \text{ od lesne zaloge}$) poveča verjetnost poznejše sanitarne sečnje zaradi insektov za 28,1-krat in vetrolomov za 58,4-krat. Verjetnost pojavljanja snegolomov je za 43,5-krat večja v sestojih s spremenjeno naravno

drevesno sestavo v primerjavi s sestoji z ohranjeno drevesno sestavo. Z naraščanjem nadmorske višine se obseg snegolomov zmanjšuje, zmanjšuje pa se tudi obseg poškodb zaradi insektov. Na apnenčasti podlagi je verjetnost snegolomov za 8,0-krat večja kot na dolomitni matični podlagi.

Dne 28. 10. 2012 je močno sneženje povzročilo veliko poškodb v še olistanih gozdovih JV Slovenije. V gozdnogospodarski enoti (GGE) Brezova reber je sneg poškodoval skupno 9.782 m³ lesa (91,5 % listavcev in 8,5 % iglavcev), povprečno poškodovano drevo je merilo 1,09 m³ (listavci =1,10 m³, iglavci =1,01 m³), poškodovanih pa je bilo tudi 40 % vseh letvenjakov v enoti. Tanjša drevesa so se predvsem povijala, v drogovnjakih je sneg običajno lomil debla, starejša drevesa pa so bila večinoma izruvana ali so obvisela na sosednjih drevesih.

Poškodovanost sestojnih dreves (%_N_P, %_BA_P, %_GS_P) ter poškodovanost izbrancev (%_CT_P) sta v primerjavi z manj intenzivno redčenimi sestoji (obravnavo B; 25,5%, 22,1 %, 18,5 %, 7,4 %) najvišji v klasično redčenih sestojih (obravnavo A; 40,9 %, 34,7 %, 29,9 %, 35,7 %). Med obravnavo B in C smo ugotovili značilne razlike ($P \leq 0,050$) v deležu kritično poškodovanih večvrhatih dreves. Obravnavi A in B sta si po deležih poškodb precej različni. Na obseg sanitarne sečnje imajo značilno velik vpliv predhodno izvedena redčenja. Poškodovanost izbrancev je odvisna od jakosti redčenja na izbranca. Če jakost redčenja na izbranca povečamo iz 3 na 4 odstranjene konkurente, je verjetnost kritično poškodovanih izbrancev manjša za 58,7 %, verjetnost saniranja pa se zmanjša za 56,1 %. V sestojih A je bilo kritično poškodovanih 35,7 % izbrancev, v sestojih B pa 7,4 % izbrancev. Preostala indiferentna drevesa so bila poškodovana predvsem ob izbrancih, ki so jim bili konkurenti že odstranjeni. V obravnavi C je bilo drevje močnejše poškodovano na mestih z večjim številom drevja.

S pravočasnim in manj intenzivnim redčenjem ter z manjšim številom izbrancev (< 130 ha⁻¹) v mlajših razvojnih fazah, kot sicer to velja v Sloveniji, in z večjo jakostjo redčenja na izbranca (število odstranjenih konkurentov na izbranca) bi bili sestoji odpornejši na naravne motnje. Obseg in vložek dela, ki sta sicer v mlajših sestojih največja, bi bila manjša. Manjša pa bi bila tudi skupni vložek dela in strošek sanacijskih del.

8 VIRI

- Anko B. 1993. Vpliv motenj na gozdni ekosistem in na gospodarjenje z njimi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42: 85-109
- Assmann E. 1961. Waldertragskunde. Bonn, Wien, BLV Verlagsgesellschaft München: 492 str.
- Agencija RS za okolje 2013.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (25. 2. 2013)
- Attiwill P. M. 1994. The disturbance of forest ecosystems: the ecological basic for conservative management. Forest ecology and management, 63, 2/3: 247-300
- Bachmann P., Bebi P., Brang P., Braun S., Dobbertin M., Dvorak L. 2005. Lothar Ursächliche Zusammenhänge und Risikoentwicklung. Synthese des Teilprogramms 6. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern: 145 str.
- Bleiweis S. 1983. Pogostost in obseg škod zaradi ujm v slovenskih gozdovih. Gozdarski vestnik, 41, 6: 233-249
- Bleiweis S. 1983a. Ujme, njihova pogostost in škoda v slovenskih gozdovih. Naravne nesreče v Sloveniji. Gams I. (ur.). Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 143 str.
- Bleiweis S. 1983b. Ujme – povzročiteljice škod v slovenskih gozdovih. Sodobno kmetijstvo, 2: 92-94
- Bončina A., Kadunc A., Robič D., 2007. Effect of selective thinning on growth and development of beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stand in south-eastern Slovenia. Annals of forest science, 64, 1: 47-57
- Bončina A., Kadunc A. 2012. Raziskovalne ploskve za analizo bukovih gozdov: pregled in poglobitni izsledki. V: BUKOVI gozdovi v Sloveniji; ekologija in gospodarjenje. Bončina A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 355-364

- Bosshard W. 1967. Erhebungen über die Schäden der Winterstrüme 1967. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 118, 12: 806-820
- Brus R. 2008. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.
- Brus R. 2013. »Študijsko gradivo za ciklus predavanj.« Ljubljana, Biotehniška fakulteta (osebni vir)
- Deanković T. 1969. Snegolomi v Julijskih Alpah in njihovi vzroki. Gozdarski vestnik, 27, 9: 223-235
- Eriksson G., Ekberg I., Clapham D. 2006. Forest Genetics.
http://old.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversityDocs/Training/FGR_TG/additional_materials/Forest_Genetics.pdf (12. 11. 2013)
- Ferlin F. 1991. Nekatere značilnosti pojava umiranja smreke in njenega prirastnega odzivanja na imisijske strese. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 37: 125-156
- Ferlin F. 2002. Ali potrebujemo drugačne, tuje negovalne modele za pridobivanje boljšega kakovostnega (bukovega) lesa? Gozdarski vestnik, 60: 407-411
- Frelich L. E. 2002. Forest dynamics and disturbance regimes studies from temperate evergreen-deciduous forest. Cambridge, Cambridge University Press: 266 str.
- Forman R. T. T., Godron M. 1986. Landscape ecology. New York, John Wiley & Sons: 619 str.
- Furlan F. 1997. Pristop k organizaciji gozdnih del po ujmah. Gozdarski vestnik, 55, 5-6: 275-285
- Gartner A., Palper-Lampe V., Poljanec A., Bončina A. 2007. Upoštevanje katastrof pri načrtovanju in gospodarjenju z gozdovi na primeru vetroloma na Jelovici. V: Podnebne spremembe. Jurc M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 153-175

GERK, 2012

<http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp> (26. 8. 2012)

GERK, 2013

http://rkg.gov.si/GERK/WebViewer/#map_x=500000&map_y=100000&map_sc=1828571 (26. 4. 2013)

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Brezova reber 1942 – 1951. 1942.

Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Straža

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Brezova reber 1953 – 1962. 1953.

Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Straža

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Brezova reber 1963 – 1972. 1963.

Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Straža

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Brezova reber 1974 – 1983. 1974.

Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Straža

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Brezova reber 1985 – 1994. 1985.

Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Straža

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Brezova reber 1995 – 2004. 1995.

Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Straža

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Brezova reber 2005 – 2014. 2005.

Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Straža

- Hafner M. 2008. Jelenjad: zgodovina na Slovenskem, ekologija in upravljanje. (Zlatorogova knjižnica, 34). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 428 str.
- Klädtke J. 2001. Konzepte zur Buchen-Lichwuchsdurchforstung. AFZ – Der Wald, 56: 1047-1050.
- Hlásny T., Krístek Š, Holuša J, Trombik J, Urbancová N. 2011. Snow disturbances in secondary Norway spruce forests in Central Europe: Regression modeling and its implications for forest management. Forest Ecology and Management, 262: 2151-2161
- IPCC, 2007
http://www.google.si/books?hl=sl&lr=&id=TNo-SeGpn7wC&oi=fnd&pg=PA81&dq=ipcc+climate+change+2007&ots=vOaAogUvmB&sig=5Jtrh6IqPTnq-84BbBmRgsBwGxI&redir_esc=y#v=onepage&q=ipcc%20climate%20change%20007&f=false (4. 12. 2013)
- Jakša J. 1997. Obseg in posledica gozdnih požarov v Sloveniji v letu 1991 do 1996 ter vloga gozdarstva v varstvu pred požari v gozdu. Gozdarski vestnik, 55, 9: 386-395
- Jakša J. 1997a. Posledice snežnih in lednih ujm v slovenskih gozdovih v zimah 1995/96 in 1996/97. Gozdarski vestnik, 55, 5-6: 263-274
- Jakša J. 2005. Podlubniki v slovenskih gozdovih v obdobju 1995-2004. Ujma, 23: 154-162
- Jakša J. 2007. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 65, 10: 241-225
- Jakša J., Kolšek M. 2009. Naravne ujme v slovenskih gozdovih. Ujma, 23: 72-81
- Jalkanen R., Konôpka B. 1998. Snow-packing as a potential harmful factor on *Picea abies*, *Pinus sylvestris* and *Betula pubescens* at high altitude in northern Finland. European Journal of Forest Pathology, 28: 373-382

- Jalkanen A., Mattila U. 2000. Logistic regression models for wind and snow damage in northern Finland based on the National Forest Inventory data. *Forest Ecology and Management*, 135: 315-330
- Kleinbaum D. G., Klein M. 2002. *Logistic Regression (A Self-Learning Text)*. 2nd ed. Springer: 513 str.
- Kato A., Nakatani H. 2000. An approach for estimating resistance of Japanese cedar to snow accretion damage. *Forest Ecology and Management*, 135, 83-96
- Klopčič M., Poljanec A., Gartner A., Bončina A. 2009. Factors related to natural disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Ecoscience*, 16, 48-57.
- Klopčič M., Pahovnik A., Bončina A. 2013. Vplivni dejavniki pojava in jakosti vetroloma na območju Črničva. *Gozdarski vestnik*, 71, 7/8: 331-345
- Košir B. 1998. Presoja koncepta zgodnjih redčenj z vidika porabe energije in poškodb sestojev. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 56, 55-57
- Košir B. 2000. Primerjava rezultatov modela poškodb drevja v sestoji zaradi pridobivanja lesa in rezultatov terenskih opazovanj. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 62, 53-84
- Košmelj K. 2001. Osnove logistične regresije (1. - 2. del). *Zbornik Biotehniške fakultete univerze v Ljubljani, Kmetijstvo*, 77, 2: 227-238, 239-245
- Kotar M. 1997. Donos gozda v povezavi z nego gozda. Ali moramo načelo nege gozda spremeniti? *Gozdarski vestnik*, 55: 130-163
- Kotar M. 2005. *Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah*. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.
- Kotar M. 2011. *Raziskovalne metode*. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije: 510 str.

Krajčič D. 1997. Ocena dolgoročne škode v gozdu zaradi ujme. *Gozdarski vestnik*, 55, 5-6: 286-292

Lipoglavšek M., Čokl M., Koler-Povh T., Kozina A., Pavle M., Smolej I., Škulj D., Žigon J. 2010 *Lexicon silvestre: gozdarski slovar z razlagami*, 1.- 4. del. Ljubljana, Terminološka komisija Zveze gozdarskih društev Slovenije: 332 str.

Motnje, ki ogrožajo slovenske gozdove. 2013

<http://www.zgs.si/slo/gozdovi-slovenije/o-gozdovih-slovenije/motnje-ki-ogrozajo-gozdove/index.html> (28. 11. 2013)

Načrt sanacije gozdov poškodovanih v žledolomu od 30. Januarja do 10. Februarja 2014. 2014. Ljubljana, ZGS.

<http://www.zgs.si/slo/aktualno/sporocila-za-javnost/index.html> (12. 4. 2014)

Naravne ujme in požari večjih razsežnosti v Sloveniji. 2014
http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/Novice2014/Naravne_ujme2014.pdf (6. 2. 2014)

Nyäknen M. L., Peltola H., Quine C., Kellomäki S., Broadgate M. 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European Conditions. *Silva Fennica*, 31, 2: 193-213

Neumann M., Rössler G. 2006. Qualität und Bewirtschaftung von Buche. *BFW-Praxisinformation*, 12: 15-17

Nagel T. A., Svoboda M., Diaci J. 2006. Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in on old-growth *Fagus-Abies* forest in southeastern Slovenia. *Forest ecology and management*, 226: 268-278

Oliver C. D., Larson B. C. 1996. *Forest stand dynamics*. New York, John Wiley and Sons: 544 str.

Päätälä M. L., Paltola H., Kallomäki S. 1999. Modelling the risk of snow damage of forests under short-term snow loading. *Forest Ecology and Management*, 116: 51-70

- Pahovnik A. 2008. Analiza vetroloma na območju Črnivca: diplomsko delo (Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 47 str.
- Pajk B. 2011. Zasnova poskusa redčenj bukovih drogovnjakov v raziskovalnem objektu Pišce: diplomsko delo (Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 67 str.
- Papež J. 2005. Motnje in dinamične spremembe vegetacije v gozdni krajini. Gozdarski vestnik, 63, 2: 68-78, 91-98
- Papler-Lampe V. 2006. Vetrolom na Jelovici. Gozdarski vestnik, 64, 9: 446-448
- Papler-Lampe V. 2009. Presoja ukrepov pri sanaciji ujm 2006-2008. Gozdarski vestnik, 67, 5/6: 365-376
- Papler-Lampe V., Kolšek M. 2009. Posledice snegoloma decembra 2008 v Gozdnogospodarske območju Bled. <http://www.zdravgozd.si/nvg/prispevek.aspx?idzapis=2-7> (12. 11. 2013)
- Peltola H., Kellomäki S., Väisänen H., Ikonen V. P. 1999. A mechanistic model for assessing the risk of wind and snow damage to single trees and stands of Scots pine, Norway spruce and birch. Canadian Journal of Forest Research, 29: 647-661.
- Pellikka P., Järvenpää E. 2003. Forest stand characteristics and wind and snow induced forest damage in boreal forest. V: Proceedings of the International Conference on Wind Effects on Trees. Ruck, B. (ur). Karlsruhe, University of Karlsruhe: 269-276
- Pickett S. T. A., White P. S. 1985. The Ecology of natural disturbances and patch dynamics. Orlando, Academic Press: 472 str.
- Pirc S. 1997. Vpliv izbiralnih redčenj na rast, razvoj in kakovost sestojev v GGE Brezova Reber: višješolska diplomska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.: 72 str.

- Pirc S. 2011. »Gozdarski dnevnik 1970 - 2011.« Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije, OE Novo mesto (osebni vir, oktober 2013)
- Pirc S. 2013. »Vremenski dnevnik.« Straža, Podreber 37, 8351 Straža (osebni vir, oktober 2013)
- Podatkovna zbirka Zavoda za gozdove Slovenije. 2011. Zavod za Gozdove Slovenije, OE NM, GGE Brezova reber o poseku dreves za obdobje 1973-2011
- Poljanec A., Gartner A., Papler-Lampe V., Bončina A. 2008. Sanacija v ujmah poškodovanih gozdov. V: Naravne nesreče v Sloveniji 2008: zbornik posvetovanja. Ljubljana, ZTC: 341-347
- Poljanec A., Ščap Š., Bončina A. 2014. Količina, struktura in razporeditev sanitarnega poseka v Sloveniji v obdobju 1995-2012. Gozdarski vestnik, 72, 3: 131-147
- Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2012. 2013. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 133 str.
- Pretzsch H. 2002. Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Berlin, Parey Verlag: 414 str.
- Puhek V. 2003. Regresijske enačbe za volumen dreves po dvovhodnih deblovnica. V: Gozdarski priročnik. Kotar M. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 46-48
- Radinja D. 1983. Žledne ujme v Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji. Gams I. (ur.). Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 143 str.
- Redde N. 2002. Risiko von Sturm- und Folgeschäden in Abhängigkeit vom Standort und von waldbaulichen Eingriffen bei der Umwandlung von Fichtenreinbeständen. Göttingen, Selbstverl. des Forschungszentrums Waldökosysteme, Universität Göttingen: 179 str.
- Rebula, E. 1969. Posledice neurja iz leta 1965 v gozdovih na območju obrata Cerknica. Gozdarski vestnik, 27, 9: 210-222

- Roženberger D., Ficko A., Diaci J. 2008. Sodobno gojenje bukovih gozdov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87: 77-87
- Ruel J. C. 2000. Factors influencing winthrow in balsam fir forest: from landscape studies to individual tree studies. Forest ecology and management, 135, 1-3: 169-178
- Saje R. 2011. Zasnova poskusa redčenj bukovih sestojev v raziskovalnem objektu Brezova reber: diplomsko delo (Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 65 str.
- Saje R., Pajk B., Kadunc A., Bončina A. 2013. Raziskava redčenj bukovih gozdov v raziskovalnih objektih Pišce in Brezova reber. Gozdarski vestnik 71, 9, 387-401
- Saje R. 2014. Žledolomi v slovenskih gozdovih. Gozdarski vestnik, 72, 4: 204-210
- Schelhaas M. J., Nabuurs G. J., Schuck A. 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. Global Change Biology, 9, 1620-1633
- Schmid-Haas P., Bachofen H. 1991. Die Sturmgefährdung von Einzelbäumen und Beständen. Schweizerischer Zeitschrift für Forstwesen, 142, 6, 477-504
- Schütz J. P. 1996. Bedeutung und Möglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb. Schweizerische Zeitschrift für das Forstliche Versuchswesen, 147: 442-460
- Schütz J. P., Götz M., Schmid W., Mandallaz D. 2006. Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. European Journal of Forest Research, 125, 291-302
- Spellmann H., Nagel J. 1996. Zur Durchforstung von Fichte und Buche. Allgemeine Forstzeitung, 167: 5-15
- Spies T. A., Turner M. G. 1999. Dynamic forest mosaics. V: Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems. Hunter M.L. Jr. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 95-160

- Slovar slovenskega knjižnega jezika. 2014. Ljubljana, Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU.
http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=po%C5%A1kodba&hs=1 (28. 3. 2014)
- Stathers R. J., Rollerson T. P., Mitchell S. J. 1994. Windthrow handbook for British Columbia forests. <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/docs/wp/wp01.pdf> (12. 11. 2013)
- Timber - podatkovna zbirka o poseku gozdnega drevja. 2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, 1995-2012. http://www.zdravgozd.si/sanitarni_index.aspx (5. 1. 2014)
- Trontelj M. 1997. Snegolom ob koncu leta 1995 in januarski žled. Gozdarski vestnik, 55, 5-6: 258-262
- Valinger E., Lundqvist L., Brandel G. 1994. Wind and snow damage in a thinning and fertilisation experiment in *Pinus sylvestris*. Scandinavian Journal Forest Research, 9: 129-134
- Valinger E., Fridman J. 1997. Modelling probability of snow and wind damage in Scots pine stands using tree characteristics. Forest Ecology and Management, 97: 215-222
- Valinger E., Fridman J. 1999. Models to Assess the Risk of Snow and Wind Damage in Pine, Spruce and Birch forest in Sweden. Environmental Management, 24, 2: 209-217
- Valinger E., Lundqvist L. 1994. Reducing wind and snow induced damage in forestry. Rapporter (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel), 37: 1-11
- Včerajšnje sneženje je povzročilo škodo tudi v gozdovih. 2013. Ljubljana, ZGS.
http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/SPORCILA_ZA_JAVNOST/Sporocila_2012/Izjava_sneg-29okt12.pdf (26. 3. 2013)

Wallentin C., Nilsson U. 2014. Storm and snow damage in a Norway spruce thinning experimental in southern Sweden. *Forestry*, 87, 2: 229-238

Wikipedia. 2013.

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Evolucija> (26. 3. 2013)

Zhu J. J., Li X. F., Liu Z. G., Cao W., Gonda Y., Matzuzaki T. 2006. Factors affecting the snow and wind induced damage of a montane secondary forest in northeastern China. *Silva Fennica*, 40, 1: 37-51

Zupančič M. 1969. Vetrolomi in snegolomi v Sloveniji v povojni dobi. *Gozdarski vestnik*, 27, 9: 193-209

ZAHVALA

Za strokovne usmeritve, priporočila in pripombe se zahvaljujem mentorju doc. dr. Alešu Kaduncu in somentorju prof. dr. Andreju Bončini. Prof. dr. Juriju Diaciju se zahvaljujem za opravljeno recenzijo.

Upokojenemu revirnemu gozdarju Stanislavu Pircu se zahvaljujem za vse koristne informacije in podatke, ki mi jih je nesebično pripravil, pri tem pa mi je bil tudi ves čas na voljo. Revirnemu vodji Gregorju Colariču se zahvaljujem za dobro opravljeno ocenjevanje poškodovanih sestojev. Zahvale gredo tudi ZGS, OE NM za poslano literaturo in podatke.

Urošu Vidmarju, mami Darji in sestri Jožici se zahvaljujem za pomoč pri merjenju in ocenjevanju poškodovanih dreves na raziskovalnih ploskvah. Dr. Matiji Klopčiču hvala za tehnično pomoč pri izdelavi tloris projekciji v programskem orodju MapInfo Professional 10.0. Gozdnemu gospodarstvu Novo mesto d.d. se zahvaljujem za varno opravljeno sanacijo na raziskovalnih ploskvah.

Dijani Alagić se zahvaljujem za lektoriranje slovenskega in angleškega besedila, mag. Maji Peteh pa za tehnični pregled magistrske naloge.

Pahernikovi ustanovi se zahvaljujem za eno-letno štipendijo v času magistrskega študija.

Zahvaljujem se tudi družini in svoji puncu, ki so me v času študija ves čas podpirali, ter vsem ostalim, ki so kakorkoli vplivali na kakovost študija, obštudijskih dogodkov in magistrske naloge.

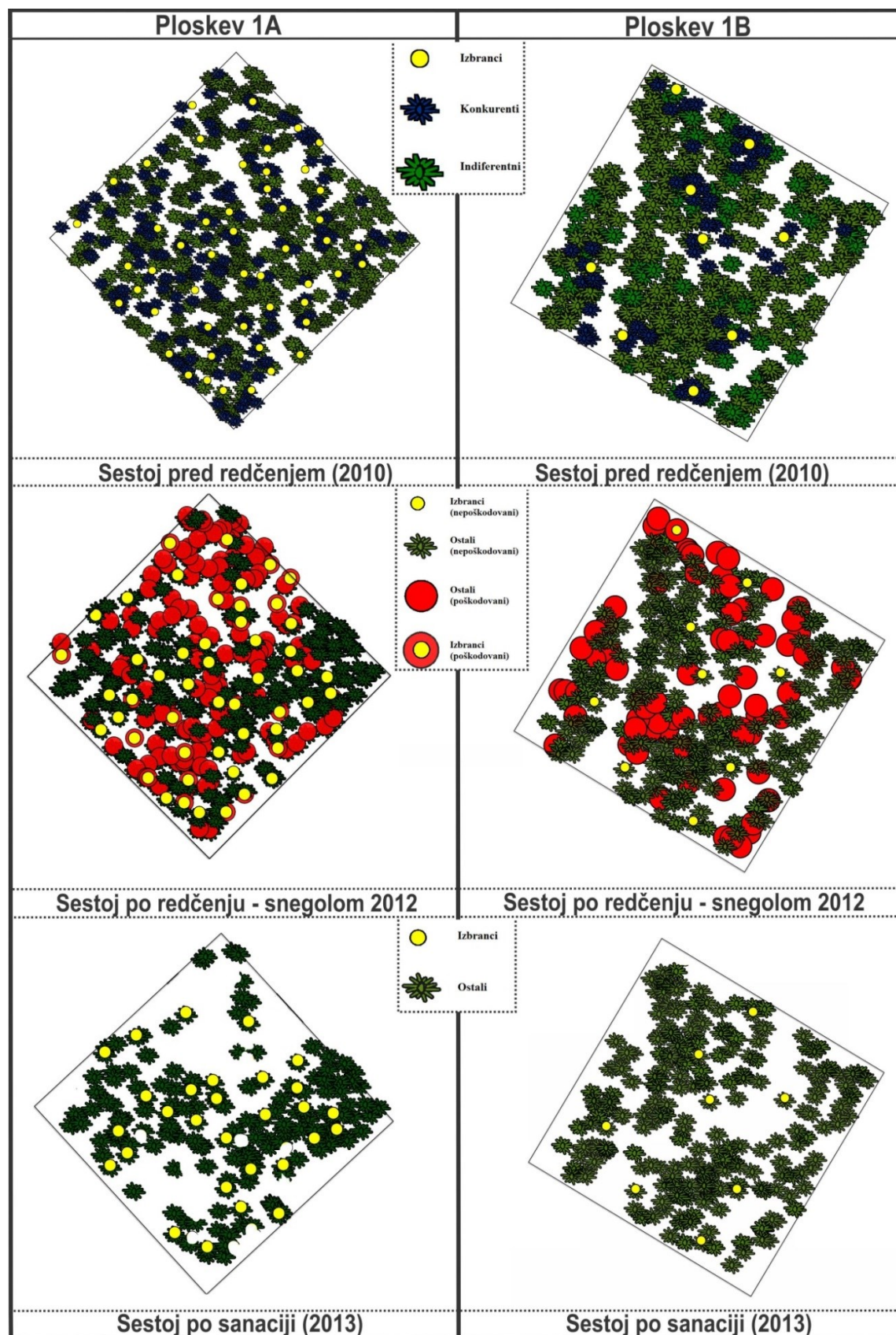
PRILOGE

Priloga A: Šifrant za opis sestojev in odsekov

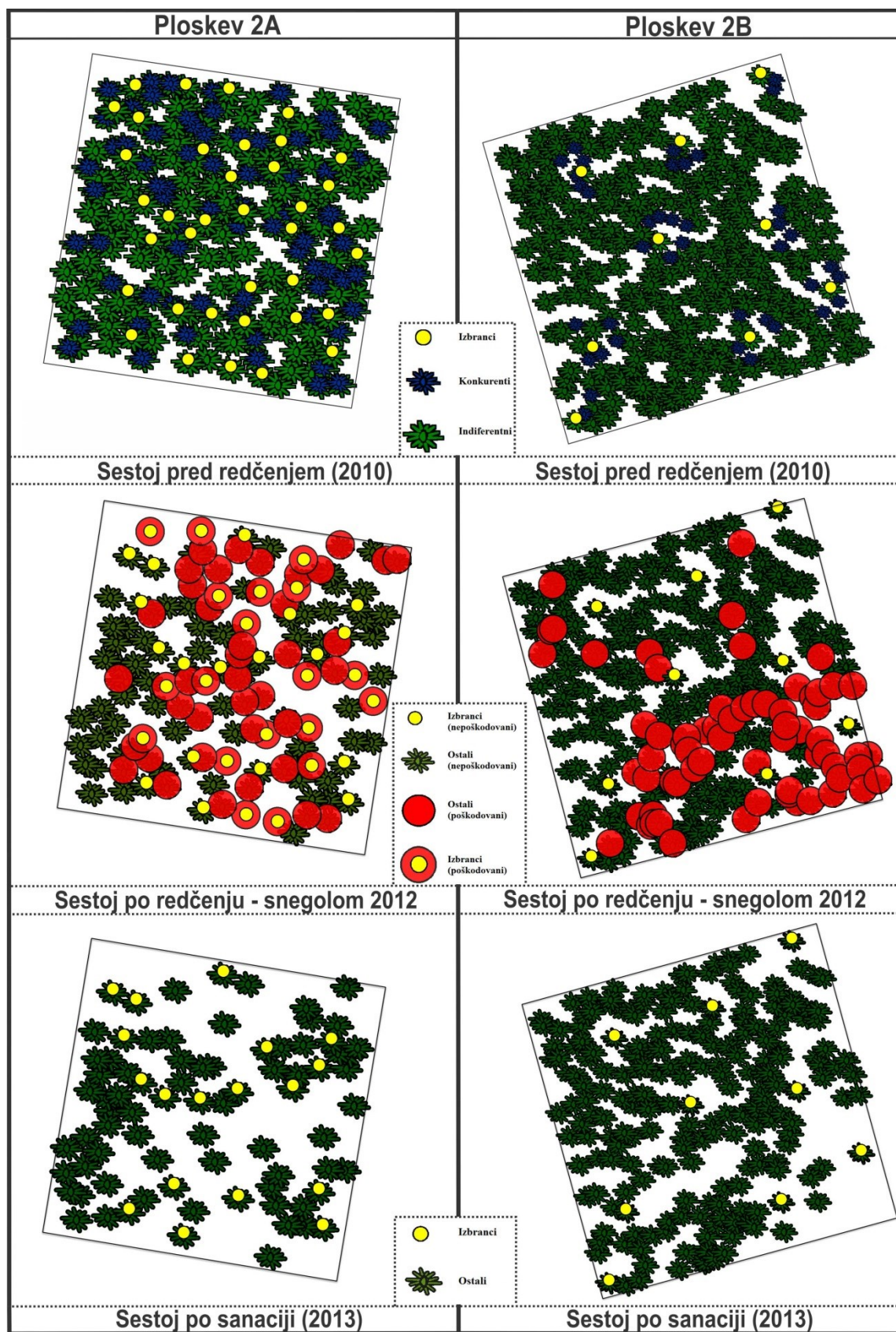
ŠIFRANT ZA OPIS SESTOJA IN ODSEKA

Razvojna faza: 1 - mladovec 2 - drogovnjak 3 - debeljak 4 - sestoj v obnovi 5 - dvoslojni sestoj 6 - raznomerno (ps-šp) 7 - raznomerno (sk-grnz) 8 - panjevec 9 - grmičav gozd 10 - pionirski gozd z grmišči 11 - tipični prebiralni sestoj	Razvojna faza mladovec - obsega mlade razvojne stopnje sestoja (ki niso pod zastorom starejšega drevesa) do vključno letvenjaka, pri čemer je zgornja meja za letvenjak pod 10 cm srednjega premera dreves v vladajočem in sovladajočem položaju drogovnjak - sestoj s srednjim premerom drevesa v vladajočem in sovladajočem položaju od 10 do pod 30 cm, pomladek pa ne sme preseči 35% pokrovnosti debiljak - sestoj s srednjim premerom drevesa v vladajočem in sovladajočem položaju 30 cm in več, pomladek pa ne sme preseči 35% pokrovnosti sestoj v obnovljanju - presvetljen sestoj v razvojni stopnji debeljaka, izjemoma tudi drogovnjaka, pri katerem pomladek presega 35% pokrovnosti oziroma pri katerem naravna obnova ni vprašljiva dvoslojni sestoj - sestoj z dvema slojema, pri čemer je spodnji v razvojni stopnji drogovnjaka posamično do šopasto raznomerni sestoj - sestoj, v katerem se na skrajni celotni površini posamično ali šopasto vračata pomladek in srednje staro drevo skupniško do gnezdaslo raznomerni sestoj - sestoj, kjer se razvojne stopnje izmenjujejo v velikosti skupin in gnezdi; panjevec - sestoj panjeveškega porekla, ki ni prešel faze drogovnjaka grmičav gozd - sestoji na rastiščih z zelo majhno proizvodno zmogljivostjo v pogledu količine in kakovosti lesa pionirski gozd z grmišči - sestoji majhnih sukcesijskih stadijev tipični prebiralni sestoj		
Zasnova 1 - bogata 2 - dobra 3 - pomanjkljiva 4 - slaba	Zasnova bogata - nad 80% površinskega deleža ustrezne sestave in kakovosti - pri mladju in gošči, oz. deleža nosilcev funkcij- pri letvenjaki in drogovnjaki, dobra - od 60 do 80% površinskega deleža ustrezne sestave in kakovosti - pri mladju in gošči, oz. deleža nosilcev funkcij- pri letvenjaki in drogovnjaki, pomanjkljiva - od 40 do 60% površinskega deleža ustrezne sestave in kakovosti - pri mladju in gošči, oz. deleža nosilcev funkcij- pri letvenjaki in drogovnjaki, slaba - do 40% površinskega deleža ustrezne sestave in kakovosti - pri mladju in gošči, oz. deleža nosilcev funkcij- pri letvenjaki in drogovnjaki		
Sklep 1 - tesen 2 - normalen 3 - rahel 4 - vrzelast do pretrgan	Sklep tesen - gneča v krošnjah, krošnje so deformirane normalen - krošnje se dotikajo, deformacij ni rahel - krošnje se tudi ob vetru ne dotikajo vrzelast do pretrgan - vrzeli lahko vrnemo eno ali več kroženj	Skupine gozdnogojitvenih smernic 1 - obnova s sadrjo oz. setvijo 2 - nega mladja in gošče 3 - nega letvenjaka 4 - nega drogovnjaka 5 - nega debeljaka 6 - uvajanje sestaja v obnovo 7 - zaščitno navedjevarje obnove 8 - pospešeno navedjevarje obnove 9 - končni posek (pri naravni obnovi) 10 - nega raznomernega gozda s poudarkom na povečevanju lesne zaloge 11 - nega raznomernega gozda z vzdrževanjem strukture	12 - nega raznomernega gozda s poudarkom na pomlajevanju 13 - sanitarni posek 14 - ni ukrepanja 15 - nega panjevca 16 - obnova panjevca 17 - premenljivo redčenje in druge oblike postopne premene 18 - premena 19 - pogozditev 20 - ekocelica - dolgoročno ni ukrepanja 21 - ekocelica - ukrepanje za biotsko funkcijo
Negovanost 1 - negovan sestoj 2 - pomanjkljivo negovan 3 - nenegovan 4 - nenegovan ogrožen sestoj	Negovanost negovan sestoj - negovanost sestaja omogoča doseganje rastišču in zasnovi sestaja primernih ciljev pomanjkljivo negovan - negovanost sestaja le deloma omogoča doseganje rastišču in zasnovi sestaja primernih ciljev nenegovan - sestoj ni ogrožen, vendar njegove negovanosti v njegovem nadaljnjem razvoju ne zagotavlja optimalne pestrosti, stabilnosti in kakovosti nenegovan ogrožen sestoj: sestoj je zaradi negovanosti ogrožen, ukrepanje je zelo nujno		
Vrste poseka (vpíše se predvidena prevladujoča vrsta poseka v sestoju) ŠIFRA VRSTA POSEKA Negovalni posek 101 Redčenje 102 Pomladni posek 103 Drugo (tudi prebiralni) 104 Panjeviski Umetna obnova 200 Sanitarni posek 300	Gojitvena dela 101 Priprava sestoja 102 Priprava tal 303 Sadnja 304 Setev 710 Obžetev 711 Nega mladja 712 Nega gošče 713 Nega letvenjaka 714 Nega drog. (2. redčenje) 830 Zaščita pred divjadjo Druga gojitvena dela se vpisujejo po veljavnem šifrantu.	Lastništvo 2 - zasebni gozd 6 - državni gozd 8 - občinski gozd Ohranjenost 1 - ohranjeni (do 30%) 2 - spremenjeni (31 do 70%) 3 - močno spremenjeni (71 do 90%) 4 - izmenjeni (nad 90%) Način spravila 1 - s traktorjem 2 - z žičnico 3 - ročno 4 - kombinirano s traktorjem 6 - kombinirano z žičnico	Funkcije gozdov v - f. varovanja gozdnih zemljišč in sestojev h - hidrološka funkcija b - f. ohranjanja biotske raznovrstnosti k - klimatska funkcija z - zaščitna funkcija g - higijensko-zdravstvena funkcija o - obrambna funkcija r - rekreacijska funkcija t - turistična funkcija d - f. varovanja naravnih vrednot o - f. varovanja kulturne dediščine p - poučna funkcija l - raziskovalna funkcija e - estetska funkcija n - f. pridobivanja drugih gozdnih dobrin j - lovogospodarska funkcija
Kategorije gozdov 1 - večnamenski gozdovi 2 - gozdovi s posebnim namenom, ukrepi dovoljeni 3 - gozdovi s posebnim namenom, ukrepi niso dovoljeni 4 - varovalni gozdovi Združba: šifra gozdne združbe po šifrantu Ekopozicija: 1 - S, 2 - SV, 3 - V, 4 - JV, 5 - J, 6 - JZ, 7 - Z, 8 - SZ, 0 - vse lege in brez naklona Položaj v pokrajini: 1 - ravšina, 2 - vznožje, 3 - pobočje, 4 - greben Relief: 1 - gladko do valovito, 2 - jarkasto do grebenasto, 3 - stopničasto do skokovito, 4 - kotanjasto do vrtačasto	Kamnine 1 - morena karbonatna 2 - morena mešana 3 - morena nekarbonatna 4 - grušč karbonatni 5 - grušč mešan 6 - grušč nekarbonatni 7 - prod, pesek karbonatni 8 - prod, pesek mešan 9 - prod, pesek nekarbonatni 10 - aluvialna ilovica 11 - diluvialna ilovica 12 - glina 13 - puhlica 14 - lapor 15 - tlaš 16 - apnenec 17 - apnenec z rožanci 18 - dolomitiziran apnenec 19 - dolomit 20 - apnenčasti konglomerat 21 - kremenasti konglomerat 22 - apnenčasti peščenjaki 23 - karb. krem. peščenjaki 24 - kremenasti peščenjaki 25 - kremenasti skrilovci 26 - glinasti skrilovci, bogati 27 - glinasti skrilovci, revni 28 - fliš 29 - serpentin 30 - bleštnik 31 - gnajls 32 - amfibolit 33 - granit 34 - tonalit 35 - tonaliti porfirit 36 - dacit 37 - kremenasti eralotir 38 - andezit 39 - tuf		

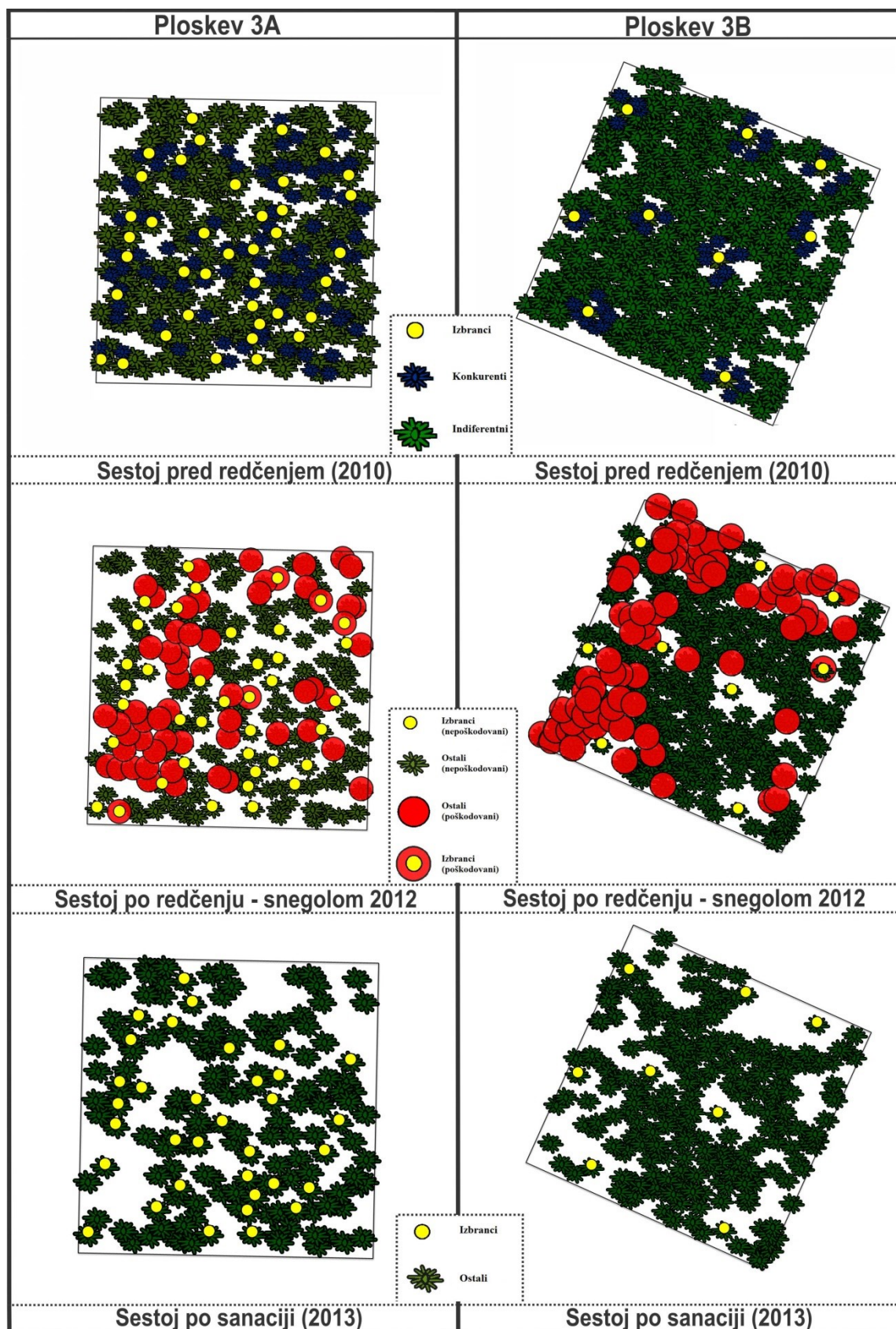
Priloga B: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev (ploskvi 1A in 1B)



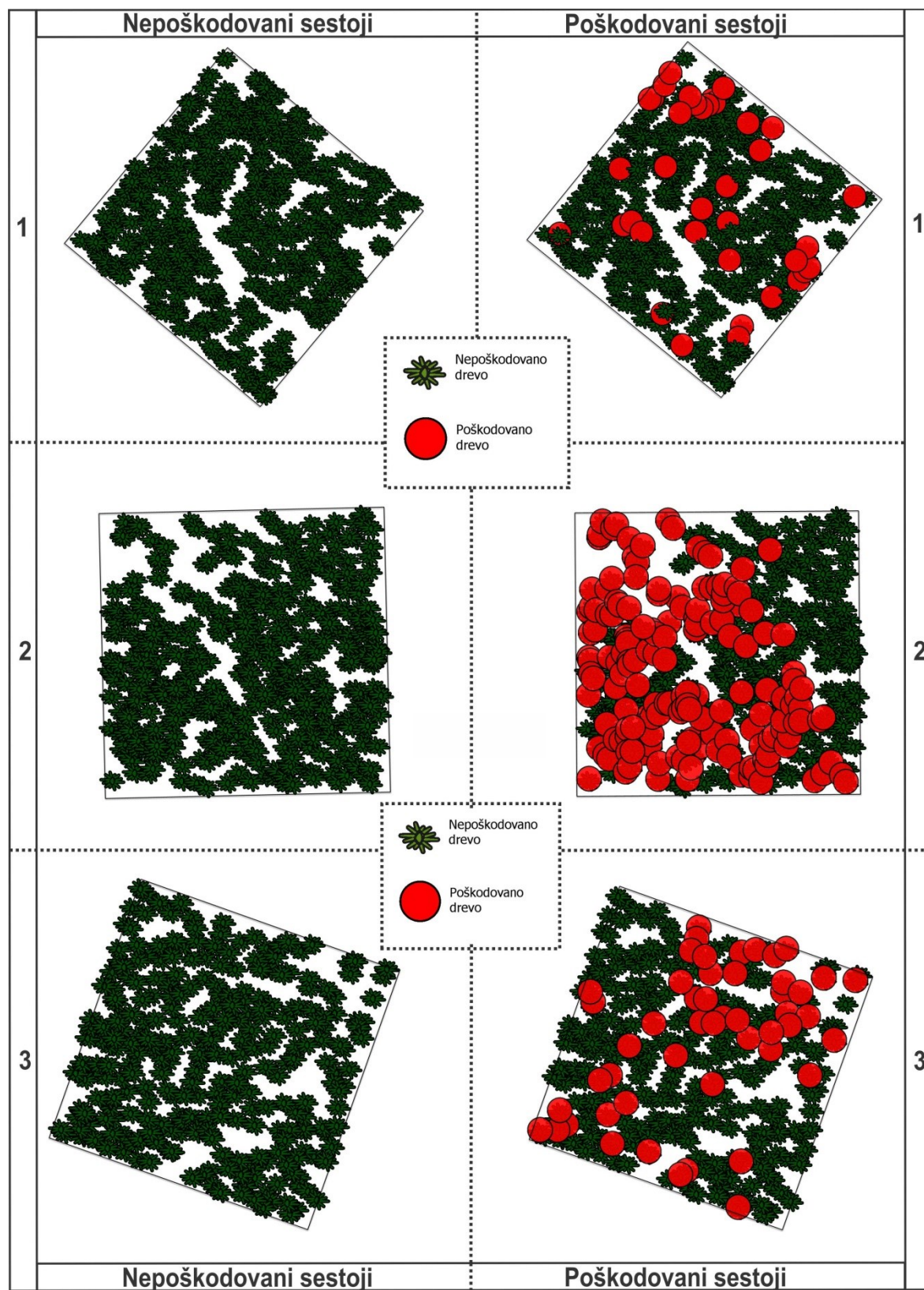
Priloga C: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev (ploskvi 2A in 2B)



Priloga D: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev (ploskvi 3A in 3B)



Priloga E: Strukturne značilnosti poškodovanih sestojev – obravnava C



Priloga F: Število dreves po debelinskih stopnjah v GGE Brezova reber leta 2004

D. stopnja	Listavci	Iglavci	Skupaj
3	185500	64500	250000
4	97000	45000	142000
5	94000	27500	121500
6	89000	23500	112500
7	78200	18400	96600
8	47400	16400	63800
9	29000	11600	40600
10	18600	11200	29800
11	9000	7600	16600
12	4000	5200	9200
13	4000	4000	8000
>14	1800	4600	6400